

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ИНСТИТУТЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ САМАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АЭРОКОСМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Работы, связанные с космической тематикой, на 5 факультете начали проводиться с 1971 года. На кафедре конструкции и производства радиоаппаратуры (КИПРА) была создана научно-исследовательская группа для выполнения хозяйственного договора с институтом ГЕОХИ АН СССР (Москва) по разработке технологии изготовления тонкоплёночного многослойного датчика параметров микрометеороидных частиц. В 1975-1977 гг. разработанные датчики были использованы в эксперименте «Интеркосмос-14» (советско-чешский эксперимент) и на отечественных космических аппаратах (КА) серии «Космос». В период 1978-1988 гг. научно-исследовательские работы значительно расширились. Была создана НИЛ-42 со штатом сотрудников более 15 человек. Исследования проводились совместно с такими организациями как институт экспериментальной метеорологии (г. Обнинск), центральной аэрологической лабораторией (г. Москва), НПО «Энергия», НПО им. Лавочкина, МАИ, ЦСКБ (г. Самара), институте теоретической физики (г. Черногоровка), МФТИ и МИФИ, НИИЯФ МГУ и др.

Для исследования разработанной аппаратуры были созданы экспериментальные системы на основе ускорителей частиц (электромагнитный ускоритель, а также ускорители на основе импульсных лазеров ГОС-301, ЛТИПЧ-8).

В соответствии с хозяйственными договорами с рядом из перечисленных организаций круг научных задач значительно расширился уже с 1978-1979 годов. Были разработаны различные комплексы аппаратуры для исследования физико-химических свойств микрометеороидов. Здесь можно отметить и разработку аппаратуры на основе ионизационного датчика совместно с физико-техническим институтом им. Иоффе (г. Ленинград) для исследования параметров частиц в эксперименте к комете Галлея (1981 г.). В 80-х годах была разработана аппаратура для исследования потоков искусственно созданных на высоте 100-120 км от Земли частиц с использованием специальных генераторов. Эксперименты проводились на ракетах, а полученные уникальные результаты по влиянию потоков твёрдых частиц на элементы конструкции космических аппаратов имеют большое значение для разработчиков КА и специалистов по материаловедению. Результаты докладывались совместно с институтом экспериментальной метеорологии (г. Обнинск) на международной конференции COSPAR (Голландия, 1990). Эксперименты

менты по изучению частиц в верхних слоях атмосферы (80-100 км) выполнялись также с помощью ракет в районах Южной Америки, запускаемых с корабля (институт экспериментальной метеорологии, г. Обнинск). Для этого в НИЛ-42 были разработаны многопараметрические датчики совместно с аппаратурой обработки. Всего с помощью ракет было произведено более двух десятков экспериментов. Активное участие НИЛ-42 принимала в совместных работах с МАИ (208 кафедра) и с институтом прикладной электродинамики при МАИ по регистрации потоков частиц из электроразрядных двигателей.

С МИФИ (г. Москва) в 80-х годах проводилась работа по созданию методик расчёта времяпролётных масс-спектрометров и разработки их конструкции.

В результате в НИЛ-42 был предложен метод фокусирования ионов в нелинейном рефлектронс, который в дальнейшем использовался при создании пылесударного масс-спектрометра, а также специалистами физико-технического института (г. Ленинград).

Основные результаты докладывались на всесоюзных научных конференциях и публиковались в центральных научных изданиях.

Необходимо отметить результаты совместной фундаментальной НИР с НПО «Энергия» в период с 1980-1990 гг. по исследованию физико-химических процессов при работе высокотемпературных тепловых труб ядерной энергетической установки. В работе участвовали несколько университетов и институтов г. Москвы и других городов. Задачей НИЛ-42 было создание датчиковой аппаратуры и масс-спектрометра для исследования процессов массотеплообмена при работе тепловой трубы при температуре 900-1000°C. Другая задача состояла в изучении воздействия твёрдых частиц (например, микрометеороидов) на тепловую трубу, внутри которой находился жидкий литий и натрий. Для этого использовался имеющийся в 80-х годах электромагнитный ускоритель. В результате проведённых в НИЛ-42 экспериментов были даны рекомендации по оптимальной толщине стенки тепловой трубы в условиях воздействия потоков микрометеороидных частиц. Другой важной задачей является разработка аппаратуры регистрации утечки воздуха из модуля международной космической станции. В конце 90-х годов проводилась совместная с РКК «Энергия» НИР, в результате чего в лаборатории «Аэрокосмическое приборостроение» была разработана такая аппаратура и проведены эксперименты на стендах СГАУ и РКК «Энергия».

Наиболее плодотворно в течение многих лет (1977-2009 гг.) проводится совместная работа с НИИЯФ МГУ. За эти годы было выполнено много эксперименталь-

ных работ на ускорителях частиц по исследованию физико-химических процессов высокоскоростного взаимодействия твёрдых тел. Результаты явились основой для создания датчиковой аппаратуры для исследования физико-химических характеристик микрометеороидов. Были созданы и исследованы различные конструкции датчиков и пылеударных масс-спектрометров. В 90-х годах впервые совместно с НИИЯФ МГУ и ИПМ (г. Красноярск) на геостационарной орбите было поставлено два космических эксперимента по исследованию потоков микрометеороидов на КА «Горизонт-41» и «Горизонт-43». Были получены важные сведения о распределении микрометеороидов и частиц «космического мусора» в пространстве по скоростям и массам. Аппаратура была разработана во вновь организованной лаборатории «Аэрокосмическое приборостроение» при кафедре радиотехники. Результаты экспериментов докладывались на международных конференциях (Голландия, Германия, 1996-1997 гг.).

Научная совместная работа по разработке экспериментального стенда для моделирования частиц на Луне проводится в настоящее время с НИИЯФ МГУ.

Большое внимание уделяется созданию экспериментальных стендов для моделирования некоторых факторов космической среды. К сожалению, по известным причинам многие совместные работы в начале 90-х годов прервались. В основном, как и ранее, совместные научные работы продолжаются лишь с «ЦСКБ – Прогресс» и НИИЯФ МГУ.

С ЦСКБ на кафедре КИПРА и позднее в НИЛ-42 выполнялись работы по оценке распределения микрометеороидов в околоземном космическом пространстве и их влияние на работоспособность элементов конструкций космических аппаратов. В 80-х годах были решены задачи моделирования микрометеороидов с помощью различного рода ускорителей частиц. В результате в СГАУ были созданы необходимые экспериментальные стенды для решения вышеуказанных задач.

В период 1997-2008 гг. для предприятия «ЦСКБ-Прогресс» разрабатывалась научная аппаратура для измерения магнитных полей внутриобъектовой среды космического аппарата. С этой целью были поставлены эксперименты на КА типа «Ресурс» и «Фотон». Следует обратить внимание на важность решаемых задач и космических экспериментов для предприятия «ЦСКБ-Прогресс».

Одной из таких задач является исследование процессов зарядки поверхностей КА в условиях их эксплуатации на высотах более 500-550 км.

На КА «Фотон» были получены экспериментальные данные о потенциалах его поверхностей.

Разработанные методики могут быть использованы на КА «Ресурс-П». В настоящее время разрабатывается научная аппаратура для решения указанной задачи на КА «Ресурс-П»

Эксперименты, проведённые лабораторией «Аэрокосмическое приборостроение» на КА «Фотон» (2000-2006 гг.) по оценке вращательных микроускорений, показали, что их величины находятся в среднем на уровне  $10^{-5} g_0$ . Некоторые технологические эксперименты требуют снижения уровней микроускорений до значений  $10^{-7} g_0$ .

В институте «Космическое приборостроение» СГАУ в настоящее время разработана методика уменьшения вращательных микроускорений (метод компенсации) управляемого КА и аппаратура для их компенсации. Вопросы обработки информации с экспериментов на КА «Фотон» решались совместно с Институтом прикладной математики им. М.В. Келдыша (г. Москва). Полученные результаты опубликованы и обсуждались на международных конференциях. Методические вопросы разрабатывались совместно с кафедрой динамики полёта.

В настоящее время уже в рамках института разрабатывается научная аппаратура для малого космического аппарата (МКА) «Аист». Предлагается решение на нём ряда научных и прикладных задач.

В конце 90-х годов по настоящее время выполняются совместные работы с КНР (Политехнический институт, г. Харбин) и Бельгией (университет, г. Брюссель). Для КНР разработан электродинамический ускоритель пылевых частиц и с его помощью выполняются совместные эксперименты по оценке влияния частиц на характеристики элементов конструкции КА. В период 2004-2006 гг. на КА «Фотон» была поставлена аппаратура для контроля характеристик тепловой трубы в космических условиях, разработанной в Брюссельском университете.

Большое внимание уделяется разработке экспериментальных стендов для наземной отработки бортовой аппаратуры, для моделирования процессов высокоскоростного взаимодействия твердых тел, например, с плёночными МДМ-структурами. Экспериментальный стенд на основе электродинамического ускорителя является уникальным научным инструментом, с помощью которого возможно создание мощных ударных волн.

В лаборатории «Аэрокосмическое приборостроение» и теперь уже в рамках института «Космическое приборостроение» проводятся работы по исследованию поведения плёночных МДМ и МДП – структур в условиях высоких давлений и больших элект-

трических полей, что является важной задачей в экспериментальной физике высоких давлений. Первые результаты были получены ещё в 1985 году.

В последние несколько лет совместные с предприятием «ЦСКБ – Прогресс» работы активизировались, расширился круг задач, решаемых в институте «Космическое приборостроение». Например, в 2009 году заключены два договора по выполнению работ для экспериментов на КА «Фотон» и «Бион», а также один договор с заводом «Прогресс», для которого разработан прибор для исследования процессов электризации КА «Ресурс-П».

Создание малых космических аппаратов, в частности МКА «Аист», позволяет значительно расширить круг научных и прикладных задач, даёт возможность проведения различных моделирующих экспериментов, повышает эффективность научных исследований. Разработка таких МКА требует создания соответствующих экспериментальных стендов для проведения испытаний. Такие работы способствуют привлечению студентов разных факультетов к участию в научной работе, а также повышению уровня образования и в целом имиджа университета.