

2. Cook R.D. Finite Element Modeling for Stress Analysis. John Wiley & Sons, Inc. 1994. pp. 320.
3. New World Vistas. Air and Space Power for the 21 st century. Aircraft & Propulsion Volume 1995. pp. 80-91 (by Weisshaar, T.A.)
4. Комаров В.А. Автоматизация проектирования авиационных конструкций. Учебное пособие. - Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 1993, 70 с.
5. Джонс, Дж.к. Инженерное и художественное конструирование. М. "Мир", 1976, 374 с.
6. Cross N. Engineering Design Method. 1989, pp.159.
7. Хог Э.Д., Арора Я.С. Прикладное оптимальное проектирование. М. "Мир", 1993, 480 с.
8. Комаров В.А. Проектирование силовых схем авиационных конструкций - в кн.: Актуальные проблемы авиационной науки и техники. - М.: Машиностроение, 1984, с.114-129.

ББК 4480.253

О.Н. Корольков, Д.М. Козлов

КОНСТРУКТОРСКАЯ ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ НА ФАКУЛЬТЕТЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (Самарский государственный аэрокосмический университет)

Статья написана на основе доклада, прочитанного О.Н. Корольковым на педагогических чтениях, посвященных 100-летию со дня рождения профессора А.А. Комарова, состоявшихся в университете в октябре 1996 года. В ней отражен опыт конструкторской подготовки инженеров по специальности 130100 самолето- и вертолетостроение. Этот опыт положен в основу конструкторской подготовки инженеров по другим специальностям факультета летательных аппаратов, прежде всего по ракетно-космической технике.

Жизнь человеческого общества неразрывно связана с трудовой деятельностью, общественным производством. За многие сотни и тысячи лет целенаправленного труда человечество накопило огромное количество разнообразных предметов, изделий, сооружений и других результатов материального производства, образующих новую, искусственную среду обитания - техносферу. Жизнь в этой среде, с одной стороны, дает человеку большие удобства и преимущества, а с другой, - развитие техносферы, особенно в последние десятилетия, связано с обострением целого ряда глобальных проблем негативного характера: истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, вредное влияние на здоровье людей и т.п. Если вспомнить, что начальным этапом создания любого нового изделия

является проектирование и конструирование, при котором закладываются все основные качества и свойства этого изделия, как положительные, так и отрицательные, то становится ясным, от кого в первую очередь зависят все последствия научно-технического прогресса общества, и насколько велика и ответственна роль проектировщика, конструктора в современном общественном производстве.

Чтобы свести к минимуму отрицательное влияние развития техники, современный конструктор должен обладать не только хорошими профессиональными качествами, позволяющими создавать высокоэффективные изделия, но и иметь глубокие знания во многих смежных областях науки и техники, чтобы уметь оценить все отдаленные последствия практического использования проектируемого изделия. Это накладывает особые требования на подготовку будущего конструктора и предопределяет чрезвычайную сложность такой задачи. Она тем более усложняется, если речь идет о подготовке конструктора по самолетостроению, потому что авиация является передовой отраслью машиностроения, впитывающей новейшие, наиболее эффективные, а значит и достаточно сложные, достижения из многих областей науки и техники. В то же время, авиация развивается достаточно высокими темпами и играет все большую роль в жизни современного общества. Подготовка конструктора по самолетостроению должна учитывать те специфические особенности, которыми характеризуется современное проектирование летательных аппаратов. Это, прежде всего, стремление к максимальной эффективности проектируемого самолета, что связано с обострением конкурентной борьбы на мировом рынке авиационной техники и резким увеличением затрат на разработку нового самолета. Любая неудача при проектировании приводит к слишком большим потерям. Обеспечение максимальной эффективности связано с необходимостью широкого использования методов оптимального проектирования, начиная с определения облика будущего самолета и кончая разработкой конструкции его агрегатов, узлов и деталей. Оптимальное проектирование не мыслимо без использования методов автоматизированного проектирования на всех стадиях разработки проекта. Обеспечение высокой эффективности самолета может быть достигнуто лишь широким использованием в проекте новинок и последних достижений и из области авиации, и из многих смежных областей науки и техники. Все перечисленное определяет перспективные направления развития авиации, и к работе в этих условиях должен быть подготовлен будущий специалист.

Специальной конструкторской подготовкой по самолетостроению в СГАУ занимается кафедра конструкции и проектирования летательных аппаратов. Кафедра была создана в 1942 году одновременно с организацией Куйбышевского авиационного института. С 1946 года более тридцати лет кафедрой возглавлял А.А. Комаров, 100-летие со дня рождения которого в 1996 году отметила общественность университета. Коллективом кафедры под руководством А.А. Комарова были заложены и на протяжении многих лет

совершенствовались общие принципы и конкретное содержание конструкторской подготовки по специальности самолетостроение. За истекшие десятилетия определились структура и содержание лекционных курсов, лабораторных работ и практических занятий, объемы курсовых и дипломных проектов.

Одним из важнейших принципов, которого всегда придерживалась кафедра, было стремление как можно раньше начинать приобщение студентов к авиации с целью увеличения общего времени, отводимого на специальную подготовку. В прошлые годы в первом семестре кафедрой читался неплохой курс "Основы авиации", а на втором курсе проводилась летная практика студентов - вывозные полеты, для чего при институте существовал свой аэродром, парк самолетов, летный отряд. Впоследствии вместо "Основ авиации" был введен более широкий курс "Введение в специальность", была организована ознакомительная практика на втором курсе, во время которой студенты знакомились с авиационными предприятиями различного профиля, летная практика была заменена ознакомительными полетами на самолетах гражданской авиации, от которых вскоре пришлось отказаться из-за отсутствия средств на оплату полетов. Однако и в прежние годы, и в более поздний период между вторым и четвертым курсами существовал своеобразный пробел, во время которого студенты изучали лишь фундаментальные и общинженерные дисциплины, с авиацией практически не связанные.

Для ликвидации такого пробела в шестидесятые-семидесятые годы по инициативе Л.А. Комарова на факультете была проведена большая работа по "авианизации" фундаментальных и общинженерных дисциплин с целью максимального приближения их к авиационной тематике. Это достигалось путем введения дополнительных разделов в лекционных курсах, специальных тем в курсовых проектах, решением примеров и задач по авиационной тематике на практических занятиях. Позже эта работа была продолжена при разработке плана и программы непрерывной конструкторской подготовки, которые определили общее содержание и последовательность освоения знаний в области проектирования и конструирования изделий авиационной техники.

Остановимся теперь на некоторых особенностях учебного процесса, проводимого кафедрой для конструкторской специализации. Эти особенности отражают оригинальность, самобытность построения и содержания всех видов занятий, вытекающих из конкретных целей и задач обучения. Сразу следует отметить, что опыт родственных кафедр других вузов, которых было три, а теперь в пределах России всего две - в Московском и Казанском авиационных институтах (технических университетах), ввиду их специфичности, может использоваться весьма ограниченно.

Конструкторская подготовка по кафедре ведется по двум основным циклам, определяемым курсами конструкции самолетов и проектирование самолетов. В последние годы можно считать сформировался новый третий цикл, связанный с компьютерными дисциплинами и курсами, посвященными системам автоматизированного проектирования.

В курсе конструкции самолетов основное внимание обращается на силовую работу элементов и конструкции в целом. Характеризуются пути и способы передачи и уравнивания внешних нагрузок. Подчеркивается неоднозначность, многовариантность проектных решений, что требует от конструктора глубокого анализа различных вариантов и выбора наиболее рационального из них.

Рациональность силовой конструкции оценивается прежде всего с точки зрения ее массы. Для этого используется достаточно простой и эффективный критерий - силовой вес конструкции. Ценность этого критерия и его отличие от абсолютного веса или массы конструкции заключается в его исключительной простоте. Для его подсчета в большинстве случаев не требуется выбирать материал конструкции и проводить проверку ее прочности. Силовой вес определяется лишь значениями внутренних сил и длинами путей, по которым эти силы передаются. Этот критерий широко использовался в научно-исследовательских работах А.А. Комарова и его учеников, и большая заслуга кафедры заключается в том, что результаты научной работы нашли прямое практическое применение в учебном процессе.

Простота, ясный физический смысл и наглядность оценки конструкции по силовому весу дают конструктору мощный инструмент для анализа и сравнения возможных вариантов, поиска оптимальных силовых схем. Новый подход к оценке весовой эффективности конструкции приводит к качественным изменениям во всем процессе обучения. Высокая эффективность такого подхода к проектированию конструкций, его новизна, отсутствие аналогов на родственных кафедрах позволяют говорить об оригинальной школе конструкторской подготовки на кафедре.

Идеи глубокого проникновения в силовую работу конструкции закрепляются при выполнении лабораторных работ по курсу, а также при курсовом и дипломном проектировании.

Большую роль в учебном процессе всегда играл кабинет авиационных конструкций при кафедре. За многие годы удалось отобрать и сохранить в кабинете достаточно разнообразный и интересный материал, ценность которого не зависит от времени создания того или иного экспоната, а определяется только своеобразием и оригинальностью конструктивного решения. Этому принципа всегда придерживался А.А. Комаров, ему следует кафедра и до настоящего времени.

Содержание лабораторных работ, проводимых в кабинете авиационных конструкций, менялось в процессе эволюции учебного процесса от простейшего эскизирования агрегатов и узлов с кратким их описанием в прошлые годы до глубокого анализа силовой работы с показом уравнивания всех конструктивных элементов заданного узла в настоящее время.

Следует отметить использование деловых игр при проведении практических занятий. Для этого студенческая группа разбивается на две бригады, каждой из которых выдается несколько самостоятельных

конструкторских задач по разработке местных усилений агрегатов самолета. На первом этапе каждый студент работает исключительно самостоятельно и предлагает собственные варианты решения задачи. Далее бригада обсуждает предлагаемые всеми ее участниками варианты и отбирает окончательное конструктивное решение, которое выносится на защиту и критическое обсуждение перед всей группой. Такой вид занятий повышает активность всех студентов и способствует развитию у них творческого конструкторского мышления.

Наряду с традиционными конструкторскими дисциплинами в последние годы на кафедре все более широкое развитие получают дисциплины, посвященные изучению систем автоматизированного проектирования (САПР). Эти дисциплины базируются в основном на результатах работ, выполняемых в научно-исследовательской лаборатории кафедры. Разработанные в ней программы и системы автоматизированного проектирования - ПРАСАК, РИПАК и др. - позволяют не только решать практически любые сложные задачи статической, динамической прочности, задачи аэроупругости. Главное их достоинство в том, что они дают возможность в автоматизированном режиме решать задачи синтеза (проектирования) оптимальных конструкций. В сочетании со специально разработанными средствами визуального представления силовой работы конструкции эти системы обладают потенциально большими обучающими возможностями. На их основе созданы учебные САПР и инженерные тренажеры, развивающие конструкторскую интуицию. Компьютерная подготовка студентов обеспечена введением новых дисциплин - "Основы САПР", "Автоматизация проектирования и конструирования самолета", "Информационные технологии", которые параллельно с основными конструкторскими дисциплинами читаются в последних четырех семестрах.

Курс лекций по проектированию самолетов сформирован в результате многолетней работы кафедры по совершенствованию и развитию идей, заложенных в этот курс А.А. Комаровым. Этот курс, как и курс конструкции самолетов, в значительной мере оригинален, традиционный материал учебника по объему занимает в нем не более одной трети от общего содержания.

Особое внимание уделено уравнению существования самолета. Это уравнение имеет глубокое принципиальное значение, определяя саму возможность создания летательного аппарата с заданными свойствами. Оно позволяет просто и наглядно показать главные пути дальнейшего совершенствования авиационной техники. Из этого уравнения легко выводится строгая последовательность определения основных параметров проектируемого самолета и, прежде всего, его взлетной массы. Важность и значимость этого уравнения была сразу же после появления первых публикаций на эту тему оценена А.А. Комаровым и соответствующий раздел был включен им в курс лекций по проектированию самолетов. Сейчас этот раздел развит и углублен, он является одним из основных разделов курса.

Значительное внимание в курсе уделяется методам и критериям оценки эффективности как гражданских, так и военных самолетов. Ценность этого материала заключается в том, что он служит исходной базой для разработки любых методов и программ по оптимизации параметров самолета. Особо подчеркивается и показывается на ряде примеров необходимость системного подхода при оптимальном проектировании самолета.

Большое внимание в курсе всегда уделялось новинкам и последним достижениям в области авиационной науки и техники. Анализ новых типов самолетов, интересных конструкторских решений на лекциях сопровождается обычно показом иллюстрационного материала. Раньше для этого использовался эпидиаскоп, затем - слайды, а теперь и видеофильмы.

Заключительным этапом конструкторской подготовки является дипломное проектирование. Этому этапу на кафедре всегда уделялось самое пристальное внимание. Защита дипломных проектов в ГЭК наглядно показывает окончательные результаты всей подготовки и, прежде всего, конструкторской подготовки молодого специалиста.

Содержанием дипломного проекта является разработка эскизного проекта самолета заданного назначения и проектирование одного из агрегатов этого самолета.

Дипломный проект является первой комплексной инженерной работой будущего конструктора, он дает широкий простор для самостоятельного, творческого решения большого количества сложных и интересных конструкторских задач. С точки зрения возможностей проявления своих творческих способностей роль дипломника аналогична роли главного конструктора ОКБ или руководителя самолетостроительной фирмы.

Работа над проектом требует от дипломника всестороннего освоения новейших достижений в области авиации, позволяет систематизировать и углубить знания по специальным дисциплинам, развивает и совершенствует навыки конструкторской работы.

Кафедра всегда стремилась разнообразить тематику дипломного проектирования, выдавая задания на проектирование необычных по назначению или своим параметрам летательных аппаратов: экранопланов, воздушно-космических самолетов, самолетов вертикального взлета и посадки и т.д. Расширяется выполнение групповых дипломных проектов, когда один самолет проектирует бригада дипломников.

Практикуется конкурсное проектирование, при котором нескольким дипломникам выдается задание на проектирование однотипного самолета, защита проводится в виде конкурса в один день, и по результатам защиты ГЭК определяет лучший проект. Такие условия приближают дипломное проектирование к реальной работе ОКБ. Значительная доля дипломных проектов выполняется по реальным заданиям конструкторских организаций, студенческого конструкторского бюро, научно-исследовательской лаборатории кафедры.

В последние годы в связи с сокращением финансирования работ по хозяйственным договорам выполнение исследовательских дипломных проектов по заданиям конструкторских бюро стало одним из основных путей для поддержания тесной связи кафедры с промышленностью. Такие проекты дают наибольший эффект в деле подготовки конструкторских кадров.

Важную роль в подготовке специалистов играет научно-исследовательская работа студентов. Еще в 40-е годы на кафедре силами студентов велась работа по реальному проектированию легких самолетов. Впоследствии это привело к созданию студенческого конструкторского бюро, успешно работающего и сейчас. Реальная тематика этого бюро используется в курсовом и дипломном проектировании. В те же годы на кафедре под руководством А.А. Комарова стали привлекаться небольшие группы студентов для выполнения научных исследований. Эта работа особенно оживилась в 60-е годы, после создания при кафедре научно-исследовательской группы, переросшей затем в научно-исследовательскую лабораторию. Из студентов, принимавших участие в работе этих подразделений, сформировался впоследствии основной костяк педагогических кадров, работающих сейчас на кафедре. Большинство из них защитили кандидатские и докторские диссертации. Об успехах научно-исследовательской работы студентов на кафедре свидетельствует большое количество медалей, дипломов, грамот, завоеванных на всесоюзных, всероссийских, межвузовских конкурсах и олимпиадах.

В заключение необходимо отметить важнейшую роль в успешной подготовке будущих специалистов преподавателя конструкторской кафедры.

Специфика труда конструктора заключается в том, что ему в процессе проектирования приходится опираться на знания очень многих дисциплин - фундаментальных, общинженерных и специальных. Для конструктора-самолестроителя это механика и физика, сопротивление материалов и детали машин, аэродинамика и динамика полета, циклы прочностных, технологических дисциплин, экономика, эргономика, экология и многие другие. Преподаватель, ведущий конструкторскую подготовку будущих специалистов, должен научить студентов полноценно и эффективно использовать все полученные ранее знания в практике проектирования. Качественно выполнить эту задачу преподаватель сможет лишь в том случае, если сам будет обладать широчайшей эрудицией во всех перечисленных выше областях знаний, да в придачу он должен еще обладать и педагогическим умением и мастерством. Сочетание таких качеств вырабатывается только в процессе многолетнего практического преподавания, на что требуется по нашему мнению не менее 15-20 лет. Отсюда следует особая осторожность и ответственность при отборе и выращивании педагогических кадров для конструкторской кафедры. Начинать это "выращивание" лучше в молодые годы. И не всегда здесь приносит успех привлечение крупных специалистов из промышленности или научных учреждений, т.к. выработать нужные качества в

позднем возрасте достаточно трудно, особенно в отношении педагогического мастерства.

Подводя итог изложенному следует отметить, что идеи и принципы конструкторской подготовки, заложенные А.А. Комаровым, продолжают развиваться и воплощаться в жизнь его учениками. Конструкторская подготовка на факультете обеспечивает выпуск инженеров, имеющих глубокие теоретические знания, обладающих оригинальным конструкторским мышлением и глубоким пониманием силовой работы всех элементов самолета. Это позволяет говорить о создании в СГАУ оригинальной школы подготовки конструкторских кадров, которая вполне отвечает современным требованиям и выпускники которой могут успешно работать во многих областях науки и техники.

ББК Ч 480.25

В.А. Комаров, А.А. Черепашков

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРОВ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

На страницах популярных изданий уже банальным выглядит утверждение, что грядущее 21-е столетие станет веком компьютерным. Даже социальные потрясения последнего десятилетия и без этого бурной истории нашей страны не смогли заслонить в глазах россиян очередной виток всемирного технического прогресса, который вызван внедрением информационных технологий практически во все области жизнедеятельности человека. Сегодня сама возможность заниматься любой интеллектуальной работой требует освоения компьютера. Уже стало очевидным, что без поддержки новых информационных технологий трудно добиться конкурентоспособного качества, должной расторопности и производительности, а значит и конечного успеха и в самом перспективном финансово-экономическом проекте, и в многосложном производственном процессе.

В среде специалистов по компьютеризации признано, что одними из самых сложных и наукоемких информационно-технических направлений являются системы автоматизированного проектирования (САПР). В настоящее время наиболее развитые - полномасштабные САПР интегрируют в себе практически все этапы создания нового технического объекта -от проектирования и конструирования до производства и испытаний (системы САД-CAM-CAE). Однако, вкладывая существенные силы и немалые средства в