

М. Б. Гузаиров, И. А. Кривошеев

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ В УГАТУ (УАИ) НАУЧНЫХ ШКОЛ В ОБЛАСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В РАКЕТНЫХ, ГАЗОТУРБИННЫХ, ПОРШНЕВЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ И ЭНЕРГОУСТАНОВКАХ

Рассматриваются основные этапы, особенности и результаты становления и развития в УГАТУ (УАИ) научных школ в области моделирования, автоматизированного проектирования, информационной поддержки жизненного цикла авиационных, ракетных, двигателей внутреннего сгорания и их наземного применения

В конце 2011 г. в УГАТУ прошла Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная памяти выдающихся ученых и преподавателей факультета авиационных двигателей УГАТУ: 75-летию доктора технических наук, профессора З. Г. Шайхутдинова, 70-летию докторов технических наук, профессоров А. М. Ахмедзянова, Б. П. Рудого, А. М. Русака. Эти ученые заложили мощную экспериментальную базу и создали в УГАТУ (УАИ) научные школы в области моделирования, автоматизированного проектирования, информационной поддержки жизненного цикла авиационных, ракетных, двигателей внутреннего сгорания и их наземного применения.

Говоря о становлении и развитии научных школ в университете, нельзя не вспомнить о выдающемся ректоре УАИ 60–80 гг. Р. Р. Мавлютове – ведь именно он пригласил тогда на работу в наш университет многих молодых и сложившихся ученых из разных вузов, стремясь создать сплав научных школ и дать мощный толчок развитию различных научных направлений. Именно благодаря приглашению Р. Р. Мавлютова в нашем институте с 1965 г. и начал работу молодой преподаватель, кандидат технических наук, выпускник аспирантуры Казанского авиационного института Зайнулла Гайфуллинович Шайхутдинов, впитавший в себя весь опыт казанской научной школы в области авиаракетостроения, одной из лучших в стране к тому времени.

Уже с 1969 г. он возглавил кафедру теории авиационных двигателей УАИ и бессменно руководил ей в течение 20 лет. Практически заном

во им была создана учебная и научная материальная база кафедры, которая успешно функционирует и поныне. Именно в 60-е гг. создавалась современная база факультета авиационных двигателей – проектировался, строился, и в 1969 г. был введен в эксплуатацию 2 корпус. Еще на этапе разработки технического задания по проектированию корпуса З. Г. Шайхутдинов заложил для кафедры теории авиационных двигателей и факультета авиационных двигателей в целом очень современную на тот момент материальную базу: мощную компрессорную станцию на 250 ат с вакуумными машинами и воздуходувками в своем составе; лаборатории газовой динамики низких и высоких давлений (последняя, по существу, сформирована как лаборатория процессов горения); лабораторию испытаний ВРД и турбомашин, лабораторию теплотехники, целый ряд аудиторий и кабинетов для педагогического и научного состава кафедры, в том числе класс вычислительной техники. Именно на этой базе в последующие годы сформировались и развились новые кафедры прикладной гидродинамики, двигателей внутреннего сгорания.

Под руководством З. Г. Шайхутдинова с 1969 г. в УАИ развивается научная школа в области управления модулем и вектором тяги РДТТ. Для этого в институте была создана сильная экспериментальная база, организованы широкомасштабные исследования, часть из которых проводилась в УАИ, а другая часть – непосредственно на испытательных стендах предприятий в Миассе, Перми и других городах. Многие из полученных результатов реализованы при создании новых образцов авиационной и ракетной техники. В результате научная шко-

ла УАИ в области ракетных двигателей вошла в число ведущих в стране. Это отметил при посещении УАИ министр авиационной промышленности СССР П. В. Дементьев.

В целом под руководством З. Г. Шайхутдинова был выполнен ряд крупнейших исследований по оборонным и народнохозяйственным программам. Конкретные результаты заключаются в следующем:

- Создано и развивается в университете в течение уже более 40 лет научное направление по теории и рабочим процессам ракетных двигателей на твердом топливе, в частности, по проблемам управления модулем и вектором тяги. В результате исследований решены основополагающие вопросы расчета и проектирования оптимальных систем управления полета ракет на твердом топливе. Результаты внедрены на трех серийных ракетах. В дальнейшем это направление получило продолжение на кафедре прикладной гидромеханики под руководством одного из многочисленных учеников З. Г. Шайхутдинова – Анатолия Михайловича Русака.

- В 1975–1976 гг. были начаты работы и создано научное направление по проблемам горения (сажеобразования и дымления) в камерах сгорания воздушно-ракетных двигателей. Результаты исследований были представлены в виде монографии (в соавторстве с учениками) «Образование и выгорание сажи при сжигании углеводородных топлив» издательства «Машиностроение», являющейся и в настоящее время настольным пособием инженеров-конструкторов авиационных двигателей. В рамках этого направления научных исследований на кафедре авиационной теплотехники и теплоэнергетики (ранее теории авиационных двигателей) проводятся исследования по снижению выбросов NO_x и CO газотурбинными двигателями по заказам ОАО «Газпром». Результаты исследований стали основанием для открытия научно-производственной фирмы «Теплофизика». Идея создания малых предприятий при вузах, актуальная и сегодня, была реализована на кафедре еще в начале 90-х гг.

- В 70-е гг. были начаты работы по конвертированию авиационных двигателей, отработавших летный ресурс, в наземные энергетические установки высокой мощности и эффективности. Созданы и прошли испытания десятки образцов установок – на предприятиях строительства крупных магистральных газо- и нефтепроводов и в системах энергетического

обеспечения технологических лазеров большой мощности, в железнодорожном транспорте и др. В рамках сформировавшегося научного направления в начале 90-х гг. было создано малое внедренческое предприятие «Конверсия». Данное направление развивается на кафедре АТиТ УГАТУ и в настоящее время.

Указанные исследования проводились, как правило, на уровне утвержденных правительственных отраслевых программ, в разработке и реализации которых профессор З. Г. Шайхутдинов принимал непосредственное участие во взаимодействии с ведущими предприятиями страны – ЦИАМ, Казанскими, Московскими, Пермским и Уральским КБ по ДЛА (МАП, МОМ), предприятиями Миннефтегазстроя, Миннефтепрома, Мингазпрома, являясь официальным координатором этих программ и научным руководителем подразделения, специально созданного в Уфе, при УАИ в составе ВНИИСТ Миннефтегазстроя.

Масштабы научных исследований тех лет на кафедре характеризует хотя бы то, что объем субсидирования научно-исследовательской работы в некоторые годы превышал 1 млн руб., что является очень значительной величиной в ценах советского периода. Кстати это демонстрирует и то, какие значительные финансовые средства предоставлялись вузам и, соответственно, предприятиям-заказчикам на научные исследования в Советском Союзе, в отличие от настоящего времени.

Успешное сотрудничество с Миннефтегазстроем позволило кафедре АТиТ создать испытательную базу на площадке «Аэропорт», которая используется и сейчас. В результате сотрудничества с Мингазпромом УАИ получил 900 тыс. руб. на строительство 6 корпуса (при общей стоимости строительства более 5 млн руб.).

Конечно, самая большая заслуга З. Г. Шайхутдинова – это его ученики. Достаточно сказать, что научную школу З. Г. Шайхутдинова прошли более 80 человек, из которых не менее 50 защитили кандидатские диссертации и 2 докторские. Его ученики хорошо известны, среди них немало не только работников кафедры ТАД, но и работников промышленных предприятий. Достаточно отметить, что прошел научную школу кафедры после окончания МВТУ им. Баумана и защитил кандидатскую диссертацию и Президент Республики Башкортостан Р. З. Хамитов. Мы сегодня отмечаем юбилей не только З. Г. Шайхутдинова, но и А. М. Ахмед-

зянова, А. М. Русака, Б. П. Рудого. Их основные научные исследования были проведены также на кафедре ТАД при полной поддержке ее заведующего.

В процессе выполнения НИР и ОКР профессор З. Г. Шайхутдинов опубликовал около 200 научных и учебно-методических трудов, в числе которых 3 монографии в центральных издательствах, получил 85 авторских свидетельств на изобретения. В течение нескольких лет руководил не только кафедрой, но и факультетом авиационных двигателей в качестве декана. Многие годы являлся членом редколлегии журнала «Известия вузов. Авиационная техника» и головного Совета «Авиастроение». За заслуги в научной и учебной деятельности он награжден орденом «Знак почета» и медалями им. К. Э. Циолковского, С. П. Королева, Ю. А. Гагарина, Ф. А. Цандера, ему присвоены почетные звания заслуженного деятеля науки и техники РБ и РФ.

Масштаб личности З. Г. Шайхутдинова характеризует и то, что все это было реализовано на кафедре, которая выпускающей не была (основной была кафедра конструкции авиационных двигателей). Число преподавателей кафедры многие годы составляло всего лишь 7–10 человек. Очень жаль, что период его активной творческой деятельности оказался очень коротким, серьезная болезнь уже в возрасте чуть более 50 лет помешала его дальнейшей полноценной работе к началу 90-х гг. Он успел заложить начало деятельности кафедры ТАД как полноценной выпускающей кафедры, открыв с 1989 г. подготовку инженерных кадров по специальности «Авиационная и ракетно-космическая теплотехника», которая ведется и в настоящее время.

В УГАТУ (тогда УАИ) ведущие профессора (З. Г. Шайхутдинов, А. М. Ахмедзянов, Б. П. Рудой) и их ученики всегда были энтузиастами новых, в том числе информационных технологий в области авиаракетного двигателестроения. Прежде всего, это Ахмедзянов Альберт Мухаметович, который со студенческих лет увлекся информационными технологиями и защитил в итоге кандидатскую, затем докторскую диссертации в области математического моделирования, идентификации математических моделей ГТД по результатам испытаний. Основатель научных школ факультета АД З. Г. Шайхутдинов, перейдя на позднем этапе своей деятельности от проблем управления РДТТ к проблемам конвертирования авиацион-

ных двигателей для их наземного использования, был вынужден обратиться к средствам математического моделирования ГТД и ГТУ различных схем и их комбинаций. Поэтому было решено использовать программный комплекс ГРАД (разработка Казанского авиационного института). Возникла коллизия – одна группа ученых УАИ под руководством З. Г. Шайхутдинова настаивала на приобретении и внедрении казанского программного комплекса, другая (под руководством А. М. Ахмедзянова и тогда еще недавно назначенного проректором по научной работе Б. П. Рудого) доказывала, что должна использоваться разработка кафедры АД УАИ – подсистема САПР «Эскизный проект ГТД». В этой ситуации в УАИ был организован отдел САПР для организации участия нескольких авиационных вузов в отраслевой программе САПР-Д. При этом УАИ выступил с инициативой стать головным вузом по разработке «Типовой отраслевой САПР-Д». В то время (в 1983–1990 гг.) в МАП СССР отраслевая программа САПР координировалась рядом НТОКС (научно-технических отраслевых координационных советов) – по автоматизации проектирования и испытаний (под руководством ЦИАМ, ответственный начальник отдела О. К. Югов), по автоматизации конструирования (под руководством КНПО «Прогресс» – теперь СНТК им. Н. Д. Кузнецова, ответственный заместитель генерального конструктора В. Д. Радченко), по автоматизации изготовления ГТД (под руководством НИИД). В этой структуре УАИ был обозначен как головной вуз по созданию Типовой отраслевой САПР-Д. В работе участвовали коллективы, занимающиеся созданием подсистем САПР-Д в МАИ (от кафедр 201 и 203 под руководством Д. С. Ковнера и Ю. В. Кирпкина), в КАИ (под руководством А. П. Тунакова) и КуАИ (СГАУ) (под руководством В. Г. Маслова и Б. М. Аронова). В УАИ (УГАТУ) в работе участвовало 150 специалистов, прежде всего коллективы под руководством А. М. Ахмедзянова, В. И. Макутова и Б. П. Рудого. Специалисты УАИ имели карт-бланш по получению всей необходимой поддержки от авиамоторных ОКБ, базовым ОКБ было определено РКБМ (НПО «САТУРН»). В итоге в 1989 г. в ЛНПО ТРУД (Завод им. В. Я. Климова, Санкт-Петербург) была продемонстрирована в действии Интегрированная САПР-Д «АСПАД-88». Это была первая отечественная разработка САД/CAM/CAE/PDM-системы для авиамоторного ОКБ, обеспечивавшей режим параллельного проектирова-

ния за счет единой базы данных (БД) ОКБ, разграничения доступа к ней разных специалистов, БД прототипов, БД нормативных материалов, БД инструментов и т. д. В качестве CAD/CAM-системы в ней использовалась разработанная в УАИ на кафедре начертательной геометрии и черчения система «Альфа». Отдельные подсистемы были организованы по объектному принципу (подсистемы «Двигатель», «Компрессор», «Камера сгорания», «Коробка приводов агрегатов» и т. д.), а модули в них – по процедурному принципу («Завязка», «Выбор размерности», «Стоимость жизненного цикла», «Расчет ВСХ» и т. д.). Особенно высокой оценки удостоилась система «Альфа», которую использовали для электрохимической обработки при изготовлении лопаток ГТД и других элементов. Именно в этот период обнаружилось, что необходимо реализовать возможность структурного синтеза на всех этапах и уровнях проектирования.

Поэтому, проанализировав многочисленные работы, выполненные под руководством А. П. Тунакова и А. М. Ахмедзянова, специалисты УАИ предложили реализовать в САПР-Д объектный подход, заложив в решатель (процессор) системы метод идентификации как универсальный метод решения всех возможных проектно-доводочных и эксплуатационных задач. Кроме того, с учетом опыта создания комплекса ГРАД, была предложена технология моделирования, которая потом, под руководством А. М. Ахмедзянова с использованием опыта создания системы «Альфа», была реализована в виде системы моделирования ГТД «ПАРАД» (для персональных компьютеров). Далее было выделено ядро этой технологии и реализована открытая технология имитационного моделирования сложных технических объектов САМ-СТО. На этой основе было предложено развитие популярной в настоящее время концепции CALS – Информационной поддержки жизненного цикла авиационных двигателей, включая ИЛП (информационную поддержку эксплуатации двигателей).

Проводимые в УГАТУ научные исследования в рамках НИЛ САПР-Д кафедры АД послужили базой для развертывания подготовки специалистов по специальностям «Авиационные двигатели и энергетические установки», «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей», а также бакалавров и магистров по направлению «Авиа- ракетостроение». В лабораториях сегодня выполняется широкий спектр научных и научно-методических исследова-

ний, направленных на повышение эффективности учебного процесса, поиск новых путей образовательной деятельности и решение перспективных задач авиадвигателестроения.

Одним из ведущих научных направлений в УГАТУ в настоящее время является разработка новых информационных технологий (в рамках концепции CALS) и их внедрение в процесс проектирования и доводки авиационных двигателей. Это направление развивается как научная школа «Математическое моделирование, автоматизированное проектирование и информационная поддержка жизненного цикла авиационных двигателей». Основателем и руководителем этой школы был доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки БАССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, заведующий кафедрой АД с 1983 по 2001 гг. Ахмедзянов Альберт Мухаметович.

Итогом всей педагогической и научной деятельности профессора А. М. Ахмедзянова и руководимого им коллектива за многие годы можно назвать фундаментальный учебник «Проектирование авиационных ГТД», изданный в 2000 г., высоко оцененный генеральными конструкторами, директорами заводов, ведущими учеными ЦИАМ и авиационных вузов России, Украины и за рубежом. Основными коллегами и учениками А. М. Ахмедзянова по научной школе можно назвать д-ра техн. наук, проф. Х. С. Гумерова, д-ра техн. наук, проф. И. А. Кривошеева, д-ра техн. наук, проф. Д. А. Ахмедзянова, д-ра техн. наук, проф. И. М. Горюнова, канд. техн. наук Д. Г. Кожина, канд. техн. наук, доц. В. Ф. Харитонова и других сотрудников НИЛ САПР-Д. По данному направлению силами сотрудников НИЛ САПР-Д – преподавателей, докторантов, аспирантов, студентов – продолжается работа по развитию компьютерной технологии проектирования, конструирования авиадвигателей и их узлов. Развитие новой методологии разработки и эксплуатации двигателей ЛА основано на инструментах решения задач по разработке НТЗ для создания ГТД V и VI поколений, на использовании CALS (CAD/CAM/CAE/PDM)-технологии, имитационного моделирования и систем поддержки принятия решений (СППР).

В основе новой методологии – разработанные в НИЛ САПР-Д средства:

- результаты проведения системного анализа (SADT, RUP) и построенные модели про-

цесса разработки и эксплуатации двигателей ЛА (ракетных, авиационных), учитывающие все возрастающие требования к перспективным ЛА (а также средства проведения такого анализа и развития созданных моделей);

- концепция системного проектирования и эксплуатации ДЛА, с динамическим формированием многоуровневой многоаспектной модели двигателя и его окружения (технологического и т. п.), с передачей границ области поиска решения и критериев оптимизации в ниже лежащие уровни, с определением вероятности выигрыша отдельных структурных вариантов;

- сформированные алгоритмы выполнения обобщенных проектно-доводочных процедур и их реализация в виде универсальной управляющей программы – решателя (процессора), обрабатывающего многоуровневую многоаспектную модель двигателя (дерево проекта);

- установленная последовательность и разработанная система поддержки принятия проектных решений при формировании модели ДЛА в виде дерева проекта;

- разработанный метод формирования, развития и использования математических моделей структурных элементов и их библиотек на разных стадиях создания двигателей ЛА;

- разработанные методы и средства «параллельной работы специалистов» при разработке и эксплуатации ДЛА;

- разработанная технология накопления, систематизации и использования (в виде БЗ) опыта разработки и эксплуатации двигателей летательных аппаратов (ракетных, авиационных).

Новая методология базируется на разработанных компонентах CALS и ИЛП-технологий для двигателестроения, наземного использования ГТУ. В их числе – разработанная открытая технология моделирования и автоматизированного проектирования сложных систем и процессов САМСТО. На ее основе разработан ряд систем имитационного моделирования (СИМ) двигателей и установок, их узлов и систем, а также экологических и экономических систем. Их использование позволяет повысить эффективность и качество создаваемых газотурбинных двигателей и тепловых энергетических установок, эффективность их эксплуатации. В новой методологии используются разработанные системы имитационного моделирования (СИМ)

двигателей и установок, их узлов и систем, экологических и экономических систем.

В рамках отработки новой методологии используется газодинамическое моделирование компрессоров, турбин и камер сгорания (КС) ГТД на основе имитационного моделирования и CAE-систем, моделирование переходных процессов в КС ГТД. Так, например, авторы участвуют в выполнении расчетов и проектировании КС с большим ресурсом (более 25000 часов до первого капитального ремонта) и низким уровнем выбросов CO_x и NO_x (менее 10 ppm) для ГТД нового поколения. При этом используются разработанные в НИЛ САПР-Д методики автоматизации (на основе сочетания SCADA и СИМ) контроля и диагностики состояния, автоматизации испытаний ГТД. В частности, методы и средства отладки автоматики включения-выключения форсажа при испытаниях ТРДДФ (НИР для УМПО).

Разработаны средства для системы менеджмента качества, конструкторского отдела и исследования надежности, бюро диагностики состояния ГТД и ГТУ в эксплуатации (параметрическая диагностика, контроль параметров). Сюда входит методика параметрической диагностики по результатам идентификации, анализа деформации характеристик двигателей и их СЭ (по результатам испытаний и контроля), методы, алгоритмы и средства автоматизации параметрической диагностики состояния ГТД по термогазодинамическим параметрам.

Кроме того, разработан ряд систем имитационного моделирования и CAD/CAE-приложений для конструкторско-технологического проектирования двигателей и энергоустановок

В процессе отработки новой методологии по заказу УМПО выполнено CAD/CAE-моделирование проточной части ГВТ КБОУ ГПА-16СТ на компрессорной станции «Москово» для анализа и разработки мер ликвидации причин возникновения неравномерности и пульсаций потока воздуха на входе в двигатель АЛ-31СТ (в связи с дефектом «обрыв рабочей лопатки 2-й ступени КНД»). Разработаны средства и компоненты ИЛП – интерактивные электронные технические руководства по эксплуатации (ИЭТР) по АЛ-31СТ.

Разработаны также CAD/CAM/CAE-приложения (на основе UG, Ansys и КОМПАС) для конструкторско-технологического проектирования внешней обвязки ГТД, CAD/CAM/CAE-приложение для разработки композиционной лопатки, CAD/CAM/CAE/PDM – приложение

для параллельного проектирования ГТД (в среде UG, Ansys и SmarTeam). САД-приложение для автоматизированного формирования эскизной компоновки авиационного ГТД.

В разрабатываемой новой методологии реализуются основные процессы в реализации ИЛП АД и ГТУ:

- логистический анализ (ЛА) АД и ГТУ (Logistic Support Analysis), проводимый на всех стадиях ЖЦ;
- планирование процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР) АД и ГТУ (Maintenance and Repair Planning), проводимое на стадии проектирования и уточняемое в процессе производства и эксплуатации АД и ГТУ;
- интегрированное планирование процедур поддержки материально-технического обеспечения (МТО) процессов эксплуатации, обслуживания и ремонта АД и ГТУ (Integrated Supply Support Procedures Planning), проводимое на стадии проектирования и уточняемое в процессе их производства и эксплуатации;
- обеспечение персонала электронной эксплуатационной документацией (ЭЭД) и электронной ремонтной документацией (ЭРД) на АД и ГТУ (Electronic Maintenance Documentation, Electronic Repair Documentation), проводимое на стадии проектирования и реализуемое в процессе производства конкретных экземпляров (партий) АД и ГТУ.

В процессе отработки новой методологии решались задачи в области ИЛП по заказам УМПО и НПП «Мотор», согласованным с НТЦ им. А. Люльки и ОАО «Газпром». Разработана технология создания ИЭТР (на примере АЛ31СТ и ГПА-16РМ).

Разработанная инструментальная среда функционально разделена на две части: среда создания и редактирования ИЭТР; среда электронной системы отображения (ЭСО).

Основной формой представления данных, хранящихся в БД ИЭТР, является древовидная структура информационных элементов, гипертекст, анимационные схемы систем, электронные чертежи (с автоматизированными сносками), фото- и видеофрагменты.

Предусмотрены связи с другими компонентами ИЛП (ИДИС, диагностика, электронный каталог). Отработка новой методологии в НИЛ САПР-Д проведена при выполнении ряда НИОКР (по созданию ИЭТР для УМПО, по определению и изучению характеристик лопаточных машин и других элементов ГТД, по пара-

метрической диагностике и по автоматизации отладки ГТД – для авиастроения и других областей, при выполнении проектов по грантам РФФИ, по федеральным целевым программам) в режиме виртуального учебно-научного комплекса (совместно со специалистами НПП «Мотор», КБ «Молния», УМПО, с кафедрами АД, АСУ, АТиТ, ТМ, МиТЛП, ТК). При этом отработана методология участия студентов, аспирантов, специалистов и выполнение НИР в рамках распределенной сети кафедр и предприятий с горизонтальными связями.

Научное, учебное и опытно-промышленное использование результатов математического, компьютерного и экспериментального исследований и методик в моторных ОКБ (ФГУП «Завод имени В. Я. Климова», АО «Люлька-Сатурн», АО «Рыбинские моторы», ФГУП «НПП «Мотор», ФРЦ-КБ им. акад. В. П. Макеева), на серийных моторных заводах (ММПО «Салют», УМПО), в Институте механики УНЦ РАН (по проекту «Разработка высокоэффективных технологий и систем использования низкотемпературных и возобновляемых источников энергии» в рамках ФЦКП «Интеграция») и в вузах (УГАТУ, СГАУ) привело к существенному ресурсосбережению, экономии времени и повышению эффективности подготовки специалистов и разрабатываемых двигателей, энергетических и технологических установок на их основе, что подтверждено актами.

Вооруженный сформированной концепцией автоматизации и организации системной разработки двигателей и энергоустановок, имея ряд собственных программных средств (САМСТО, DVIG, COMPRESSOR, KAMERA, STUPENY, TURBINA, OSS и др.) и лицензии на CAD/CAM Cimatron, PDM и Workflow SmarTeam (предоставленные фирмой Би-Питрон), CONCEPT Nrec, доступ к продуктам фирм MSC (NASTRAN), ANSYS CFX, FlowVision, EDS (Unigraphics, TeamCenter), SCADA (NI LabView) научный коллектив НИЛ САПР-Д активно работает над реализацией этой концепции и внедрением ее в промышленности и в учебном процессе.

Таким же активным ученым и организатором в области моделирования, автоматизированного проектирования, экспериментального изучения процессов в двигателях внутреннего сгорания был заведующий кафедрой ДВС, проректор УАИ по научной работе Борис Петрович Рудой. Он известен как крупный ученый в области нестационарной газодинамики, созданная им система имитационного моделирования ДВС

Альбея успешно используется и развивается до сих пор. Им предложен и разработан целый ряд оригинальных технических устройств, таких как «сапоги-скоророходы». В научной работе Б. П. Рудой видел не только способ удовлетворения творческих амбиций ученого, но и мощнейшее средство воспитания. Именно идея объединения образовательного, научного и инновационного процессов легла в основу разработанной им функционально-целевой технологии подготовки специалистов. Понимание недостатков традиционного учебного процесса, основным содержанием которого является передача знаний, подтолкнуло кафедру к кардинальному его обновлению. Основным результатом должно было стать умение выпускников решать нестандартные задачи. Наиболее плодотворной идеей в этом плане было обеспечение единства образовательного, научного и инновационного процессов. Эта идея легла в основу разработанной под руководством Б. П. Рудого новой системы подготовки специалистов. В результате анализа инженерной деятельности были сформулированы функции специалиста с высшим образованием на предприятии и на их базе выработана концепция подготовки специалистов. Она была одобрена на совещании заведующих кафедрами ДВС в 1983 г. в МВТУ им. Н.Э. Баумана, а позже и на коллегии Минвуза РСФСР. На основании сформулированной концепции была выработана методика подготовки специалистов, отвечающих требованиям времени, названная функционально-целевой технологией подготовки специалистов. В это же время Минвуз РФ принял решение об эксперименте по целевой интенсивной подготовке специалистов, взяв на себя инициативу по поиску и внедрению новых методов обучения. Участие УАИ-УГАТУ в этом эксперименте позволило кафедре получить достаточную свободу для изменения содержания и организации обучения студентов с целью внедрения ФЦТПС. Нынешние успехи УГАТУ в области выполнения федеральных целевых инновационных образовательных программ являются закономерным результатом развития этих и идей и подходов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время научные школы, созданные в УГАТУ (УАИ) З. Г. Шайхутдиновым, А. М. Ахмедзяновым, Б. П. Рудым, А. М. Русаком успешно развиваются в рамках факультета авиационных двигателей, входящих в него кафедр и НИЛ САПР-Д. За прошедший период

получены существенные научные и научно-технические результаты, отраженные в многочисленных монографиях и учебниках, широко внедренные в промышленности.

Так, например, разработаны основные аспекты методологии проектирования системы управления РДТТ с комбинированной системой управления и многократным включением.

Разработаны компоненты компьютерной технологии, обеспечивающей системную (в рамках надсистемы – ЛА, другого транспортного средства, энергетической или технологической установки) автоматизированную разработку и эксплуатацию двигателей (ракетных, авиационных) и энергоустановок с использованием САД/САМ/САЕ/PDM-систем, при котором структура и содержание многоуровневой и многоаспектной имитационной модели изделия (дерево проекта) на основе объектного подхода динамически формируется при поддержке СППР в процессе оптимального проектирования, изготовления и доводки.

Разработаны методы конверсии авиационных ГТД для различных областей наземного применения.

В промышленных масштабах ведется разработка экологичных высокоэффективных камер сгорания для модернизации газотурбинных установок в ГАЗПРОМ. Разработаны методология создания и конкретные образцы новых ДВС и ЭУ на их основе. Разработаны средства утилизации энергии в трубопроводе в транспорте (турбодетандеры, вихревые трубы).

Результаты проводимых научных исследований позволяют успешно развивать подготовку кадров для промышленности – инженеров, бакалавров, магистров, а также подготовку кандидатов и докторов технических наук для вузов, академических и отраслевых НИИ.

ОБ АВТОРАХ

Гузаиров Мурат Бакеевич, ректор УГАТУ, проф. каф. вычислительн. техники и защиты информации. Дипл. инженер-электромеханик (УАИ, 1973). Д-р техн. наук по управлению в соц. и эконом. системах. Иссл. в обл. системн. анализа, управления в соц. и эконом. системах.

Кривошеев Игорь Александрович, декан факультета авиац. двигателей, проф., науч. рук. НИЛ САПР-Д. Дипл. инженер-механик (УГАТУ, 1976). Д-р техн. наук по тепл. двигателям летательн. аппаратов (2000). Иссл. в обл. инф. техн. в двигателестроении.