

## **Интеграция образования и науки — основа подготовки квалифицированных кадров для космической отрасли и военно-промышленного комплекса**

© В.Т. Калугин

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Приведен обзор направлений научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проводимых кафедрами факультета «Специальное машиностроение» за последние пять лет. Подтвержден принцип подготовки специалистов в МГТУ им. Н.Э. Баумана — обучение через науку и практику, который реализуется при выполнении кафедрами реальных работ, имеющих большое значение для промышленности страны.*

**Ключевые слова:** факультет, космическая техника, вооружение, специальность, кафедра, космический аппарат, конструкция.

Факультету «Специальное машиностроение» (СМ) в этом году исполняется 75 лет. Он является правопреемником оборонных факультетов, созданных в МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1938 г. и определивших направления развития вуза в последующие годы. Факультет СМ входит составной частью в Научно-учебный комплекс (НУК), который включает один из самых больших в Университете научно-исследовательских институтов с аналогичным названием.

Подготовка специалистов и научная деятельность на факультете самым тесным образом взаимосвязаны между собой, непрерывно обогащают и дополняют друг друга.

В НУК СМ проводятся исследования по широкому спектру направлений, в том числе и относящихся к приоритетным направлениям развития экономики России, таким как:

- космическая техника и технологии;
- вооружение, военная и специальная техника, системы противодействия терроризму.

По данным приоритетным направлениям выполняются проекты каждой кафедрой факультета и отделами НИИ СМ, которые являются неразрывными и едиными при решении учебных, научных и опытно-конструкторских задач. При этом реализуется одна из стадий интеграции образования и науки в целях подготовки высококвалифицированных

специалистов, *«имеющих наряду с глубокими фундаментальными знаниями практические умения, способных осуществлять на самом высоком уровне разработки в области новейшей техники, высоких технологий, наукоемких производств»\**.

Более десяти лет состав кафедр на факультете СМ остается неизменным. Перечень специальностей, которые должны иметь сотрудники предприятий и НИИ для выпуска самых современных образцов ракетно-космической техники и вооружений, определяют 13 кафедр. Совершенствуются созданные за годы существования факультета научно-педагогические школы, развиваются новые направления исследований.

Становление научной школы «Механика крупногабаритных трансформируемых космических конструкций» на кафедре СМ-1 «Космические аппараты и ракеты-носители» (зав. кафедрой чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, проф. В.А. Лапота, зам. зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. В.Н. Зимин) следует отнести к началу 1980-х годов. Тогда же сформировалось научное направление «Фундаментальные проблемы механики крупногабаритных космических конструкций (научный руководитель проф. В.И. Усюкин).

В ответ на потребности страны в развитии космической техники научные исследования этого направления смещаются в область решения практических задач проектирования и создания крупногабаритных трансформируемых космических конструкций для исследования околоземного и межпланетного пространства.

Проектирование и создание крупногабаритных космических конструкций — комплексная проблема, решение которой наряду с рассмотрением традиционных задач механики требует анализа широкого круга взаимосвязанных задач, обусловленных значительными габаритами конструкций в развернутом состоянии, малой динамической жесткостью, влиянием среды пребывания (космический вакуум, высокие градиенты температур) и многими другими факторами. При разработке конструкций космического базирования необходимо учитывать также требования к конструкционным материалам и технологическим процессам, позволяющим обеспечить размеростабильность и надежность элементов конструкции, равно как и к выбору ее оптимальной компоновочной схемы. Выполнение перечисленных требований в конечном счете определяет успех выполнения космической программы.

При создании космических конструкций важным вопросом является также проблема снижения временных и материальных затрат на раз-

---

\* Программа развития МГТУ им. Н.Э. Баумана как национального исследовательского университета техники и технологий. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.

работку. Комплексное решение этих проблем требует подробного математического моделирования поведения конструкции и ее составных частей на всех этапах функционирования (вывод на орбиту, приведение в рабочее состояние, эксплуатационный режим), а также всесторонней наземной экспериментальной отработки. При этом особое значение приобретают этапы разработки и реализации математических моделей, адекватно описывающих особенности конструкций, в сочетании с методами идентификации параметров конструкций и наземными экспериментами.

На этой же кафедре продолжает развиваться научная школа «Механика конструкций из композиционных материалов», основанная в начале 1970-х годов зав. кафедрой чл.-кор. АН СССР, д-ром техн. наук, проф. В.И. Феодосьевым и д-ром техн. наук, проф. Н.А. Алфутовым. В развитие научно-исследовательских работ значительный вклад внес д-р техн. наук П.А. Зиновьев, на протяжении многих лет возглавлявший лабораторию композитов НИИПМ (впоследствии НИИСМ). Подавляющее большинство теоретических и экспериментальных исследований по данному направлению выполнялось в интересах предприятий ракетно-космической промышленности нашей страны.

В настоящее время на кафедре СМ-1 продолжают активные научно-исследовательские работы в области механики композиционных материалов и конструкций. Основными научными проблемами, решаемыми сотрудниками данной кафедры и лаборатории композитов НИИСМ, являются следующие:

- построение математических моделей деформирования и разрушения современных композиционных материалов, в том числе с учетом нелинейных эффектов;
- разработка методов оптимизации конструкций и композитных структур;
- разработка алгоритмов и компьютерных моделей для выполнения оптимизационных расчетов и численного анализа напряженно-деформированного состояния композитных конструкций;
- экспериментальные исследования деформирования и разрушения стекло- и органоуглепластиков, углерод-углеродных и углерод-керамоматричных композитов при различных видах статического и динамического нагружений в условиях нормальной и повышенных температур, в том числе при двух- и трехосном напряженных состояниях;
- экспериментально-теоретическое исследование свойств волокнистых композитов нового поколения, содержащих наночастицы, пьезоактивные элементы, волокна с оптическими свойствами;
- совершенствование методов намотки при производстве тонкостенных композитных конструкций, имеющих форму оболочек вращения.

Научные исследования выполняются не только преподавателями кафедры СМ-1 и сотрудниками лаборатории композитов НИИСМ, но и сотрудниками подразделения лаборатории композитов, которая находится на территории Дмитровского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана и располагает современным испытательным и технологическим оборудованием, например таким как испытательные машины Instron-8800, Zwick/Roell, виброустановки МРА101-L323А, намоточный станок РПН-Н-400-Ф4.

За последние годы опубликовано более 60 научных работ, защищены одна докторская и четыре кандидатских диссертации, в том числе на звание PhD в рамках Соглашения о совместном руководстве по подготовке диссертаций между l'École Centrale de Lyon (г. Лион, Франция) и МГТУ им. Н.Э. Баумана. В настоящее время в научно-исследовательских работах участвуют д-р техн. наук, проф. Б.С. Сарбаев, д-р техн. наук, проф. А.А. Смердов, канд. техн. наук, доц. К.П. Баслык, канд. техн. наук, ст. научн. сотрудник Л.П. Таирова, канд. техн. наук В.В. Муравьев, зав. сектором С.В. Цветков, вед. инженер Г.Г. Кулиш и другие высококвалифицированные сотрудники кафедры и Дмитровского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Основное внимание уделяется НИОКР по заказу предприятий ракетно-космической отрасли. Среди заказчиков такие известные предприятия и организации, как ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, ОАО «ВПК «НПО машиностроения», ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», ОАО «ЦНИИСМ», ОАО «Композит» и др. Кроме того, специалистами лаборатории композитов НИИСМ по заказу ряда предприятий, входящих в структуру ОАО «Газпром», выполнен цикл опытно-конструкторских работ по проектированию и изготовлению облегченных композитных баллонов высокого давления и композитных вставок для систем электрохимической защиты трубопроводов.

Результаты НИОКР, а также испытательное и технологическое оборудование активно используются в учебном процессе кафедры. Основные положения включены в такие учебные дисциплины, как «Механика композитов», «Строительная механика конструкций из композиционных материалов», «Проектирование элементов конструкций ракетной техники из композиционных материалов», «Оптимизация композитных структур и элементов конструкций», «Экспериментальное исследование композитных конструкций», а также в ряд лабораторных работ. На их основе формулируются темы кандидатских диссертаций, дипломных и курсовых проектов, научно-исследовательских работ студентов.

В настоящее время в рамках сложившейся на кафедре СМ-2 «Аэрокосмические системы» (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. А.Г. Леонов, зам. зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. О.Н. Тушев) научно-педагоги-

ческой школы «Проектирование и динамика конструкций аэрокосмических систем» активно развиваются несколько направлений.

Для решения сопряженных задач аэроупругости конструкций аэрокосмических систем нашел применение метод вихревых элементов, в котором учитываются случайные факторы, влияющие на функциональность проектируемой конструкции. Конкретным применением является расчет аэроупругой динамики изделия при подводном старте с учетом интенсивного вихребразования (д-р техн. наук, проф. Г.А. Щеглов).

Создаются методики оценки виброакустического нагружения конструкции гиперзвуковых летательных аппаратов (ЛА) путем адекватной замены акустических испытаний вибрационными (канд. техн. наук, доц. С.Н. Дмитриев).

Разрабатываются имитационные компьютерные модели для исследования динамики элементов конструкций аэрокосмической техники. Строятся имитационные компьютерные модели посадочного устройства возвращаемого аппарата перспективной пилотируемой транспортной системы (ППТС). Исследуется динамика раскрытия посадочного устройства возвращаемого аппарата ППТС (д-р техн. наук, проф. Г.А. Щеглов, д-р техн. наук, проф. О.Н. Тушев).

Кафедра участвует в проекте NEOShield, который предложен и финансируется Европейской комиссией совместно с Роскосмосом. Проект посвящен комплексной проблеме защиты от астероидной опасности объектов размером 50...200 м (непосредственный заказчик ЦНИИМАШ). Сотрудникам кафедры поручена разработка космической платформы (концепция, схема, варианты компоновки и состав) для доставки полезного груза к астероиду (канд. техн. наук, доц. Е.И. Журавлев).

На кафедре исследуется влияние вращения ротора на колебания упругой конструкции ЛА, влияние вращения турбокомпрессорного агрегата воздушно-реактивного двигателя на колебания планера крылатой ракеты, влияние вращения роторов силовых гироскопических элементов и маховой системы стабилизации космических ЛА на упругие колебания конструкции (д-р техн. наук, проф. С.В. Аринчев).

Сотрудниками кафедры (проф. О.Н. Тушевым и доц. А.В. Беляевым) разработаны оригинальные пакеты прикладных программ, позволяющие проводить параметрический и вероятностный анализ упругой и аэроупругой динамики конструкций крылатых ракет и космических ЛА при наличии случайных факторов на основе нелинейных моделей объектов.

Доцентом С.Н. Дмитриевым проведен расчет конструкций панелей солнечных батарей с несущей поверхностью из сетчатого стеклополотна. Разработан алгоритм генерации нитяной сетки, учтены неодно-

родности начальных усилий, возникающие при изготовлении сетки, рассчитаны нелинейные колебания панелей.

Решение линейной задачи механики оболочечных конструкций на основе матричных рядов, развитие методов решения многопараметрических задач строительной механики ЛА и применение новых универсальных методов решения краевых и начально-краевых задач с контролируемой погрешностью осуществлены д-ром техн. наук, проф. Ю.И. Виноградовым.

Доцентом В.А. Грибковым разработаны подходы, позволяющие с использованием общих программных комплексов анализировать динамические процессы, которые возникают в корпусе ЛА и жидком топливе, частично заполняющем упругие баки.

Исследование в области разработки новых методов анализа и проектирования релейных систем стабилизации космических ЛА, решение задач анализа и синтеза систем стабилизации с неполной информацией — сфера интересов деятельности канд. техн. наук, доц. Р.П. Симоньянца.

Разработка новых и совершенствование известных методик проектирования перспективных конструкций космических и атмосферных ЛА, баллистическое проектирование проводятся канд. техн. наук, доц. В.В. Зеленцовым.

Научные школы и интересы *кафедры СМ-3 «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов»* (зав. кафедрой чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, проф. В.А. Соловьев, зам. зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. В.В. Корянов) охватывают вопросы управления полетами космических аппаратов (КА), динамики полета, баллистического и аэродинамического проектирования ракет, а также управления аэродинамическими характеристиками ЛА.

В соответствии с приоритетным направлением «Космическая техника и космические технологии» выполняется работа «Автоматизированная система управления полетом перспективных космических аппаратов и комплексов». Руководитель темы — проф. кафедры Г.Г. Ступак, а основными исполнителями являются д-р техн. наук, проф. В.Е. Любинский, д-р техн. наук, проф. В.В. Бетанов, ст. преподаватель кафедры В.П. Нелюба, канд. техн. наук, доц. С.В. Соловьев.

В рамках ОКР предложены пути расширения функций, выполняемых каждым из центральных звеньев системы управления полетом, повышения качества выполнения этих функций, направленные на устранение существующих недостатков методов и средств управления; методы, обеспечивающие необходимую оперативность и гибкость системы управления в распознавании нештатных ситуаций в ее структуре и функционировании, а также ее оперативную адаптацию к новым усло-

виям работы и т. п. Все это внедряется в работу Центра управления полетами.

В настоящее время в рамках международного гранта проф. В.П. Казаковцев и доц. В.В. Корянов работают над проектом «Спуск в атмосфере: совместное с Россией развитие технологий, использующих надувные конструкции», выполняемым МГТУ им. Н.Э. Баумана вместе с Финским метеорологическим институтом в соответствии с 7-й рамочной Европейской научной программой. Ими предложен метод исследования динамики углового движения космического спускаемого аппарата с надувным тормозным устройством (НТУ), который позволяет на этапе проектирования определять требуемую поперечную жесткость конструкции НТУ, обеспечивающую устойчивое движение различных космических спускаемых аппаратов на всей траектории спуска. В рамках данной работы были сделаны два доклада на международных отчетных встречах участников проекта в Хельсинки (2012) и Брюсселе (2013).

Профессора Л.Н. Лысенко и В.В. Бетанов ведут научно-исследовательскую работу «Разработка методологии баллистико-навигационного обеспечения (БНО) управления космическими полетами». В рамках данной работы был выполнен первый этап «Теоретические основы БНО управления околоземным полетом автоматических КА и пилотируемых комплексов».

Областью научных интересов проф. В.В. Бетанова является решение обобщенных некорректных задач БНО применительно к объектам различного типа. Профессор Л.Н. Лысенко — основатель научной школы динамики полета управляемых ЛА баллистического типа — осуществляет научное руководство проектом и непосредственно участвует в разработках образцов специального вооружения.

С 2011 г. под руководством автора настоящей статьи проф. В.Т. Калугина на кафедре проводится поисковая научно-исследовательская работа по заказу Министерства обороны РФ. Основным направлением работы является совершенствование аэродинамических характеристик перспективных ЛА. Работа включает как расчетные, так и экспериментальные направления и ведется в сотрудничестве с МАТИ им. К.Э. Циолковского, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН и кафедрой СМ-6 нашего факультета. Проект выполняется преподавателями кафедры А.Г. Голубевым, А.Ю. Луценко, Е.Г. Столяровой, П.А. Чернухой и И.А. Сутыриным.

В области аэродинамических исследований сотрудники кафедры выполняют НИР «Разработка систем аэродинамической стабилизации грузов на внешней подвеске летательных аппаратов» (научный руководитель проф. В.Т. Калугин), включающую физическое и математическое моделирование различных, в том числе перфорированных, стаби-

лизирующих устройств, обеспечивающих повышение скорости доставки грузов и ограничение амплитуды их колебаний. Оптические исследования потока проводятся с помощью современного PIV-метода в немецком аэродинамическом центре DLR (Геттинген), весовой и дренажный эксперименты — в лабораториях кафедры, математическое моделирование — с использованием коммерческих (SolidWorks и Ansys) и открытых (OpenFOAM) пакетов вычислительных программ. Активное участие в этой работе принимают доценты А.Ю. Луценко, Е.Г. Столярова, П.А. Чернуха, А.И. Хлупнов, ст. преподаватель А.Г. Голубев, ассистенты А.А. Мичкин, С.В. Стрижак и А.С. Епихин.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана, в основном на кафедре СМ-3 (проф. В.Т. Калугин, канд. техн. наук С.В. Стрижак, А.А. Мичкин, А.Г. Голубев, А.С. Епихин), проводится работа по внедрению свободного программного обеспечения (СПО) в научный и учебный процесс. Данное направление напрямую связано с инновационной программой «Университетский кластер» ([www.unicluster.ru](http://www.unicluster.ru)), принятой 4 сентября 2008 г. Российской академией наук (ИСП РАН и МСЦ РАН) и компанией «Синтерра». Программа направлена на повышение уровня использования технологий параллельных и распределенных вычислений в образовательной и научно-исследовательской деятельности, а также на их ускоренное внедрение в промышленность России.

С этой целью в рамках программы «Университетский кластер» в начале 2011 г. была создана технологическая платформа исследований, разработок и образования в области параллельных и распределенных вычислений ([www.unihub.ru](http://www.unihub.ru)). Названная платформа объединяет в концепции «облачных» вычислений такие возможности, как доступ к ресурсам (высокопроизводительные системы, хранилища данных, центры компетенции), передача знаний (лекции, семинары, лабораторные работы) и механизмы, поддерживающие деятельность сообщества профессионалов.

В рамках одного из проектов, выполняемых по программе «Университетский кластер», при участии сотрудников кафедры СМ-3 ведутся работы, целью которых является интеграция в вычислительную инфраструктуру свободных прикладных пакетов, обеспечивающих полный цикл решения задач механики сплошной среды и аэродинамики: SALOME, OpenFOAM, ParaView.

Появление технологической платформы программы «Университетский кластер» дало возможность решить не только эту задачу, но и создать полноценную предметно-ориентированную тематическую группу UniCFD и Web-лабораторию, что позволяет находиться в русле стратегии развития Национальной программной платформы (<http://tp-npp.ru/>).



В качестве вычислительных ресурсов Web-лаборатории используются интегрированные в технологическую платформу программы «Университетский кластер» кластерные системы ИСП РАН, МСЦ РАН и суперкомпьютер «Ломоносов». В лаборатории пользователями создана тематическая группа «Аэродинамика». Были выполнены расчеты нескольких модельных задач: истечения сверхзвуковой струи, обтекания спускаемого аппарата и кругового конуса, профиля крыла, цилиндра, цилиндр-профиля крыла, распыл струи жидкого топлива и др. Сотрудниками кафедры СМ-3 решены более сложные задачи: турбулентное обтекание диагностического аппарата-зонда, вращающегося ЛА, тормозного щитка и киля самолета, гиперзвукового ЛА. По созданному на базе Web-лаборатории открытому курсу «Основы использования свободных пакетов OpenFOAM, SALOME и ParaView при решении задач механики сплошных сред» проведена серия тренингов для представителей университетов и промышленных предприятий. Web-лаборатория была успешно использована при проведении одного из учебных курсов на факультете СМ. Дальнейшее развитие Web-лаборатории и группы UniCFD связано с интеграцией новых открытых пакетов, таких как Dakota (оптимизационные расчеты), Calculix (прочностные расчеты), FDS (моделирование пожаров) и др.

На кафедре СМ-4 «Высокоточные летательные аппараты (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. В.В. Селиванов) и в отделе СМ2-1 НИИСМ в настоящее время ведутся НИР по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники России «Перспективные вооружения, военная и специальная техника» и «Безопасность и противодействие терроризму». В рамках этих направлений совместно с отраслевыми организациями (ФГУП «ЦНИИХМ», ОАО «ФНПЦ «НИИПХ», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ОАО «НИИИ», ОАО «КНИИМ», ОАО «ГосНИИ «Кристалл», ОАО «ГосНИИмаш», ОАО «ГНПП «Регион» и др.) и силовыми структурами (Минобороны, МВД и ФСБ России) решаются различные задачи по разработке:

- высокоэффективных средств поражения и боеприпасов;
- новых взрывчатых составов повышенной эффективности и эксплуатационной безопасности;
- экспериментальных стендов, установок, устройств и соответствующих методик для исследования взрывных и ударных процессов;
- способов и конструкций защиты от средств поражения и боеприпасов;
- взрывных технологий для решения различных задач военного и гражданского назначения;
- методов и технологий утилизации боеприпасов и других средств военной техники;

- нетрадиционных путей обезвреживания взрывных устройств и разминирования местности;
- технологий и средств противодействия терроризму;
- оружия нелетального действия;
- технологий обеспечения защиты и жизнедеятельности критически важных и опасных объектов от угроз террористических проявлений;
- научно-методического и программного обеспечения расчетов функционирования средств поражения и боеприпасов различного назначения, проведения взрывотехнических, криминалистических и экологических экспертиз.

Расширению научных связей с зарубежными странами во многом способствовала общая обстановка в стране, когда многие отраслевые организации начали активно продвигать оборонную продукцию на мировой рынок, широко рекламировать ее через участие в выставках и представление в средствах массовой информации, издавать подробные информационно-технические буклеты и энциклопедии, в том числе и по боеприпасам различного назначения. Большой открытости боеприпасной тематики способствовало также значительное расширение области научных исследований и сотрудничества.

Примером этому могут служить успешные выступления преподавателей кафедры на международных симпозиумах по баллистике и высокоскоростному соударению. Первых премий за лучшие научные доклады удостоились А.В. Бабкин, С.В. Ладов, С.В. Федоров (HVIS 2010, Freiburg, Germany), С.С. Рассоха, Г.А. Кубышкина, С.В. Ладов, А.В. Бабкин (ISB 2013, Freiburg, Germany).

Продолжается научно-техническое сотрудничество между МГТУ им. Н.Э. Баумана и ведущими научными центрами Европы и США по проблемам борьбы с терроризмом в части разработки специальных технических средств противодействия ему. Главная роль в данной области отводится кафедре СМ-4 и ее научной составляющей — отделу НИИСМ. Курирует эту работу проф. В.В. Селиванов. Начало сотрудничеству преподавателей и научных сотрудников МГТУ им. Н.Э. Баумана с зарубежными специалистами и учеными, занимающимися проблемами разработки технических средств противодействия терроризму, было положено в октябре 1996 г. на российско-американской конференции «Роль современного оружия в миротворческих и антитеррористических операциях» (“The Role of Advanced Weapons in Joint Peacekeeping and Anti-Terrorism operations”), которая состоялась в США (Easton, Maryland). На этой конференции проф. В.В. Селивановым был представлен доклад «Научно-методические основы безопасности применения современных боеприпасов в миротворческих и антитеррористических операциях» (“Scientific-Methodological Fundamentals of Safety of Application of Mo-

dern Ammunition in Peacekeeping and Antiterrorism Operations”), вызвавший большой интерес и инициировавший дальнейшие плодотворные контакты с зарубежными учеными в указанной сфере.

В проведении НИОКР на кафедре СМ-4 активно участвуют профессор А.Б. Бабкин, В.Н. Охитин, В.В. Селиванов, доценты В.А. Велданов, Н.А. Имховик, В.И. Пусев, С.А. Люшнин, С.В. Ладов, С.С. Рассоха, ст. преподаватель С.В. Федоров, зав. лабораторией кафедры В.А. Марков, вед. научн. сотрудник Е.Ф. Грязнов, зав. лабораторией НИИСМ С.С. Меньшаков, ст. научн. сотрудник М.М. Бойко, научные сотрудники И.А. Перевалов, С.И. Климачков и другие.

Ими выполняются НИР по следующим направлениям:

- комплексная разработка нетрадиционных путей повышения эффективности действия средств поражения и боеприпасов (обезвреживание взрывных устройств и разминирование местности, проработка конструктивных схем «активных» боеприпасов, электромагнитное управление кумулятивным эффектом взрыва, проработка схем боеприпасов с объемно-детонирующей и термобарической смесями, проработка схем артиллерийских боеприпасов двойного назначения и др.);

- системные исследования и разработка технических средств противодействия терроризму (специальные средства нелетального действия, база данных для оружия нелетального действия, стойкость боевого снаряжения и др.);

- разработка стендов, установок, устройств и соответствующих методик измерений и компьютерной обработки получаемых экспериментальных данных для исследования взрывных и ударных процессов (экспериментально-лабораторный пневмобаллистический комплекс, лабораторный комплекс для исследования ударно-волновых процессов в воздухе и жидких средах на основе локальной генерации энергии, установка для генерации и изучения вихревых полей и др.);

- разработка научно-технического обеспечения (методик, программ расчета, мультимедийных клипов, видеофильмов, баз данных) для компьютерного проектирования боеприпасов и создания систем экспертных оценок техногенных, террористических и криминальных взрывов.

В настоящее время кафедра СМ-5 «Автономные информационные и управляющие системы» (АИУС) (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. А.Б. Борзов) проводит исследования и готовит специалистов в области проектирования систем специального и общетехнического назначения.

АИУС осуществляют обнаружение и распознавание объектов локализации, оценивают параметры их движения, обрабатывают информацию и выдают управляющие команды на исполнительные устройства. АИУС находят применение при разработке перспективных автономных интел-

лектуальных сенсорных систем, помехозащищенных систем связи, навигации и управления. Основными объектами разработки являются системы ближней локации. При создании АИУС используются новейшие достижения радиоэлектроники, информационной техники и технологий приборостроения.

На кафедре работают два отдела НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана: «Системы ближней локации» (руководитель д-р техн. наук, доц. К.П. Лихоedenко) и «Автономные информационные системы» (руководитель доц. С.В. Суворов).

Научные направления кафедры и отделов НИИСМ разделены по функциональному назначению АИУС.

В рамках направления локационных АИУС ведутся работы в области проектирования и исследования систем ближней локации (СБЛ) в части первичных устройств передачи, приема и обработки сигналов. Разрабатываются модели и алгоритмы функционирования АИУС, изготавливаются макетные и опытные образцы изделий, проводятся моделирование, оценка помехозащищенности и эффективности АИУС. Основными объектами разработки данного направления являются радиолокационные, акустические, гидроакустические, сейсмические, магнитные и электростатические тракты АИУС. Исследования в области радиолокационных АИУС проводятся под руководством зав. кафедрой, д-ра техн. наук, проф. А.Б. Борзова. Эти работы выполняются по грантам Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Президента РФ, причем основную часть составляют государственные контракты по заказу Минобороны России, Минпромторга России или специальных ведомств.

Обработка сигналов в АИУС — научное направление кафедры, основателем и создателем научно-педагогической школы которого является д-р техн. наук, проф. В.К. Хохлов. Основная решаемая научная проблема — анализ и синтез трактов обнаружения, распознавания, оценки параметров и пространственно-временной обработки сигналов с учетом специфики АИУС. Высокую научную перспективу имеют задачи применения и развития разработанных регрессионных и нейросетевых методов обнаружения и распознавания применительно к гидроакустическим навигационным системам.

Работы по теории синхронизации в АИУС проводятся под руководством д-ра техн. наук, проф., лауреата Государственной премии, заслуженного деятеля науки и техники РФ Б.И. Шахтарина. Основная решаемая научная проблема — анализ и синтез систем синхронизации на основе теории оптимальной нелинейной фильтрации, теории нелинейных систем автоматического управления с учетом особенностей сигналов различного типа.

Следующим научным направлением кафедры является исследование микроэлектромеханических устройств АИУС. В этих структурно сложных устройствах интегрированы механические и электронные элементы, работающие в экстремальных условиях. Они избирательно реагируют на внешние динамические воздействия и выдают управляющие команды на исполнительные элементы. В рамках НИОКР разрабатываются микроэлектромеханические малогабаритные датчики различного назначения, устройства защиты от перегрузок информационно-телекоммуникационной аппаратуры, микромеханические устройства АИУС. Работы в области исследования и проектирования электромеханических систем, а также методов испытаний возглавляет канд. техн. наук, доц. А.К. Ефремов.

Следует отметить несколько проектов, выполняемых сотрудниками кафедры СМ-5, обладающих инновационными признаками как по достигнутым результатам, так и по методам их получения. К числу ОКР относятся работы по заказу Минпромторга России по разработке аналоговых СВЧ-фильтров для формирования и распознавания сверхширокополосных коротких импульсов в приемо-передающих трактах перспективных систем радиолокации и телекоммуникации (шифр «Одноцветник-16»); разработка комплекта синтезаторов частот 9 кГц...50 ГГц (шифр «Многоцветник-11»); разработка вычислительных алгоритмов широкополосной обработки сигналов распределенной радиолокационной системы (шифр «Реактив-СМ»); исследование и разработка бортового приемо-передающего устройства на основе СВЧ-микромодулей (шифр «Микромодуль-РВ»).

В качестве НИР исполняются: разработка методов исследований и технических решений по созданию радиолокационных датчиков ближнего действия субмиллиметрового и терагерцового диапазона для устройств управления и принятия решений гражданского и военного назначения, исследования путей создания скрытных радиолокационных систем разведки на основе нелинейной хаотической динамики и адаптивной пространственно-временной обработки.

В 2012 г. на кафедре защищены одна докторская диссертация по спецтеме (К.П. Лихоеденко) и четыре кандидатские диссертации.

*Кафедра СМ-6 «Ракетные и импульсные системы»* (зав. кафедрой д-р техн. наук В.М. Кашин) в соответствии с приоритетным направлением развития Университета проводит исследования по разработке средств обычных вооружений и боеприпасов.

Фундаментальные исследования, прикладные НИОКР, выполненные на кафедре под руководством и при непосредственном участии возглавлявших ее ученых, обеспечили ведущую роль кафедры в области теории и практики разработки артиллерийского и ракетного воору-

жения. Именно они определили сегодняшнее лицо кафедры, признанной ведущей как в области подготовки специалистов высшей квалификации, так и в области современной теории проектирования артиллерийского и ракетного вооружения.

Результаты научных исследований ученых кафедры нашли свое применение при создании ряда высокоэффективных комплексов вооружения, среди которых минометный комплекс с корректируемой миной «Смельчак», РС30 «Смерч», оперативно-тактический ракетный комплекс «Точка», стратегическая ракета средней дальности, известная под названием SS-20, и др.

В рамках научно-педагогической школы кафедры в области создания систем ракетного и артиллерийского вооружения выполняются научные исследования по повышению эффективности и надежности вооружения, формированию принципиально новых информационных технологий проектирования ракетного и ствольного оружия, автоматизированному анализу и синтезу новых технических решений, баллистическому проектированию реактивных двигательных установок и ствольных систем традиционных и специальных схем.

В настоящее время сотрудники кафедры выполняют четыре основных проекта:

- разработка образцов ракетного вооружения тактического назначения (руководитель д-р техн. наук, проф. В.П. Строгалев, исполнители канд. техн. наук, доц. И.О. Толкачева и инженер М.С. Товарнов); здесь ведутся НИР по разработке информационной технологии получения проектных решений управляемых ракет тактического назначения (госбюджет Минобрнауки) и исследованию возможности повышения характеристик изделий с твердотопливных и воздушно-прямоточных ракетных двигателей (хозрасчет ФГУП «КБМ») за счет рационального выбора проектных параметров;

- разработка образцов артиллерийского и стрелкового вооружения (руководитель канд. техн. наук, доц. В.Г. Черный, исполнители канд. техн. наук, доц. А.Н. Лебединец, канд. техн. наук, доц. В.С. Суляев, канд. техн. наук, доц. В.С. Васильев); основные работы данного проекта ведутся по натурным испытаниям комплектующих микромодулей на ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», по увеличению эффективности стрельбы и экспериментально-теоретическому обоснованию конструктивно-компоновочных схем активно-реактивных снарядов — в ОАО «НИМИ», а по разработке имитационной модели фейерверочного комплекса — в ОАО «Пиро-Росс»;

- создание лаборатории коллективного пользования «Центр экспериментальной физики быстропротекающих процессов» в Дмитровском филиале МГТУ им. Н.Э. Баумана (руководитель канд. техн. наук, доц.

А.С. Карнейчик, исполнитель зав. лабораторией В.В. Жильцов); в рамках этого проекта ведутся экспериментальные исследования в области разработки, производства, внедрения, эксплуатации, ремонта и утилизации вооружения, военной и специальной техники, технических средств противодействия терроризму.

По результатам работ за последний год на кафедре СМ-6 были защищены одна докторская и три кандидатских диссертации, опубликовано 27 статей, сделано 10 докладов на российских и международных конференциях.

На кафедре СМ-7 «Специальная робототехника и мехатроника» (зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. И.В. Рубцов) накоплен большой опыт в области создания робототехнических систем специального назначения, отработаны принципы построения мобильных роботов. Преподаватели и сотрудники кафедры ведут ОКР и научные исследования в следующих направлениях.

Разработка специальной робототехники осуществляется под руководством зав. кафедрой, лауреата премии Правительства РФ И.В. Рубцова.

Космическая робототехника создается под руководством проф. кафедры, д-ра техн. наук А.Г. Лескова в Дмитровском филиале МГТУ им. Н.Э. Баумана.

По направлению дистанционных мобильных роботов, предназначенных для работы в чрезвычайных ситуациях, НИОКР проводятся лауреатом премии Правительства РФ, канд. техн. наук, доц. В.Б. Кудряшовым и сотрудниками его отдела в НИИСМ.

В последние годы на кафедре СМ-7 дальнейшее развитие получила теория робототехнических систем. Разработаны новые методы управления и математического моделирования манипуляторов. На их основе созданы универсальные пакеты программ автоматизированного моделирования и проектирования роботов. На базе новых разработок в учебно-экспериментальном центре МГТУ им. Н.Э. Баумана (подмосковный поселок Орево) был также создан вычислительный комплекс, позволяющий моделировать робототехнические системы в реальном масштабе времени и отрабатывать системы дистанционного управления ими. Вычислительный комплекс используется при подготовке космонавтов по управлению манипуляторами на орбите.

В связи с тем что МГТУ им. Н.Э. Баумана стал признанным научным центром исследований в области робототехники, в Университете был организован Научно-учебный центр «Робототехника» как головная организация в этой области науки и высшего образования. В работе центра участвовали крупные московские вузы и институты РАН. Его создание укрепило творческие связи научной школы робототехники

МГТУ им. Н.Э. Баумана как с самой Академией наук, так и с промышленными организациями.

По заданию Минобороны России выполнена НИР «Ахтубинец» по созданию системы автономного управления движением (САУД), которая позволяет осуществлять автоматическую маршрутную навигацию и управление движением наземных робототехнических комплексов (РТК), навигационной подсистемы, обеспечивающей ориентацию, местоположение РТК и привязку текущих моделей внешней среды к цифровой карте местности (базе данных) с точностью, необходимой для осуществления автономного движения РТК в условиях индустриально-городских сред, сети дорог и пересеченной местности. Кроме того, создана подсистема технического зрения, обеспечивающая получение и обработку информации от датчиков различной физической природы для определения характеристик зоны движения РТК, внедрен комплекс алгоритмов и программ, обеспечивающих автоматическое определение ориентации и местоположения РТК, движение по критерию проходимости, планирование и отработку текущих траекторий движения РТК с привязкой к цифровой карте местности и заданному маршруту в реальном масштабе времени.

Разработанная САУД была испытана на полигонах в составе РТК «Алиса», «Клави́р» и «Варан».

Для повышения эффективности работы операторов в дистанционном режиме управления и обеспечения режимов автономного управления движением в рамках ОКР «Ориентир» был разработан комплект модулей интеллектуального управления для РТК МЧС, который позволяет осуществлять:

- мониторинг рабочей среды, анализ опасных факторов и выявление запретных зон для движения;
- автоматический возврат в зону уверенного радиообмена или в точку старта в случае потери связи;
- автоматическую конфигурацию манипулятора или иных рабочих органов в транспортное, рабочее или иные положения.

Наибольший вклад в разработку и создание робототехнических комплексов специального назначения и робототехнических модулей внесли преподаватели кафедры СМ-7 и сотрудники НИИСМ: зав. кафедрой И.В. Рубцов, доценты В.Б. Кудряшов, В.А. Панков, В.П. Носков, И.К. Романова, ст. преподаватели Ю.Р. Кузин, А.К. Токарев, руководитель сектора НИИСМ В.С. Лапшов, ст. научн. сотрудники А.В. Калинин, К.Ю. Машков.

*Кафедра СМ-8 «Стартовые ракетные комплексы* (зав. кафедрой чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, проф. И.В. Бармин, первый зам. зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. В.В. Чугунков) специализируется в области



расчета, проектирования и эксплуатации устройств (систем) стартовых комплексов ракет и космических аппаратов.

По договоренностям с ФГУП «ЦЭНКИ», ФГУП «КБОМ» и ФГУП «ЦКБТМ» сотрудниками кафедры и отдела стартовых комплексов НИИСМ проведены работы по расчетному обоснованию конструкций стартовой системы и кабель-заправочной мачты стартовых комплексов для новых модификаций ракеты-носителя «Союз». По результатам проведенных исследований коллективом исполнителей в составе В.С. Абакумова, В.А. Бошняка, В.А. Зверева, В.А. Игрицкого, В.В. Ломакина, А.В. Ульяненкова, А.В. Языкова под руководством д-ра техн. наук, проф. В.В. Чугункова предложены технические решения, направленные на обеспечение прочности и улучшение конструкций ряда узлов и агрегатов стартовой системы для ракеты-носителя «Союз-СТ», реализованные при разработке технической документации и создании нового стартового комплекса для этой ракеты в Гвианском космическом центре. Кроме того, предложены технические решения для обеспечения прочности и улучшения конструкций ряда узлов и агрегатов стартовой системы для новой ракеты-носителя легкого класса «Союз-2.1в» на космодроме «Плесецк», осуществленные при разработке проектной документации и модернизации стартового комплекса, ввод которого в опытную эксплуатацию намечен в 2013 г.

В работах по обоснованию конструкций кабель-заправочной мачты стартового комплекса в Гвианском космическом центре помимо сотрудников кафедры СМ-8 принимали участие специалисты кафедр СМ-1 и СМ-2.

Для строящегося нового космодрома «Восточный» сотрудниками кафедры СМ-8 проведено расчетное обоснование технических решений, направленных на обеспечение прочности и жесткости несущих конструкций трансбордера технического комплекса космодрома, которые реализованы при разработке эскизного и технического проекта в филиале ФГУП «ЦЭНКИ» — КБ «Мотор» в 2012 г., а также разработаны математические модели рационального охлаждения и обезвоживания углеводородного горючего перед заправкой в топливные баки ракет для обоснования построения комплекса хранения и подготовки высококипящих компонентов ракетного топлива на космодроме «Восточный».

По результатам выполненных работ преподавателями кафедры защищены одна докторская и две кандидатские диссертации, подготовлены три монографии и семь учебных пособий, которые используются студентами при изучении различных дисциплин, выполнении практических работ, домашних заданий, курсовых и дипломных проектов.

В настоящее время кафедра «Стартовые ракетные комплексы» продолжает подготовку высококвалифицированных инженеров и научных работников для предприятий ракетно-космической отрасли, решает задачи научного сопровождения ОКР по созданию стартового оборудования перспективных ракетных комплексов.

На сегодняшний день *кафедра СМ-9* «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы» (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. В.Н. Наумов) специализируется в области разработки эффективных транспортных средств высокой проходимости, предназначенных для эксплуатации в экстремальных условиях. Основные направления научной работы — военные гусеничные машины, многоцелевые машины гражданского назначения и мобильные роботы. При этом ведутся работы по совершенствованию трансмиссии, ходовых систем, корпуса транспортных средств.

Тесная связь кафедры с разработчиками новой бронетанковой техники обусловила проведение исследований долговечности и прочности трансмиссии и создание регулируемых гидрообъемных передач для тяжело нагруженных колес и гусеничных машин. Освоение космического пространства вызвало необходимость проведения исследований ходовой части транспортных роботов, предназначенных для движения по поверхности других планет. Работы по данному направлению возглавляет проф. В.Н. Наумов.

На кафедре СМ-9 под руководством д-ра техн. наук, проф. Е.Б. Сарача проведена НИР «Гараж-2.4» по созданию дизель-электрической силовой установки, электронной мультиплексной системы управления и диагностики и гидропневматической подвески для унифицированных семейств армейских многоцелевых автомобилей нового поколения, выполненная по заказу Главного автомобильно-бронетанкового управления совместно с ОАО «УАЗ». В результате была разработана гибридная электротрансмиссия для автомобиля УАЗ-2970 и определены принципы проектирования и управления такими трансмиссиями (основные разработчики А.А. Стадухин, А.А. Ципилев).

На кафедре ведутся теоретические и экспериментальные исследования рабочих процессов высокоподвижной модульной платформы нового поколения для монтажа и транспортировки перспективного вооружения и военной техники, разработка алгоритмов функционирования и расчета параметров гидропневматической системы подпрессоривания, а также научные исследования ходовой системы колесной машины повышенной проходимости (В.Н. Наумов, Е.Б. Сарач, А.В. Морозов, А.А. Стадухин), опорно-профильной проходимости мобильных роботов с целью изучения процесса взаимодействия движителя транспортного средства с грунтом (В.Н. Наумов, К.Ю. Машков, Д.А. Чижов).

За последние годы по результатам выполненных работ преподавателями кафедры защищены одна докторская и одна кандидатская диссертации, опубликованы одна монография и пять учебных пособий, которые используются студентами при изучении различных дисциплин, выполнении практических работ, домашних заданий, курсовых и дипломных проектов.

*Кафедра СМ-10 «Колесные машины»* (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. Г.О. Котиев) — одна из ведущих кафедр университетов России в работах по созданию семейства колесных машин высокой проходимости и бронированных автомобилей.

За последнее пятилетие на кафедре колесных машин под руководством проф. Г.О. Котиева, доцентов А.Н. Вержбицкого, А.А. Смирнова, А.Б. Фоминых при непосредственном участии сотрудников НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана выполнялись НИОКР по направлениям научных и конструкторских школ кафедры по заказу предприятий отрасли, Минобороны и МВД России.

Совместно с ОАО «АвтоВАЗ» осуществлялись разработки методик проектирования автомобиля в отношении функциональных свойств — долговечности, виброакустики, безопасности и др., анализ и научно-технические экспертизы предложений по новым техническим решениям, поступающим в адрес ОАО от сторонних организаций, по разработке концептуальной схемы трансмиссии 4 × 4 для нового автомобиля Lada Niva, предусматривающей поперечную установку силового агрегата.

Вместе с ЦАГИ проводятся НИР по анализу условий применения и технических решений существующей и перспективной транспортной техники, обеспечивающей наземную инфраструктуру малой авиации в труднодоступных регионах, а также по анализу внешних условий базирования и формирования соответствующих типов транспортных средств высокой проходимости, обеспечивающих возможность круглогодичного функционирования узлов авиационной инфраструктуры в Арктике и Антарктике.

Совместно с МВД России исследуются возможности создания взрывозащищенного штурмового бронированного специального автомобиля малого класса и БТР для Внутренних войск РФ.

Кафедрой по заказу Минобороны России ведутся работы по теоретическому и экспериментальному исследованию рабочих процессов высококомобильной модульной платформы нового поколения для монтажа и транспортировки перспективного вооружения и военной техники (совместно с ОАО «КАМАЗ»).

Под руководством проф. Г.И. Гладова проводятся исследования по совершенствованию управляемости, устойчивости и маневренности

многозвенных большегрузных автопоездов в тяговом и тормозном режимах, а также по созданию методов оптимального распределения мощности по ведущим колесам автопоезда. Результаты этих работ внедрены в организации «КБ «МОТОР»» при проектировании и создании многозвенных автопоездов, необходимых для специальных целей и в народном хозяйстве.

Наряду с прогнозированием и оценкой прочности и жесткости конструкций при статическом и динамическом нагружениях проф. В.Н. Зузовым получены методы оптимального проектирования и оценки пассивной безопасности кабин и кузовов колесных машин. Внедрение методики поиска оптимальных решений для сложных несущих систем при большом числе варьируемых параметров, разработанной В.Н. Зузовым, позволило существенно снизить массу несущих систем автомобилей и тракторов. Созданное программное обеспечение используется на заводах, в НИИ и учебных заведениях.

В ходе выполнения указанных работ были защищены две докторские диссертации (В.А. Горелов, М.М. Жилейкин) и более десяти кандидатских, опубликовано более 100 научных статей и докладов.

Научные подразделения *кафедры СМ-11* «Подводные аппараты и роботы» (зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. В.В. Вельтищев) в настоящее время выполняют исследования и опытно-конструкторские разработки по нескольким основным направлениям.

Известно, что один из наиболее кардинальных путей совершенствования существующих обитаемых подводных средств (подводных лодок и глубоководных обитаемых аппаратов) основан на широком внедрении робототехнических систем. Комплексы и системы, предназначенные для использования в составе подводных средств, характеризуются целым рядом принципиальных особенностей и формируют новый класс обитаемых систем подводного базирования. Процесс роботизации подводных обитаемых систем является абсолютно новым явлением не только для нашей страны, но и для всего мирового подводного судостроения.

В последние годы подразделения кафедры СМ-11 под общим руководством зав. кафедрой В.В. Вельтищева выполнили несколько проектов в этой области. К ним можно отнести цикл работ по роботизации обитаемых спасательных глубоководных аппаратов ВМФ России по проектам 1855 «Приз» и 1827 «Бестер», в рамках которых созданы и доведены до серийного изготовления: манипуляционный комплекс «УПМУ-1Л» (гл. конструктор изделия — зав. кафедрой В.В. Вельтищев); комплекс телевизионной аппаратуры наблюдения и документирования «ТАД-1М» (гл. конструктор — зав. сектором А.И. Тетющенко) и система обработки телевизионной информации «СОТИ-С» (гл. конструктор — доц. ка-

федры А.Н. Кропотов). В рамках проведенных ОКР кроме решения основной задачи создания робототехнических систем, интегрированных в конструкцию обитаемых подводных средств, постепенно формировалась совокупность теоретических, методических и инженерно-практических основ для проектирования систем нового класса.

Традиционным направлением работы кафедры является разработка систем управления движением для необитаемых подводных средств различного назначения (руководитель — зав. сектором, доц. кафедры С.А. Егоров). Все созданные системы управления доведены до опытных образцов. Система управления телеуправляемого подводного комплекса «Маевка», разработанная по заказу ОАО «ГНПП «Регион», в 2009 г. принята на вооружение в ВМФ России.

Исследования по поиску новых принципов и методов построения подводных систем технического зрения на кафедре проводятся под руководством доц. А.Н. Кроптова. Разработанные новые алгоритмы обработки в виде изображений позволили создать реальные образцы систем технического зрения, обеспечивающие высокоточное измерение параметров движения подводных объектов. Выходные данные таких измерителей принципиально нового типа можно использовать для информационного обеспечения систем управления движением и коррекции навигационных систем различных типов.

Самое новое направление научной деятельности кафедры — исследование методов и алгоритмов управления группировкой автономных необитаемых аппаратов. Разработка сетевых технологий мультиагентского управления является необходимым условием дальнейшего развития отечественной подводной робототехники. К решению фундаментальных и прикладных задач в этой области сейчас подключен весь научный состав кафедры.

Результаты научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности коллектива кафедры позволили МГТУ им. Н.Э. Баумана занять лидирующие позиции в отечественной подводной робототехнике, а их внедрение в учебный процесс обеспечивает высокое качество подготовки новых инженерных кадров.

По инициативе профессора кафедры С.П. Северова на факультете СМ образован новый учебно-научный молодежный центр «Гидронавтика», в котором студенты кафедры СМ-11 и других кафедр Университета имеют возможность самостоятельно создавать реальные конструкции необитаемых подводных аппаратов. Кроме того, студенты, с разработанной ими техникой, получают опыт участия в ежегодных международных соревнованиях студенческих команд в США.

Подготовка высококвалифицированных специалистов на кафедре СМ-12 «Технология ракетно-космического машиностроения» (зав. ка-

федрой д-р техн. наук, проф. В.А. Тарасов) базируется на принципе участия студентов в перспективных научных разработках технологии специального машиностроения, которые осуществляются кафедрой по двум основным направлениям:

- повышение эксплуатационных характеристик машиностроительной продукции специального назначения на базе разработки новых технологических процессов (под руководством д-ра техн. наук, проф. В.А. Тарасова, д-ра техн. наук, проф. А.Ф. Пузрякова, д-ра техн. наук, доц. В.Д. Баскакова, канд. техн. наук, доц. В.И. Колпакова);

- повышение производительности и точности размерной обработки и сборки изделий (под руководством д-ра техн. наук, проф. М.А. Комкова, д-ра пед. наук, проф. А.Л. Галиновского, канд. техн. наук, доц. Л.А. Кашубы).

В рамках первого направления в последние годы разработаны математические модели упругого деформирования вантово-сетевой конструкции отражающей поверхности 12-метровой космической антенны, предложенной в ОАО «РКК Энергия» им. С.П. Королева, создана технология деформационной регулировки положения точек поверхности антенны, обеспечившей требования точности ее формы. Работа завершена защитой кандидатской диссертации Н.В. Полухиным (научный руководитель В.А. Тарасов).

В интересах этого же предприятия проведен комплекс исследований в области конструктивно-технологического совершенствования композитных конструкций на базе наномодифицирования компонентов композиционного материала. В настоящее время Н.А. Степанищевым подготовлена к защите кандидатская диссертация по наномодифицированию связующего в ультразвуковом поле (научный руководитель В.А. Тарасов). Обеспечено повышение технологичности связующего и снижение газопроницаемости композиционного материала. Выполнены эксперименты по осаждению нанотрубок из газовой фазы на волокнистый наполнитель. Показано, что прочность композиционного материала повышается более чем на 60%.

В интересах ОАО «ОНПП Технология» (г. Обнинск) разработана методика описания вытеснения связующего при контактном формовании композитной конструкции, учитывающая переменность реологических свойств связующего и наличие углеродной ткани в процессе формования, и обоснована возможность применения метода динамического программирования для выбора циклограммы баротермического нагружения стенки конструкции. Работа завершена защитой кандидатской диссертации Е.В. Беляковым (научный руководитель В.А. Тарасов).

Совместно с ЗАО «Компомаш-ТЭК» проведены исследования в области инновационного проекта создания напорно-компрессионных

труб для добычи вязких сортов нефти с больших глубин в условиях вечной мерзлоты. Оптимизированы технологические режимы процесса. Экспериментально показана возможность эксплуатации теплоизоляционного материала до температуры 600 °С. Работа завершена защитой кандидатской диссертации М.П. Тимофеевым (научный руководитель В.А. Тарасов).

Широкий диапазон выполняемых кафедрой исследований в области технологий иллюстрируется разработкой технологического метода диагностики остаточного ресурса изделий ракетно-космической техники после проведения испытаний на базе скрабирования поверхности изделий с помощью высокоскоростной струи воды (работа завершена защитой кандидатской диссертации аспирантом М.И. Абашиним, научный руководитель А.Л. Галиновский); созданием взаимосвязанных методов, принципов и методик обоснования рациональной точности конструкции оружия и унификации технологических средств ее достижения для реализации на ранних стадиях технической подготовки производства (работа завершена защитой докторской диссертации В.Д. Баскаковым); разработкой научно-методического аппарата обоснования конструктивно-технологического облика высокоэффективных снарядоформирующих зарядов боеприпасов, включающего математические модели их функционирования, программно-математический вычислительный комплекс и инженерные зависимости (работа завершена защитой докторской диссертации В.И. Колпаковым).

В рамках второго научного направления кафедрой СМ-12 проведены и проводятся следующие исследования:

- конструкторско-технологическое проектирование и изготовление методом намотки из композиционных и комбинированных материалов сосудов давления, прямых и криволинейных трубопроводов, кольцевых шпангоутов прямоугольного и двутаврового сечения (руководитель — проф. М.А. Комков);

- разработка научных основ метода орбитальной намотки торидальных конструкций из композиционных материалов; спроектированы торонамоточные и шпангоутонамоточные станки, установка барабанного типа для получения намоточных препрегов, многочисленные технологические оправки для намотки композитных изделий;

- создание методик выбора расхода дорогостоящего гранатового абразива при использовании импортного оборудования, обеспечивающего повышение технико-экономической эффективности гидроабразивного резания материалов; работа завершена защитой кандидатской диссертации В.М. Елфимовым (научный руководитель А.Л. Галиновский);

- разработка технологии штамповки тонкостенных изделий из титановых сплавов и нержавеющей сталей пластичным материалом

с захолаживанием заготовки, обеспечивающей существенное снижение непостоянства утонения стенки детали. По результатам работы М.А. Бабуриним подготовлена к защите кандидатская диссертация (научный руководитель В.Д. Баскаков).

Объектами научных исследований сотрудников *кафедры СМ-13 «Ракетно-космические композитные конструкции»* (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. С.В. Резник) профессоров А.М. Думанского, Г.В. Малышевой, М.Ю. Русина, Б.И. Семенова, О.В. Татарникова, В.П. Тимошенко, доцентов О.В. Денисова, К.В. Михайловского, Г.Е. Нехороших, П.В. Просунцова, А.В. Шуляковского, ст. преподавателя Т.А. Гузовой являются узлы, агрегаты и отсеки искусственных спутников Земли, напланетных и орбитальных станций, космических антенн, многообразных космических аппаратов и ракет из композиционных материалов.

Среди успешно выполненных проектов последних лет следует отметить участие в проектировании и отладке испытательных стендов и установок в ОАО «ОНПП «Технология». В рамках Федеральной космической программы по техническим заданиям ОАО «Композит» выполнен ряд НИОКР по освоению технологий производства и комплексному исследованию характеристик углерод-керамических материалов. С 2011 г. несколько крупных проектов выполнены в содружестве с НОЦ «Новые материалы, композиты и нанотехнологии». Преподаватели, аспиранты и студенты кафедры были участниками НИР по пяти грантам РФФИ (руководители — профессора С.В. Резник, О.В. Татарников, В.П. Тимошенко).

Сочетание высоких механических характеристик композиционных материалов с соответствующими конструктивными концепциями и технологическими методами дает качественное улучшение удельных прочностных и жесткостных характеристик конструкций ракет и КА. Примером могут служить сетчатые конструкции, технология производства которых разработана в ОАО «ЦНИИСМ» под руководством чл.-кор. РАН В.В. Васильева. Высокая весовая и экономическая эффективность сетчатых конструкций определяется тем, что в качестве материала несущих элементов используется однонаправленный углепластик, обладающий высокой удельной прочностью и жесткостью, а базовым технологическим процессом служит метод автоматической намотки на станках с программным управлением, позволяющий получать интегральные композитные конструкции с относительно низкой стоимостью.

В ГКНПЦ им. М.В. Хруничева с 2003 г. серийно изготавливаются сетчатые конструкции переходных отсеков ракеты-носителя «Протон-М». Наиболее эффективным в весовом отношении является переходной отсек (адаптер), предназначенный для обеспечения механической связи между ракетой-носителем и КА.



В последнее время сетчатые композитные элементы находят применение в конструкциях ферм, мачт, корпусах телескопов и рефлекторов зеркальных антенн перспективных КА. Их особенностью является сочетание сравнительно низкого уровня действующих нагрузок с требованием высокой жесткости и размеростабильности при минимальной массе. На кафедре СМ-13 канд. техн. наук, ассистентом А.В. Азаровым под руководством д-ра техн. наук, проф. А.Б. Миткевича разработана уточненная расчетная модель сетчатых композитных стержней, учитывающая влияние местного изгиба ребер на жесткостные характеристики сетчатой структуры, а также методика проектирования, применяющаяся в ОАО «ЦНИИСМ» при создании сетчатых стержневых конструкций по заказу ОАО «ИСС им. М.Ф. Решетнева». Впервые разработана технология изготовления методом непрерывной намотки криволинейных сетчатых стержней для спиц зонтичных рефлекторов зеркальных антенн, изготовлены и испытаны опытные образцы таких стержней.

За последние десять лет под научным патронажем профессоров кафедры СМ-13 защищены 12 кандидатских и 3 докторские диссертации.

Таким образом, каждая кафедра факультета имеет свое направление научной деятельности, неразрывно связанное с производством, что дает возможность вести подготовку студентов через науку, ОКР, востребованные в ракетно-космической промышленности и оборонном комплексе, заинтересовать их на стадии учебы в МГТУ интегрироваться в работу ведущих предприятий страны. Это позволяет организовать на высшем уровне специальную подготовку в Университете, которая составляет ключевую проблему при формировании будущих инженеров и магистров. Созданная научно-образовательная среда на факультете СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана способствует процессу интеграции образования и науки.

Статья поступила в редакцию 21.05.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

В.Т. Калугин. Интеграция образования и науки — основа подготовки квалифицированных кадров для космической отрасли и военно-промышленного комплекса. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 3. URL: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/615.html>

**Калугин Владимир Тимофеевич** родился в 1949 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1972 г. Руководитель НУК «Специальное машиностроение», декан, д-р техн. наук, проф. кафедры «Динамика полета и управление движением ракет и космических аппаратов». Автор более 300 научных работ в области аэродинамики струйных и отрывных течений, проектирования органов управления полетом. e-mail: [kaluginvt@mail.ru](mailto:kaluginvt@mail.ru)