

УДК 629.78

Сибирский центр российского спутникостроения

Н.А. Тестоедов*

*ОАО «Информационные спутниковые системы
им. М.Ф. Решетнёва»
Россия 662972, Красноярский край,
Железногорск, ул. Ленина, 52¹*

Received 4.04.2012, received in revised form 11.04.2012, accepted 18.04.2012

Космические технологии сегодня не роскошь, а необходимое условие для социально-экономического развития государства и гарант его национальной безопасности. В Красноярском крае наряду с важнейшими добывающими отраслями успешно действует и такое высокотехнологичное предприятие, как спутникостроительная фирма. ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» развивает те самые космические технологии, обеспечивая экономический рост всей России.

Ключевые слова: космические аппараты связи, навигации, ретрансляции, геодезии, научные исследования.

ОАО «ИСС», носящее имя первого руководителя и основателя компании Михаила Решетнёва, владеет технологиями полного цикла создания космических аппаратов и комплексов от проектирования до управления ими на всех типах орбит: низких и средних круговых, геостационарных, высоких эллиптических. За более чем полувековую историю (предприятие основано в 1959 г.) решетнёвской фирмой создано свыше 1200 спутников гражданского, военного и двойного назначения. ОАО «ИСС» производит космические аппараты (КА) связи, навигации, ретрансляции, геодезии, а также для научных исследований.

Фирма работает по стратегическим государственным программам, в том числе Федеральной космической программе России на 2006-2015 гг. Федеральной целевой программе «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС» на 2012-2020 гг., заказам Министерства обороны. Кроме того, ОАО «ИСС» успешно участвует в тендерах на создание космических аппаратов по коммерческим заказам, в том числе зарубежных компаний. Во всех указанных направлениях предприятие представлено очень достойно, везде сформирован серьёзный портфель заказов, и перспективы просматриваются далеко за рамки 2020 г. Сегодня две трети российской орбитальной группировки составляют спутники, созданные в ИСС имени академика М.Ф. Решетнёва. Только в 2011 г. фирма подготовила и запустила 12 космических аппаратов. По этому показателю предприятие опережает все компании российской космической

* Corresponding author E-mail address: office@iss-reschetnev.ru

¹ © Siberian Federal University. All rights reserved

отрасли в совокупности, что является заслугой всех высококвалифицированных инженерно-технических и научно-исследовательских работников и сотрудников учреждения.

Глобальная навигация

Предприятие является головным по разработке и производству космического комплекса глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС) России. В 2011 г. коллектив железнодорожников выполнил контрактные обязательства в части завершения формирования орбитальной группировки ГЛОНАСС. 24 космических аппарата обеспечивают непрерывность поля навигационных сигналов в глобальном масштабе. Кроме того, ещё четыре КА находятся в орбитальном резерве, один – на этапе лётных испытаний. Формирование орбитального резерва даёт возможности для оперативного ввода в систему спутника взамен выведенного на временное техобслуживание.

Система ГЛОНАСС становится многофункциональной и, соответственно, более эффективной. Для значительного улучшения её тактико-технических характеристик необходимы усовершенствованные космические аппараты, модернизация объектов наземной инфраструктуры, обеспечивающей её работу. Эти задачи будут решены в рамках реализации Федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС» на 2012-2020 гг..

На первом этапе ФЦП – с 2012 по 2015 гг. – предполагается обеспечить поддержание орбитальной группировки системы ГЛОНАСС с завершением лётно-конструкторских испытаний



Рис. 1. КА «Глонасс-М» в сборочном цехе

спутников нового поколения «Глонасс-К». Запуск первого КА этой серии состоялся 26 февраля 2011 г. Спутник обладает увеличенной мощностью системы электропитания – 1,6 кВт (у КА «Глонасс-М» – 1,4 кВт (рис. 1)), его вес в полтора раза легче, чем у предшественника (935 против 1415 кг), а срок активного существования увеличен с 7 до 10 лет. КА «Глонасс-К» оснащён дополнительным оборудованием, позволяющим решать задачи геодезической привязки, выполнения кадастровых работ, а также ретрансляторами международной системы поиска и спасания «КОСПАС-САРСАТ», что делает ГЛОНАСС многофункциональной.

В дальнейшем (начиная с 2016 г.) космическими аппаратами этой серии планируется заменить КА «Глонасс-М», которые исчерпают свой ресурс на орбите. В результате к 2020 г. в составе орбитальной группировки должно быть не менее 22 спутников «Глонасс-К», используемых по целевому назначению.

С внедрением технологий глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС связаны перспективы решения многих социально-экономических задач в различных отраслях: транспортной сфере, сельском и лесном хозяйстве, картографии и геодезии – не только в России, но и за рубежом.

ИСС на рынке телекоммуникационных спутников

Универсальная спутниковая платформа – эффективный инструмент, позволяющий значительно сокращать сроки создания спутников. Платформы среднего класса «Экспресс-1000» и тяжёлого класса «Экспресс-2000», разработанные в ИСС при финансовой поддержке Роскосмоса, являются негерметичными, что даёт существенный выигрыш по массе и обеспечивает высокую мощность для работы полезной нагрузки космического аппарата.

Модификации платформы «Экспресс-1000» стали основой для телекоммуникационных космических аппаратов «Экспресс-АМ8», «Экспресс-АТ1», «Экспресс-АТ2», изготавливаемых по заказу ФГУП «Космическая связь», и «Ямал-300К» (рис. 2) – по заказу ОАО «Газпром космические системы».

При относительно небольшой массе (1400-2100 кг) спутники среднего класса на базе семейства платформ «Экспресс-1000» имеют хорошую – до 42 транспондеров – пропускную способность и мощность на полезную нагрузку до 5,8 кВт. Это одно из их главных преимуществ.

Кроме того, разработчиками для них предусмотрен парный, так называемый тандемный, запуск, когда один космический аппарат расположен над другим под обтекателем ракеты-носителя. С экономической точки зрения такая схема вывода на орбиту намного более эффективна, чем одиночный пуск спутника среднего класса. Обеспечение максимальной пропускной способности при минимально возможной общей массе – одно из важнейших требований заказчиков, ведь когда речь идет о стоимости вывода полезного груза в космос, на счету каждый килограмм.

Высокий уровень разработок и производственно-технологической базы позволяет ОАО «ИСС» занимать достойное место в ряду лучших спутникостроительных компаний мира, что подтверждается участием в международных проектах. В конце прошлого года успешно запущен на орбиту космический аппарат AMOS-5, созданный в решетнёвской фирме по заказу оператора спутниковой связи Space-Communication Ltd (Израиль). Меньше чем через два месяца спутник стал использоваться по целевому назначению.

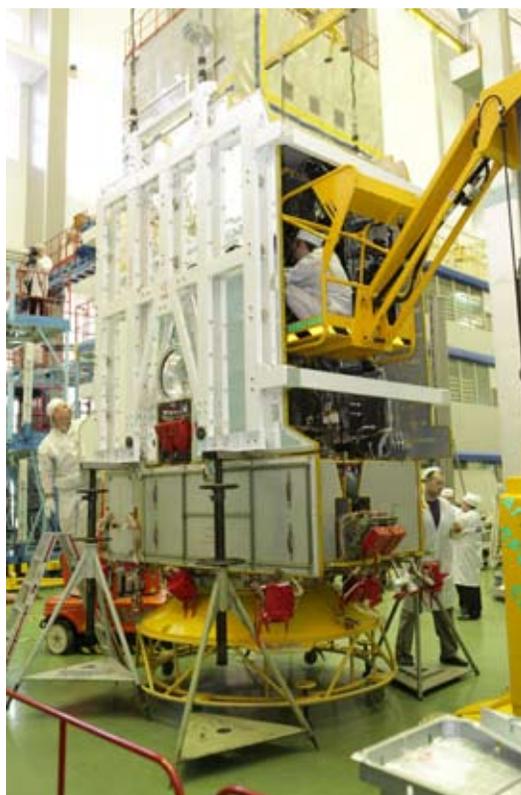


Рис. 2. Интеграция космического аппарата «Ямал-300К»

Стоит отметить, что данный КА стал вторым международным проектом в истории предприятия. В 2000 г. был выведен на орбиту сибирско-европейский спутник SESAT, созданный ИСС совместно с французским отделением компании Thales Alenia Space для Европейского космического агентства. Телекоммуникационный КА SESAT с 10-летним сроком активного существования (САС) успешно функционирует по сегодняшний день, отработав сверх гарантированного САС почти 2 года.

В настоящее время на предприятии завершаются работы по изготовлению космического аппарата TELKOM-3 для индонезийской компании PT Telekomunikasi Indonesia Tbk. Совместно с канадской компанией MacDonald, Dettwiler and Associates Corporation предприятие осуществляет разработку и производство КА Lybid, предназначенного для формирования Национальной системы спутниковой связи Украины. В 2011 г. ОАО «ИСС» подписало контракт ещё на один международный проект – спутник KazSat-3 для Казахстана. Все эти космические аппараты также создаются на основе платформы «Экспресс-1000».

Вторая платформа «Экспресс-2000» послужила базой для телекоммуникационных спутников «Экспресс-АМ5», «Экспресс-АМ6», создаваемых по заказу ФГУП «Космическая связь». Каждый из этих космических аппаратов будет нести более 70 транспондеров в С-, Ка-, Ку- и L-диапазонах частот. Благодаря тому, что их мощность, выделяемая на полезную нагрузку, составит 12,8 кВт, они станут самыми мощными телекоммуникационными спутниками орбитальной группировки России. Кроме того, на основе платформы «Экспресс-2000» изготавли-

вается ещё один космический аппарат связи и телевидения – «Ямал-401» для ОАО «Газпром космические системы».

Создание многофункциональных систем

ОАО «ИСС» работает над созданием многофункциональной космической системы ретрансляции (МКСР) «Луч». Первый спутник МКСР – «Луч-5А». Его успешный запуск состоялся 11 декабря 2011 года. В систему также войдут КА «Луч-5Б» и «Луч-5В», изготавливаемые сегодня на предприятии. В основе космических аппаратов системы «Луч» использована спутниковая платформа «Экспресс-1000».

Услуги, которые обеспечит МКСР «Луч», сегодня серьезно востребованы, потому что в отсутствие спутника-ретранслятора невозможно отследить оперативную информацию с разгонных блоков и космических аппаратов, в первую очередь низкоорбитальных. В задачи КА «Луч-5А» входят также приём и передача сигналов бедствия системы КОСПАС-САРСАТ, метеорологической информации и корректирующих навигационных сигналов. Спутник в настоящее время находится на этапе лётно-конструкторских испытаний. Лётные испытания такого аппарата длятся обычно около года. Его функционирование по назначению в полном объёме определяется не только лётными испытаниями, но и готовностью абонентской аппаратуры в составе Международной космической станции, а также тех низкоорбитальных космических аппаратов, для ретрансляции информации с которых он и предназначен.

К созданию космической системы ретрансляции предприятие вернулось после длительного, более чем 10-летнего перерыва. Отечественная космическая система ретрансляции информации была построена на базе космических аппаратов «Луч» и «Луч-2», разработанных ОАО «ИСС» в конце 1970-х – начале 1980-х годов. Эти спутники выработали свой ресурс и прекратили работу в 1998 г. Разработка МКСР «Луч» на базе КА-ретрансляторов «Луч-5А», «Луч-5Б» и «Луч-5В» была рекомендована Научно-техническим советом Роскосмоса и включена в Федеральную космическую программу России на 2006-2015 гг.



Рис. 3. Спутник персональной связи «Гонец-М» на высокочастотных испытаниях

Ещё одна многофункциональная спутниковая система, формирование которой ОАО «ИСС» должно завершить к 2015 г., – ГОНЕЦ-Д1М. Среди потребителей её услуг – Министерство РФ по делам ГО и ЧС, Министерство транспорта РФ, Министерство связи и массовых коммуникаций РФ, госкорпорации Росатом, а также другие ведомства и организации. В состав системы войдут 12 космических аппаратов связи «Гонец-М» (рис. 3, по 3 КА в четырех плоскостях). Один спутник уже функционирует на орбите, пять изготовлены и находятся на хранении в цехе предприятия. В рамках Федеральной космической программы в ИСС будут изготовлены ещё восемь аппаратов «Гонец-М», а также созданы модернизированные спутники «Гонец-М1». Перспективная группировка на базе КА «Гонец-М1» обеспечит услугами связи и передачи данных в режиме реального времени до 1 млн абонентов по всему земному шару.

Система ГОНЕЦ предназначена для реализации следующих задач:

- контроль состояния и местоположения подвижных транспортных средств и грузов;
- экологический, промышленный и научный мониторинг;
- связь в удаленных регионах с неразвитой инфраструктурой;
- связь в чрезвычайных ситуациях;
- работа глобальных ведомственных и корпоративных сетей передачи данных.

Перспективные направления российского спутникостроения

Предприятие «ИСС» г. Железногорска занимается разработкой перспективных направлений спутникостроения. На первое место следует поставить производство полезных нагрузок (ПН). Сегодня это стратегическое направление. Если ранее ОАО «ИСС» выступало разработчиком и изготовителем модуля служебных систем – спутниковой платформы и отвечало за его интеграцию с модулем полезной нагрузки, теперь компания осваивает собственное создание ПН. Спутник «Луч-5А» стал первым аппаратом, при создании которого предприятие выступило разработчиком и изготовителем полезной нагрузки, в том числе бортового ретрансляционного комплекса.

Нужно отметить, что в реализации большинства проектов ИСС за ретрансляторы и антенны отвечал давний партнёр предприятия – европейская компания Thales Alenia Space (TAS). К настоящему времени международная кооперация расширилась, и сибирские спутникостроители производят три космических аппарата связи и вещания совместно с канадской фирмой MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA).

Именно давнее сотрудничество с TAS даёт возможность сегодня развивать собственное производство полезных нагрузок и увеличивать свою долю в их создании при осуществлении коммерческих проектов. Важной вехой на пути реализации этого перспективного направления стало подписание 18 ноября 2011 года Меморандума между ИСС имени академика М.Ф. Решетнёва и Thales Alenia Space France. Церемония подписания (рис. 4) состоялась в Москве в присутствии глав правительств России и Франции Владимира Путина и Франсуа Фийона, руководителя Роскосмоса Владимира Поповкина и Чрезвычайного и Полномочного Посла Франции в России Жана де Глиниasti. Присутствие премьер-министров подчёркивает значимость этого мероприятия и самого предмета подписания документа. Меморандум предусматривает создание совместного предприятия, одним из ключевых направлений которого будет производство полезных нагрузок. Собственное производство полезных нагрузок позволит снизить себестои-



Рис. 4. Подписание Меморандума между ОАО «ИСС» и Thales Alenia Space

мость российской космической техники, ведь сегодня от половины до двух третей стоимости спутников составляет именно ПН.

Создание крупногабаритных трансформируемых конструкций – рефлекторов антенн и солнечных батарей – также перспективное направление, активно развиваемое ОАО «ИСС». О том, насколько востребовано оно сегодня, говорит тот факт, что Роскосмосом на базе нашего предприятия в 2006 году создан Отраслевой центр крупногабаритных трансформируемых механических систем (ОЦ КТМС). Максимальный размер солнечных батарей, созданных ОЦ КТМС, 112 кв. м на сегодня не является предельным. Предприятие продолжает совершенствовать характеристики солнечных батарей, которые изготавливаются как для собственных космических аппаратов, так и по заказу других компаний отрасли.

Крупногабаритные трансформируемые антенны с рефлектором из золочёного сетеполотна установлены на спутниках системы ретрансляции «Луч». Персональная спутниковая связь и, как следствие, свободное информационное сообщество сегодня невозможны без крупногабаритных антенн, и это направление также предстоит развить предприятию.

В антенной тематике можно выделить антенны с контурной диаграммой направленности (КДН). Сибирское спутникостроительное предприятие приступило к созданию такой продукции первым в стране. Необходимость применения антенн с КДН в составе космических аппаратов обусловлена требованиями, ориентированными на повышение уровня сигнала для абонентов и, соответственно, упрощение и удешевление земных станций. В настоящее время в ИСС изготовлены опытные образцы рефлекторов антенн с контурной диаграммой направленности, идёт работа по совершенствованию их характеристик.

Перспективным направлением развития спутниковой телекоммуникации как в России, так и за рубежом является освоение Ка-диапазона. Его востребованность объясняется тем, что в традиционных Ku- и C-диапазонах всё меньше свободных спутниковых ресурсов. Бесспорно то, что высокие частоты Ка-диапазона облегчают реализацию на спутнике узких лучей ан-

тенн с высоким усилением, а также создание бортовых многолучевых антенн для увеличения энергетического потенциала спутниковых линий. В конечном итоге это повышает пропускную способность новых систем спутниковой связи и вещания, снижая стоимость передачи одной единицы информации. Таким образом, запуск космических аппаратов с Ка-транспондерами оказывается в несколько раз эффективнее. В ходе собственных разработок крупногабаритных (диаметром более 2 м) антенн перспективного Ка-диапазона специалистами ИСС также создано несколько опытных образцов рефлектора из высокомодульного композита, ведутся работы по совершенствованию их характеристик. Рефлекторы меньшего диаметра успешно применяются в составе сибирских спутников.

Транспондерами Ка-диапазона будет оснащен и модуль полезной нагрузки космических аппаратов «Экспресс-АМ5» и «Экспресс-АМ6». Они разрабатываются и изготавливаются ОАО «ИСС» совместно с ФГУП «НИИ «Радио» и МДА.

Сотрудничество производства и науки

Спутникостроительное производство ИСС невозможно представить без основательной научной базы. На предприятии, ранее именовавшемся как Научно-производственное объединение прикладной механики, трудятся более полусотни кандидатов и 12 докторов наук, около 110 сотрудников обучаются в аспирантуре. В проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ решетнёвская фирма плотно сотрудничает с Сибирским отделением Российской академии наук и рядом российских вузов, в том числе Сибирским федеральным университетом (СФУ), Сибирским государственным аэрокосмическим университетом имени академика М.Ф. Решетнёва (СибГАУ), Национальным исследовательским Томским политехническим университетом (НИТПУ), Балтийским государственным техническим университетом «Военмех» имени Д.Ф. Устинова (БГТУ).

Сотрудничество с СФУ позволило выполнить работы по созданию ряда автоматизированных рабочих мест для проверки параметров пневмоавтоматики и электромеханических устройств, а также методику расчёта оригинальных конструкций малогабаритных приводов с высокой нагрузочной способностью. Результаты научных работ БГТУ и СФУ послужили основой базовой методики проведения испытаний высокоресурсных электромеханических устройств. Малые космические аппараты «Юбилейный» и «МиР» («Юбилейный-2») созданы для научных исследований совместно с СибГАУ. Ресурсный центр этого университета позволил создать инженерную модель нового спутника «Космос-СХ». Уникальная технология золочения сетеполотна из микропроволоки диаметром 15 микрон для антенны с рефлектором (рис. 5) создана специалистами ОАО «ИСС» во взаимодействии с Московским государственным текстильным университетом имени А.Н. Косыгина и СФУ.

Одной из мер консолидации усилий производства и науки для решения стоящих перед предприятием и космической отраслью задач служит технологическая платформа (ТП). Будучи коммуникационной площадкой по реализации инновационных проектов, она объединяет ресурсы государства, промышленности, науки для приоритетного развития конкретной области. ОАО «ИСС» выступило инициатором и координатором ТП «Национальная информационная спутниковая система», участниками которой в настоящее время являются около 30 научно-образовательных учреждений и 20 российских предприятий. Название платформы определяет



Рис. 5. Антенна с рефлектором из золочёного сетеполотна

её цель – создание информационных телекоммуникационных систем, которые обеспечат необходимые космические услуги для населения, государственных и научных институтов через разработку и производство космических аппаратов, новых материалов, приборов, услуг.

Сегодня широкополосная связь, персональная спутниковая связь, многоканальное телевидение, Интернет и иные виды телекоммуникации как в интересах гражданских потребителей, так и в интересах Министерства обороны ведутся, в том числе, и через данную технологическую платформу.

Космическое материаловедение

Различные классы спутников, совершенствование их конструкции диктуют необходимость разработки материалов с такими свойствами, которые могут обеспечить более продолжительный срок активного существования КА на орбите. При этом важным требованием является снижение массогабаритных характеристик космического аппарата. Лёгкие и высокопрочные конструкционные материалы разрабатываются решётнёвской фирмой как самостоятельно, так и в сотрудничестве с ведущими научными учреждениями страны – по техническому заданию и под контролем специалистов ОАО «ИСС». Среди этих материалов большой пласт композитов: углепластики, органопластики, стеклопластики, а также новые металлические сплавы, например титановые, алюминий-литиевые. Углепластики особенно широко применяются в изготовлении систем отделения и элементов корпуса: адаптера, центральной изогридной трубы, обшивок сотовых панелей, рефлекторов антенн, ферм и каркасов солнечных батарей. В современных спутниках этот материал составляет более 60 %.

Совместно со смежными организациями и научными учреждениями в космической фирме создаются связующие для углепластиков, переносные липкие слои, углеродные жгуты нового поколения, литые и плёночные полимерные материалы.

Перспективной разработкой являются конструкционные клеи, используемые для соединения различных элементов космических аппаратов. Важнейшие показатели, которые должны быть достигнуты при создании новых клеев, – повышенная прочность в температурных условиях 120-150 °С и низкое газовыделение. Летучие конденсируемые вещества, испаряясь из материала в вакууме, могут осесть на чувствительные поверхности спутника и затруднить работу его систем. В ОАО «ИСС» ведётся работа над созданием плёночных клеев с пониженным газовыделением, которые будут использованы в изготавливаемых на предприятии космических аппаратах.

Один из основных факторов, определяющих надёжность и долговечность работы спутников, это – стабильность его теплового режима, так как аппаратура КА должна работать в определённом температурном диапазоне. В систему терморегулирования аппаратов входят различные терморегулирующие покрытия. Разработка таких покрытий позволяет снизить до минимума отклонения от заданного теплового режима, уменьшить сбои в работе и отказы высокочувствительной оптической и радиоэлектронной аппаратуры, что даёт возможность увеличить срок активного существования спутника на орбите до 15 лет и более. Одна из таких разработок предприятия – солнечный отражатель.

В ИСС имени академика М.Ф. Решетнёва отработана сложная технология золочения мелких деталей антенно-фидерных устройств и внутренней поверхности волноводов. Создано несколько видов модифицированных размеростабильных шнуров для производства формообразующей структуры трансформируемых рефлекторов антенн. Создан уникальный радиопоглощающий конструкционный материал, применяемый в поддерживающей сотовой конструкции антенных систем. Он необходим для исключения переотражения сигнала антенн от металлических элементов конструкции спутника. Материал превосходит по своим радиотехническим характеристикам зарубежные аналоги.

В рамках терморегулирующих покрытий предприятием освоена их размерность от 5 до 40-60 нанометров. Обычный оксид индия при размере в 20-40 нанометров приобретает свойства, необходимые для решения задач спутникостроителей, – светопрозрачность, электропроводность, хорошо пропускает тепло.

ОАО «ИСС» совместно с Сибирским федеральным университетом и ТГУ решает задачу создания уникальных технологий повышения износостойкости узлов трения электромеханических устройств для экстремальных условий эксплуатации КА (вакуум, большие перепады температур) с перспективой развития работ и для механизмов, работающих в криогенной среде. С этой целью разработана установка вакуумно-плазменного упрочнения металлоизделий для обработки, в частности, деталей приводов механических систем космических аппаратов методами ионно-плазменного легирования.

Предприятие активно сотрудничает в разработке новых материалов и методик их испытаний с вузами Томска. В частности, установки, изготовленные совместно Томским государственным университетом и СФУ, обеспечивают развитие одной из самых перспективных технологий решетнёвской фирмы – нанесения тонких плёночных покрытий, упрочнения и модификацию поверхностей деталей узлов и механизмов устройств исполнительной автоматики КА.

Говоря о создании новых материалов, следует иметь в виду, что в этом процессе целью являются определённые свойства. К примеру, когда повышаются рабочие частоты, требуется

другое качество поверхности рефлектора. Конструкторы могут поставить задачу повышенного радиопоглощения, радиопрозрачности, термостабильности или высокой прочности.

Испытания космических аппаратов

Для обеспечения непрерывного функционирования космического аппарата в течение всего САС необходимо выполнить значительный объем наземной экспериментальной отработки (НЭО), позволяющей гарантировать работу спутника в агрессивных условиях космической среды. Именно с этой целью в ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» сформирован уникальный испытательный комплекс, который позволяет в кратчайшие сроки и с высоким качеством выполнять полный цикл комплексной экспериментальной отработки и испытаний создаваемой космической техники.

Испытательная база ИСС имени академика М.Ф. Решетнёва включает в себя большое количество специализированного оборудования, благодаря которому в процессе изготовления специалисты-испытатели формируют полное и точное представление о различных характеристиках спутника и его способности к работе в космических условиях. Это позволяет в ходе наземной экспериментальной отработки вовремя проверять правильность технических и технологических решений, вносить корректировки в конструкторскую документацию и устранять недостатки. Отсутствие временных и денежных затрат на транспортировку аппарата для проведения испытаний на других предприятиях дает возможность существенно сократить сроки изготовления космических аппаратов и делает процесс их производства менее дорогостоящим.

Испытания спутников проводятся в ОАО «ИСС» на всех этапах их создания – от различных составных частей, включая образцы разработанных в ИСС материалов и закупаемые электрорадиоизделия, до КА в целом. Сначала отрабатываются отдельные комплектующие (приборы, узлы, агрегаты, рис. 6), затем проверяется их работа в составе систем. И только потом специалисты приступают к проверке функционирования всего спутника в комплексе. Предварительно испытаниям подвергаются материалы и покрытия, применяемые при изготовле-



Рис. 6. Высокочастотные испытания целевой аппаратуры КА «Луч-5А»

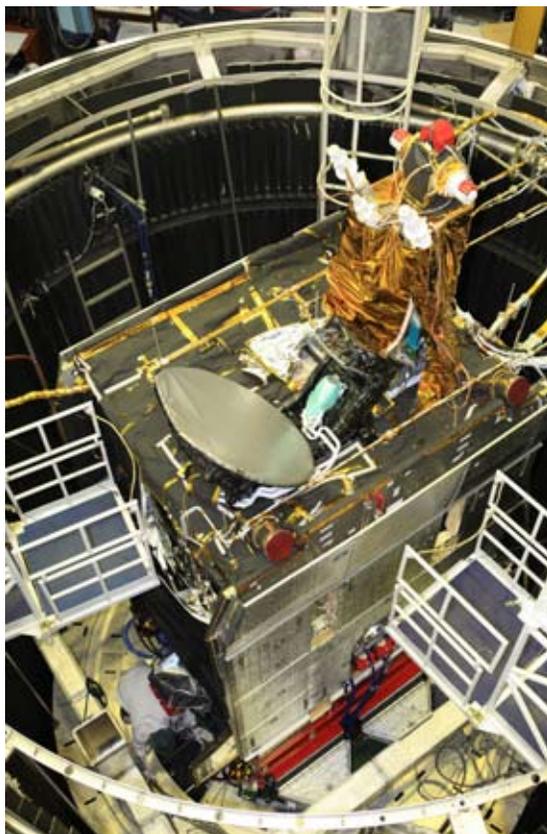


Рис. 7. КА «Ямал-300К» и КВУ-400 перед термовакуумными испытаниями

нии космических аппаратов. Проходят проверки трансформируемые конструкции, такие как рефлекторы антенн, панели солнечных батарей и механизмы их раскрытия. Иными словами, любое техническое или технологическое решение, используемое в процессе создания спутника, каждый прибор, каждая система многократно проверяются на Земле в условиях, моделирующих все этапы жизненных циклов космического аппарата.

При разработке новых космических аппаратов создаются их инженерно-квалификационные модели назначения. На них воспроизводятся различные нагрузки и воздействия, которым подвергаются спутники во время транспортировки на космодром, запуска и эксплуатации. По результатам проведения этих испытаний принимается решение об изготовлении лётных изделий. Подобный подход позволяет создавать надёжную космическую технику и устранять возможные недостатки еще до начала изготовления штатных серийных образцов. Последовательность и характер проведения этапов испытаний определяются конструкторами, в первую очередь, исходя из технических особенностей и назначения спутника в соответствии с ГОСТами и Комплексной программой экспериментальной отработки космического аппарата. При этом учитываются общие технологические требования и конкретные характеристики КА, поэтому программа испытаний для каждого типа спутников разрабатывается индивидуально. В целом она включает в себя следующие виды НЭО: статические, тепловакуумные, динамические испытания, электрорадиотехнические проверки.

Испытательное оборудование ОАО «ИСС» включает различные стенды (для статических, динамических испытаний), вакуумные камеры различного объема, среди которых термобарокамера ТБК-120, криовакуумная установка КВУ-400 (рис. 7), горизонтальная вакуумная установка ГВУ-600. Оборудование для испытаний КА и отдельных элементов спутников создается по специальным заказам ОАО «ИСС» с привлечением как зарубежных производителей, так и ведущих отечественных разработчиков.

Проведение всего цикла наземной экспериментальной отработки – от отдельных приборов и систем до функционирования космического аппарата в целом – служит залогом успешной эксплуатации спутника на орбите в течение всего срока активного существования, а зачастую даже позволяет превзойти его.

Долгожители на орбитах

Сегодня орбитальная группировка спутников производства ИСС имени академика М.Ф. Решетнёва составляет 78 аппаратов. Из функционирующих по целевому назначению спутников 11 КА превысили свой срок активного существования (САС).

Тройка спутников серии «Гонец-Д1», запущенная в феврале 1996 года, работает в космосе более 15 лет вместо положенных полутора. Срок эксплуатации спутника телевидения «Молния-1Т» превысил гарантированный САС в четыре раза (8 лет вместо двух).

В 2011 году отработали свой ресурс геостационарные космические аппараты связи и телевидения «Горизонт». Они разрабатывались в ИСС для выполнения важной государственной задачи – обеспечения трансляции Олимпийских игр, проходивших в 1980 году в Москве. По проектной документации срок активного существования спутников был 3 года, однако реальное время функционирования превысило заявленное в несколько раз и составило 16 лет.

Долголетие космических аппаратов определяется работоспособностью аккумуляторных батарей (рис. 8), обеспечивающих функционирование спутников в космосе. Также важную



Рис. 8. Входной контроль литий-ионных аккумуляторных батарей компании Saft

роль в этом играют двигательные установки, которые корректируют аппарат на орбите и поддерживают его в заданной точке. Условиями, влияющими на длительное функционирование спутника в космосе, являются качество всех его комплектующих и работа всего бортового оборудования.

Предприятие использует продукцию лучших российских и мировых производителей в части применения аккумуляторных батарей, приборного состава. В ОАО «ИСС» уделяется огромное внимание контролю качества комплектующих, закупаемых для бортовой аппаратуры КА.

Ярким примером служит космический аппарат «SESAT», созданный и изготовленный ОАО «ИСС» по заказу Франции в 2000 г. с гарантированным сроком активной эксплуатации 10 лет. В настоящее время срок эксплуатации космического аппарата превысил уже 2 года, и он успешно без заменителей функционирует на орбите.

Сейчас в соответствии с требованиями рынка железнгорская спутникостроительная фирма создаёт космические аппараты с большим сроком активного существования – 15 лет. Первый спутник с гарантированным 15-летним ресурсом работы на орбите – AMOS-5 – успешно запущен в декабре прошлого года. В этом году к запуску готовятся космические аппараты TELKOM-3, «Экспресс-AM5», «Ямал-300К», которые должны будут предоставлять услуги связи и телевидения не менее полутора десятков лет.

Siberian Centre of Russian Satellite Designing

Nikolay A. Testoedov

*JSC “Information Satellite Systems” Reshetnev Company”
52 Lenin Str., Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region, 662972 Russia*

Space technologies are not luxury, but essential requirement for economic and social development of the country and guarantor of national security. In the Krasnoyarsk region, along with major extractive industries successfully operates a high-tech enterprise in space design Joint – Stock Company “Academician M.F. Reshetnev” developing space technologies and ensuring economic growth of Russia.

Keywords: communication spacecrafts, navigation, retransmission, geodesy, scientific investigations.
