



«ИСОН» ВЫХОДИТ В ОРБИТАЛЬНЫЙ ДОЗОР СКОЛКОВСКИЙ СТАРТАП НА СТРАЖЕ СПУТНИКОВ

В начале декабря не слишком замедленно для широкой общественности в околоземном пространстве произошло важное событие — впервые в истории частная компания осуществила доставку коммерческого аппарата на заданную орбиту. Созданная калифорнийской компанией SpaceX двухступенчатая ракета-носитель Falcon вывела в космос телекоммуникационный спутник SES 8. Он предназначен для обслуживания растущих потребностей клиентов в Индии и Юго-Восточной Азии.

Ракета Falcon, стоимость запуска которой колеблется от 56 до 77 млн. долларов, станет самым дешевым средством выведения аппаратов в космос, заявляют в SpaceX. Старт российского «Протона» и европейской ракеты Ariane-5 обходится в 100 млн и 200 млн долларов соответственно. Желющие воспользоваться услугами SpaceX выстроились в очередь: полностью распланы ближайшие 50 стартов. Большинство

заказов в компанию, принадлежащую миллиардеру Илону Маску и уже освоившую коммерческую доставку грузов на МКС, поступило от NASA, однако большой интерес проявляют и коммерческие структуры вроде SES, у которой на орбите более полусотни спутников.

Успешному выводу спутника (хоть и с третьей попытки) радовались и в российской

компании «ИСОН». Этот стартап из космического кластера «Сколково» разрабатывает информационно-кибернетическую систему, которая призвана обеспечить участников космической деятельности оперативной и достоверной информацией о возможных опасных сближениях функционирующих спутников с объектами космического мусора на геостационарной (ГСО), высокоэллиптических (ВЭО) и геосинхронных орбитах, а также орбитах космических аппаратов ГЛОНАСС и GPS.

«Появление на рынке еще одного «извозчика» лишней раз подтверждает, что мы выбрали очень перспективную нишу, а востребованность в наших услугах продолжит расти, — рассказал в интервью SkReview гендиректор «ИСОН» Александр Архаров. — По самым скромным прогнозам, до 2020 года орбитальная группировка на ГСО пополнится еще полтора сотнями спутников. А ведь каждому из этих дорогостоящих аппаратов (средняя стоимость спутника на ГСО составляет 350 млн долларов — прим. SkReview) угрожает многотысячная и никем не сопровождаемая на должном уровне популяция космического мусора».

Если в поисковике вбить запрос «Исон», то выскочит огромное количество упоминаний об одноименной «комете века», за которой совсем недавно внимательно следило астрономическое сообщество всего мира. Столь высокий интерес связан с тем, что комета, полное название которой — «C/2012 S1 ISON», начала свой путь с самых отдаленных окраин Солнечной системы около 3 млрд лет назад, а 28 ноября 2013 года впервые встретилась с Солнцем на минимальном расстоянии в 1,1 млн км. Учитывая беспрецедентное количество инструментов, задействованных в мониторинге ее движения, «Исон» имеет все шансы стать самой изученной кометой в истории и, возможно, будет способствовать новым научным открытиям, связанным с происхождением как комет, так и всей Солнечной системы.

Обнаружение «кометы века» — заслуга наблюдателей Артема Новичонка и Виталия Невского из международного научного проекта ISON, в честь которого небесное

тело и получило свое название. ISON (International Scientific Optical Network), или НСОИ АФН (Научная сеть оптических инструментов для астрометрических и фотометрических наблюдений), — это неформальная кооперация обсерваторий научных организаций России, государств ближнего и дальнего зарубежья, а также частных обсерваторий и инструментов астрономов-любителей для наблюдения за космическими объектами естественного и искусственного происхождения. Кооперация осуществляет деятельность без образования юридического лица и открыта для всех заинтересованных ученых и специалистов отрасли.

В рамках проекта ISON, идейными вдохновителями и научными координаторами которого стали российские ученые, было найдено около 1,5 тысячи астероидов (в том числе сближающихся с Землей), 6 комет (среди них первая комета, открытая в истории новой России), а также свыше двух тысяч ранее не каталогизированных объектов космического мусора.

С точки зрения технических возможностей, научный проект НСОИ АФН — это перекрывающая все долготы вокруг земного шара глобальная сеть разбросанных по всему миру оптических телескопов. Они предназначены для наблюдения за объектами техногенного происхождения, то есть функционирующими космическими аппаратами и космическим мусором на околоземных орбитах, а также за астероидами, которые сближаются с Землей. В рамках проекта было найдено около 1,5 тысяч астероидов (в том числе 7 сближающихся с Землей), 6 комет (среди них первая комета, открытая в истории новой России), а также свыше двух тысяч ранее не каталогизированных объектов космического мусора (обсерватории сети в открывают в среднем по одному такому объекту каждые две ночи). Идейными вдохновителями и научными координаторами НСОИ АФН были и остаются российские ученые из Ин-

ститута прикладной математики им. М.В. Келдыша. Одним из участников проекта НСОИ АФН является и сколковская компания «ИСОИ». Резидентом космического кластера стартап, в который вошли ключевые члены научного проекта НСОИ АФН, а также сотрудники «Астрономического Научного Центра», коммерческой компании, разрабатывающей ПО для космической отрасли и владеющей небольшой сетью обсерваторий, стал в конце 2011 года.

Основными потребителями коммерческой версии «Орбитального дозора» в сколковской компании считают владельцев спутников и крупных операторов, а также страховые компании. Первым необходимо понимать, как обезопасить дорогостоящие аппараты и продлить жизненный цикл их функционирования на орбите, а вторые должны получить возможность рассчитывать степень риска потери спутников

К тому моменту проект НСОИ АФН существовал уже более 7 лет. «Изначально научный проект задумывался как международная инициатива, объединяющая большое количество научных команд, как профессиональных, так и любительских. Так как это неформализованная и негосударственная группа, никакого бюджетного финансирования мы не получаем, развивая астрономический проект только на те деньги, которые нам удается заработать научной деятельностью», — рассказали в беседе с SkReview Владимир Агапов (ведущий научный эксперт сколковской компании «ИСОИ» и старший научный сотрудник Института прикладной математики) и Игорь Молотов (ведущий технический эксперт «ИСОИ», старший научный сотрудник Института прикладной математики и организационный вдохновитель проекта НСОИ АФН).

Выстраивать эффективно работающую научную сеть (телескопы НСОИ АФН обща контролируют на геостационарной орбите

больше объектов, чем любые другие наблюдательные сети) инициаторам проекта пришлось практически с нуля. Когда в 2001 году Институт прикладной математики был назначен головным в Академии наук по проблеме космического мусора, перед учеными немедленно встал вопрос: где брать данные для анализа? Ведь после распада СССР научная кооперация между обсерваториями в бывших союзных республиках сошла на нет.

«В соответствии с организационной структурой советской Академии наук, заложенной ее президентом Мстиславом Келдышем в 1960-ые годы, формировался централизованный план научных исследований, потом производилась его декомпозиция на отдельные задачи, распределявшиеся между национальными Академиями наук и институтами. После того, как СССР не стало, на территории, которую он занимал, остались разрозненные обсерватории, превратившиеся в несвязанные между собой кусочки уже несуществующего целого, — рассказывает Владимир Агапов. — Например, в Уссурийске остался телескоп для наблюдения за Солнцем. При работе в связке с другими инструментами, предназначенными для решения тех же задач, он был эффективен, но когда кооперация оборвалась, вклад уссурийского телескопа в науку стал минимальным. Такая же участь постигла и другие приборы в бывших советских обсерваториях, находившиеся во вполне работоспособном состоянии». Как следствие: практически не велись регулярные наблюдения за опасными околоземными астероидами, до критического уровня упал поток информации об орбитальных космических объектах, без которой невозможно обеспечивать безопасность полетов, контролировать популяцию космического мусора и разрабатывать меры по снижению засоренности космического пространства.

Политические трения на постсоветском пространстве, затруднившие научную кооперацию, происходили параллельно с технологической революцией в наблюдательной астрономии. В начале 1990-х годов на смену фотопластинкам для телескопов, на которых наблюдатели фиксировали интересующие их объекты в космосе, пришли



дорогостоящие ПЗС-камеры. «Из-за того, что размеры их фотоприемной области были существенно меньше, требовалась переделка телескопов. Это совпало с началом эры компьютеров, что требовало модернизации наших неавтоматизированных телескопов», — вспоминает Игорь Молотов.

В 2003-2004 годах Институт прикладной математики и Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН организовали пробные кампании по наблюдению космических объектов на геостационарной орбите с участием нескольких обсерваторий. Тогда был получен первый опыт координации наблюдений, отлажена процедура обработки получаемых ПЗС-кадров, сформулированы требования к необходимому оборудованию. Российские ученые одними из первых в мире отработали методику обнаружения и последующего сопровождения малоразмерных фрагментов космического мусора на высоких орбитах.

Со временем первый опыт взаимодействия обсерваторий перерос в полноценно функционирующую научную сеть оптических телескопов, аналогов которой, как уверяют в компании «ИСОИ», в мире нет: данные, получаемые по объектам техногенного про-

исхождения в области геостационарной и высокоэллиптических орбит, являются уникальными как по полноте, так и по точности. Эффективность деятельности научной сети в области мониторинга околоземного пространства оценили и на уровне ООН. В июне прошлого года в Вене прошел семинар, посвященный началу сотрудничества проекта НСОИ АФН и программы Организации Объединенных Наций по фундаментальной космической науке, UN Basic Space Science Initiative. Одним из возможных результатов сотрудничества может стать появление специальной базы данных ООН по объектам космического мусора. Кроме того, к проекту НСОИ АФН смогут присоединиться команды из новых государств, что позволит не только разместить новые инструменты в местах с хорошим астроклиматом, но и развернуть большую разъяснительную деятельность по проблеме техногенной засоренности околоземного пространства и необходимости участия в ее решении максимально возможного числа государств.

Лопата и иголочка

Сейчас научный проект под эгидой Института прикладной математики — это сеть из 70 с лишним телескопов в 14 странах



на четырех континентах. По словам Игоря Молотова, в НСОИ АФН используются телескопы различных производителей, но есть и телескопы собственной разработки. На подходе уже пятое поколение оптических инструментов, рассказывает Молотов: «У них будет очень большое поле зрения, 7 на 7 градусов (для сравнения: даже у очень качественного любительского телескопа поле зрения не превышает 1-го квадратного градуса — прим. SkReview). Это означает, что за одну ночь телескоп сможет просмотреть большой участок пространства и обнаружить большее количество объектов. Количественные показатели измерительных дуг (от них зависит точность определения орбиты) также значительно улучшены. Если наши первые телескопы получали дуги в 15 минут, то последний телескоп — до 10 часов».

Существует два основных способа наблюдения за космическими объектами: с помощью радиолокационных и оптических средств наблюдения (телескопов с различными характеристиками). На последние как раз и делают ставку в компании «ИСОИ». Основным источником информации о популяции космического мусора на низких орбитах являются радиолокаторы: они всепогодны, работают круглосуточно, имеют большие зоны обзора как по дальности (до нескольких тысяч километров), так и по сектору видимости. «На низких орбитах бессмысленно пытаться соревноваться с локаторами в части обнаружения объектов с помощью оптики, у которой существенные ограничения по погоде и времени использования в течение суток. К тому же если Луна очень яркая, оптические наблюдения некоторых районах неба невозможны, — перечисляет ограничения на работу телескопов Владимир Агапов. — Но в тех случаях, когда с помощью радиолокаторов выявлены потенциально опасные объекты, телескопы могут быть использованы для уточнения информации о них и получения дополнительных данных».

Иное дело — высокие орбиты. Основным поставщиком информации о находящихся на них объектах является оптика, а локатор может быть использован для уточнения поступивших сведений. Перед обнаружением объекта локаторы «подсвечивают» его излучаемым сигналом. Мощность возвращающегося сигнала обратно пропорциональна четвертой степени расстояния до объекта. Если объект очень маленький и находится далеко, то отраженный от него сигнал будет крайне слабым, практически на уровне шумов. Чтобы локатор, который эффективно обнаруживает и отслеживает очень маленькие (единицы сантиметров в поперечнике) объекты на низкой орбите, с тем же качеством делал это и на высоких орбитах, его придется обеспечить мощностью, вырабатываемой всеми электростанциями России.

Использование распределенной сети телескопов для наблюдения за небесным сводом не является ноу-хау российских ученых. В мире существует несколько подобных проектов, созданных для раз-

личных целей. Но в силу ряда технических особенностей эти наблюдательные сети не могут быть использованы для решения задач, на которых сосредоточится сколковская компания «ИСОИ».

Один из примеров — американская сеть LCOGT (Las Cumbres Observatory Global Telescope Network). Ее телескопы расположены в Северной и Южной Америке, Африке и Австралии. «Даже самое большое поле зрения у телескопов LCOGT не превышает пока 0.16667 квадратных градуса (с 2014 года планируется максимум 0.2025 квадратных градуса). У типовых инструментов сети НСОИ АФН поле зрения составляет 11-30 квадратных градусов (то есть в 66-180 раз больше), а у обзорных широкопольных телескопов — до 50-100 квадратных градусов (в 300-600 раз больше). И даже у инструмента с апертурой 64 см, работающего в сети НСОИ АФН, площадь поля зрения составляет 5.8 квадратных градуса, что в 35 раз больше самого большого поля инструментов сети LCOGT», — пускается в расчеты Владимир Агапов. Он сравнивает производительность телескопов LCOGT с «иглолками», которыми можно «сверлить» маленькие «дырочки» в небесной сфере для детального изучения наиболее интересных «штучных» объектов, а инструменты НСОИ АФН — с «лопатами», «сгребающими» в своём поле зрения все видимые (в пределах возможностей используемых телескопов) на небесной сфере объекты с большой эффективностью.

«Теоретически инструменты сети LCOGT можно было бы использовать для получения дополнительных измерений по уже обнаруженным объектам, но только для тех из них, для которых ошибки положения не превышают нескольких угловых минут; в противном случае производительность инструмента по числу «обслуживаемых» объектов (а объектов космического мусора, которые нужно обслуживать», — тысячи) резко падает. Сеть LCOGT предназначена для наблюдения астрофизических объектов (в том числе поиска экзопланет), и используемое оборудование эксплуатируется совершенно в другом режиме по сравнению с тем, который необходим для поиска и целевого наблюдения объектов

космического мусора. Поэтому «попутно» космический мусор на этих инструментах наблюдать нельзя. Наконец, уровень требуемого «интеллекта» для телескопов сети LCOGT намного ниже, чем для инструментов научной сети НСОИ АФН, поскольку у сети LCOGT нет необходимости проведения наблюдений подвижных объектов с плохо известной траекторией», — резюмирует Агапов.

Бесхозный мусор

С учетом возможностей НСОИ АФН в наблюдении за космическими объектами вполне естественно, что деятельность наблюдателей сети находит широкое отражение в СМИ. Так было, например, в декабре 2010 года, когда Леонид Еленин с помощью первой российской удаленной обсерватории в западном полушарии, ISON-NM в Нью-Мексико, обнаружил комету «C/2010 X1». Комета Еленина стала первой кометой, открытой российским астрономом за

В мире есть две постоянно функционирующие глобальные системы мониторинга, наблюдающие за всеми видами орбит: российская и американская, и обе эксплуатируются военными. Мониторинг космического мусора к числу приоритетных задач, стоящих перед оборонными ведомствами, не относится

20 лет (предыдущий такой успех был в 1990-ом году, еще при СССР). В октябре этого года СМИ по всему миру запестрели тревожными заголовками: Земле угрожает астероид диаметром почти в полкилометра. Небесное тело, которое может оказаться опаснее пресловутого астероида «Апофис», открыл украинский астроном Геннадий Борисов. Он работает во входящей в сеть НСОИ АФН обсерватории в поселке Научный в Крыму.

Результаты наблюдения за космическим мусором, которые ведут обсерватории проекта НСОИ АФН (а это основное направление деятельности ученых), не столь сенса-

ционные и востребованы СМИ и массовой культурой (отдельные редкие всплески интереса к тематике, вроде порожденных некоторое время назад голливудским фильмом «Гравитация», не в счет), но от того не менее важны. «Космос используют более 70-ти стран, и для того, чтобы он был безопасным, а каждый участник космической деятельности был уверен в том, что с его аппаратом ничего не произойдет, должна быть сформирована информационная основа обеспечения безопасности. Ее ключевым элементом является ежедневное обновление знаний о состоянии космической обстановки или всей совокупности объектов, которые находятся в космосе», — рассказывает Владимир Агапов. Риск столкновения рассчитывается на основании математических моделей. Для их практического использования требуется точное значение траектории движения как функционирующего космического аппарата, так и сближающегося с ним другого орбитального объекта.



На околоземных орбитах, по разным оценкам, находится от 600 до 650 тысяч объектов космического мусора размером более 1 см. Несмотря на скромные, по земным меркам, габариты, даже такие фрагменты считаются потенциально опасными из-за огромной энергии, которой они обладают за счёт большой скорости движения (относительная скорость объектов при столкновении на низких орбитах может достигать

14 км/с). По тяжести последствий земной аналогией попадания в спутник сантиметрового стального шарика на низкой орбите является лобовое столкновение легковушки и «КамАЗа», едущих со скоростью 60 км/час.

Основные загрязнители околоземного пространства — государства с наиболее активной космической программой: Россия, США и Китай. В январе 2007 года китайцы, испытывая противоспутниковое оружие, разрушили свой старый спутник метеонаблюдения, что привело к одномоментному образованию тысяч новых фрагментов космического мусора. Примерно треть из общего количества объектов космического мусора находится на высоких орбитах, в том числе геостационарной. В среднесрочной перспективе на ГСО ожидается значительный рост количества объектов космического мусора, что связано с увеличением числа действующих и затем выводимых из эксплуатации спутников, а также их фрагментов».

С космическим мусором сложилась парадоксальная ситуация, продолжает Агапов. Все признают серьезность проблемы: в ООН тематика получила официальный статус в 1999-ом году; в России профильные высокопоставленные чиновники, как уверяет собеседник SkReview, в последние 10-15 лет тоже внимательно относятся к этому аспекту космической деятельности. Но данных, на основе которых можно достоверно прогнозировать эволюцию популяции космического мусора, явно недостаточно. В 2011 году на Международном астронавтическом конгрессе (62nd International Astronautical Congress) ученые сообщили о необходимости перерасчета рисков столкновения космических аппаратов на ГСО. Авторы исследования установили: предыдущие модели не отражают реальную ситуацию из-за отсутствия инструментов для точного наблюдения за объектами на геостационарной орбите и, как следствие, неполноты информации о популяции космического мусора.

В мире есть две постоянно функционирующие глобальные системы мониторинга, наблюдающие за всеми видами орбит: российская и американская, и обе эксплуа-

тируются военными. Российская система закрыта на 100%, и у внешних потребителей никакого доступа к ней нет. Американская система в этом плане более прозрачна, но тоже до определенной степени: Пентагон выдает не ту информацию, которая необходима гражданским пользователям, а то, что считает возможным сообщить. Да и доступные общественности данные более чем среднего качества. «Когда Институт прикладной математики был назначен ответственным за исследования космического мусора, о реальной ситуации в области ГСО в мире мало кто знал, несмотря на наличие у нас и американцев военных систем мониторинга, — вспоминает Владимир Агапов. — Их возможности по наблюдению высокоорбитальных объектов, ГСО, и особенно той области, где находятся навигационные спутники, были чрезвычайно ограничены. С тех пор ситуация не слишком изменилась, ведь мониторинг космического мусора к числу приоритетных задач, стоящих перед военными, не относится».

Гражданские объединения, специализирующиеся на проблеме космического мусора, отличает одна общая черта — это экспертные образования, в полномочия которых входит консультирование национальных и наднациональных структур, но не принятие окончательных решений. «Межагентский координационный комитет по космическому мусору, в который входят представители космических агентств 12-ти стран, создан для координации деятельности государств, ведущих наиболее активную деятельность в космосе. В задачу членов комитета входит информирование международного сообщества о результатах совместных исследований», — рассказывает Агапов, который в конце 1990-х гг. был делегирован в Межагентский комитет Роскосмосом и в течение 4-х лет руководил в нем рабочей группой «Измерительная техника и наблюдения космических объектов». Его коллега Игорь Молотов также входит в состав этой рабочей группы. С подачи комитета в 2007 году ООН одобрила «Руководящие принципы по снижению засоренности околоземного космического пространства». Впрочем, принципы не явля-

ются юридически обязательными, следовательно им носит добровольный характер.

В России за экспертную оценку проблемы космического мусора и астероидно-кометной опасности отвечает рабочая группа по космическим угрозам Совета РАН по космосу, в которую входят представители Минобороны, Росатома, Роскосмоса, множества НИИ и несколько десятков ученых. «У группы есть формально определенные полномочия, они также ограничены исключительно экспертной оценкой предлагаемых проектов и разработкой предложений для министерств, ведомств или правительства по проведению тех или иных работ для решения этих проблем», — поясняет Владимир Агапов.

На околоземных орбитах, по разным оценкам, находится от 600 до 650 тысяч объектов космического мусора размером более 1 см. Несмотря на скромные, по земным меркам, габариты, даже такие фрагменты считаются потенциально опасными из-за их огромной энергии

Несколько лет назад в России был принят национальный стандарт по снижению засоренности космического пространства объектами техногенного происхождения, он обязателен для исполнения при создании всех новых образцов космической техники. «Появление этого стандарта — один из основных результатов совместной деятельности различных организаций под общей координацией Роскосмоса, — говорит собеседник SkReview. — Его внедрению предшествовали серьезные исследования, обоснование нормативов, выработка практических рекомендаций. Аналогичные стандарты есть в США, Европе и Японии».

Консультативные, экспертные функции, в том числе при разработке новых аппаратов, — и у Отдела NASA по космическому мусору (NASA Orbital Debris Program Office), раз в квартал выпускающего отчет о ситуации с космическим мусором на орбите. Сфера полномочий Отдела — обобщение

и анализ поступающей информации и выработка предложений по совершенствованию технического проектирования и эксплуатации космических аппаратов.

Заслуга экспертов из отдела NASA по космическому мусору в том, что в 1980-е годы они первыми подняли проблему космического мусора и начали «продавливать» предложения по ее решению на уровне руководства США, несмотря на значительное сопротивление со стороны Пентагона. Военные отдавали себе отчет в том, что

«Как только рынок станет понятен и виден для широкого круга участников космической деятельности, его вполне могут попытаться захватить крупные игроки. Пока у команды «ИСОИ» такой колоссальный отрыв, что большим компаниям, если и когда они захотят заняться подобным проектом, не угнаться за ними как минимум несколько лет»

основным источником мусора на низких орбитах являются объекты, образовавшиеся в результате их деятельности. Эксперты из NASA потратили массу усилий на то, чтобы убедить Конгресс и Белый дом, во-первых, в том, что проблема существует и, во-вторых, в том, что она многопланова. Источников формирования космического мусора много: это и прекратившие функционирование космические аппараты, и ступени ракет-носителей и разгонных блоков, и технологические фрагменты, связанные с выводением, развертыванием, эксплуатацией и утилизацией космических аппаратов. По мнению Владимира Агапова, сотрудники этого отдела NASA разработали наиболее адекватную по содержанию и информационной полноте математическую модель того, что будет происходить с популяцией космического мусора в будущем.

На страже спутников

Что же намерена предложить рынку сколковская компания «ИСОИ»? «Речь идет о разработке кибернетической системы для управления процессом сбора и обработки

информации по десяткам тысяч орбитальных объектов», — поясняет гендиректор стартапа Александр Архаров. Это сложная совокупность оптических инструментов и программного обеспечения, которое отвечает за планирование и применение телескопов, обработку получаемой информации и формирование продукта, который удовлетворяет требования потенциальных заказчиков.

Конечным целевым продуктом проекта является «Пользовательский программный комплекс «Орбитальный дозор». Программа функционирует по принципу облачной технологии, ключевой генерирующей платформой для которой как раз и является инновационная разработка проекта — кибернетическая система. Технологическое решение основано на сетевом принципе управления процессом планирования проведения наблюдений и сбора измерительной информации от множества пунктов оптического наблюдения. Интерфейс программы позволяет сформировать технические требования и на постоянной основе максимально оперативно получать достоверную и актуальную орбитальную информацию по космическим объектам и их сближениям с аппаратами пользователя, находящимися в околоземном космическом пространстве.

Планируется выпуск двух основных версий продукта: для коммерческого и научного использования в рамках сети НСОИ АФН. Основными потребителями коммерческой версии продукта в компании «ИСОИ» считают владельцев спутников и крупных спутниковых операторов (в частности, Intelsat, SES, Eutelsat, Inmarsat и другие), а также страховые компании (Allianz, Marsh и другие). Первым необходимо понимать, как обезопасить дорогостоящие аппараты и продлить им жизненный цикл функционирования на орбите, а вторым важна оценка риска потери спутников и выработка необходимых для их сохранения мер. Проанализировав рынок, в сколковской компании пришли к выводу, что основные игроки не обладают всей полнотой данных о количестве космического мусора на ГСО и, следовательно, не могут посчитать риски, и решили восполнить этот пробел.



Расположенная над земным экватором геостационарная орбита в силу ее физических особенностей является уникальным ограниченным ресурсом (находящийся на ней спутник неподвижен относительно поверхности планеты, поэтому направленная на него антенна не требует постоянного переадресации) и в настоящее время загружена достаточно плотно. На начало 2013 года на ГСО находилось более 420 активных спутников (из них 65% — коммерческие) совокупной стоимостью более 55 млрд долларов (эти данные основаны на маркетинговом исследовании, проведенном по заказу «ИСОИ» консалтинговой компанией ЗАО «Лога групп», аккредитованным партнером Фонда «Сколково»). Предполагается, что с 2012 по 2020 года орбитальная группировка будет пополняться не менее чем 20-ю аппаратами ежегодно. «На ГСО в относительно небольшом районе могут находиться несколько спутников, которые принадлежат разным странам. Конечно, операторы из благих побуждений стараются контактировать с соседями, обмениваясь с ними информацией. Например, предприятие «Космическая связь», главный в России оператор гражданских спутников связи на ГСО, плотно взаимодействует с японцами, чьи спутники находятся на орбите «по соседству». Но есть зоны, где кооперация между разными странами отсутствует в силу тех или иных причин, например, если один из спутников

управляется военными. Никаких юридических документов, регламентирующих на международном уровне взаимодействие операторов спутников, не существует, хотя активную работу в этом направлении ведет Научно-технический подкомитет Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях. Нежелательное взаимодействие и неконтролируемое сближение двух спутников может привести, например, к созданию взаимных радиопомех.

Впрочем, такие случаи редки, а вот потенциально опасные сближения функционирующих спутников как между собой, так и с объектами космического мусора происходят по несколько раз в день. «Используя спутниковые операторы «Орбитальный дозор» в полной мере и на постоянной основе, они с большой долей вероятности избежали бы ситуации с подобным информационным вакуумом, — описывает преимущества продукта гендиректор компании Александр Архаров. — Операторов интересуют все объекты, которые либо уже пролетают на ГСО на критическом расстоянии от их аппарата, либо окажутся поблизости от него в ближайшее время. Важно обеспечивать спутниковых операторов точной и оперативной информацией, ведь если сигнал о возможном столкновении окажется ложным, оператор понесет косвенные убытки, потратив на маневр уклонения



топливо, которое могло бы использоваться для функционирования аппарата».

Большим плюсом для будущего взаимодействия с крупнейшими мировыми спутниковыми операторами команда сколковского стартапа считает объединение этих компаний в ассоциацию SDA (Space Data Association) в 2009 году. Организация базируется на острове Мэн. «У SDA единые стандарты и внутренняя структура. Наладить кооперацию с одной организацией проще, чем с десятками компаний. Мы считаем, что эта ассоциация может стать крупнейшим потребителем нашего продукта», — прогнозирует Владимир Агапов.

SkReview адресовал вопрос о том, насколько может быть востребована разработка «ИСОИ», Владимиру Бодрову, руководителю проектов «Даурии Аэроспейс». Эта компа-

ния-партнер «Сколково» в начале следующего года планирует вывести на низкую орбиту первый российский частный космический аппарат DX-1 (интервью с основателем «Даурии Аэроспейс» Михаилом Кокоричем — в SkReview № 9-10). «В штатном режиме функционирования нашего аппарата DX-1 необходимости в подобной системе нет, так как траекторные измерения производятся с помощью бортовой аппаратуры и наземных станций управления. Спутники оснащаются необходимыми средствами позиционирования и навигации. Это могут быть звездные датчики, приемники ГЛОНАСС/GPS-сигналов, лазерные уголкового отражатели, бортовой радиокомплекс. Однако в случае нештатной ситуации и невозможности устроить сеанс связи с аппаратом бывает полезно провести траекторные измерения и уточнить параметры орбиты с помощью такой системы, узнать не находится ли спутник в неконтролируемой закрутке или, что еще хуже, не стал ли он ещё одной кучей космического мусора, — уверяет господин Бодров. — Прогнозирование опасности столкновения с космическим мусором актуально, в основном, для пилотируемых космических аппаратов и тех, что оборудованы двигательной установкой и способны увернуться от угрозы. Другие же не смогут ничего предпринять. Вероятность столкновения с космическим мусором закладывается статистически, как один из факторов риска. В этом смысле система была бы полезна для оценки безопасности целевой орбиты до запуска, но во время функционирования космического аппарата на орбите сообщение об опасности столкновения будет лишь добавлять седых волос разработчикам, и снижать стоимость акций компаний, не принося существенной пользы».

Александр Архаров из компании «ИСОИ» парирует: на всех околоземных орбитах насчитывается около 1100 функционирующих космических аппаратов, подавляющая часть из них оборудована двигательной установкой. У европейских и американских спутниковых операторов уже внедрена практика уклонения от возможных столкновений, о чем они регулярно докладывают на различных международных форумах.

«Наш программный комплекс «Орбитальный дозор», в первую очередь, ориентирован на информационное сопровождение деятельности спутников, находящихся на геостационарной орбите. Их общее число на сегодняшний день составляет более 440 единиц, а к 2020 году, по предварительным прогнозам, превысит 500. Специфика орбиты такова, что наличие двигательной установки на борту обязательно. Кроме того, у каждого современного спутника ГСО имеется зарезервированный объем топлива, который он должен потратить для перехода на так называемую «орбиту захоронения» в конце своего жизненного цикла. В ходе наших переговоров с крупными спутниковыми операторами они проявили интерес к возможности сопровождения и таких «захороненных» аппаратов. Все эти обстоятельства указывают на долгосрочный и взаимовыгодный характер отношений с нашими потенциальными заказчиками», — уверяет Архаров.

Обойти конкурентов

Пользовательский программный комплекс будет полностью готов в конце 2018 года, прогнозируют в компании «ИСОИ». Значительная часть времени уйдет на разработку и внедрение кибернетической системы. Частичное начало продаж по ограниченному перечню услуг запланировано на начало 2015 года. На первых порах комплекс «Орбитальный дозор» и кибернетическую систему предполагается отлаживать на двух собственных телескопах и телескопах стратегического партнера сколковской компании, ЗАО «Астрономический Научный Центр». Научную и исследовательскую деятельность планируется осуществлять в тесном сотрудничестве с Институтом прикладной математики им. М.В. Келдыша, рассказывает Александр Архаров: «В дальнейшем наблюдательная сеть будет расширяться как за счет собственных телескопов и наблюдательных пунктов стратегических партнеров, так и за счет наблюдательных инструментов других участников научного проекта НСОИ АФН».

Описывая перспективы коммерциализации продукта, Архаров проводит аналогию с антивирусным программным обеспечением.

Его разработчики продают не алгоритм вычислений и серверное оборудование, а формируют базу выявленных ими вирусов и на ее основе сканируют компьютер клиента на наличие вредоносных программ. В случае с компанией «ИСОИ» речь идет о создании динамической базы данных космических объектов, которые специалисты компании наблюдали, обнаружили и сопровождают самостоятельно с помощью кибернетической системы и на ее основе анализируют вероятность опасных сближений для конкретного аппарата.

«В прошлые десятилетия на ученых и выходцев из ИГМ им. Келдыша с надеждой смотрели работающие над глобально сложными проблемами авиастроители, ядерщики, ракетчики и космонавты; сегодня же появления устойчивых решений ждут «космические коммерсанты»»

«Исследовательскую деятельность в рамках сколковского проекта мы ведем уже около двух лет. Нам понятен рынок и требования, которые предъявляют потенциальные заказчики к конечному продукту. Отвечать этим требованиям в части оперативности и качества данных может только система с максимальным уровнем роботизированности и минимальным уровнем зависимости от принятия решения человеком. Именно такую кибернетическую систему мы планируем разработать и внедрить, — делится планами Архаров. — Наши расчеты и компетенция подтверждены НПО «Комплексное Развитие Технологий», которое готово оказывать нам всестороннюю поддержку, в том числе выступить в качестве соинвестора при привлечении первого раунда финансирования».

Руководитель НПО «Комплексное Развитие Технологий» Владимир Летунов в беседе с SkReview заявил: «Как только рынок станет понятен и виден для широкого круга участников космической деятельности, его вполне могут попытаться захватить крупные игроки. Пока у команды «ИСОИ»



такой колоссальный отрыв, что большим компаниям, если и когда они захотят заняться подобным проектом, не угнаться как минимум несколько лет. Мы должны по максимуму воспользоваться этим заделом. Экстенсивным путем ускорения не добиться, нужен стремительный рывок».

С внутренней, научной точки зрения проект достиг впечатляющих показателей, соглашается Михаил Кардашенко, руководитель «Астрономического научного центра», стратегического партнера компании «ИСОИ». Но пока результат деятельности участников НСОИ АФН — сугубо научный: участие в международных конференциях, публикация статей (Игорь Молотов и Владимир Агапов — авторы более 250 публикаций). «Для перехода к коммерческому состоянию нам нужны определенные вложения. Деньги пойдут на обеспечение необходимого уровня автоматизации и качества кибернетической системы, которую мы намерены разработать в рамках сколковского проекта, — рассказывает Кардашенко. — Очевидно, что при переходе к коммерческой фазе мы должны научиться выдавать информацию с тем качеством и темпом обновления, которые необходимы потребителю, что накладывает определенные требования на всю инфраструктуру телескопов. Это касается и уровня автома-

тизации, и планирования, и оперативности принятия решений, и обработки получаемой информации, и ее предоставления в формализованном и понятном потребителю виде. Чтобы операторы могли посчитать риск столкновения, они должны видеть орбиты, представленные в определенном виде, с оценками точности и доказательством того, что оценки корректны. Как только мы решим технические вопросы, нужно будет организовать службу поддержки потребителей, реагирующую на формализованные запросы и обеспечивающую поддержку пользователей в нестандартных ситуациях».

Если «Орбитальный дозор» так востребован крупным бизнесом и некоммерческими организациями, как о том заявляют представители компании «ИСОИ» и их партнеры, то почему начало разработки системы потребовало столь долгого анализа рынка и сбора информации об основных игроках? Космическая тематика и разработки в этом направлении, по убеждению большинства участников отрасли, относятся к технологиям двойного назначения, а это существенно замедляет процесс коммерциализации и продвижения продукта на рынок, как в России, так и за границей.

«Наиболее передовая система мониторинга космического пространства — аме-

риканская, со своими целями и задачами, которые не всегда отвечают интересам гражданских спутниковых операторов. По различным причинам США не выказывают горячего одобрения появлению альтернативных источников информации о ситуации в космосе. Европейское космическое агентство (ЕКА) создает свою систему мониторинга космического пространства. Казалось бы, для нее у нас есть готовое решение, выдающее качественный результат, которого европейцы достигнут не скоро. Но в ЕКА, которое по сути является гражданской структурой, существует свой порядок принятия решений и свои правила по привлечению партнеров в стратегические проекты. На формирование этих правил большое влияние оказывают и политические процессы. Скорее всего, именно поэтому в настоящее время Россия, к сожалению, не рассматривается европейцами как партнер в создании новой системы мониторинга», — сетует Владимир Агапов.

Поэтому, узнав о том, что в России создают Фонд «Сколково», ученые восприняли эту новость с большим энтузиазмом. «Сколково» — это тот институт развития, помощь которого позволит нам выйти на мировой рынок», — надеется Михаил Кардашенко. Технология в этом случае останется в России, ученые и студенты из разных стран смогут пользоваться специальной, научной, версией продукта, позволяющей проводить исследования, организовывать совместные виртуальные лаборатории и обмениваться научными знаниями.

«Наши участники принципиально не берутся за простые задачи, — говорит директор по науке кластера космических технологий и телекоммуникаций «Сколково» Дмитрий Пайсон. — Создание коммерческого продукта на базе комплексной разработки, первоначально основанной на бесприбыльном взаимодействии научных групп по всему миру — проект существенно не тривиальный. Когда нашим друзьям и коллегам из «ИСОИ» удастся сформулировать и защитить внятную, работоспособную модель коммерциализации такого «общественного блага», как информации о замусоренности околоземного космического пространства,

это будет означать не только успех еще одного сколковского стартапа, но и реальный прорыв в нашем понимании механизмов межсекторного взаимодействия и государственно-частного партнерства в космонавтике. Ведь проблема космического мусора не сводится только к наблюдению и оповещению. Существуют и задачи активного противодействия замусориванию и предотвращению образования «мертвых» объектов на орбите — такой стартап у нас тоже есть. Идеологически похожа и концепция коммерческого предсказания землетрясений с помощью спутников — над ней у нас тоже работают».

Проблемы у всех, по большому счету, похожие: понятно, что задача решается нужная и полезная для всего мирового сообщества, но каким образом и с каких хозяйствующих субъектов можно получать деньги за ее решение (что, вообще говоря, и является смыслом любой коммерциализации) — далеко не всегда очевидно, продолжает Пайсон. «Нужны выверенные, сбалансированные решения, учитывающие интересы операторов, страховщиков, различных государственных органов и международного сообщества в целом. Так что в прошлые десятилетия на ученых и выходцев из ИПМ им. Келдыша с надеждой смотрели работающие над глобально сложными проблемами авиастроители, ядерщики, ракетчики и космонавты; сегодня же появления устойчивых решений ждут «космические коммерсанты». Я знаю Агапова и Молотова уже очень много лет как выдающихся специалистов, так что твердо рассчитываю на то, что вместе со своими старыми и новыми коллегами они преодолеют еще один барьер, подтвердят работоспособность бизнес-модели «ИСОИ» и покажут пример другим стартапам, сращивающих общественные блага с коммерческой инициативой».

