

УДК 629.7.01

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

© 2014 Е.В. Шахматов, В.А. Комаров

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева

Поступила в редакцию 10.09.2014

Рассматривается проблема кадров для самолетостроения. На основе опыта СГАУ предлагаются направления, методы и средства модернизации подготовки специалистов для отрасли.

Ключевые слова: *авиационная отрасль, кадры, подготовка, модернизация*

Подготовка кадров по самолетостроению в Самарском государственном аэрокосмическом университете (СГАУ) ведется с основания университета – Куйбышевского авиационного института в 1942 г. Выпущены тысячи специалистов для авиационной промышленности. Наиболее успешное направление подготовки – общее проектирование самолетов, которое дает комплексное, системное представление о взаимосвязи параметров и летно-технических характеристик самолета, а также обо всех необходимых фундаментальных науках, которые поддерживают процесс создания самолета. Особая гордость университета – подготовка конструкторов-прочнистов. КуАИ одним из первых в стране начал внедрять в учебный процесс и в практику конструкторских бюро метод конечных элементов, начиная с конца 60-х годов. Разработанная в КуАИ система РИПАК была внедрена более, чем на 40 предприятиях СССР и к концу 80-х годов по набору опций для расчета конструкций выходила на уровень системы NASTRAN, а в области оптимизации конструкции превосходила ее за счет реализации оригинальных научных идей. К сожалению, в 90-е годы объем научно-исследовательских работ в этой области резко упал, но коллектив университета предпринял значительные усилия для сохранения накопленных компетенций. Этот период не был бесплодным. Несмотря на материальные трудности, университет приобрел и ввел в эксплуатацию аэродинамическую трубу с высоким уровнем автоматизации, были проанализированы исследования для промышленности предыдущих лет и написан ряд фундаментальных

работ с принципиальной новизной, особенно по весовому проектированию летательных аппаратов.

**CALS/ИПИ технологии.** В конце 90-х годов стало ясно, что за этот период было допущено серьезное отставание в новом научном направлении, связанном с компьютерной поддержкой жизненного цикла продукции, в так называемых CALS-технологиях. В русскоязычной нотации их принято называть информационной поддержкой изделий – ИПИ-технологии. В 2001 г. в университете был создан Региональный учебно-научный центр по CALS/ИПИ-технологиям. Одними из первых шагов в развитии Центра были экстренная подготовка специалистов из собственного персонала в этой принципиально новой области использования информационных технологий, а также пропаганда новых идей среди персонала всех уровней аэрокосмического кластера Самарского региона. Здесь следует отметить с благодарностью существенную помощь, которую оказал университету СТАНКИН. Вскоре после организации Центр начал переподготовку специалистов из промышленности по ИПИ-технологиям. В 2001-2003 гг. было переподготовлено более 100 специалистов из промышленности.

Следующим серьезным шагом в деле модернизации подготовки кадров для аэрокосмической отрасли было открытие в СГАУ в 2004 г. в порядке эксперимента новой специальности – «Автоматизированное управление жизненным циклом продукции». Оригинальный учебный план, разработанный в СГАУ, преследует две цели. Первая – подготовить специалистов, способных внедрять новые программные продукты в области CALS/ИПИ-технологий и обучать специалистов предприятий. Вторая – эффективно работать по использованию новых программных продуктов в различных подразделениях предприятий, соответствующих различным этапам жизненного цикла продукции. С этой целью

*Шахматов Евгений Владимирович, доктор технических наук, профессор, ректор. E-mail: shakhm@ssau.ru*

*Комаров Валерий Андреевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой конструкции и проектирования летательных аппаратов. E-mail: vkomarov@ssau.ru*

учебный план был насыщен достаточно большим объемом инженерных дисциплин, которые позволяют молодым специалистам не бояться

начинать работать на любом этапе жизненного цикла. Представление о соответствующих наборах дисциплин дают табл. 1 и 2.

**Таблица 1.** Дисциплины по CALS/ИПИИ-технологиям

№	Дисциплина	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	Основной курс информатики	2	3							
2	Компьютерная графика			2	2					
3	Программирование и основы алгоритмизации			4						
4	Вычислительные машины, системы и сети				5					
5	Теоретические основы САПР					3				
6	Моделирование процессов ЖЦП					4				
7	Методы и средства хранения и защиты информации						4			
8	Автоматизация управления ЖЦП							2	3	
9	Онтология производственной сферы								3	
10	Проектирование ЕИП виртуальных предприятий									3
11	Интегрированная логистическая поддержка продукции									3
12	Автоматизация проектирования изделий									3
13	Проектирование и совершенствование структур и процессов промышленных предприятий									4

**Таблица 2.** Дисциплины инженерной подготовки

№	Дисциплина	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	Введение в специальность	2								
2	Прикладная механика				3					
3	Детали машин и основы конструирования					5	1			
4	Основы научных исследований					3	3			
5	Общая электротехника и электроника					5	5			
6	Аэрогидродинамика					3	2	1		
7	Механика транспортных средств						2	3		
8	Теория автоматического управления							4	6	
9	Системы оборудования АКТ							2	3	
10	Конструирование и проектирование АКТ								5	1
11	Диагностика и надежность автоматизированных систем									3
12	Моделирование процессов ЖЦП									4

Правильность выбранного курса подтвердили запросы предприятий. Весной 2008 г. предприятие «ЦСКБ-Прогресс» в порядке диверсификации продукции начало рабочее проектирование самолета местных линий «Рысачок». Проектирование было решено вести только в цифровом виде. Для этого потребовалось пополнение предприятия кадрами, способными работать в новых технологиях, и массовая переподготовка имеющихся специалистов. Предприятие обратилось с соответствующей просьбой к руководству университета и непосредственно к студентам. Интересно отметить, что в первую очередь откликнулись на этот призыв студенты 3 и 4 курсов именно новой экспериментальной специальности. Была организована необходимая дополнительная подготовка, решены организационные вопросы по уплотнению расписания и уже через месяц контингент студентов,

доходивший до 70 человек, был оформлен на работу на предприятии. От начала рабочего проектирования до первого полета самолета в конце декабря 2010 г. прошло менее 3 лет. Доля студентов в разработке документации в цифровом виде оценивается специалистами предприятия в 25-30% (рис. 1). Все студенты, принимавшие участие в создании самолета «Рысачок», защитили дипломные проекты по реальной тематике и уже практически внедренные. Но самый существенный результат этого эксперимента состоит в том, что внедрение в подразделения предприятия молодых, специально подготовленных специалистов по CALS/ИПИИ-технологиям, позволило существенно ускорить переход на новые информационные технологии всего предприятия в целом.

**Подготовка конструкторов.** Несмотря на большой опыт и традиции в подготовке

конструкторов для авиационной промышленности, в настоящее время эта работа сталкивается с новыми проблемами и большими трудностями:

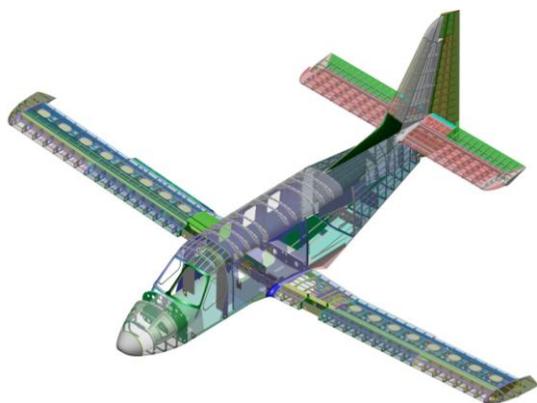


Рис. 3. Электронная модель самолета «Рысачок»

- За перестроечные 90-е годы резко упал престиж профессии конструктора.
- Реформирование школьного образования привело к тому, что резко упало качество подготовки по физике, более того, большое число потенциальных и способных абитуриентов вообще не могут поступить на самолетостроение, так как не сдают ЕГЭ по физике.
- Образ жизни, особенно горожан, изменился таким образом, что даже юноши, в большинстве своем, не имеют никаких навыков ручного труда, поэтому и нет никакой интуитивной базы для того, чтобы в дальнейшем понимать, как деформируется и разрушается материал и элементы конструкций.
- И, наконец, на начало нулевых годов пришло время перехода на тотальное использование цифровых технологий в проектировании и производстве самолетов. Одновременно с этим в большинстве вузов начался переход от традиционной подготовки инженеров как «специалистов» к ступенчатой системе «бакалавр» - «магистр».
- К этому добавилось существенное сокращение аудиторных занятий со студентами.

Все перечисленное – фактически вызовы времени, которые заставляют искать новые пути в подготовке специалистов.

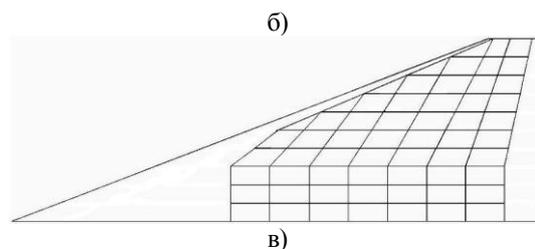
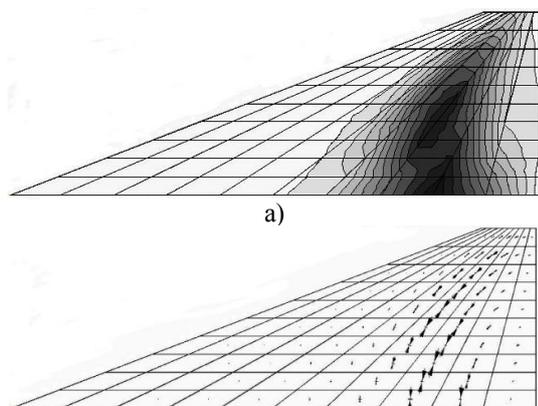
**Компьютерная подготовка.** В этой области молодые люди оказываются во многих случаях довольно хорошо подготовленными уже к первому курсу и с удовольствием развиваются в этой области. Главная задача преподавателей вузов – не держаться за старые технологии проектирования с карандашом в руках, а оперативно переходить на новые информационные технологии и готовить выпускников к свободному владению CAD/CAM/CAE/PLM-системами. Здесь, на наш взгляд, нужно обязательно привить вкус к работе с математическими моделями «от простого к сложному» для того, чтобы будущий

конструктор мог делать сначала оценки и чувствовать величину цифр, уметь делать на простых моделях проверку равновесия и т.п.

Для развития инженерной интуиции в СГАУ разработана система инженерных тренажеров, которые работают по оригинальному сценарию. Студент получает задание, например, на проектирование силового шпангоута под определенную нагрузку. Далее последовательно выполняются следующие действия: студент предлагает силовую схему из интуитивных соображений; проводит расчет НДС этой конструкции и оптимизацию распределения материала; по особому критерию оценивает весовую эффективность этой конструкции; по специальной методике оценивает предел весового совершенства этой конструкции; делает новые попытки по улучшению силовой схемы; и, только на заключительном этапе, получает доступ к специальной программе, которая в автоматизированном режиме решает эту задачу и показывает оптимальную силовую схему. Если студенту дать возможность сразу получить оптимальную конструкцию без перечисленных обучающих этапов, то никакого обучающего эффекта от выполнения задания не получается: «машина сосчитала и точка!» В практике СГАУ работе со шпангоутами предшествует аналогичная работа по оптимизации структур ферменных конструкций. Во всех этих тренирующих системах особое внимание уделяется визуализации поведения конструкции, строятся картины деформированного состояния, наряду с цветографическим представлением о напряженном состоянии обязательно строятся в векторной форме картины главных напряжений и соответствующих потоков усилий. Используется специально разработанный аппарат визуализации коэффициентов чувствительности. В последнее время в подготовке конструкторов стала использоваться принципиально новая математическая оптимизационная модель – тело переменной плотности, которая с успехом применяется как к проектированию силовых схем крупноразмерных агрегатов, таких как крыло (рис. 2), так и к проектированию не менее важных, но очень трудных в проектировании, разного рода стыковочных узлов для передачи больших сосредоточенных усилий (рис. 3).

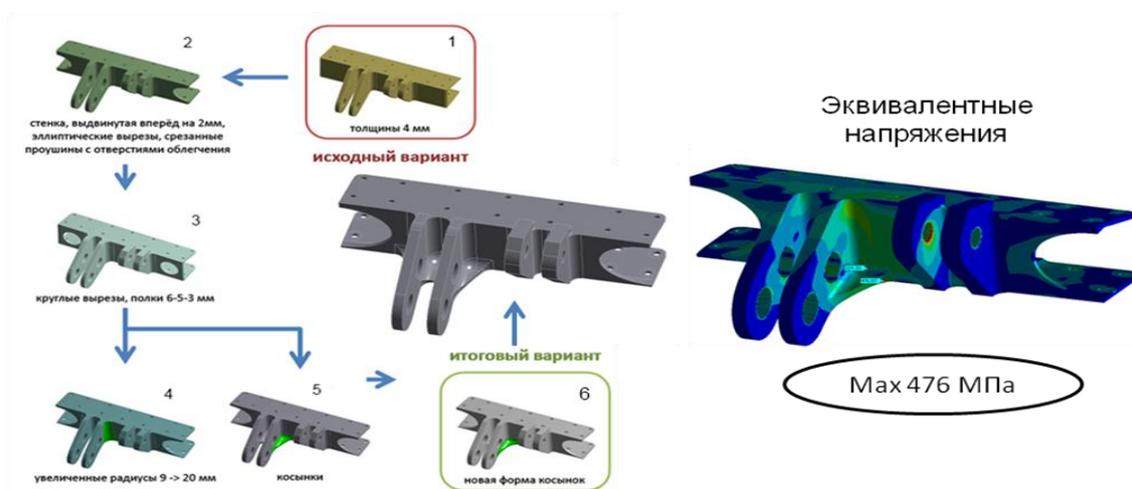
Что касается подготовки конструкторов к работе в едином информационном пространстве предприятия, то здесь следует максимально использовать опыт, накопленный при подготовке специалистов по автоматизированному управлению жизненным циклом продукции. Студенты должны быть подготовленными к работе в системе нисходящего проектирования, когда вначале создается мастер-геометрия, которая описывает внешние обводы, а далее идут компоновочные модели, силовые схемы с соответствующим цифровым описанием. Опыт массового

привлечения студентов к проектной и производственной работе на предприятии по созданию самолета «Рысачок» показал, что в современных условиях это один из наиболее эффективных путей решения многих проблем, которые стоят при подготовке специалистов для авиастроения.



**Рис. 2.** Распределение материала (а), усилия в теоретически оптимальном крыле (КЭМ-1) (б) и результат проектирования (в)

Другой эффективный вариант привлечения студентов старших курсов к профессиональной деятельности – участие в выполнении НИР и ОКР по договорам вуза с предприятиями.



**Рис. 3.** Оптимизация узла навески интерцептора

Определенные вопросы возникают, на каких компьютерных системах учить студентов. Здесь много альтернативных вариантов. Определенные преимущества есть у отечественных разработок фирмы АСКОН: приемлемые цены, доступность учебных версий, максимальный учет отечественных стандартов и т.п. С другой стороны, предприятия хотят видеть в лице выпускников университетов носителей знаний и умений работы с самыми современными системами, таким как CATIA, UNIGRAPHICS, NASTRAN, ANSYS. Всему научить, конечно, невозможно. Однако опыт СГАУ показывает, что после обучения в базовых CAD/CAE-системах CATIA V5 и NASTRAN студенты и выпускники в короткие сроки переучиваются работе, например, в системе Pro-E и ANSYS и т.п. Но обучение в одной из «тяжелых систем» должно быть обязательно.

**Переподготовка специалистов.** На ряде предприятий авиационной отрасли в настоящее время среди молодых сотрудников довольно много специалистов с высшим, но непрофиль-

ным образованием. При проведении курсов по работе, например, с CAD-системами приходится порой сталкиваться с тем, что у слушателей нет знаний даже основных терминов: стрингер, фитинг и т.п. В связи с этим, в СГАУ в сотрудничестве с филиалами ОАО «Туполев», ОАО НИК и рядом других заинтересованных предприятий разработаны специальные программы подготовки по базовым авиационным дисциплинам от 180 до 600 часов. В частности, в 2010 г. без отрыва от производственной деятельности были переподготовлены более 40 сотрудников Ульяновского филиала ОАО «Туполев». Однако в перспективе и, особенно с учетом возрастающего количества выпускников бакалавриата, целесообразно направление молодых сотрудников предприятий со степенью бакалавра на очную учебу в магистратуру профильного университета, каким, например, является СГАУ, для очного обучения по авиационным дисциплинам с максимальным использованием материальной базы по конструкциям, по аэродинамике, с ис-

пользованием специальных тренажеров. На наш взгляд конкурентоспособную продукцию могут создавать коллективы укомплектованные специалистами со знаниями, как фундаментальных дисциплин, так и прикладных. В качестве примера можно привести работу, которую сейчас ведет СГАУ совместно с ЗАО «АэроКомпозит-Ульяновск» по созданию оснастки для производства крупноразмерных углепластиковых кон-

струкций с использованием инфузийных технологий. Правильное проектирование такой оснастки требует знаний основ строительной механики, свойств традиционных и нетрадиционных материалов, умение решать сложнейшие термодинамические задачи в среде такой мощной системы, как ANSYS (рис. 4). Без солидного образования такие задачи решать просто невозможно.

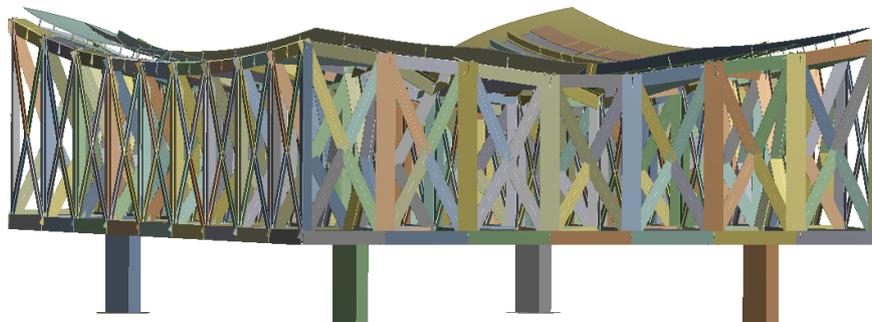


Рис. 4. Оснастка для изготовления панелей из конструкционных материалов

Разработка и внедрение новых конструкционных материалов, в частности слоистых композитов, термопластов с пространственным армированием и т.п., развивается в настоящее время настолько быстро, что возникает необходимость систематической переподготовки специалистов в данной области в ведущих научных центрах. В частности, в июне 2014 г. в СГАУ по просьбе Объединенной Авиационной Корпорации проведен научно-практический семинар «Проектирование и расчет на прочность конструкций из композиционных материалов». В качестве лекторов на семинар были дополнительно приглашены ведущие специалисты из Санкт-Петербурга и Казани. Большое внимание на семинаре было уделено проведению демонстрационных испытаний материалов и элементов конструкции, решению задач с использованием высокопроизводительной вычислительной техники и индивидуальным консультациям специалистов предприятий. При подведении итогов работы семинара участники высказались за целесообразность ежегодного проведения таких семинаров.

**Выводы:** проектирование и производство конкурентоспособной авиационной продукции невозможно без соответствующего кадрового обеспечения. Авиационный специалист должен обладать знаниями фундаментальных физико-математических дисциплин, должен быть подготовлен к работе в едином информационном пространстве предприятия и иметь представление о работе в CAD/CAM/CAE/PLM-системах высокого уровня. Студентам старших курсов необходимо предоставлять возможность для производственной работы по реальной тематике либо на предприятиях, либо в исследовательской работе в стенах вуза. Целесообразно создавать инженерный вариант «системы физтеха». Подготовка авиационных специалистов требует больших материальных вложений, и поэтому ее целесообразно вести в профильных университетах. При переходе на двухступенчатую систему подготовки кадров магистерская подготовка должна быть сосредоточена в высоко рейтинговых исследовательских университетах. Переподготовка специалистов должна носить регулярный, системный характер.

## TRAINING MODERNIZATION FOR AVIATION INDUSTRY

© 2014 E.V. Shakhmatov, V.A. Komarov

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov

The problem of personnel for aircraft design and manufacturing is considered. On the basis of SSAU experience directions, methods and means of training modernization of specialists for industry are offered.

Keywords: *aviation industry, personnel, preparation, modernization*