

ПАНОРАМА



Люди с «Марса»

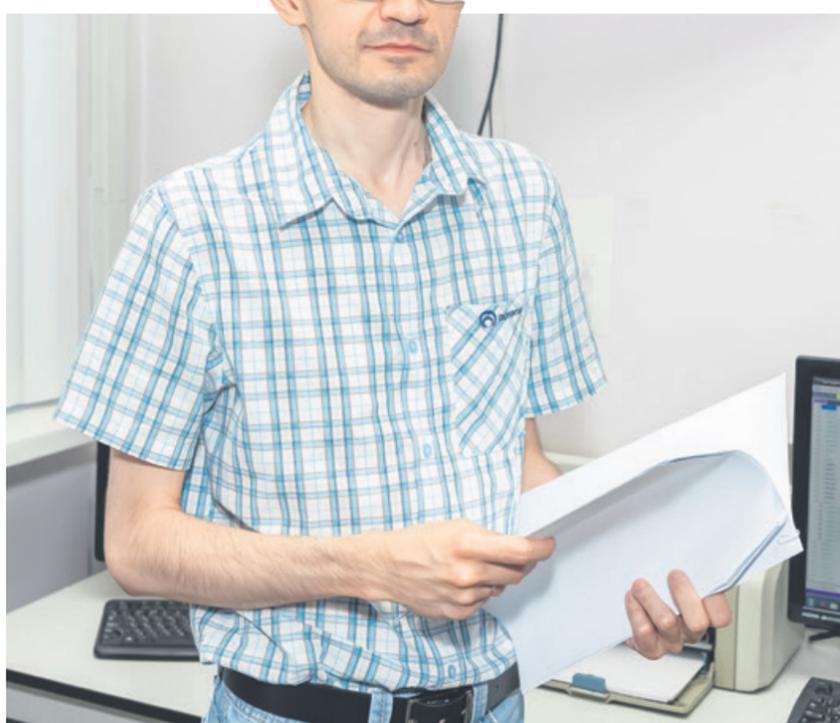
Место, где всему научили, — так отзываются специалисты Московского опытно-конструкторского бюро «Марс» о своем предприятии. Как избавиться от рутинных операций, чтобы сосредоточиться на главном, можно ли сделать систему управления для спутника, который ни разу не видел, и чем будет отличаться «Арктика-М» №2 от первой версии, мы узнали у «марсиан».

Текст: Анастасия Филиппова / Фото: Валентин Коробейников

Полет на стенде

Николай Лазарев в 2006 году окончил Московский авиационный институт. По профессии он инженер по системам автоматического управления летательными аппаратами. В «Марс» устроился уже после первого курса, в 2001-м. «В институте после 1990-х разваливалась стендовая база, а на практике в МОКБ я увидел очень приличное оборудование. Захотел с ним работать и устроился техником на 1,5 тыс. рублей в месяц. Для сравнения, стипендия была 83 рубля, так что деньги огромные, — рассказывает Николай Лазарев. — Попал в подразделение, разрабатывающее программное обеспечение и алгоритмы для астродатчика АД-1 (предназначен, в частности, для автономного поиска звезд, испытан в 2005 году на космическом аппарате «Монитор-Э», — «СР»). Меня приставили к девушке, разрабатывавшей программное обеспечение для АД-1. Фактически в «Марсе», а не в вузе меня и научили программировать».

Сейчас он начальник отдела 507 — центра сопровождения полетов космических аппаратов (ЦСП), который был создан в 2010 году. Там работают 12 инженеров, четверо из которых посменно — в секторах главного конструктора центров



управления полетами ГКНПЦ им. Хруничева и НПО им. Лавочкина.

«В ЦУПы стекается телеметрическая информация с космических аппаратов (КА), в составе которых есть «марсианские» бортовые комплексы управления (БКУ) и системы управления (СУ), — рассказывает Николай Лазарев. — Если коротко, то задача центра сопровождения полетов — определить состояние БКУ и СУ. Поэтому мы поддерживаем непрерывную связь с ЦУПами. К нам поступают данные о местоположении КА, температуре на борту, изменении ориен-

тации, информация о звездах с астродатчиков, режимах работы нашего программного обеспечения, сбоях, если таковые есть, конфигурации всего оборудования: этот блок включен, этот выключен, этот в холодном резерве, этот в горячем резерве и т. д.». Кроме этого, специалисты ЦСП ежедневно моделируют состояние космических аппаратов: реальные ситуации обрабатываются на имитационно-моделирующем стенде, созданном главным конструктором бортового программного обеспечения Андреем Петровым.

Вся информация собирается в автоматическом режиме. «В течение года я разрабатывал программу первичной обработки и анализа потока телеметрии. Собирать информацию вручную не было никакого желания, ведь только в 2011-м у нас взлетело три аппарата: первый «Электро-Л», «Спектр-Р» и «КазСат-2», — говорит Николай Лазарев. — И еще я написал программное обеспечение для автоматизированного формирования писем ЦСП в различные организации». Сейчас в отделе используется около 45 программ, которые выполняют рутинную работу. Самая масштабная, TmiExplorer, обрабатывает и анализирует поток приходящей телеметрии по прописанным правилам и критериям, ведет базу данных, строит графики и таблицы. ПО в процессе совершенствования, так как прописаны еще не все параметры и правила для аппаратов.

Николай Лазарев считает, что в их работе важна не столько специализация, сколько инициативность и желание. Одна из сотрудниц его отдела девять лет назад пришла в бюро на должность секретаря. Когда выяснилось, что она окончила колледж по специальности «программист», ей предложили поработать в ЦСП. «Я ее всему научил. Сейчас она лучше меня программы пишет, — уверен Николай Лазарев. — Также в прошлом году я взял на документооборот девушку, которая раньше была продавцом-консультантом в автоцентре. Она мне понравилась своей энергией. По образованию психолог, не знала толком, что такое космические аппараты, но у нее был огромный интерес. И за полгода она научилась «летать» на всех стендах, оперативно делает отчеты, проводит закупки. Я поручил ей моделирование на матстендах. Она приходит рано утром, «сливает» телеметрию до моего прихода, отслеживает состояние КА. Когда я прихожу, то уже все обработано и можно смотреть данные».

Тонкая настройка

Светлана Моргунова работает начальником группы в отделе 242. «Мы тоже занимаемся сопровождением полетов КА. Раз в квартал пишем отчет по каждому из аппаратов. Сейчас на орбите находятся пять аппаратов: «КазСат-2», «Спектр-РГ», второй и третий «Электро-Л», первая «Арктика-М», — рассказывает она. — Если вдруг случаются какие-то неполадки, мы тут же разбираемся, что случилось и как это исправить. Конкретно я занимаюсь счислением ориентации КА в пространстве и функциональным контролем некоторых приборов, входящих в состав КА».

В 1995 году Светлана окончила мехмат МГУ по специальности «прикладная механика». «Когда я выбирала, где учиться, у меня было два главных критерия: я хотела заниматься математикой и мне был нужен вуз, в котором есть хор. Так выбор и пал на МГУ, в академическом хоре которого я пою по сей день, — говорит она. — А в 1997-м устроилась в бюро «Марс». Несмотря на то что мы изучали в университете навигацию космических аппаратов, оценивание и управление их движением, это была теория. Так что я довольно долго нарабатывала опыт: одно дело — написать уравнение и что-то теоретически промоделировать, другое — учесть



реальную взаимосвязь между подсистемами. В то время у меня был отличный начальник Андрей Шипов, благодаря которому я и научилась применять полученные в МГУ теоретические знания на практике. Через мои руки прошли все аппараты, начиная с «Монитор-Э».

Работа над каждым спутником в «Марсе» проходит так, рассказывает Светлана Моргунова: сначала автономно создают математические модели всех приборов, входящих в состав аппарата, разрабатывают алгоритмы по всем подсистемам, входящим в бортовой комплекс управления, затем прорабатывают взаимодействие этих подсистем между собой, в том числе логику функциональной диагностики. Тестирование проводится на ряде стендов, в том числе комплексном математическом, где отрабатывается функционирование бортовых программ. Есть также полунатурный автоматизированный цифровой стенд, где уже полностью моделируют работу ПО с бортовым вычислителем в полетных режимах.

Каждый аппарат требует тонкой настройки, отмечает Светлана Моргунова: «К примеру, в июле 2019 года мы запустили «Спектр-РГ». Все прошло хорошо. Но спустя неделю был зафиксирован отказ одного из каналов гироскопического измерителя вектора угловой скорости (ГИВУС). Это произошло потому, что «Спектр-РГ» удерживался в постоянной инерциальной ориентации, то есть был неподвижен относительно инерциального пространства. Соответственно, все каналы ГИВУСа показывали околонулевую угловую скорость. Но нужно учитывать, что в выходных сигналах каждого прибора присутствует не только полезный сигнал,

но и шум. И шум этого конкретного ГИВУСа оказался настолько мал, что алгоритмы функциональной диагностики трактовали показания одного из каналов прибора как ошибку — «неизменность показаний измерительного канала ГИВУСа». Это была ложная тревога, просто ГИВУС оказался слишком точным. Эту особенность прибора учли при дальнейшей эксплуатации».

Пассажир спутника

Сергей Телешов, главный специалист отдела 512, работает в «Марсе» с 2011 года. «Никогда не думал, что буду причастен к созданию космических аппаратов. В детстве я скорее видел себя поваром, а не инженером», — признается он. Но так сложилось, что после девятого класса он поступил в Московский техникум информатики и вычислительной техники. Высшее образование Сергей Телешов получил в МГТУ «Станкин» по специальности «автоматизированные системы обработки информации и управления».

Комплексное подразделение бюро, в котором работает Сергей, участвует во всех стадиях создания БКУ, начиная от подготовки исходных данных для договорного отдела перед заключением контракта и заканчивая поставкой готового продукта заказчику. По словам Сергея Телешова, большая часть времени уходит на решение вопросов, в том числе с внешними организациями, возникающих в процессе разработки и производства, которые надо оперативно решать с учетом загрузки всех подразделений и сроков выполнения работ.

В «Марсе» он с 2013 года участвует в разработке БКУ для метеоспутников серий «Арктика-М» и «Электро-Л». Молодому специалисту руководство конструкторского

бюро почти сразу доверило курировать работы по изготовлению БКУ для КА «Арктика-М» № 1. В число задач Сергея Телешова входило планирование работ подразделений «Марса» с учетом сроков, занятости сотрудников и возможностей оборудования. «Фронт работ отдела очень большой: подготовка эксплуатационной и общестемной документации, технических условий, программ и методик испытаний, проведение испытаний БКУ, согласование документации и отчетных материалов с заказчиками», — перечисляет Сергей Телешов. — Казалось, я утону в огромном количестве информации. Но, освоив режим многозадачности, не только «вынырнул», но и стал осваивать смежные направления. Например, сейчас могу консультировать коллег по экономическим вопросам и закупочным процедурам».

Начинку блоков БКУ для «Арктики-М» решили переработать. «Были проведены работы по импортозамещению электронной компонентной базы и повышению надежности и живучести БКУ, блоки получили новую схемотехническую реализацию», — отмечает Сергей Телешов. Первый БКУ нового типа поставили на космический аппарат в 2016 году. В 2021 году первая «Арктика-М» прошла летные испытания и введена в эксплуатацию, пуск состоялся 28 февраля.

На «Электро-Л» № 4 также установили новый бортовой комплекс управления. Летом БКУ поставили заказчику, НПО им. Лавочкина, для проведения наземных испытаний в составе КА.

Сейчас МОКБ «Марс» изготавливает еще два БКУ: для «Электро-Л» № 5 и для «Арктики-М» № 2. В ближайших задачах отдела — завершить изготовление составных частей БКУ, разработать программы и методики испытаний, подготовить и адаптировать стенды и провести испытания летных комплектов. Сергей Телешов рассказал, что эти БКУ дорабатываются в связи с заменой важнейшего командного прибора — гироскопического измерителя вектора угловой скорости.

Кроме того, изучается возможность установки еще одного, дополнительного ГИВУСа на БКУ для второй «Арктики-М». Если прибор успешно пройдет летные испытания, его могут включить в состав БКУ для следующих аппаратов этой серии.



Дмитрий Добрынин

Заместитель генерального конструктора, МОКБ «Марс»

— Наше предприятие работает уже более 65 лет. За многолетнюю историю создавали системы и приборы для лунных программ, орбитального корабля многократного использования «Буря», межконтинентальной крылатой ракеты «Бура», ракет различного назначения, космического разгонного блока «Бриз-М», космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, связи и т. д.

Среди КА, созданных ГКНПЦ им. Хруничева, с системами МОКБ — аппарат дистанционного зондирования Земли «Монитор-Э», два геостационарных «Экспресс-МД» и два «КазСат». «КазСат-2» работает и сегодня, уже преодолел 10-летний рубеж.

Сегодня по заказам НПО им. Лавочкина мы участвуем в создании уже четвертого и пятого «Электро-Л» и второй «Арктики-М». Планируется, что в этой линейке будут и другие аппараты.

Интересное для нас направление — серия космических аппаратов «Спектр». «Спектр-Р» уже успешно отработал на орбите. На нем размещен большой радиотелескоп, который синхронно с наземными телескопами наблюдал источник излучения.

У очередного запущенного в космос аппарата, телескопа «Спектр-РГ», особая орбита. Он находится очень далеко, в районе точки Лагранжа L2, в 1,5 млн км от Земли, и летает не вокруг Земли, а вместе с ней вокруг Солнца. В объективы чувствительных рентгеновских телескопов КА не должно попадать Солнце, иначе могут сгореть датчики. При этом практически постоянно этот аппарат должен медленно вращаться, осматривая небесную сферу, под круглосуточным управлением нашего БКУ с обеспечением необходимой точности ориентации и стабилизации скорости и положения аппарата. Это для нас была уникальная и сложная задача, с которой МОКБ «Марс» успешно справилось.

В научной программе России также предусмотрен КА с телескопом ультрафиолетового диапазона «Спектр-УФ», для него требуется еще более точное наведение и удержание ориентации, так что уровень, которого мы достигли, надо будет чуть ли не на порядок улучшить.

Руководство предприятия прикладывает большие усилия для поиска новых задач внутри «Росатома» и «Роскосмоса». МОКБ «Марс» прорабатывает технические предложения и по новым космическим системам, и по средствам выведения аппаратов, и по другим системам различного назначения.