

**Б. П. РУДОЙ****ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЦЕЛЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ****(ОПЫТ ДЕСЯТИ ВЫПУСКОВ)****Рудой  
Борис Петрович**

Профессор, заведующий кафедрой двигателей внутреннего сгорания УГАТУ. Академик Академии транспорта России, чл.-кор. Российской академии естественных наук.

Инженер-механик по авиационным двигателям (УАИ, 1963); аспирантура в УАИ; кандидатская диссертация о нестационарном течении газов в системе «емкость-трубопровод» (защ. в МВТУ им. Баумана, 1970).

Доктор технических наук по тепловым двигателям; докторская диссертация о влиянии на газообмен двигателей нестационарных газодинамических процессов (защ. в МВТУ им. Баумана, 1982);

Научные исследования в области двигателестроения, нестационарной гидрогазодинамики. Автор более 150 научных трудов, 10 учебных пособий. Научный руководитель 17 кандидатов наук.

Тел: (3472) 22 84 05 E-mail: dvs@ugatu.rb.ru



**В** этом году кафедра «Двигатели внутреннего сгорания» отметила небольшой юбилей: 10 лет назад был осуществлен первый выпуск инженеров, обучавшихся по функционально-целевой технологии подготовки специалистов (ФЦТПС) [2]. В 1997 году состоялся первый выпуск бакалавров, которые готовились по той же технологии.

Как сама технология, так и ее отдельные аспекты достаточно широко обсуждались на многих совещаниях, семинарах, конференциях [2–7 и др.]. Поэтому цель данной работы — подвести некоторые итоги пятнадцатилетнего опыта.

Глубокий анализ основных требований предприятий к качеству выпускаемых специалистов, проведенный сотрудниками кафедры в 1982–1983 гг., показал, что они сводятся к одному главному — готовности выпускников самостоятельно принимать решения в нестандартных ситуациях. С позиций этого требования был подвергнут анализу теперь уже учебный процесс, его организация.

Исследование показало, что в учебном плане практически отсутствуют элементы, направленные на развитие у студентов самостоятельности в принятии решений. Он ориентирует организацию учебного процесса на освоение студентом определенного объема знаний и развитие умения решать стандартные задачи. Р. Р. Мавлютов назвал такое высшее образование «информативным» [1]. Таковым оно остается и по сей день. Чтобы убедиться в этом, достаточно ознакомиться с новыми государственными стандартами, руководящими и методическими материалами по аттестации вузов, контролю качества подготовки специалистов. Конечно же, для решения многих стандартных задач (к ним относятся задачи, ответы на которые можно найти в специальной справочной литературе, ГОСТах, различных руководствах, базах данных и т. д.) недостаточно



знаний и умений, полученных в общеобразовательных школах. Нужны дополнительные специальные знания и умения. Дать их может и высшая школа. Но где учить будущего специалиста решать нестандартные задачи? Ведь ясно, что сумма решенных конкретным сообществом нестандартных задач — научных, технических, организационных и т. д. — определяет прогресс в его развитии.

Очевидно, что лучше всего начинать учить человека решать нестандартные задачи с детского сада. Однако это пока нереально. В сложившейся ситуации единственным институтом, в котором есть кадры (или возможность иметь кадры), способные научить решать такие задачи в условиях образовательного процесса, является высшая школа. Государство должно поручить высшей школе реализацию этой потребности общества. Для этого необходимо, прежде всего, создать образовательные стандарты, которые бы нацеливали на обучение студента методам решения нестандартных задач, а контроль качества подготовки специалиста осуществлялся бы по умению выпускником вуза ее решать. Существенным возражением против введения таких стандартов может быть одно — необходимость в дополнительном финансировании. Пятнадцатилетний опыт использования ФЦТПС показывает, что даже в условиях существующего порядка финансирования такой подход (с некоторым напряжением коллектива кафедры) возможен. Есть ряд организационных мер уровня руководства вуза, реализация которых могла бы снять такое напряжение у выпускающих кафедр и способствовать улучшению качества учебного и научного процессов. Это, прежде всего, изменение порядка расчета штатов кафедр. Он должен учитывать большой объем нестандартной индивидуальной работы преподавателя выпускающей кафедры со студентом.

Ключевой проблемой при переходе на ФЦТПС является определение нестандартной задачи в условиях учебного процесса. На кафедре за прошедший период сложилось определенное понимание этой проблемы. Определение нестандартной задачи можно выразить через требования к ней:

1. Задача должна все время напоминать студенту, что его основной функцией после окончания вуза будет решение нестандартных задач (производственных, организационных, технических, научных и т. д.). Это необходимо для снятия у него психологического барьера перед ними;
2. Нестандартная задача не может быть нетворческой.
3. Процесс решения задачи должен быть достаточно самостоятельным. Руководитель студента не знает конкретного пути решения, а тем более результата. Оба руководствуются общими методами (научным методом, методом решения изобретательских задач и др.).
4. Задача должна лежать в русле образовательного направления или специальности.
5. В процессе ее решения студент должен попробовать реализовать как можно больше профессиональных функций, которые могут ему встретиться в процессе будущей работы.
6. Процесс решения нестандартной задачи должен включать как его составляющие решения стандартных задач.
7. Решение задачи должно быть соответствующим образом оформлено и представлено в законченном виде (дипломная работа, дипломный проект, диссертация).

Нестандартная задача, удовлетворяющая вышеперечисленным требованиям в условиях подготовки специалистов технического профиля, может быть выбрана лишь в рамках научно-исследовательских или опытно-конструкторских работ. Таким образом, она обязательно будет связана с перспективой развития науки и техники в соответствующем направлении.

Учитывая достаточно большую учебную составляющую в обязательном решении нестандартной задачи, выпускающая кафедра имеет возможность широко практиковать задание студентам рискованных поисковых задач, которые в условиях производства реализовать маловероятно. В этом случае при отрицательном результате студенту



на защите выпускной работы необходимо лишь дать объективную оценку полученным результатам, продемонстрировав при этом умение решать такие задачи.

Кафедра же, целенаправленно и планомерно работающая по формированию банка поисковых, научных и опытно-конструкторских заданий и соответствующим образом организовавшая работу преподавателей и научных сотрудников, может сделать значительный задел перспективных научно-технических решений для соответствующего профиля кафедры направления в технике.

В результате обучения студент должен освоить методы выполнения трех видов работ:

- научно-исследовательских;
- изобретательских;
- типовых.

Обучение третьему виду не представляет затруднений — традиционный учебный процесс направлен именно на подготовку выпускника к такому виду работ: научить решать типовые дифференциальные уравнения; выполнять по инструкции лабораторные работы; оформлять чертежи; выполнять типовые проекты и т. д. Все это важно, но оказывается, что вуз готовит специалиста, который умеет работать лишь по регламенту. Конечно, есть небольшой процент (3...5 %) студентов, генетически запрограммированных на творческую работу, однако есть еще очень большая доля поступивших в вуз, способных к творческой работе, но «не разбуженных» в школе и могущих остаться «не разбуженными» и в вузе. Это доказывает пятнадцатилетний опыт обучения по ФЦТПС, когда за изобретение платило государство, а не так, как в настоящее время — изобретатель, до 80 % выпускников получали положительные решения на изобретения. И в настоящее время лишь финансовые возможности и развал в промышленности не позволяют большинству студентов подавать заявки на патентование разработок, выполненных ими в дипломных работах и проектах. Но для того чтобы достичь такого уровня разработок, студент должен «вжиться» в проблему, поставленную ему кафедрой, для этого провести литературный и патентный поиск, сформировать базу знаний по данной проблеме и в процессе работы ее пополнять. Сформулировать гипотезу, разработать феноменологическую (семантическую) и математическую (имитационную) модели. Если необходимо, подготовить компьютерную программу. Основываясь на анализе математической модели, сформулировать требования к необходимым экспериментальным исследованиям; разработать рабочий проект экспериментальной установки, необходимые рабочие чертежи и технологии изготовления деталей; организовать изготовление, сборку, доводку установки до технических требований; провести исследования (испытания) и обработать экспериментальные данные; оценить достоверность математической модели. Если студент планирует идти по инженерной линии, на базе проведенных исследований он готовит к защите, по крайней мере, эскизный проект. Если по научной — развивает исследование до защиты магистерской диссертации.

Для выполнения такого объема работ — а только такой объем позволяет студенту ознакомиться с основными функциями при выполнении НИОКР — необходимо время. И сейчас, после 10 выпусков, можно уверенно утверждать, что выдача поискового задания студенту на первом курсе оправдана.

ФЦТПС позволила кафедре легко перейти на многоуровневую систему высшего образования. Причем система придала технологии дополнительную стройность: результаты четырехлетних исследований студенты оформляют как выпускную работу на степень бакалавра. Для этого вполне хватает 7...9 недель, предусматриваемых учебным планом на дипломную работу. Законченность исследовательской части после четырех лет обучения является хорошей базой для дипломных проектов будущих инженеров и хорошим заделом для магистров.

Существенное влияние на организацию учебного процесса оказывает система контроля его качества. Она включает две компоненты: внешнюю и внутреннюю. Их задачи различные.



Задача внешнего контроля очевидна — оценить уровень соответствия выпускаемого специалиста запросам общества. Если принять, что общество поддерживает высшую школу, прежде всего, как единственный институт, в котором учат решать нестандартные задачи (научные, технические, организационные), то система контроля может быть проста: необходимо оценить уровень сложности предложенной студенту задачи и убедительность ее решения. Для специалиста такая оценка не представляет проблемы. По интегральному анализу выпускных работ можно судить о квалификации научно-педагогических кадров, материально-технической базе, используемой выпускающей кафедрой, совершенстве организации учебно-научного процесса.

Задача внутреннего контроля — обеспечение качества текущего процесса обучения. На кафедре разработана система внутреннего контроля. В ее основу положена простая идея: существует нижний предел знаний для выпускника кафедры, который позволяет считать его специалистом. Верхнего предела нет. На кафедре по всем специальным дисциплинам, некоторым общетехническим и общенаучным созданы вопросники минимальных знаний. В них собраны основные определения, понятия, базовые физические эффекты для направления или специальности. На эти вопросы студент должен отвечать без подготовки после завершения изучения дисциплины. Окончательный контроль знаний кафедра осуществляет после завершения теоретического курса обучения и в начале этапа подготовки к защите выпускной работы. Он проходит в форме междисциплинарного экзамена: студент выбирает билет, в котором  $N+1$  вопросов.  $N$  вопросов из вопросников минимальных знаний (в настоящее время  $N = 8$ , по 2-м из 4-х базовых дисциплин). На подготовку ответа на первые  $N$  вопросов время практически не дается (3...5 минут для знакомства с билетом). Полный ответ на все  $N$  вопросов позволяет поставить студенту оценку удовлетворительно. Последний вопрос — проблемный. Он требует от студента системности мышления, умения использовать полученные знания при решении конкретной задачи. Для подготовки ответа на него выделяется примерно 1 час.

Выбор времени междисциплинарного экзамена оказался удачным, так как способствовал повышению качества пояснительных записок к выпускным работам, а также качества ответов на вопросы членов государственной аттестационной комиссии. Естественно, сама выпускная работа, процесс ее защиты также являются важными элементами внутреннего контроля.

ФЦТПС предъявляет определенные требования к количеству и качеству, прежде всего, преподавательского состава выпускающей кафедры. При сложившейся системе расчета штатов на две академические группы (40...50 студентов) приема численность выпускающей кафедры составляет 9...11 преподавателей, т. е. каждый из них должен руководить примерно 20 студентами (выпускать 4-х специалистов в год). Докторанты и аспиранты позволяют несколько снизить этот коэффициент. Можно существенно разгрузить преподавателей за счет привлечения научных сотрудников кафедры и преподавателей смежных кафедр. Привлечение к руководству исследовательской работой студента первого курса сотрудников близлежащих профильных предприятий затруднено из-за необходимости длительной систематической работы с ним. Кроме того, конкретно в нашем регионе они не обладают достаточной квалификацией.

Очевидно и требование к преподавателю выпускающей кафедры: он должен обеспечить успешное руководство исследовательской работой примерно 15 студентов, а это, как показывает опыт, оптимальное число для одного преподавателя (в год он в пределах должен выпустить 3-х бакалавров и 3-х специалистов). Для этого он сам обязан работать над серьезной научной проблемой, чтобы привлечь к ее решению такое количество студентов и обладать достаточными организационными способностями, чтобы обеспечить непрерывное функционирование этого коллектива. Это одна из положительных сторон ФЦТПС — учебный процесс обязывает преподавателя заниматься научно-исследовательской работой и предъявляет к нему конкретные требования. При традиционной технологии преподаватель вполне может обходиться без ведения научных исследований. Ему достаточно подготовиться к лекциям, подготовить задачи для практических занятий, хорошо усвоить руководства для лабо-



раторных работ и методические разработки для курсовых проектов, подобрать материалы для типовых дипломных проектов. Это можно сделать на много лет вперед. Так рождается застой в учебном процессе.

Десять выпусков инженеров, сделанные кафедрой, убедительно показывают эффективность ФЦТПС: все выпускники к окончанию вуза имеют предложения работать по специальности, хорошо адаптируются на рабочих местах. Идеи, заложенные в ФЦТПС, могут быть практически реализованы, по крайней мере, на всех направлениях подготовки технических специалистов. Успешный опыт использования в учебном процессе ФЦТПС показывает, что есть практическая база для уточнения идеологии образовательных стандартов. Необходимо сместить в них акценты с освоения в учебном процессе методов решения стандартных задач на методы решения нестандартных (научных, опытно-конструкторских, технических, организационных). Внешний контроль должен в первую очередь оценивать именно эту сторону в подготовке специалистов в высшей школе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мавлютов Р. Р. Высшая школа глазами ректора. М.: МАИ, 1992. 175 с.
2. Функционально-целевая технология подготовки специалистов: Методические указания / Сост. Б. П. Рудой, Р. В. Никитин, А. О. Борисов. Уфа: УАИ, 1989. 28 с.
3. Никитин Р. В., Рудой Б. П. Опыт разработки и внедрения функционально-целевой технологии подготовки специалистов // Опыт целевой интенсивной подготовки специалистов и его использование в учебном процессе университета: Сб. тр. СГАУ им. акад. С. П. Королева. Самара: СГАУ, 1993. С. 23–26.
4. Рудой Б. П., Никитин Р. В. Учебный план как главный фактор интенсификации обучения // Проблемы совершенствования учебного процесса на базе комплексной программы целевой интенсивной подготовки специалистов: Межвуз. сб. науч. тр. Волгоград: ВПИ, 1986. С. 31–35.
5. Рудой Б. П., Никитин Р. В. Адаптация функционально-целевой технологии подготовки специалистов к многоуровневой системе образования // Проблемы качества высшего образования: Российская науч.-метод. конф.: Тез. докл. Уфа: УАИ, 1992. С. 16.
6. Рудой Б. П., Никитин Р. В. Методика экспресс-оценки качества подготовки специалистов в вузе // Передовой опыт в рамках комплексной программы ЦИПС: Республ. науч.-метод. конф.: Тез. докл. М.: Завод-ВТУЗ, 1988. С. 13.
7. Никитин Р. В., Рудой Б. П. Опыт проведения междисциплинарного итогового экзамена // Проблемы итоговой аттестации студентов: Региональная науч.-метод. конф.: Тез. докл. Уфа, УГАТУ, 1995. С. 17.



# Учебник

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Учебник для вузов/  
Под ред. профессора А. М. Ахмедзянова.  
- М.: Машиностроение, 2000. - 454 с.;  
ил. ISBN 5-217-02968-4

## DESIGN OF AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINES

Book for higher educational  
institutions/  
Edited by professor  
A. M. Akhmedzjanov. Moscow:  
Publishing House "Mashinostroenie",  
2000 - 454p.: ISBN 5-217-02968-4

Изложены вопросы проектирования авиационных газотурбинных двигателей: методология проектирования, термодинамическое проектирование, прочностное (ресурсное) проектирование, проектирование основных узлов ГТД, технология проектирования в среде CAD/CAM/CAE. Приведен пример эскизного проекта ГТД.

Problems of design of aircraft gas turbine engines: design methodology, gas thermodynamics design, strength (service life) design, design of main components of aircraft engines, technology of design in CAD/CAM/CAE environment are considered. Example of initial project of gas turbine engine is presented. Information about famous aircraft engines designers and best domestic gas turbine engines is given.

авторы: А. М. Ахмедзянов, Ю. С. Алексеев, Х. С. Гумеров, В. Н. Тусев, В. С. Жернаков, В. К. Итбаев, С. И. Каменев, И. А. Кривошеев, А. И. Крюков, В. С. Мухин, А. А. Рьжов, М. А. Сахабегдинов, С. Г. Суваров, В. А. Трушин, А. П. Тунаков, В. Ф. Харитонов, В. М. Чуйко.

Москва "МАШИНОСТРОЕНИЕ" 2000  
учебник можно приобрести наложенным платежом по адресу:  
450025, Уфа, ул. К. Маркса, 12.