

А началось все с «Кактуса»

К 45-летию создания ЦНИИ РТК

Александр Железняков, специально для журнала «Инновации»



Официальной датой создания Государственного научного центра Российской Федерации Федеральное государственное автономное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК) считается 29 января 1968 г. В этот день министром высшего и среднего специального образования РСФСР В. Н. Столетовым¹ был подписан приказ № 15сс о создании Особого конструкторского бюро технической кибернетики (ОКБ ТК) при Ленинградском политехническом институте им. М. И. Калинина (ЛПИ) как его структурного подразделения.

Однако фактически история предприятия началась тремя годами раньше, когда в начале 1965 г. на кафедре автоматики и телемеханики ЛПИ была создана специальная лаборатория технической кибернетики. Возглавил лабораторию доцент Евгений Иванович Юрвич.

Создание лаборатории было обусловлено необходимостью решения актуальной на тот момент задачи: обеспечения мягкой посадки спускаемых аппаратов (СА) пилотируемых космических кораблей. Не обеспечив должной безопасности космонавтов, не стоило говорить о возможности стремительного освоения околоземного пространства, что тогда казалось задачей уже ближайших лет. К сожалению, теоретики космонавтики ошиблись и до сего дня полеты человека в космос так и остаются довольно редкими, и являются делом лишь профессионалов.

Как известно, на первых пилотируемых кораблях типа «Восток» системы мягкой посадки не предусматривались. Космонавты катапультировались из кабины спускаемого аппарата на высоте около семи километров и опускались на Землю под куполом парашюта. Так приземлялись Юрий Гагарин, Герман Титов, Андриан Николаев, Павел Попович, Валерий Быковский и Валентина Терешкова.

Однако для кораблей с несколькими космонавтами на борту такой вариант посадки являлся неприемле-

мым. Установить в спускаемом аппарате не одну, а несколько (по числу членов экипажа) катапульт не позволяли массогабаритные параметры корабля.

На «Восходах», а именно под таким наименованием вошел в историю космонавтики многоместный вариант «Востока», задача обеспечения мягкой посадки была решена следующим образом. На днище спускаемого аппарата были установлены пороховые двигатели, которые срабатывали на определенной высоте и гасили вертикальную составляющую скорости спускаемого аппарата, обеспечивая мягкое касание земной поверхности. Трудность заключалась в определении момента включения этих двигателей.

Первоначально было предложено решение с помощью телескопического штыря, который выдвигался из корпуса аппарата на участке приземления и в момент касания земной тверди замыкал электрический контакт, выдавая сигнал на включение двигателей.

Однако такое простое, на первый взгляд, техническое решение при испытаниях оказалось ненадежным. Оно не всегда срабатывало при спуске на рыхлый грунт и тем более на воду. Растительность и другие случайные преграды могли, наоборот, вызвать его преждевременное срабатывание. Кроме того, штырь давал сбой при наличии значительной горизонтальной составляющей скорости аппарата, вызванной, например, ветром.

К счастью, оба полета кораблей «Восход» прошли успешно и у конструкторов появилось время для создания действенной системы мягкой посадки перспективных кораблей.

Для создания эффекта мягкой посадки путем уменьшения скорости спуска аппарата непосредственно перед соприкосновением с поверхностью Земли необходимо было обеспечить довольно высокую точность выдачи сигнала по высоте, желательно, с поправкой на величину вертикальной составляющей скорости. Несвоевременное включение двигателей при неблагоприятных условиях могло привести к травмированию и даже гибели космонавтов.

Но для того, чтобы вовремя сформировать требуемую команду, необходимо было создать соответствующий измерительный прибор. Сложность проблемы определялась жесткими техническими требованиями. Необходимо было обеспечить абсолютную всепогод-

¹ Столетов, Всеволод Николаевич (2 января 1907 (по новому стилю), дер. Леоново Владимирской губернии — 8 декабря 1989, Москва) — советский и российский государственный деятель и ученый-биолог, в 1951–1953 — министр высшего образования СССР, в 1959–1972 — министр высшего и среднего специального образования РСФСР, президент Академии педагогических наук СССР (1972–1981).

ность. Точность работы не должна была зависеть от того, куда аппарат садится: на воду, лед, снег или твердую почву с растительностью. Также необходимо было обеспечить нечувствительность прибора к наклонам аппарата и наличие горизонтальной составляющей скорости. Наконец, требуемая система должна работать через обшивку аппарата и удовлетворять очень жестким требованиям по надежности, а также массогабаритным параметрам.

Анализ существующих высотомеров малых высот и других, близких к ним измерительных средств показал, что все они непригодны, и требуется найти какое-то принципиально новое решение, при этом требовалось сделать это срочно.

Этим и занялась группа сотрудников кафедры автоматики и телемеханики электромеханического факультета во главе с Е. И. Юревичем.

Техническое задание на разработку гамма-лучевого высотомера (ГЛВ), так был назван новый прибор, было выдано 23 марта 1965 г., а 7 июня того же года был заключен договор № 435/1189 кафедры с ОКБ-1 со сроком окончания работы и представлением макетного образца системы в действии 25 декабря того же года.

Уже в июле 1965 г. представителям известного ОКБ-1, возглавляемого С. П. Королевым, был продемонстрирован действующий макет системы управления двигателями мягкой посадки, получивший в дальнейшем шифр «Кактус».

Как видим, темпы были просто космические, а полученные результаты произвели настолько сильное впечатление на заказчика, что на правительственном уровне сразу же было принято решение о форсированном создании промышленных образцов предложенной системы и проведении их государственных летно-конструкторских испытаний в составе спускаемого аппарата.

Для производства системы был определен один из серийных заводов Министерства общего машиностроения СССР, а 18 февраля 1966 г. от заместителей министров трех министерств проректору по научной работе ЛПИ и директору завода пришло правительственное задание обеспечить изготовление первых 13 комплектов системы с точным указанием даты поставки каждого комплекта и докладом об исполнении.

Первые испытания системы СА нового космического корабля «Союз» были проведены весной 1966 г. в Крыму на опытном аэродроме ВВС под Феодосией. Сбросы аппарата осуществлялись с самолета на сушу и в море в различных погодных условиях. Точность работы системы оценивалась по телеметрическим данным об ускорениях и динамических нагрузках, испытываемых аппаратом при посадке. После положительного заключения по этим испытаниям, данного госкомиссией, начались работы со штатными беспилотными космическими аппаратами на полигоне Байконур.

Наступивший 1968 г. стал, в определенной степени, рубежным для коллектива Е. И. Юревича. Самым важным событием стало создание в начале года ОКБ ТК и продолжение работ по совершенствованию системы «Кактус».

На 1968 г. пришлось и первые серьезные проблемы, вставшие перед разработчиками. При очередных само-

летных испытаниях на полигоне в Крыму произошло преждевременное срабатывание двигателей мягкой посадки по вине системы «Кактус». Ситуация усугубилась тем, что в алгоритме работы системы после выдачи команды на включение двигателей мягкой посадки с небольшой задержкой был предусмотрен сигнал на отцепку парашюта. Это было сделано для того, чтобы парашют после приземления аппарата не опрокидывал и не тащил его по ветру. Преждевременное срабатывание «Кактуса» привело к отцепке парашюта на высоте нескольких сотен метров, и, как следствие, свободное падение объекта на землю. Это было серьезное происшествие, так как укрепившийся к тому времени оптимизм в отношении продолжения пилотируемых космических полетов сразу сменился разочарованием специалистов и раздражением начальства, поскольку система не имела альтернативы.

Наземные комплексные испытания штатного СА позволили быстро установить причину ложного срабатывания системы «Кактус»: нештатные помехи по цепям питания от других систем. Отстроиться от помех и продемонстрировать это с многократным запасом не составило большого труда. Однако главное заключалось в том, чтобы убедить в этом госкомиссию и специалистов ОКБ-1. Но проблема была решена так убедительно и на таком безупречном научном уровне, что надолго за сотрудниками ОКБ ТК закрепились репутация специалистов по борьбе с помехами.

И вот, после изнурительного повторения всего цикла уже пройденных ранее испытаний «Кактуса» в составе СА, начиная с наземных и кончая работой в составе беспилотных аппаратов, госкомиссией было принято решение о продолжении пилотируемых полетов.

На последующих аппаратах для дополнительной страховки были установлены вместо трехканальных пятиканальные системы «Кактус». Только после нескольких работ без замечаний было разрешено вернуться к основной трехканальной схеме, работающих по мажоритарному принципу (голосование 2 из 3). Такая схема сохранилась до настоящего времени, являлась базовой для всех последующих модификаций системы и аналогичных ей систем другого назначения.

Первый раз «Кактус» в пилотируемом полете был использован на корабле «Союз-3» с Георгием Береговым. И хотя сама программа полета оказалась не выполненной, мягкая посадка прошла безупречно. С этого момента система прочно вошла в состав корабля как одна из ответственных штатных систем. Летает она и сейчас.

Работа над системой «Кактус» явилась отличной школой для молодого коллектива и стала проверкой его на прочность. Следующим шагом в его работе стало создание системы «Квант» для обеспечения мягкой посадки на поверхность Луны автоматических межпланетных станций, создававшихся в конце 1960-х гг. Г. Н. Бабакиным в НПО им. С. А. Лавочкина.

Жесткие требования к массогабаритным параметрам аппаратуры обусловили достижение их рекордных значений, даже несмотря на то что «Квант» должен был работать в открытом космосе. Применение нового изделия обеспечило посадку на поверхность Луны

станции «Луна-16» с последующим возвращением на нашу планету образцов лунного грунта, и доставку на Луну самоходного аппарата «Луноход-1».

Еще одной особенностью системы являлась возможность ее функционирования через факел работающего двигателя. Для экспериментальных исследований этого режима были использованы стенды КБ Химмаш главного конструктора ракетных двигателей А. М. Исаева.

Впоследствии подобные высотомерные системы появились на вертолетах, крылатых ракетах, мягкой посадки при десантировании тяжелого вооружения, породив новое научно-техническое направление — фотонная техника, которое и сегодня является для ЦНИИ РТК одним из основных.

Однако наиболее ответственной работой по этому направлению была значительно более поздняя разработка систем управления ручной стыковкой космических кораблей. В 1969 г. после нескольких срывов стыковок на орбите (неудачная попытка стыковки беспилотного «Союза-2» и пилотируемого «Союза-3» в октябре 1968 г., а также неудачная попытка стыковки двух пилотируемых кораблей годом позже) из-за отказов штатной системы автоматической стыковки госкомиссией было принято решение о прекращении пусков космических кораблей до тех пор, пока не будет зарезервирована дублирующей системой с другим принципом действия.

ОКБ ТК было поручено сверхсрочно провести необходимую работу для возможного перехода к ручной стыковке в случае отказа автоматической системы. Срочно была разработана оригинальная фотонная система как наиболее обеспеченная к тому времени соответствующей элементной базой. Примерно за год система была создана и установлена на долговременной орбитальной станции (ДОС). Она измеряла и выдавала на пульт космонавту в стыкующемся со станцией корабле «Союз» значения дальности, относительной скорости и относительных углов ориентации. На экране пульта в координатах «дальность–скорость» высвечивалась точка, соответствующая положению корабля, и был нанесен коридор, по которому космонавт должен был ввести эту точку в начало координат, что означало выполнение операции стыковки. Одновременно необходимо было обеспечить нулевое значение относительных углов ориентации.

Новым направлением работ по фотонной технике стало измерение массового расхода компонентов топлива. В 1972 г. для КБ «Южное» была создана система для контроля компонентов топлива в двигателях новой межконтинентальной баллистической ракеты, позволявшая увеличить дальность ее полета на 25%.

Развитием этого направления стало создание уникальных систем измерения массового расхода и фазового состава многокомпонентных жидкостей, включая нефть, и массового количества различных жидкостей в баках компонентов топлива, масел и т. п.

На рубеже 1960–1970-х гг. опять же для конструкторов из Днепропетровска была создана система поиска головных частей (ГЧ) ракет. В ГЧ помещался изотопный источник гамма-излучения, способный ра-

ботать при любых ударах и других воздействиях. Район предполагаемого падения головных частей сканировался низколетящим вертолетом с гамма-локатором. Во всех испытаниях головные части обнаруживались меньше чем за час. Самыми трудными при их обнаружении были случаи их падения в болото или на воду, где наиболее сильно ослаблялось излучение от источника. Работа по поиску ГЧ привела к появлению в тематике ЦНИИ РТК такого важного направления работ как радиационный мониторинг и разведка.

Еще одним важным направлением работ стали системы управления бортовой энергетикой космических кораблей. Первым прибором по этой тематике стало создание нового типа счетчика ампер-часов (САЧ) для энергосистем «солнечная батарея–аккумулятор». Счетчик нашел широкое применение на отечественных космических аппаратах и был передан в серийное производство на Черниговский приборостроительный завод.

Дальнейшим развитием этой тематики стало создание унифицированного комплекта приборов контроля и управления для бортовых энергосистем. Их особенности: модульное построение, высокая надежность и большой срок службы.

Еще одной новой темой стали системы жизнеобеспечения и контроля герметичности космических аппаратов. В частности, для долговременных орбитальных станций были созданы настолько чувствительные системы контроля герметичности, что они стали использоваться вместо традиционных барокамерных систем и при наземных испытаниях.

Вторым после фотонной техники основным направлением работ ОКБ ТК стала робототехника. Исследования и разработки в этой области начались в 1968–1969 гг. с создания систем управления манипуляторами подводных аппаратов Института океанологии Академии наук СССР и ВМФ. В 1972 г. после успешного проведения в ЛПИ первого в стране семинара по робототехнике постановлением Государственного комитета по науке и технике при Совете Министров СССР научным руководителем — главным конструктором по этой проблеме был назначен Е. И. Юревич. В 1974 г. Постановлением Совета Министров СССР ОКБ ТК было определено головной организацией в стране по разработке промышленных роботов. В 1977 г. уже Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР эти функции были распространены и на специальную робототехнику, а в 1981 г. таким же постановлением — на все отрасли народного хозяйства, включая задачи унификации и стандартизации роботов.

В рамках последнего постановления сотрудниками ЦНИИ РТК, так к тому времени стало называться предприятие, был разработан принцип модульного построения роботов, который стал основой развития современной робототехники в мире.

Самой ответственной прикладной разработкой по робототехнике в те годы для ЦНИИ РТК стало создание системы бортовых манипуляторов (СБМ) для космического корабля многоразового использования «Буран». Их основное назначение — выполнение погрузочно-разгрузочных операций на околоземной

орбите включая извлечение из корабля и вынесение на орбиту грузов, захватывание свободно движущихся по орбите объектов и помещение их в грузовой отсек корабля, а также выполнение операций инспекции, технического обслуживания и ремонта спутников совместно с космонавтами.

В состав СБМ вошли два шестистепенных шарнирных манипулятора длиной 15 метров, размещенных по бортам корабля с двух сторон грузового отсека, управляющее устройство с пультом управления, а также две передающие телекамеры со светильниками, имеющие две степени подвижности и управляемые с пульта управления манипуляторами.

Наиболее трудоемким при выполнении этой работы было изготовление системы и ее экспериментальное исследование в земных условиях. Последняя задача была успешно решена созданием уникального стенда с имитацией невесомости. Его башня высотой более 70 метров стала доминантой северной части города, а ее стилизованное изображение — логотипом ЦНИИ РТК.

Со второй половины 1986 г. коллектив ЦНИИ РТК в основном был занят работами по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Благодаря ранее созданным модулям были срочно созданы более 15 различных мобильных роботов для обследования радиационной обстановки и очистки станции от радиоактивного мусора. Около 200 сотрудников института с июня 1986 г. по апрель 1987 г. с помощью этих роботов обследовали более 15 тыс. м² и очистили около 5000 м² наиболее зараженной части территории станции.

В результате этой работы был сформирован новый раздел робототехники — экстремальная робототехника, по которой с тех пор ЦНИИ РТК проводит ежегодные конференции.

После завершения работ на Чернобыльской АЭС по заданию правительства с привлечением всех заинтересованных отраслей и ведомств была разработана концепция развития экстремальной робототехники, включая помимо научно-технических принципов обоснование ее экономической эффективности и организационные принципы ее реализации. К сожалению, распад СССР не позволил реализовать эту концепцию на государственном уровне. В современной России именно экстремальная робототехника является основой развития отечественной робототехники, включая робототехнику для экстремальных условий и ситуаций для Министерства по чрезвычайным ситуациям, Министерства обороны и других силовых структур, космическую и морскую робототехнику. Для ЦНИИ РТК эта тематика стала одной из основных.

Рубеж 1980–1990-х гг., да, пожалуй, и все 1990-е гг., был труден для коллектива института, как и для всей нашей страны. Сокращалось финансирование, пришлось отказаться от многих важных направлений работы. Например, в начале последнего десятилетия XX века была свернута программа «Буран» — одна из самых ярких страниц отечественной космонавтики, в которой коллектив ЦНИИ РТК сыграл не последнюю роль.

Однако работы по космической робототехнике продолжались. В середине 1990-х гг. инженерами

ЦНИИ РТК был разработан космический робот «Циркуль», предназначенный для использования на проектировавшейся тогда Международной космической станции (МКС). В космосе, к сожалению, ему поработать не удалось, но работа над ним позволила создать тот технический и технологический задел, который используется в дальнейших работах по космической робототехнике.

В начале XXI века в рамках контракта с партнерами из Европейского космического агентства был создан опытный образец космического технологического робота DORES. Ее отличительной особенностью стало модульное построение. Работа была высоко оценена заказчиком, но продолжения не получила.

И сегодня ЦНИИ РТК продолжает работать на российский космос. Причем в последние три–четыре года перечень работ существенно расширился. Это связано с увеличением объема космических исследований в России и с программой развития космической техники на ближайшие годы.

В 2010 г. был завершен космический эксперимент по разработке и исследованию методов управления через Интернет удаленными робототехническими устройствами с учетом характерных для компьютерных сетей непредсказуемых временных задержек («Контур»).

Выполненные исследования процессов передачи данных позволили создать новое поколение систем управления сетевыми ресурсами и разработать эффективные методы построения инфраструктуры компьютерных телекоммуникаций с учетом требований по защите информации. Учитывая, что по мере развития сетевых технологий на базе сети Интернет все более актуальными становятся работы по созданию эффективных технических средств защиты информации в компьютерных сетях, были созданы и прошли сертификационные испытания многофункциональные процессоры, выполняющие функции межсетевых экранов и сетевых анализаторов.

В тематике института появились работы также связанные с космосом по дистанционному зондированию Земли. В последнее время это направление деятельности стало достаточно актуальным, учитывая рост заинтересованности в подобного рода данных со стороны многих предприятий и организаций, занимающихся, скажем так, «земными проблемами». Мониторинг акватории морей и океанов с целью определения их загрязненности, выявление закономерности сезонных колебаний уровней рек и озер, оперативное оповещение о пожароопасной обстановке, прогнозирование и предупреждение о грядущих стихийных бедствиях — вот далеко не полный перечень того, что сегодня может дать нам космос. В ЦНИИ РТК создан и успешно функционирует Центр приема и обработки спутниковой информации (с борта не только отечественных, но и зарубежных спутников), позволяющий решать эти задачи.

В тематике экстремальной робототехники, начатой на Чернобыльской АЭС, в ЦНИИ РТК создаются и поставляются заказчикам комплексы радиационной разведки нового поколения, позволяющие осуществлять поиск и определять местоположение и пара-

метры локальных источников гамма- и нейтронного излучения как с борта летательных аппаратов, так и с наземных транспортных средств. Наземные робототехнические системы этого назначения позволяют также осуществлять эвакуацию обнаруженных источников излучения.

В июле 2000 г. такой робот-разведчик был использован в г. Грозном при проведении спецоперации Министерства по чрезвычайным ситуациям по поиску и эвакуации радиоактивных источников высокой активности.

Не только как дань времени, но и как логической продолжение осуществленных до этого разработок, стало проведение ЦНИИ РТК, начиная с середины 1990-х гг., работ по внедрению широкого круга информационно-измерительных систем, объединяющих сенсоры, устройства передачи данных и комплексы обработки информации. Важнейшее место при этом занимает проблема удаленного управления сложными объектами в режиме реального времени при решении всех выше названных проблем.

В связи с принципиальной научно-технической тематикой работ ЦНИИ РТК на базе института почти с самого начала его деятельности была организована подготовка соответствующих кадров, в том числе высшей квалификации. В институте была организована кафедра технической кибернетики, на которой в 1984 г. был осуществлен выпуск инженеров по

робототехнике. В дальнейшем на базе ЦНИИ РТК был организован целый факультет Политехнического университета в составе трех выпускающих кафедр: «Мехатроника и роботостроение», «Телематика» и «Интегрированные компьютерные технологии в промышленности». Особенность учебного процесса на факультете — максимальное приобщение студентов к работе в лабораториях института сперва в порядке выполнения плановых научно-исследовательских работ под руководством опытных сотрудников, а затем в качестве совместителей, техников и инженеров. При этом студенты ориентируются прежде всего на разработку новой техники по тематике ЦНИИ РТК.

В последние годы в институте был создан и поставлен заказчику ряд новых изделий по основным направлениям деятельности организации: портативный гамма-визор, робототехнический комплекс легкого класса для ведения радиационной разведки и проведения технологических операций в условиях радиационного воздействия и другие. Востребованность разработок ЦНИИ РТК в условиях новой России, новые, все более и более усложняющиеся задачи, которые успешно решают его сотрудники, показывают, что институт не только сохраняет свои традиционные позиции государственного научно-технического центра по робототехнике и другим важным направлениям мирового развития, но и развивает новые важные для страны научно-технические направления.

*Приглашаем Вас принять участие в III международной научно-практической конференции
«Инновации и современные технологии в системе образования»
Конференция состоится 20–21 февраля 2013 г. Форма проведения конференции – заочная*

Руководители конференции:

- Берберян Ася Суреновна, д. психол. н., профессор, зав. кафедрой факультета психологии Российско-Армянского (Славянского) государственного университета.
 - Сидоров Сергей Владимирович, к. пед. н., доцент кафедры педагогики и психологии Шадринского государственного педагогического института.
 - Дорошина Илона Геннадьевна, к. психол. н., доцент, генеральный директор ООО НИЦ «Социосфера».
- Основные тематические направления:
- Реформирование системы образования: актуальные тенденции и стратегические направления.
 - Внедрение и применение инноваций: теоретические основания и реальные процессы, эффективность и издержки.
 - Соотношение традиций и инноваций как проблема совершенствования системы образования.
 - Проблема человекообразности инноваций в образовании.
 - Инновации в учебной, воспитательной и научно-исследовательской работе с учащимися.
 - Инновации в управлении образованием и организации образовательного процесса.
 - Теория и практика использования образовательных технологий.
 - Здоровьесберегающие аспекты использования образовательных технологий.
 - Технологии формирования профессиональной компетентности педагога.
 - Технологии управления деятельностью образовательных учреждений.
 - Рейтинговая система обучения и оценки знаний: достижения, проблемы, перспективы.
 - Система менеджмента качества в образовательном процессе. Опыт введения и использования.
 - Технологии в профессиональной практике учащихся.
 - Новое в использовании технических средств обучения.
 - Информационные и коммуникационные технологии как средства повышения качества образования.
 - Повышение эффективности управления образованием посредством информационных и коммуникационных технологий.
 - Информационные системы единого государственного экзамена: проблемы совершенствования.
 - Информационные ресурсы в образовательном процессе.
 - Создание и использование аудиовизуальных и мультимедийных учебных материалов и изданий.
 - Информационная безопасность в системе образования.
 - Управление, нормативно-правовое регулирование и стандартизация в информационно-образовательной среде.
 - Формирование единой информационно-образовательной среды на различных уровнях (образовательного учреждения, муниципального, региональном, государственном).

Официальные языки конференции: русский, английский, армянский.

Заявки для участия в конференции и тексты докладов принимаются до 15 февраля 2013 г.

Контактный телефон (8412) 21-68-14 – генеральный директор НИЦ «Социосфера» – Дорошина Илона Геннадьевна, главный редактор – Дорошин Борис Анатольевич.

Наш сайт <http://sociosphera.com>, e-mail: sociosphera@yandex.ru.