

Тренд МАИ: КОСМОС

В Московском авиационном институте готовят специалистов для ракетно-космической отрасли России.



И

нститут № 6 «Аэро-космический» МАИ готовит инженеров-проектантов,

конструкторов и системотехников для предприятий и организаций космической индустрии. Университет сотрудничает с ведущими отечественными и зарубежными разработчиками и производителями ракетно-космической техники. В числе партнеров – РКК «Энергия», НПО «Энергомаш», АО «ИСС» имени академика М. Ф. Решетнева, ГКНПЦ им. М. В. Хруничева и другие крупные предприятия ракетостроения.

По числу летчиков-космонавтов, которые вышли из стен университета, МАИ – лидер среди всех гражданских вузов России: 23 советских и российских космонавта являются выпускниками университета. Сегодня на их счету 49 полных космических полетов и в общей сложности более 16 лет работы в космосе. Студенты МАИ регулярно принимают участие в отборе в отряд космонавтов.

Когда-то именно маевцы разработали и собрали первые в мире студенческие спутники Земли, а сегодня среди новых проектов студенческого космического конструкторского бюро «Искра» – уни-

верситетские кубсаты, спутники для Северного морского пути и созвездия спутников.

В МАИ действует Центр управления полетами (ЦУП) с системами связи и оборудованием, контролирующим спутники на расстоянии до 1500 км. А сами спутники производят тут же, рядом, в лабораториях и цехах университета. В ближайшие годы МАИ планирует запустить десяток малых космических аппаратов по программе запусков с МКС, и во всех этих проектах задействованы студенты.

На новый уровень вышло сотрудничество МАИ с Центром подготовки космонавтов (ЦПК) имени Ю. А. Гагарина: реализуются проекты по использованию научных разработок МАИ в интересах ЦПК, готовится программа бакалавриата для будущих космонавтов и специалистов космической отрасли.

В рамках научных программ, проводимых государственной корпорацией «Роскосмос», МАИ участвует в работе над космическими исследованиями с крупнейшими зарубежными космическими агентствами – Европейским космическим агентством и Национальным агентством по авиации и исследованию космического пространства США.



Развитие основных направлений космической деятельности:

- автоматические космические аппараты (группировки спутников, космическая связь, дистанционное зондирование Земли, навигация, фундаментальные космические исследования);
- полеты;
- средства выведения.

ГОРИЗОНТЫ БУДУЩЕГО В КОСМОСЕ

Ближний горизонт – комплексные космические услуги:

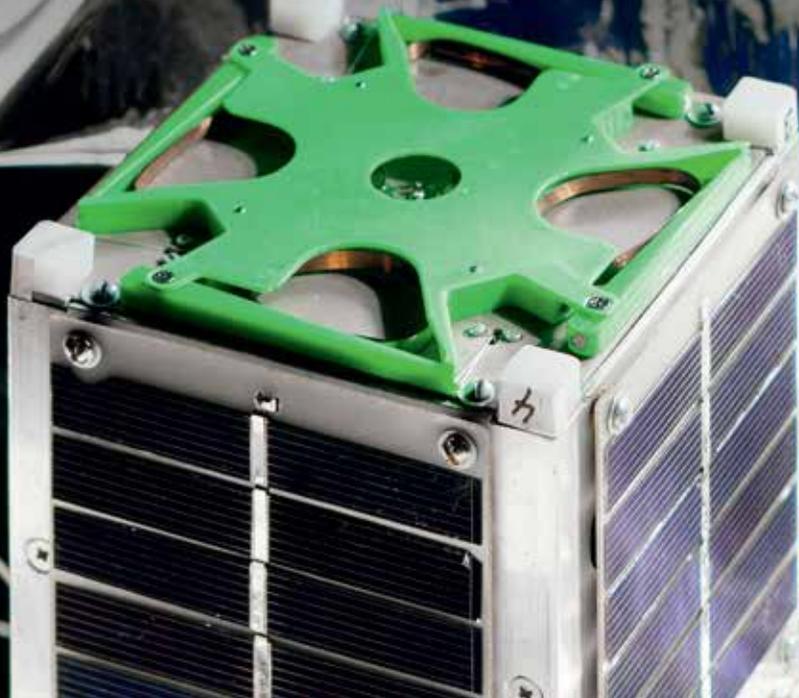
- фиксированная и персональная мобильная связь;
- высокоточная навигация на базе ГЛОНАСС;
- телекоммуникации;
- глобальный Интернет;
- ретрансляция и передача данных (M2M и IoT);
- радиолокация;
- геофизический мониторинг (гравиметрия, магнитометрия, ионосфера, атмосфера и гелиофизическая обстановка);
- геологоразведка полезных ископаемых на основе гравитационных аномалий;
- дистанционный мониторинг газо- и нефтепроводов, протяженных технических объектов.





Меньше И ЛУЧШЕ

Создание малых космических аппаратов (МКА) сотрудниками кафедры 601 «Космические системы и ракетостроение» в студенческом космическом конструкторском бюро «Искра» сегодня приобрело особую важность. Разработки сотрудников института и студентов являются важной частью сразу нескольких государственных программ.



ОТ СПУТНИКА К СПУТНИКУ

Истории запуска студенческих спутников в МАИ уже больше 40 лет. Малые космические аппараты (МКА) здесь учат делать и конструируют начиная с 1967 года. В свое время это был первый подобный опыт в СССР.

Всего было создано и запущено девять спутников собственного производства. Первый в мире студенческий спутник «Радио-2», созданный в МАИ и предназна-

ченный для связи радиолюбителей всего мира, отправился на орбиту в 1978 году. В 1982 году впервые с борта орбитальной станции были запущены спутники МАИ «Искра-2» и «Искра-3». Девятый спутник МАИ был запущен на орбиту на ракете-носителе «Союз-2.1а» 14 июля 2017 года, в год 50-летия СККБ. Это был первый кубсат МАИ – спутник, выполненный в современном формате университетских спутников: один модуль

кубсата представляет собой кубик габаритами 10 x 10 x 10 см и массой несколько килограммов.

АППАРАТЫ «НА СТАРТ»

Сегодня в рамках комплексных программ взаимодействия МАИ с промышленностью ведется разработка МКА нового поколения. Среди проектов СККБ – университетские кубсаты, спутники для Северного морского пути и «созвездия» спутников.

«Мы работаем над несколькими базовыми платформами МКА, которые должны обеспечить в ближайшие 5 лет намеченный план запусков», – рассказывает руководитель СККБ «Искра» Аэрокосмического института МАИ, старший преподаватель кафедры 601 МАИ Сергей Фирсюк. – Это новая платформа CubeSat с максимально увеличенной электрической мощностью (40 Вт и более). Ее использование позволит проводить действительно интересные прикладные эксперименты, в том числе при групповом полете МКА. Надеюсь, что первый аппарат этой серии (предполагаемое название «Искра-МАИ-90») удастся запустить в конце осени 2020 года на МКС. Он должен обеспечить отработку нового типа датчиков ориентации на основе теплового излучения. Вторая платформа – крупнее (30–50 кг), планируется ее использование в качестве «матки» в ходе проведения космических экспериментов «Инспектор-МКА» и «Аэрокосмос-МАИ». Продолжается работа над надувными конструкциями для применения в космосе».

Перспективные задачи потребовали проведения ряда организационных изменений, которые были реализованы в течение последних двух лет. Задача Центра проектирования и производства малых космических аппаратов – максимально использовать потенциал не только СККБ, но и других подразделений МАИ.

Особенностью космической техники является отсутствие возможности что-то починить после запуска. Поэтому необходима самая тщательная наземная отработка создаваемых образцов. Еще по программе 2009 года в МАИ был определен минимальный перечень современного стендового оборудования, обеспечивающего полный цикл отработки МКА массой до

100 кг. Ключевой элемент – трехосевой вибростенд – был приобретен в 2011 году. С нуля был разработан и изготовлен своими силами стенд для испытаний системы ориентации перспективных МКА с уникальными характеристиками, проектные решения которого защищены патентами. Следующий этап – создание «виртуального» испытательного комплекса.

РОССИЙСКИЙ СЕВЕР ЖДЕТ НАВИГАЦИИ

Одним из наиболее важных проектов в СККБ МАИ является работа в рамках федерального проекта «Северный морской путь» в части создания системы навигации на СМП. Создаваемая комплексная система из различных летательных аппаратов, их наземного управления и обработки информации должна обеспечить проход для ледокольного флота, наблюдение за состоянием льда и выстраивание оптимальных маршрутов. Работа ведется в тесном контакте с АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева». К середине 2020 года будет создан комплексный стенд для



КОСМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ СККБ «ИСКРА»

В рамках эксперимента «Инспектор-МКА» предполагается создание орбитальной группировки, состоящей из базового малого космического аппарата и отделяющихся от него спутников. При этом каждый спутник оснастят оптической системой поиска, идентификации и сближения.

В рамках эксперимента «Аэрокосмос-МАИ» планируется отработать технологии торможения в условиях космоса и спуска в атмосфере Земли малоразмерных космических аппаратов с использованием надувных конструкций.

отработки базовой платформы МКА дистанционного зондирования Земли. Платформа уже разработана, начинается изготовление стендового образца.

Следующий этап работ, который также придется на 2020 год, – отработка модульного варианта этой платформы, адаптированного для массового производства, по заданию генерального конструктора Роскосмоса по автоматическим космическим системам и комплексам Виктора Хартова. В планах – в ближайшие 2–3 года запустить первый космический аппарат-демонстратор с радиолокатором при массе спутника не более 100–120 кг. В России таких разработок до сих пор нет.

Большой блок работ намечен в рамках новой Комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Глобальные информационные спутниковые системы» в 2021–2023 годах. Реализация шагов, предусмотренных документом, должна повысить эффективность и конкурентоспособность национальной интегрированной глобальной многофункциональной спутниковой системы.

Космос ЖДЕТ СТУДЕНТОВ

23 выпускника МАИ побывали в космосе – по числу космонавтов институт является лидером среди отечественных вузов. Однако начиная с 2019 года сотрудничество с Центром подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина (ЦПК) стало еще более тесным и плодотворным. МАИ и ЦПК меняют сам принцип подготовки тех, кто будет осваивать космос в XXI веке.



Если раньше взаимодействие МАИ и ЦПК в первую очередь включало в себя экскурсии для студентов в Звездный город, а также помощь в трудоустройстве, то теперь стратегия совместной работы стала более системной. В основе новой концепции лежит идея, что космонавтов важно начинать готовить прямо в университете, с учетом новых профессиональных стандартов, а не после того, как они окончат вуз.

Для того чтобы выявлять потенциальных космонавтов на студенческой скамье и помогать им определиться в выборе специальности и профессии, центром были созданы и официально приняты два профессиональных стандарта: «специалист по подготовке космонавтов» и «специалист по техническим средствам подготовки космонавтов». Абитуриент имеет более четкое представление о профессии и о том, какими квалификационными характеристиками он должен обладать, чтобы заниматься соответствующей профессиональной деятельно-

стью. Таким образом, еще на этапе приемной комиссии воронка набора сужается исключительно до тех, кто понимает, готов и хочет пройти этот путь.

Углубление сотрудничества МАИ и ЦПК отражается на образовательных программах всех уровней подготовки. Уже сегодня институт №6 «Аэрокосмический» МАИ реализует программу бакалавриата для обучения будущих космонавтов. Программа будет иметь собственный учебный план, специальные дисциплины, согласованные с ЦПК, направленную теоретическую и практическую подготовку. Студенты проходят физическую и психологическую подготовку, а также медицинское обследование. В рамках обучения в МАИ они получают опыт работы над перспективными проектами в пилотируемой космонавтике.

Будут увеличены объемы студенческих практик на базе ЦПК. Появится программа магистратуры, на которой представители ЦПК будут читать спецкурсы по своей тематике. В рамках дополнительного профессионального образования МАИ займется повышением

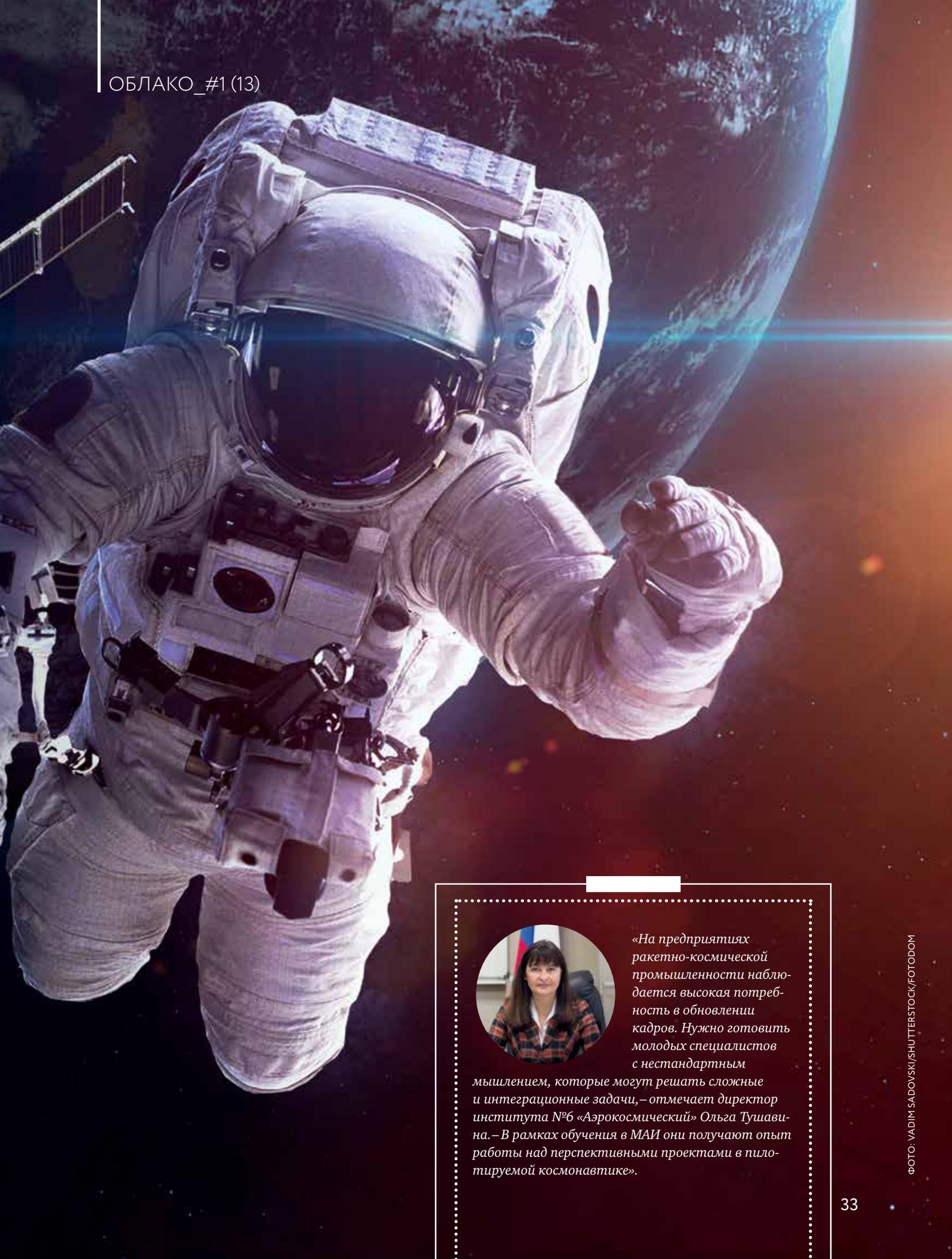


Филиал
«Восход» МАИ –
единственное
в городе Байконуре
государственное высшее
учебное заведение

квалификации специалистов центра по программе переподготовки «педагог-исследователь».

Также сотрудники Центра подготовки космонавтов продолжают участвовать в профориентационных мероприятиях МАИ. Так, летом в рамках работы приемной комиссии МАИ запланированы встречи абитуриентов с представителями ЦПК.

Двери МАИ открыты для всех ребят, мечтающих о космосе. Конечно, не все в итоге смогут стать космонавтами. Однако это не значит, что выпускник останется без работы. Помимо потребности в «работниках околоземной орбиты» ЦПК остро нуждается в выпускниках с высокой инженерной квалификацией для работы на Земле.



«На предприятиях ракетно-космической промышленности наблюдается высокая потребность в обновлении кадров. Нужно готовить молодых специалистов с нестандартным

мышлением, которые могут решать сложные и интеграционные задачи, – отмечает директор института №6 «Аэрокосмический» Ольга Тушавина. – В рамках обучения в МАИ они получают опыт работы над перспективными проектами в пилотируемой космонавтике».

Механика КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

В НИИ прикладной механики и электродинамики МАИ, которым руководит выпускник МАИ академик РАН Гарри Алексеевич Попов, разработана и предложена схема довыведения космических аппаратов на геостационарную орбиту (ГСО) с использованием электроракетных двигательных установок, обладающая многомиллиардным положительным экономическим эффектом.




Разработанная НИИ ПМЭ схема была успешно реализована при довыведении на ГСО тяжелых космических аппаратов «Экспресс-АМ5» и «Экспресс-АМ6» разработки АО «ИСС им. М.Ф. Решетнева».

Проведенный в НИИ ПМЭ МАИ комплекс работ показал возможность доставки на геостационарную орбиту космических аппаратов с увеличенной в 1,5–2 раза массой при их довыведении с помощью электроракетных двигательных установок по сравнению с тра-

диционными схемами прямого выведения.

Результаты проведенных работ внедрены в АО «ИСС им. М.Ф. Решетнева» и используются при разработке новых телекоммуникационных геостационарных космических аппаратов, включая космические аппараты «Экспресс-80», «Экспресс-103», «Экспресс-АМУ3», «Экспресс-АМУ7».

В 2019 году НИИ ПМЭ МАИ получил мегагрант Правительства Российской Федерации на создание лаборатории мирового уровня «Механика космического полета». Проект направлен на решение целого ряда задач по оптимизации траектории космических аппаратов с различными

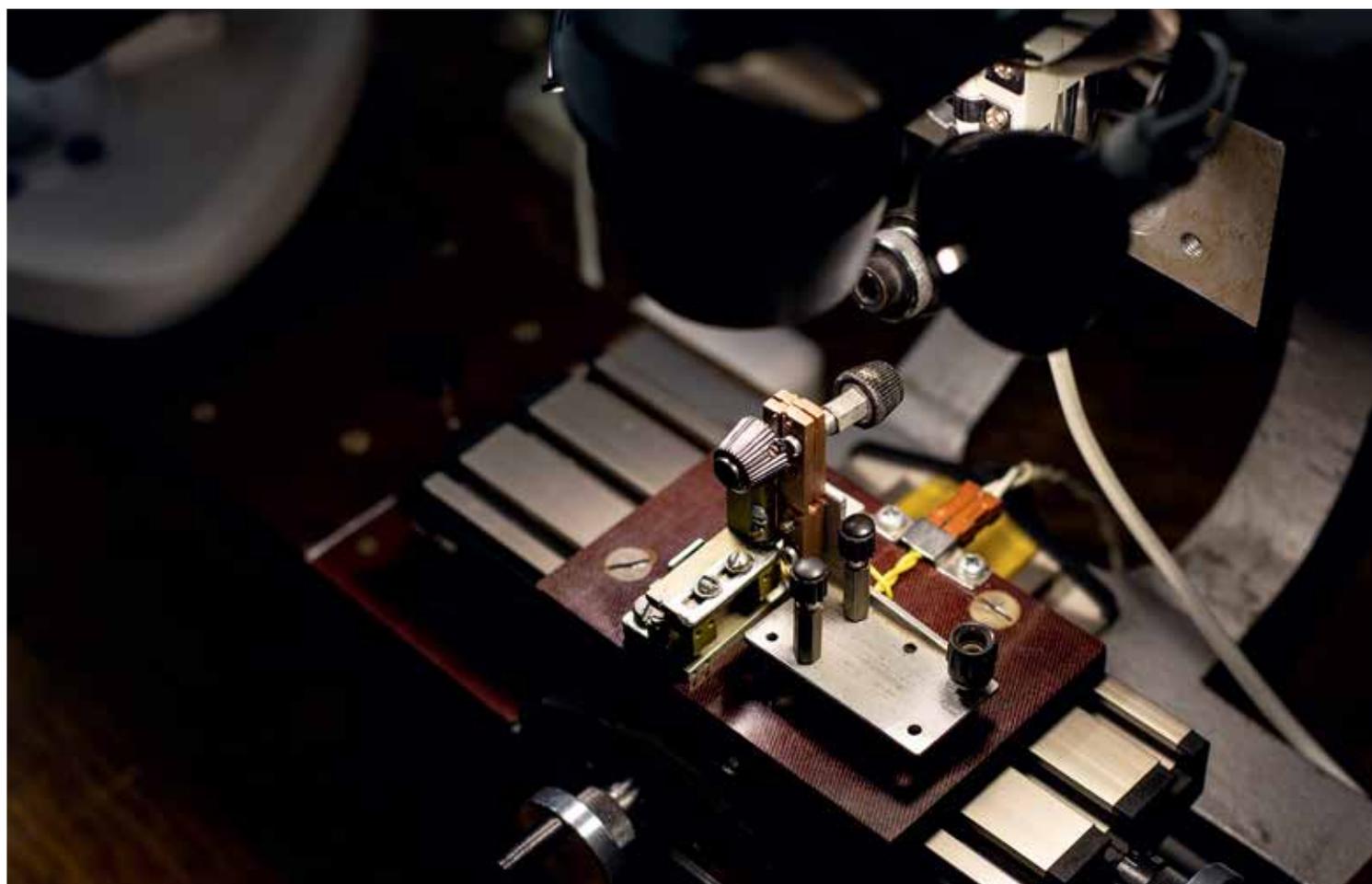
типами двигателей, в том числе с электроракетными двигательными установками. В рамках проекта будут разработаны новые методы оптимизации траекторий космических аппаратов с двигателями большой и малой тяги. Большое внимание в проекте уделяется оптимизации траекторий полета к Луне и точкам либрации. Еще одно направление исследования – задача увода крупногабаритных объектов космического мусора из используемых областей околоземного космического пространства на орбиты захоронения. Планируется изучить динамику системы бесконтактной транспортировки таких объектов в ионном пучке и разработать методы управления ее движением.



*В 2019 году НИИ
ПМЭ МАИ получил
мегагрант на создание
лаборатории мирового
уровня «Механика
космического полета»*

Композиты ПРОСЯТ ОГНЯ

Обеспечение тепловых режимов для космических аппаратов и многоразовых транспортных систем – один из важнейших разделов проектирования, определяющий основные проектно-конструкторские решения. В тепловой лаборатории НИО-601 МАИ сегодня работают над тестированием и проектированием перспективных материалов для защиты космических аппаратов от высоких температур при входе и спуске в атмосфере.



В

1964 году на кафедре 601 «Космические системы и ракетостроение» была образована

научно-исследовательская группа «Тепловое проектирование ЛА», в которую вошли молодые инженеры – выпускники кафедры. За период работы с 1964 по 2020 год группой «Тепловое проектирование ЛА» было решено множество прикладных задач для ракетно-космической отрасли, в том числе:

- разработаны и спроектированы уникальные экспериментальные стенды и методики моделирования нестационарных газодинамических и тепловых режимов гиперзвуковых летательных аппаратов;
- выполнены работы по аэродинамическому, баллистическому и тепломеханическому проектированию спускаемых капсул типа «Жизнь» и «Высота» для безопасного возвращения из космоса радиоизотопных генераторов;
- созданы комплексы средств измерений для диагностики высокоэнтальпийных газовых потоков, включая одномерные и двумерные датчики конвективных тепловых потоков, в том числе охлаждаемые датчики;
- разработаны приближенно-аналитические и численные методы для решения обратных задач теплопереноса, для различных классов теплозащитных

материалов, в том числе один из наиболее эффективных и универсальных методов решения некорректных обратных задач различных типов (не только задач теплообмена) – метод итерационной регуляризации;

- спроектированы, изготовлены и введены в эксплуатацию тепловакуумные стенды ТВС-1 и ТВС-2 для исследования характеристик различных типов теплозащитных материалов (в том числе разрушающихся) и конструкций на их основе;
- проведены исследования свойств теплозащитных материалов для перспективных космических летательных аппаратов: «Бор», «Энергия – Буран», «Марс-96», «Марс-грунт», VeriColombo (Европейское космическое агентство).

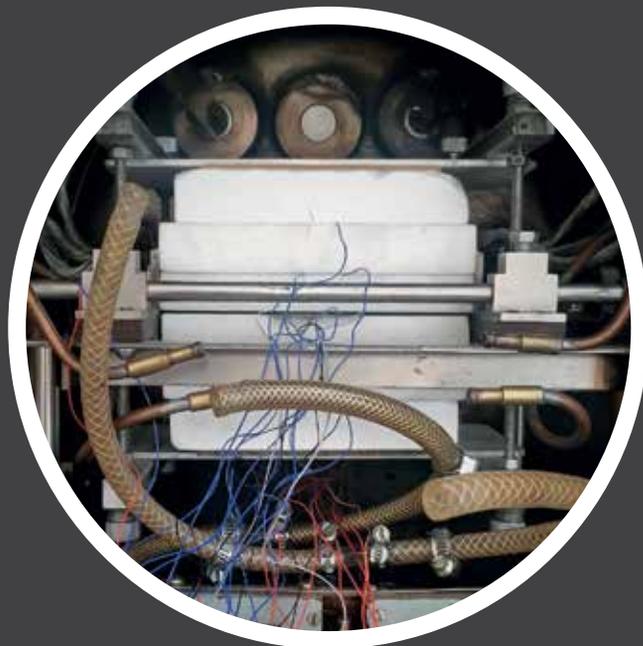
В 2018 году в тепловой лаборатории под руководством академика РАН, доктора технических наук, профессора Олега Алифанова стартовали работы, финансируемые Российским научным фондом,

по исследованию и прогнозированию свойств высокотемпературных композиционных материалов.

Благодаря проведенным исследованиям были получены математические модели, позволяющие не только анализировать процессы теплопереноса в материалах с достаточной точностью, но и прогнозировать свойства материалов при изменении параметров их макро- и микроструктуры.

Решение этой задачи позволило объединить математические модели теплопереноса в теплозащитных материалах с алгоритмами оптимального проектирования конструкций. В качестве проектных параметров рассматриваются не только геометрические характеристики элемента конструкции, но и характеристики структуры материала (например, диаметр волокон, длина волокон, форма пор и т.д.). Такой подход позволяет создавать надежные конструкции минимальной массы, ориентируясь на оптимальную структуру материала. Например, был разработан алгоритм оптимального проектирования теплозащитного экрана космического аппарата с учетом числа пор и их структуры в объеме материала.

Полученные результаты исследований будут использованы при разработке теплонагруженных конструкций с учетом расчетно-экспериментального уточнения используемых математических моделей для широкого класса теплозащитных материалов и вариантов теплового нагружения.



Результаты исследований будут использованы при разработке теплонагруженных конструкций