

## ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 681.3.06 (075)

Н. В. Вознесенская, Л. В. Масленникова  
**ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ОБУЧЕНИЯ  
ФИЗИКЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ**

*Ключевые слова:* информатизация образования; компьютерные технологии; фундаментальность обучения; профессиональная направленность обучения.

*Резюме:* в статье рассматриваются вопросы, связанные со спецификой профессионального образования в технических вузах. Особое внимание уделяется обучению физике с использованием современных компьютерных технологий студентов инженерных специальностей.

Сегодня является общепризнанным, что традиционное понимание профессионального инженерного образования как усвоения определенной суммы знаний, основанного на преподавании фундаментальных, общетехнических и специальных предметов, для подготовки специалистов-профессионалов является явно недостаточным [4]. Для достижения нового качества профессионального технического образования в соответствии с Концепцией модернизации российского образования на период до 2010 года будет осуществляться «информатизация образования и оптимизация методов обучения, углубление в высшей школе интеграционных и междисциплинарных программ, соединение их с прорывными компьютерными технологиями». Поэтому владение современными компьютерными методами обработки информации и умение применить их в профессиональной деятельности является одним из обязательных требований, предъявляемых к выпускникам технических вузов, закрепленных в Государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования [1].

Таким образом, специфика учебного процесса в техническом вузе состоит в практической направленности изучаемых дисциплин и активном использовании компьютерных технологий, при этом физика представляет собой фундамент для дисциплин технического направления. Однако анализ учебных планов и программ по физике для различных инженерно-технических специальностей высших учебных заведений и проведенный нами констатирующий эксперимент позволили выявить противоречия:

- между необходимостью подготовки в технических вузах высокопрофессиональных специалистов, владеющих фундаментальными знаниями по физике и умеющих применять современные компьютерные технологии при решении прикладных задач, и практическим отсутствием соответствующего научно-методического обеспечения учебного процесса;
- между постоянно увеличивающимся объемом учебного материала по физике в технических вузах и предоставляемым учебным временем на его изучение;
- между возрастающим числом часов, отведенных на самостоятельную работу студентов, и нерациональным их использованием.

Поэтому цель нашего исследования состояла в выявлении теоретических основ, построении и практической реализации методической систе-

мы обучения студентов технического вуза физике с использованием современных компьютерных технологий. Была выдвинута гипотеза: разработка и внедрение в учебный процесс технического вуза методической системы, отражающей инженерно-прикладную направленность обучения физике с использованием совокупности современных компьютерных технологий на всех формах занятий (включая аудиторное время, самостоятельную работу студентов, в том числе и при выполнении курсовой работы по физике), могут повысить уровень фундаментальной подготовки студентов и сформировать некоторые виды профессиональной деятельности, адекватные современным условиям компьютеризации производства.

Обучение физике студентов технических вузов мы предлагаем осуществлять на трех уровнях. Так как одна из целей курса физики технического вуза – создание фундаментальной теоретической базы выпускника вуза в области технических наук, то первый уровень – инвариантный (базовый) – предполагает решение стандартных задач, включает традиционные лабораторные работы по физике. Специфические требования к курсу физики в техническом вузе не должны осуществляться в ущерб основным задачам этого предмета как фундаментального. При всей важности межпредметных связей нельзя превращать науку в подготовительный учебный предмет для изучения специальных дисциплин. Недопустимо, чтобы исчезли те фундаментальные классические эксперименты, которые в корне меняли сложившиеся представления в физике. Таким образом, обучение на первом уровне осуществляется в соответствии с принципом фундаментальности.

Но обучение физике студентов технического вуза имеет и специфические цели: создание научной базы для изучения общетехнических и специальных дисциплин; формирование видов деятельности, адекватных профессиональной деятельности инженера. Поэтому обучение на втором уровне ориентировано на применение физических законов и явлений в профессиональной деятельности. На протяжении всего периода обучения в техническом вузе студенты сталкиваются с междисциплинарными связями, связями между фундаментальными, общеобразовательными и специальными дисциплинами. Таким образом, построение дидактического процесса на втором уровне следует проводить на основе междисциплинарного подхода и принципа профессиональной направленности обучения. Для этого следует использовать все возможные методы, формы и средства обучения. Как показала практика, использование междисциплинарного подхода и принципа профессиональной направленности помогает учащимся раскрыть взаимосвязь дисциплин, их взаимовлияние.

Однако важнейшим направлением развития инженерного образования и трансформации его в инновационное образование «является органическое включение студентов в активную творческую деятельность, обеспечение их массового участия в научно-исследовательской работе» [4]. Поэтому третий уровень носит научно-исследовательский характер. Задачи и лабораторные работы этого уровня должны стать основой проектов, в которых студент не столько следует стандартным методикам и известным способам решения, сколько ведет поиск пределов применимости тех или иных методов, проверку их надежности, достоверности, эффективности. Процесс обучения студентов на этом уровне объединяет два важных принципа: фун-

даментальность общенаучной подготовки и непосредственное соединение учебного процесса с научным исследованием.

На разных уровнях образовательного процесса компьютерные технологии занимают разное место. Ключевую роль они играют на профессионально ориентированном и научно-исследовательском уровнях. Вопрос в том, как наиболее эффективно применять компьютерные технологии, какие программные продукты использовать в учебном процессе.

Рынок компьютерных технологий предлагает большое количество различных программ. В зависимости от специальностей (гуманитарные, технико-технологические, экономические, информационные и педагогические) выделяют приоритетные направления в изучении компьютерных технологий. Если содержание курса информатики на гуманитарных факультетах ориентировано в основном на получение «компьютерной грамотности», т. е. базовых знаний и умений в области наиболее массовых компьютерных технологий, то в технических вузах даются более глубокие знания в области технического и программного обеспечения, компьютерных и телекоммуникационных систем. Для инженерных специальностей приоритетной является информационная деятельность, связанная со сравнительно сложным анализом и преобразованием числовой и другой информации с высоким уровнем абстрагирования. Специфичный прикладной аспект заключается в ориентации на методы моделирования, средства автоматизации производства и проектирования, на использование табличных и графических редакторов и программного комплекса 3D. Общая прикладная подготовка для инженерных специальностей основывается на единых заданиях фундаментального содержания и актуальных для конкретных специальностей профессионально ориентированных заданиях.

На основе анализа содержания курса физики и складывающихся мировых тенденций на рынке программного обеспечения нами была составлена таблица профессионально-фундаментальных знаний и сформированы тематические группы, где использование компьютерных технологий является предпочтительным [3]. Причем при обучении физике необходим переход от языков программирования к универсальным математическим пакетам (MathCAD, MatLab, Maple и др.), в которых автоматизированы размерные расчеты и в полной мере воплотился принцип триединства численных, аналитических и графических методов решения задач. Использование языков программирования (Pascal, Delphi, Си++ и др.) исключает из задачи ее физическую основу: переменные программы хранят только числовые значения, а соответствующие им единицы измерений студент должен «держать в уме».

Системы автоматизированного проектирования (CAD, CAM, CAE, PDM системы), как и математические пакеты, являются предметом специального изучения в технических вузах и поэтому могут быть использованы при решении физических задач профессионального содержания. Так как почти все физические поля описываются дифференциальными уравнениями в частных производных и эти уравнения являются фундаментальным базисом для законов науки, то целесообразно изучение физики в технических вузах сопровождать использованием пакетов, в основе которых метод конечных элементов. Это ANSYS американской компании ANSYS Inc., FEMLAB (новая версия COMSOL Multiphysics) от шведской фирмы Comsol, ELCUT

российской компании «ТОП Системы» и др. Преимуществом же ELCUT является, безусловно, наличие распространяемой бесплатно студенческой версии программы, русскоязычный интерфейс и help-система, развитые возможности по обработке результатов расчета (расчет индуктивностей, емкостей, усилий и т. п.).

Наиболее полное исследование физических явлений и процессов, а также решение задач третьего, научно-исследовательского уровня, возможно в результате использования так называемых пакетов визуального моделирования [2]. В пакетах визуального моделирования студенту предоставляется возможность описывать моделируемую систему преимущественно в визуальной форме, например, графически представляя как структуру системы, так и ее поведение. Такой подход позволяет студенту не заботиться о программной реализации модели, что значительно упрощает процесс моделирования.

Таким образом, выпускники технического вуза при изучении ряда дисциплин, в том числе и физики, должны получить разносторонний опыт использования компьютерных технологий, быть психологически готовыми к их использованию в профессиональной деятельности.

С целью оценки эффективности методической системы трехуровневого обучения физике (с использованием современных компьютерных технологий) студентов технических вузов нами была организована экспериментальная работа по проверке гипотезы исследования. Педагогический эксперимент проводился в 2001–2006 гг. на инженерных факультетах Мордовского государственного университета имени Н. П. Огарева и в Рузаевском филиале Самарской государственной академии путей и сообщений им. М. Т. Елизарова. В эксперименте приняло участие 15 преподавателей (7 – по физике, 5 – по специальным дисциплинам инженерного профиля, 3 – по информатике) и 600 студентов. В ходе проверки гипотезы исследования проводилось сравнение знаний и умений по выполнению итоговой диагностической контрольной работы по физике студентов вторых курсов экспериментальных и контрольных групп (табл. 1).

Таблица 1

Выполнение заданий в экспериментальных и контрольных группах (средний процент)

Группы	Номер задания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Экспериментальные	99	89	87	77	76	91	85	82	79	74	88	81	78	77	77
Контрольные	87	86	84	62	59	80	71	67	58	34	72	63	51	49	45

В качестве гипотезы  $H_0$  мы выдвинули предположение, что при реализации методической системы, отражающей инженерно-прикладную направленность обучения физике с использованием совокупности различных современных компьютерных технологий на всех формах занятий (включая

аудиторное время, самостоятельную работу студентов, выполнение курсовой работы по физике), уровень фундаментальной подготовки студентов не повысился, не произошло формирование видов профессиональной деятельности, адекватных современным условиям компьютеризации производства; при альтернативной гипотезе  $H_1$ : предложенная методическая система обучения физике студентов технических вузов с использованием современных компьютерных технологий способствует повышению уровня фундаментальной подготовки студентов и формированию видов профессиональной деятельности, адекватных современным условиям компьютеризации производства.

Так как исходные данные представляют собой две независимые выборки, то для проверки нулевой гипотезы был использован критерий серий Вальда-Вольфовица: гипотеза  $H_0$  принимается на уровне значимости  $\alpha$ , если выборочное значение статистики  $Z_g$  удовлетворяет неравенству  $|Z_g| \leq U_{1-\alpha/2}$ , где  $U_{1-\alpha/2}$  – квантиль нормального распределения  $N(0, 1)$  порядка  $1-\alpha/2$ ; если  $|Z_g| > U_{1-\alpha/2}$ , то гипотеза  $H_0$  отклоняется. Выборочное значение статистики  $Z_g$  было найдено с использованием пакета STATISTICA (рис. 1).

Variable	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Mean Group 1	Mean Group 2	Z	p-level	Z adjstd	p-level	No. of Runs	No. of ties
Выборки	15	15	62.66667	64.63333	-2.97269	0.002950	2.787088	0.005319	8	1

Рис. 1. Результаты анализа

Выборочное значение  $Z_g=2,97$  при  $\alpha=0,01$ . Так как  $U_{0,995}=2,576$  и  $|Z_g| > 2,576$ , то гипотезу  $H_0$  отклоняем. Принимается альтернативная гипотеза  $H_1$ . Следовательно, распределение результатов выполнения диагностической контрольной работы носит статистически достоверный характер. Анализ данного педагогического эксперимента подтвердил гипотезу о том, что обучение студентов технических вузов физике с использованием современных компьютерных технологий по предложенной методической системе способствует повышению уровня фундаментальной подготовки студентов и формированию видов профессиональной деятельности, адекватных современным условиям компьютеризации производства.

Решающим критерием эффективности предлагаемой методической системы следует считать результаты обучения не только по физике, но и по другим дисциплинам, показывающие, каково влияние знаний, полученных при изучении физики, на уровень изучения:

- общетехнических дисциплин («Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Теория механизмов и машин»);
- специальных дисциплин («Резание материалов», «Режущий инструмент», «Металлорежущие станки»);
- на выполнение курсовых и дипломных проектов и на выработку у будущих специалистов творческого мышления.

С этой целью сравнивались результаты экзаменов студентов контрольной и экспериментальной групп по перечисленным дисциплинам, а также результаты выполнения и защиты курсовых и дипломных проектов (табл. 2).

Таблица 2

Результаты экзаменов по общетехническим и специальным дисциплинам

Цикл	Дисциплина	Группа	Общее число студентов, сдававших экзамен	Оценка				Число студентов, сдавших экзамен, %	Выборочное значение $\chi^2_{\alpha}$
				5	4	3	2		
				Сдали экзамен		Не сдали экзамен			
ОПД	Теоретическая механика	Эксперимент.	54	31	15	8	0	100	7,208738
		Контрольная	56	12	13	24	7	87,5	
	Сопротивл. материалов	Эксперимент.	52	28	20	3	1	98	8,979645
		Контрольная	54	14	10	19	11	79,6	
	Теория механизмов и машин	Эксперимент.	54	39	9	5	1	98	5,795758
		Контрольная	55	18	16	13	8	85	
СД	Резание материалов	Эксперимент.	53	27	18	8	0	100	9,284464
		Контрольная	56	12	17	18	9	83,9	
	Режущий инструмент	Эксперимент.	54	29	19	4	2	96	7,986987
		Контрольная	55	16	13	14	12	78	
	Металлорежущие станки	Эксперимент.	54	23	26	4	1	98	7,053061
		Контрольная	54	12	14	19	9	83	

Формально задача состояла в проверке нулевой гипотезы  $H_0$ : практическая реализация методической системы обучения физике с использованием совокупности различных современных компьютерных технологий студентов технических вузов не оказала влияния на успеваемость по общетехническим и специальным дисциплинам, при альтернативной гипотезе  $H_1$ : предложенная методическая система обучения физике способствует повышению эффективности обучения общетехническим и специальным дисциплинам.

Так как исходными данными для анализа являлись результаты сдачи экзаменов в экспериментальных и контрольных группах, которые принимают два значения (сдал – не сдал), то для проверки нулевой гипотезы мы воспользовались таблицами сопряженности  $2 \times 2$  (критерий  $\chi^2$ ): гипотеза  $H_0$  принимается на уровне значимости  $\alpha$ , если  $\chi^2_{\theta} < \chi^2_{1-\alpha}(1)$ , где  $\chi^2_{1-\alpha}(1)$  – квантиль распределения хи-квадрат с одной степенью свободы порядка  $1-\alpha$ .

Для дисциплины «Теоретическая механика» в системе STATISTICA получаем таблицу результатов, которая приведена на рис. 2.

Выборочное значение  $\chi^2_{\theta}=7,21$ , а с поправкой Йетса – 5,26. Так как  $\chi^2_{0,95}(1) = 3,84$  и  $\chi^2_{\theta} > 3,84$ , то гипотеза  $H_0$  отклоняется: на уровне значимости  $\alpha=0,05$  следует считать, что эффективность обучения студентов технических вузов теоретической механике зависит от предложенной методики обучения физике с использованием совокупности различных современных

компьютерных технологий на всех формах занятий во взаимосвязи аудиторного времени и самостоятельной работы.

		2 x 2 Table (Spreadsheet2)		
		Column 1	Column 2	Row Totals
Frequencies, row 1		54	0	54
Percent of total		49,091%	0,000%	49,091%
Frequencies, row 2		49	7	56
Percent of total		44,545%	6,364%	50,909%
Column totals		103	7	110
Percent of total		93,636%	6,364%	
<b>Chi-square (df=1)</b>		7,21	p=,0073	
V-square (df=1)		7,14	p=,0075	
Yates corrected Chi-square		5,26	p=,0218	
Phi-square		,06553		
Fisher exact p, one-tailed			p=,0073	
two-tailed			p=,0129	
McNemar Chi-square (A/D)		34,69	p=,0000	
Chi-square (B/C)		47,02	p=,0000	

Рис. 2. Результаты анализа

Аналогичные результаты были получены и по другим дисциплинам. Сравнение успеваемости по общетехническим дисциплинам («Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Теория механизмов и машин») и специальным («Резание материалов», «Режущий инструмент», «Металлорежущие станки») позволяет утверждать, что она выше в экспериментальных группах, чем в контрольных, в среднем на 15%.

Анализ результатов обучающего эксперимента позволяет сделать вывод, что у студентов технических вузов, обучающихся по разработанной методической системе, формируются профессионально значимые фундаментальные знания и умения, адекватные современным условиям повсеместного использования компьютерных технологий, в том числе и на машиностроительных предприятиях.

#### Литература

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки дипломированного специалиста 657800 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Квалификация – инженер. – М. – 2001. – 33 с.
2. Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б. Компьютерное моделирование динамических систем // Научно-технические ведомости СПбГТУ. – СПб, 2002. – № 3. – С. 93–102.
3. Масленникова Л. В., Вознесенская Н. В. Курсовая работа по физике с использованием современных компьютерных технологий: Учебное пособие. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2006. – 64 с.
4. Похолков Ю. П. Проблемы и основные направления совершенствования инженерного образования. Материалы I съезда инженеров России. – М, 2003.