

В.Б. Серебряков (Компания «Совзонд»)

В 1985 г. окончил Московский авиационный институт по специальности «инженер-механик». В настоящее время – руководитель направления ГИС компании «Совзонд».

Комплекс геоинформационного обеспечения ситуационных центров

В последнее время на нашей планете активизировались многие природные катаклизмы: сильные землетрясения, извержения вулканов, пожары, наводнения, оползни и т. д. Этот факт не может не беспокоить как обычных людей, так и правительства разных стран. В докладе Международного комитета по проблемам глобальных изменений геологической среды GEOCHANGE приводятся некоторые неутешительные долгосрочные прогнозы, основанные на анализе циклических в проявлениях многих катаклизмов. Практически все результаты исследований подтверждают дату периода наибольшего проявления природных катастроф – 2011–2015 гг. Прогноз касается практически всех видов природных стихийных бедствий – сильных землетрясений, извержений вулканов, цунами, торнадо, ураганов, наводнений, засух, повышения уровня воды в Мировом океане, глобальных климатических изменений.

Как показали события прошедшего лета, связанные с беспрецедентным количеством лесных пожаров на территории России, в настоящее время очень остро стоит вопрос о своевременном прогнозировании и мониторинге чрезвычайных ситуаций с целью их предотвращения и минимизации возможного ущерба, а также об эффективном управлении территориями и оперативном доведении информации до соответствующих органов власти. Современные средства дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) космического базирования уже сегодня могут обеспечить все заинтересованные государственные структуры необходимой пространственной информацией, предназначенной для полноценного анализа возникновения и развития негативных территориальных процессов, в том числе пожаров, наводнений, экологических бедствий, природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций.

Для решения этих задач необходимо создание широкой сети ситуационных центров различных территориальных уровней вплоть до районных и поселковых администраций. Ключевым элементом таких центров является комплекс геоинформационного обеспечения пространственными данными, получаемыми из разных источников. В качестве таких источников информации могут выступать космические снимки, картографические данные и тематические карты, полученные в процессе обработки пространственной информации и целевых территориальных исследований. В настоящее время с точки зрения информативности, обзорности и оперативности наиболее предпочтительной является информация, получаемая с космических спутников ДЗЗ с радиолокационной и оптико-электронной аппаратурой низкого, среднего, высокого и сверхвысокого спектрального и пространственного разрешения. Такая информация может быть получена по открытым каналам свободно распространяемых космических данных или через лицензионные каналы прямого доступа спутниковых операторов. К сожалению, на сегодняшний день возможности российских спутниковых операторов по предоставлению космических данных крайне ограничены в связи с практическим отсутствием в составе орбитальных средств России спутников ДЗЗ с современными характеристиками. Однако это не означает, что создание полноценного комплекса геоинформационного обеспечения ситуационных центров невозможно.

В 2010 г. специалистами нашей компании разработан геоинформационный комплекс «ГЕОСЕРВЕР СОВЗОНД» (рис. 1), предназначенный для обеспечения оперативной и архивной пространственной информацией любого потребителя. Этот комплекс реа-

лизован на базе современных Web-технологий, что позволяет обеспечивать администрируемый доступ к пространственным данным всем заинтересованным потребителям через сети Интернет/Инtranет. Комплекс включает в себя совокупность функциональных возможностей, обеспечивающих решение следующих задач:

- свободный и лицензируемый прямой доступ к оперативной и архивной космической информации различных спутниковых операторов;
- создание собственных архивов, структурирование и хранение различных видов пространственной информации;
- общее управление отображением пространственных данных (перемещение, масштабирование, позиционирование и т. п.);

- инструментальное обеспечение разработки новых и обновления устаревших векторных картографических данных;
- управление многослойными моделями пространственных данных с целью повышения эффективности пространственного анализа и их наглядного отображения;
- автоматизированное структурирование пространственной информации по тематическим категориям;
- отображение динамики территориальных процессов по совокупности ретроспективных и прогнозных пространственных данных;
- обеспечение информационно-поисковых запросов по географическим объектам;

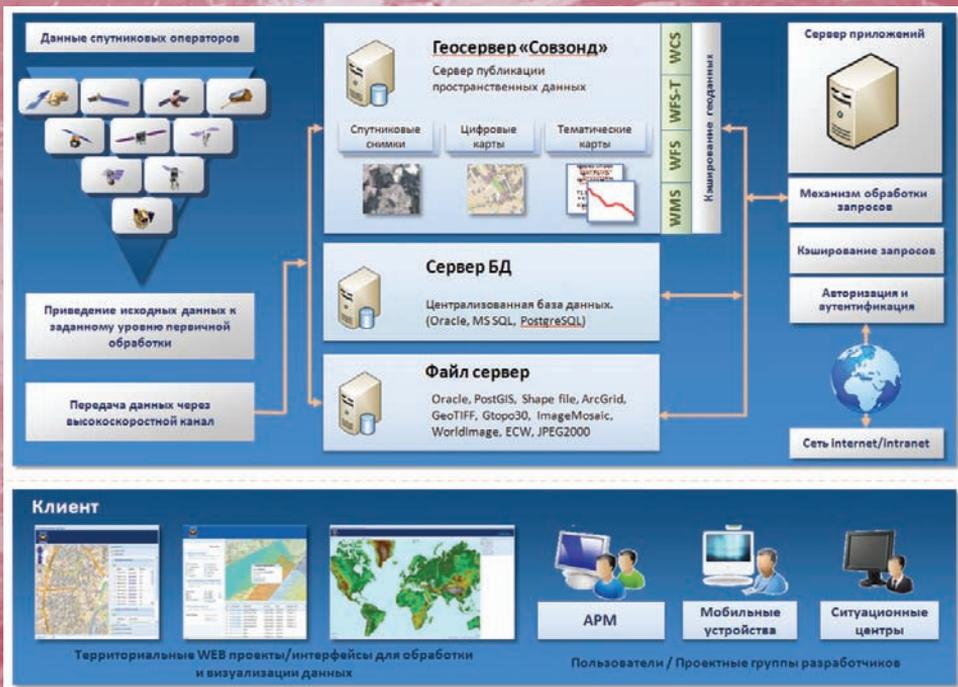
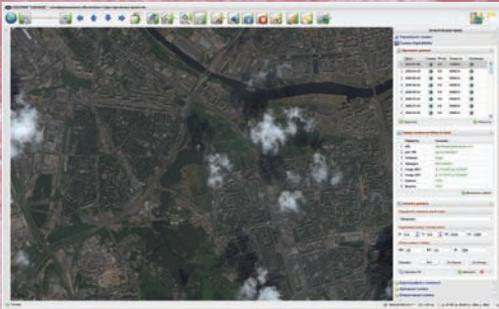
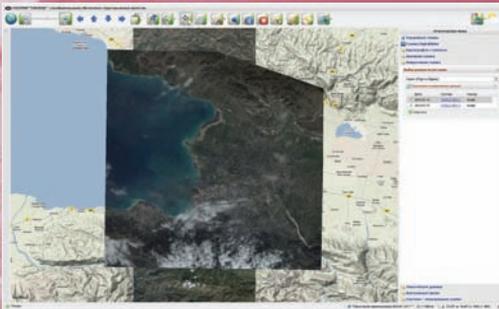


Рис. 1.
Структурная схема «ГЕОСЕРВЕРА СОВЗОНД»



а)



б)

Рис. 2.
Функционал прямого доступа к данным DigitalGlobe:

- а) доступ к архивным данным;
б) доступ к оперативным данным

- обеспечение проведения пространственного анализа в едином согласованном геоинформационном пространстве для всех заинтересованных служб и лиц;
- обеспечение получения и передачи больших объемов информации;
- наглядное и синхронное отображение сложившейся ситуации и динамики территориальных процессов в ходе получения информации;
- принятие и оперативное доведение до исполнителя управленческих решений.

Исходя из приоритетности задач, наиболее востребованным является **функционал прямого доступа к данным спутниковых операторов**. Этот функционал обеспечивает возможность получения космической информации непосредственно от спутникового оператора и предоставления ее всем заинтересованным потребителям. На рис. 2 приведен пример такого функционала для спутников сверхвысокого разрешения **QuickBird, WorldView-1, 2** и обеспечивающего прямой доступ к архивным и оперативным данным оператора DigitalGlobe в режиме онлайн.

Подобный функционал может быть реализован для группировок оптико-электронных спутников RapidEye и радиолокационных аппаратов COSMO-SkyMed с минимальными экономическими и временными затратами по прямым каналам доступа, предоставляемым этими операторами. По предварительной оценке, скорость получения оперативной космической информации составит не более 4 часов с момента съемки. Для информационного обеспечения оптической информацией предлагается использование не отдельных космических аппаратов с различными орбитальными и аппаратными характеристиками, а группировки однотипных спутников, предоставляющих информацию в едином формате данных с периодичностью не хуже чем один раз в сутки. Одной из таких группировок является орбитальная структура однотипных спутников ДЗЗ среднего разрешения **RapidEye-1, 2, 3, 4, 5**, позволяющих осуществлять мониторинг территорий до двух раз в сутки. Спутники равномерно распределены на орбите высотой около 630 км. Облетая Землю в направлении с севера на юг, они пересекают экватор в 11 часов по местному времени с

- обеспечение администрируемого доступа к собственным архивам картографических и космических данных;
- обеспечение оперативной публикации актуальной информации и ее срочное доведение до потребителя;
- обеспечение самостоятельного планирования и заказа оперативной космической съемки;
- обеспечение санкционированной обратной связи с сервером пространственной базы данных с целью внесения оперативных изменений и важных дополнений в отображение текущего состояния территориальных процессов;
- обеспечение оперативной публикации результатов мониторинга, полученных в ходе наблюдения за развитием территориальных процессов;



Рис. 3.
Результаты расчета периодичности наблюдения
RapidEye



Рис. 4.
Результаты расчета периодичности наблюдения
COSMO-SkyMed

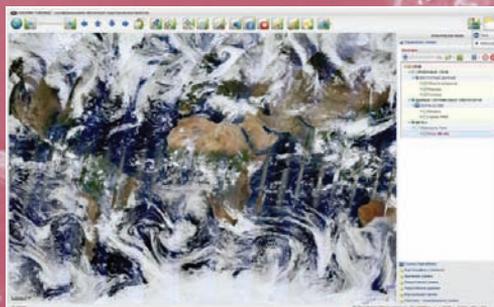


Рис. 5.
Функционал прямого доступа к оперативным данным
EOS (Terra, Aqua)

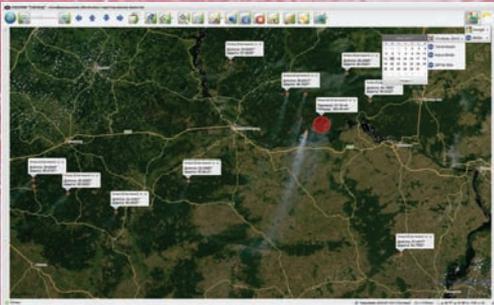
дистанцией около 660 км и интервалом около 20 минут. Съемка выполняется сеансами с максимальной длиной полосы 3000 км. В пределах одного сеанса спутник может снять участок поверхности Земли шириной 77 км и длиной до 1500 км. Таким образом, спутники RapidEye способны обеспечивать ежедневное покрытие съемками площадь в 4 млн кв. км. С учетом возможности отклонения оси визирования сенсора от надира доступная ширина снимаемой территории составляет 400 км.

Задача всепогодного и круглосуточного мониторинга решается с помощью другой орбитальной группировки на основе радиолокационных спутников **COSMO-SkyMed-1,2,3,4**, выведенных на орбиту с высотой 619,6 км и наклоном 97,86° и обеспечивающих наблюдение за природными и антропогенными ката-

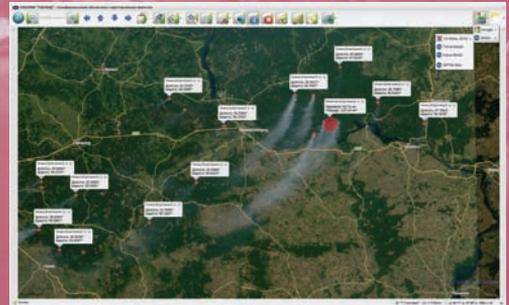
строфами (половодья, засухи, оползни, аварии) вне зависимости от плотности облачного покрова.

Ниже приведен расчет периодичности съемки группировками спутников RapidEye (рис. 3) и COSMO-SkyMed (рис. 4) для средних географических широт России за 10-дневный период, выполненный с использованием функционала комплекса «ГЕОСЕРВЕР СОВЗОНД».

Как показали расчеты, периодичность наблюдения в этом случае составляет от одного до двух раз в сутки. Таким образом, задача ежедневного мониторинга территорий в оптическом и радиолокационном диапазонах может быть решена с помощью всего лишь двух орбитальных группировок, имеющих соответственно одинаковую аппаратуру наблюдения и формат предоставляемой информации. Сброс информации на наземные



а)



б)

Рис. 6.
Лесные пожары в Нижегородской области
а) съемка EOS (Terra, Aqua) 13 июля 2010 г;
б) съемка EOS (Terra, Aqua) 14 июля 2010 г.



Рис. 7.
Функционал прямого доступа к оперативным данным
MeteoSat

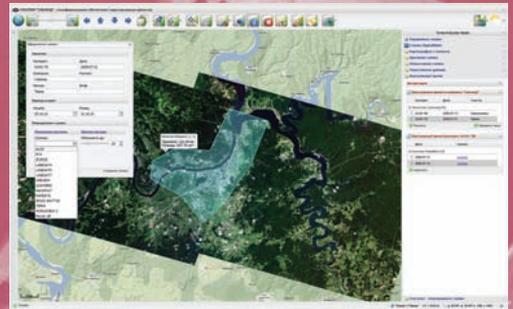


Рис. 8.
Функционал комплекса «Виртуальный прием»

станции приема RapidEye и COSMO-SkyMed происходит в течение одного периода обращения спутника, что по времени составляет не более 1,5 часов. Вопросы первичной и предварительной обработки данных решаются на стороне спутникового оператора в автоматическом режиме и передаются потребителю с задержкой не более 3 часов с момента их получения.

В данном комплексе также реализован функционал прямого доступа к свободно распространяемым оперативным и ретроспективным глобальным космическим данным операторов метеорологических систем EOS **Terra** и **Aqua** (сенсор Modis) с разрешением 250 м (рис. 5). Эти данные имеют актуальность один день, т. е. любой потребитель имеет возможность оценить состоя-

ние интересующей его территории с задержкой в одни сутки. Глобальность обзора этих космических аппаратов позволяет получить информацию о крупных территориальных процессах, таких как, лесные пожары, наводнения, засухи, разливы нефти, изменение состояния растительности и снежного покрова и т. п.

В качестве примера на приведенных выше снимках, загруженных и визуализированных в геоинформационной среде «ГЕОСЕРВЕРА СОВЗОНД», показаны очаги июльских пожаров в Нижегородской области (рис. 6). Инструментальные возможности комплекса позволяют проводить оцифровку (векторизацию) и геопривязку значимых территориальных изменений (например, очагов пожаров), а также рассчитывать их площадные

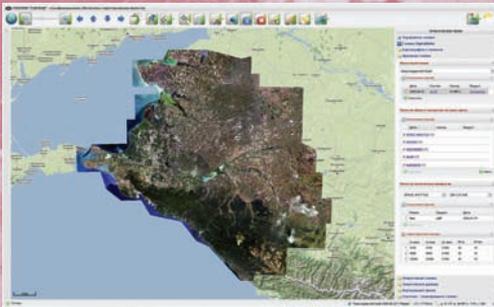


Рис. 9.
Загрузка собственных архивных космических данных

характеристики. Модуль обратной связи обеспечивает ввод информации об этих изменениях в пространственную базу данных в режиме онлайн, после чего они становятся доступными для всех заинтересованных органов территориального управления.

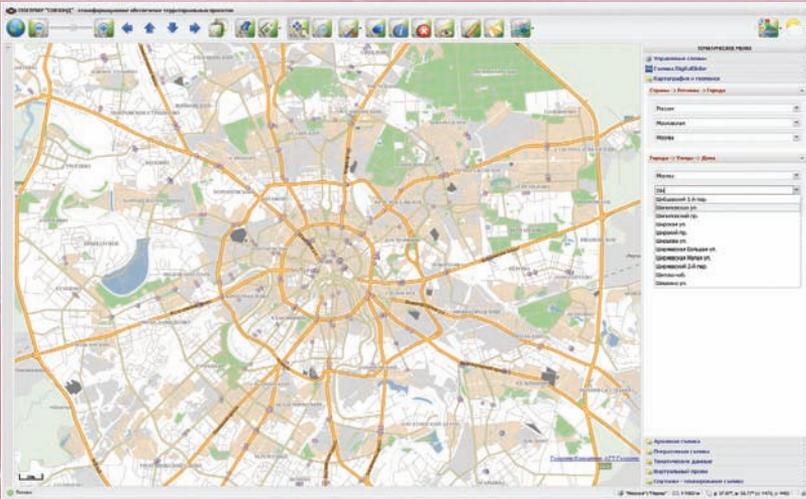
Еще одним свободным сервисом получения космической информации, доступной через «ГЕОСЕРВЕР СОВЗОНД», является функционал прямого доступа к данным спутника *MeteoSat* (рис. 7), позволяющим оценить состояние облачности над регионом с актуальностью в 3 часа. Возможности комплекса позволяют загрузить ретроспективу данных по облачному покрову за истекшие сутки с шагом от одного до трех часов и визуализировать динамику изменения состояния облачности в анимационном режиме. Подобный режим может быть использован и для отображения динамики развития других территориальных процессов при наличии необходимого набора соответствующих данных.

Функционал комплекса (рис. 8) предназначен для представления на конкретную территорию данных космической съемки по заранее подготовленному и согласованному с заказчиком плану. Планирование съемки осуществляется авторизованным пользователем, который оформляет соответствующую заявку с указанием основных критериев съемки, таких, как тип космического аппарата, сенсор, период съемки, площадь покрытия, качество, комплектность спектральных каналов и т. п. После проведения заказанной съемки полученная

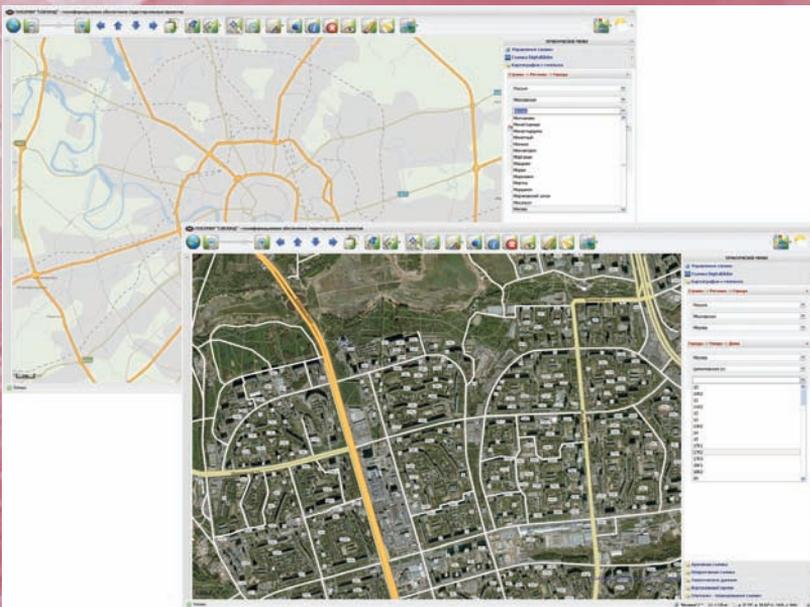
информация выкладывается на «ГЕОСЕРВЕР СОВЗОНД» с учетом всех необходимых мер обеспечения безопасности доступа к авторизованной информации и предоставляется конкретному заказчику по согласованным каналам.

Использование только оперативной космической информации для решения тех или иных территориальных задач не всегда является достаточным. Как правило, для полноценного анализа территориальных процессов требуются ретроспективные данные, характеризующие состояние территории на определенный момент или период времени, что, в свою очередь, требует наличия собственных архивов структурированной пространственной информации. Такие архивы должны содержать космические, картографические и тематические данные, классифицированные по их временному, территориальному и целевому признакам для обеспечения возможности их оперативного поиска по заданным критериям. Аппаратно-программный состав комплекса не только полностью обеспечивает возможность создания собственных архивов данных (рис. 9, 10), но и включает в себя необходимый и достаточный набор элементов управления для поиска, загрузки и отображения архивной растровой и векторной информации практически во всех популярных форматах, а также адресного поиска отдельных географических объектов по их атрибутивным данным.

Реализованные в рамках данного комплекса Web-технологии позволяют решать задачи удаленного управления территориальными проектами и проведения тематических исследований через наглядное представление информации о ходе реализации проекта (рис. 11). Суть данных решений сводится к следующему: на первом этапе формируется структура проекта, в соответствии с которой на серверах комплекса размещается исходная пространственная информация, необходимая для начала проведения работ. К этой информации получают авторизованный доступ участники проекта, которые проводят собственные тематические исследования и также выкладывают на сервера полученные результаты в соответствии с утвержденной структурой проекта. Структурированная исходная и результирующая информация через гео-



а)



б)

Рис. 10.

Загрузка собственных архивных картографических данных

а) загрузка данных;

б) пример поиска географических объектов (слева – поиск регионов, городов, справа – поиск улиц, домов)

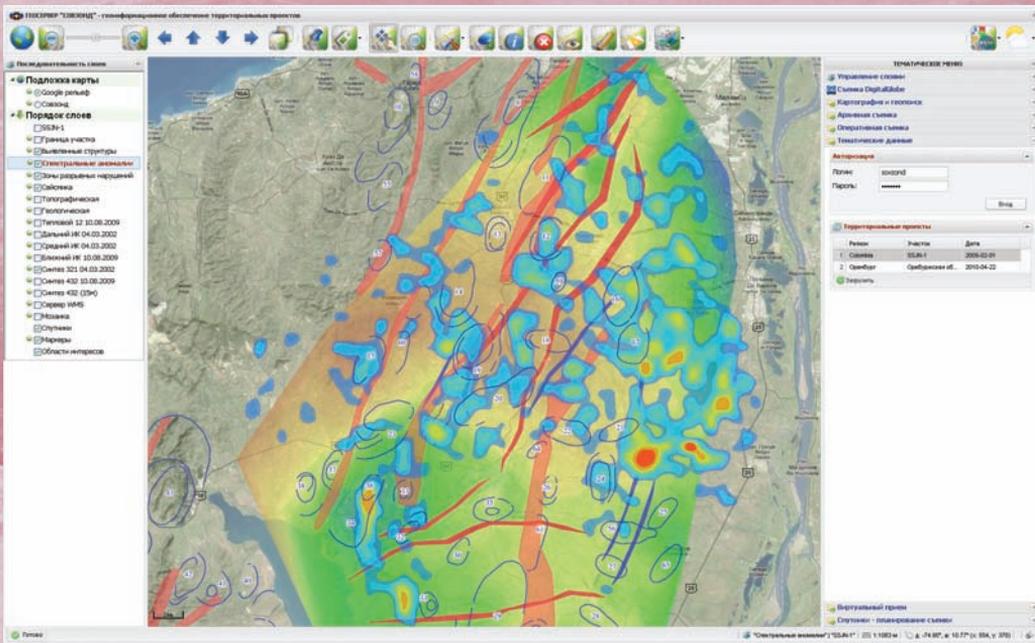


Рис. 11.
Данные тематических проектов

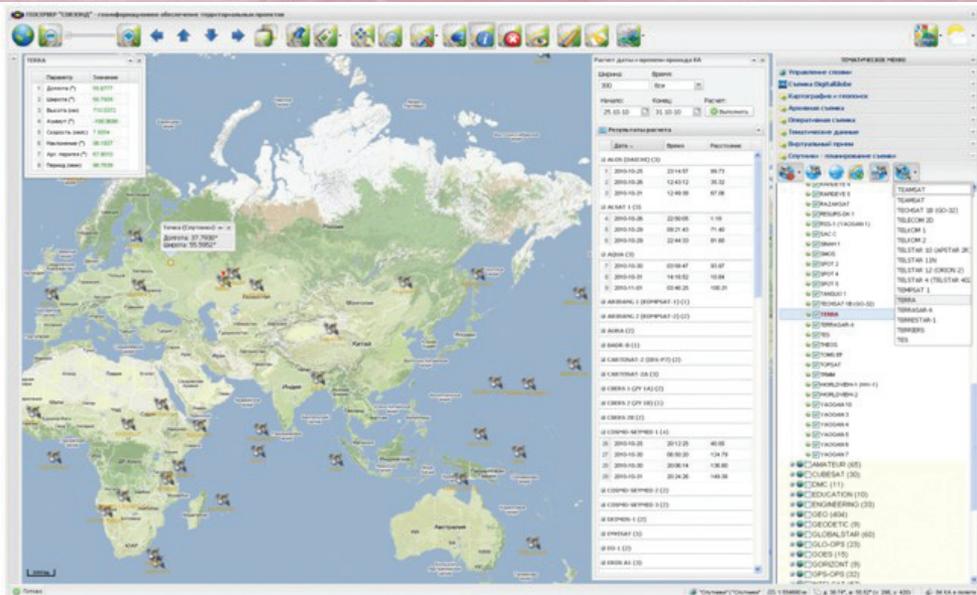
информационный комплекс становится доступной в едином геоинформационном пространстве всем участникам проекта в соответствии с их полномочиями. Такой подход позволяет коллегиально проводить обсуждение результатов тематических исследований и решать вопросы, возникающие в ходе реализации территориальных проектов, с учетом мнений всех заинтересованных лиц. Данный функционал обеспечивает санкционированный доступ исполнителей проекта к любой проектной информации и ее наглядное представление в картографическом и текстовом виде. Такой подход позволяет обеспечить возможность планирования и проведения оперативных мероприятий, направленных на повышение эффективности выполнения территориальных проектов.

Функционал планирования съемки (рис. 12) предназначен для получения информации о текущем положении космического аппарата, зарегистрированном в каталоге NORAD, и расчета даты и времени прохожде-

ния спутника или группы спутников над выбранным объектом за определенный период времени.

Геоинформационный комплекс «ГЕОСЕРВЕР СОВЗОНД» – это современное масштабируемое Web-решение. Свойство масштабируемости обеспечивает оперативное создание, внедрение и интеграцию подобных технологий в единую информационную территориально-распределенную систему ситуационных центров для решения задач эффективного управления территориями органами власти различных административных образований.

Поставка данного комплекса может осуществляться двумя способами: в виде готового решения «под ключ» или в виде персонального и группового абонируемого доступа непосредственно к ресурсам компании «Совзонд». Второй способ менее затратен, так как не требует наличия собственного серверного оборудования, системы защиты и резервирования данных, обслуживающего персонала.



RAPIDEYE 5

Параметр	Значение
1 Долгота (°)	-52.1180
2 Широта (°)	-70.0783
3 Высота (км)	649.4130
4 Азимут (°)	-156.0419
5 Скорость (км/с)	7.5353
6 Наклонение (°)	97.9531
7 Арг. перигея (°)	217.9760
8 Период (мин)	97.2408



Рис. 12. Функционал планирования съемки