

УДК 37.016:53  
ББК В3р

ГСНТИ 14.35.09

Код ВАК 13.00.02

### **Шабунина Наталья Владимировна,**

старший преподаватель, кафедра физики, Институт естественных наук и биомедицины, Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова; 163013, г. Архангельск, ул. Полярная, д. 17, к. 193; n.v.shabunina@yandex.ru

#### **ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРИ РЕШЕНИИ СИСТЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** метод моделирования, умения моделирования, курс физики, высшее учебное заведение, система физических задач

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрены способы обучения методу моделирования студентов технических вузов при решении систем теоретических задач по общему курсу физики, комбинированных систем задач по физике и задач с техническим содержанием, систем экспериментальных задач на практических занятиях.

### **Shabunina Natalia Vladimirovna,**

Senior Lecturer of Department of Physics, Institute of Natural Sciences and Biomedicine, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia.

#### **TEACHING STUDENTS OF TECHNICAL INSTITUTES OF HIGHER EDUCATION THE METHOD OF SIMULATION IN SOLVING SYSTEMS OF PHYSICAL PROBLEMS**

**KEY WORDS:** method of simulation; simulation skills; course of physics; institute of higher education; system of physical problems.

**ABSTRACT.** The article deals with the task of teaching students of technical institutes of higher education the method of simulation in solving systems of theoretical problems in the general course of physics, combined systems of problems of physics and problems with technical content and systems of experimental problems at tutorials.

Современное общество и производство, испытывая потребность в компетентных специалистах в различных областях (автоматика, машиностроение, строительство, энергетика, электроника, робототехника и др.), ставит перед высшим профессиональным образованием, в том числе техническим, задачу подготовки высококвалифицированных кадров по всем основным направлениям в соответствии с потребностями общества и государства.

Реформа высшего образования, обусловившая переход к стандартам III поколения, не только привела к появлению двухуровневой системы высшего образования, но и предъявила новые требования к процессу обучения студентов в вузе. В настоящее время в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) выпускник в результате освоения учебной дисциплины должен приобрести знания, владеть умениями, соответствующими направлению подготовки, а также обладать сформированными общекультурными, профессиональными компетенциями и освоить основные виды профессиональной деятельности. Овладение компетенциями и основными видами профессиональной деятельности неразрывно связано с обучением студентов вузов методам научного и учебного познания, одним из которых является метод моделирования.

С одной стороны, обзор направлений подготовки, для которых компетенции в применении основных законов естественнонаучных дисциплин, методов математического анализа и моделирования в рамках теоретического и экспериментального исследований в профессиональной деятельности свидетельствует о том, что при изучении дисциплины «Физика» формируются общекультурные и профессиональные компетенции. С другой стороны, выполнение основных видов профессиональной деятельности инженером неразрывно связано с созданием моделей технического объекта, работой с ними и переносом знаний, полученных в ходе работы с моделью, на реальный технический объект.

Изучение содержания видов классической инженерной деятельности на основе технической, методической, научной литературы позволяет определить, каким образом моделирование включено в элементы инженерной деятельности.

1. Уже в самом начале цикла инженерной деятельности изобретатель начинает работать с мысленной моделью – идеей будущего устройства. В результате некоторого промежутка времени он многократно в умственной деятельности преобразует модель. В итоге изобретатель приходит к прообразу технического устройства, который, в свою очередь, станет моделью для проектировщика и конструктора.

2. «Моделирование – основной технологический процесс проектной деятельности», так как на разных стадиях проектирования востребованы различные модели. Вначале цель проектирования технического устройства нечеткая, расплывчатая – это исходная модель технического устройства. Последующая проектная работа – есть уточнение, конкретизация, детализация этой модели, доведение ее до такой степени информативности, которая позволит изготовить и использовать техническое устройство по назначению [11, с. 173]. Резюмируя, можно утверждать, что умения моделирования являются профессионально значимыми умениями для будущего инженера.

Обучать студентов технических вузов методу моделирования наиболее целесообразно

на практических занятиях по решению физических задач по следующим причинам:

- с одной стороны, решение задач способствует не только закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов в знакомой и незнакомой ситуации, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод изучения дисциплины, что тесным образом связано с методологией научного познания;

- с другой стороны, несмотря на то что при переходе к стандартам III поколения в среднем остается неизменным количество часов, отводимых на естественнонаучный (ЕН) цикл подготовки студентов, произошло сокращение часов на изучение курса физики, увеличение количества часов для проведения практических занятий при подготовке бакалавров (таблица 1).

Таблица 1.

**Сравнение количества часов, отводимых на изучение курса физики для специалитета (С) и бакалавриата (Б)**

Направление подготовки		Количество часов, отводимое на ЕН		Количество часов, отводимое на курс физики	
С	Б	С	Б	С	Б
650800(140100) Теплоэнергетика	140100 Теплоэнергетика и теплотехника	2000	1980-2340	550	360
650900(140200) Электроэнергетика	140400 Электроэнергетика и электротехника	1818	1980-2340	508	522
650600(130400) Горное дело	130400 Горное дело	1930	2700-3060	600	504
650700(130500) Нефтегазовое дело	131000 Нефтегазовое дело	2000	1800-2160	500	396
657900(220300) Автоматизированные технологии и производства	220700 Автоматизация технологических процессов и производств	2050	2340-2700	550	504

Увеличение количества часов, отводимых на практические занятия при подготовке бакалавров, произошло за счет уменьшения времени занятий других типов (лекции, лабораторные работы) в базовой части (БЧ) и дополнения в вариативной части (ВЧ).

Подтверждением этого является распределение часов, приведенное в таблице 2 по разным типам занятий для специалитета и бакалавриата направлений подготовки, указанных в таблице 1.

Таблица 2.

**Распределение количества часов, отводимых на разные типы занятий при изучении курса физики для специалитета (С) и бакалавриата (Б)**

Направление подготовки		Аудиторная работа (кол-во часов)		Лекции (кол-во часов)		Лабораторные работы (кол-во часов)		Практические занятия (кол-во часов)	
С	Б	С	Б	С	Б	С	Б	С	Б
650800 (140100)	140100	272	153 (БЧ)	136	68 (БЧ)	136	85 (БЧ)	-	-
			68 (ВЧ)		17 (ВЧ)		-		51 (ВЧ)
650900 (140200)	140400	254	272 (БЧ)	137	153 (БЧ)	97	68 (БЧ)	20	51 (БЧ)
			35 (ВЧ)		17 (ВЧ)		-		18 (ВЧ)
650600 (130400)	130400	289	252	136	144	153	54	-	54
650700 (130500)	131000	204	198	102	90	60	54	42	54
657900 (220300)	220700	272	255 (БЧ)	136	102 (БЧ)	102	102 (БЧ)	34	51 (БЧ)
			68 (ВЧ)		34 (ВЧ)		17 (ВЧ)		17 (ВЧ)

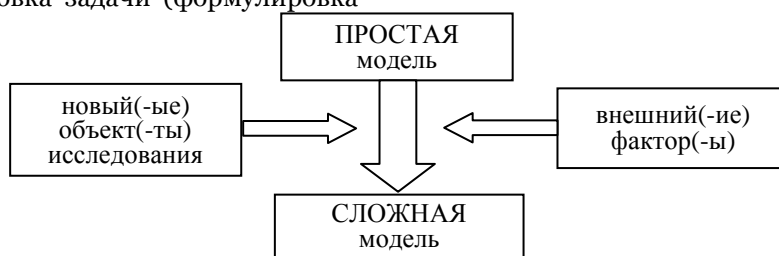
Анализ научной, методической и учебной литературы позволяет найти соответствие этапов решения учебной физической задачи и метода моделирования, этапов решения экспериментальной задачи и метода моделирования, что указывает на возможность формирования у студентов технических вузов умений моделирования при решении физических задач разных типов.

Сложность обучения моделированию студентов при решении конкретной физической задачи заключается в отборе задач, хотя и из огромного количества содержащих все основные этапы метода моделирования, в которых можно было бы проследить изменение модели, изучаемого объекта познания в каждой решаемой задаче. На основе изучения литературы, обобщения педагогического опыта нами выделены следующие этапы моделирования объектов познания: постановка задачи (формулировка

цели, выделение и анализ объекта-оригинала), выбор или построение модели объекта-оригинала, исследование модели, анализ результатов исследования модели, интерпретация знаний, полученных при исследовании модели на объект-оригинал.

Поэтому обучение моделированию целесообразно осуществлять при решении систем физических задач, составление которых основано на использовании принципа перехода от простой модели объекта познания к более сложной модели (рис. 1) путем добавления новых объектов исследования и (или) учета внешних факторов.

Простая модель объекта познания нами определена как модель, свойства которой отражают лишь отдельные свойства объекта познания, а сложная – как модель, свойства которой более приближены к свойствам объекта познания.



**Рис. 1. Переход от простой модели к сложной**

В соответствии с указанным принципом подобраны физические задачи и составлены системы задач трех типов:

- системы теоретических задач по общему курсу физики;
- комбинированные системы задач по физике и задач с техническим содержанием;
- системы экспериментальных задач.

Отличие комбинированной системы теоретических задач по физике и задач с техническим содержанием от системы теоретических задач по курсу общей физики заключается в том, что при решении этой системы изучается конструкция и работа технических устройств, механизмов (например, двигатель внутреннего сгорания, паровая машина, кривошипные ножницы, лебедка, автоматический дозатор и т. п.) на основе физических явлений, закономерностей, законов. Необходимость решения комбинированных систем теоретических

задач обусловлена тесной связью курса общей физики с дисциплинами спецкурсов, изучаемых в технических вузах.

Структура организации практических занятий по решению систем физических задач при изучении курса общей физики в технических вузах, целью которых является обучение студентов моделированию, представлена в таблицах 3 и 4.

Основные познавательные задачи организации практических занятий по решению систем физических задач заключаются:

- в вооружении студентов знаниями о научных основах метода моделирования;
- в обучении основным этапам моделирования в процессе решения систем теоретических и экспериментальных задач;

С целью реализации поставленных задач предлагается выделить три этапа изучения курса физики: подготовительный, обучающий, контрольный.

Таблица 3.

**Подходы к организации практических занятий по обучению студентов технических вузов моделированию объектов познания при решении систем теоретических задач**

<b>Этап изучения курса физики</b>	<b>I подход</b> для групп с малым количеством студентов (порядка 10 человек) и небольшим количеством часов, отводимых на практические занятия (8-18 ч.)	<b>II подход</b> для групп с количеством студентов более 10 человек и достаточным количеством часов, отводимых на практические занятия (18-36 ч.)
<b>ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ</b>	1) ознакомление преподавателя до вводного занятия со студентами с терминологией метода моделирования и организацией проведения практических занятий по формированию умений моделирования при решении систем теоретических задач; 2) ознакомление студентов на вводном занятии преподавателем в форме собеседования с видами инженерной деятельности, общекультурными и профессиональными компетенциями, соответствующими их направлению подготовки, и важностью моделирования в их будущей деятельности инженера.	
<b>ОБУЧАЮЩИЙ</b>	Цель – обучение студентов основным этапам метода моделирования и формирование у них умений моделирования при решении систем теоретических задач. Начало этапа – диагностика уровня сформированности умений моделирования.	
	1) работа преподавателя со студентами по решению систем теоретических задач по теме, изучаемого раздела курса физики, заполнение таблицы 5 для соответствующей системы задач на каждом практическом занятии; 2) самостоятельная работа студентов по решению систем теоретических задач и заполнение таблицы 5 для соответствующей системы во внеаудиторное время.	Работа преподавателя со студентами по решению систем теоретических задач по теме, изучаемого раздела курса физики, обсуждение действий, прописанных в таблице 5 в ходе решения системы задач на каждом практическом занятии.
<b>КОНТРОЛЬНЫЙ</b>	<b>Виды контроля</b>	
	входной и итоговый	входной, рубежный и итоговый
	Цель входного контроля – оценка начального уровня сформированности умений моделирования у студентов.	
	Входной контроль осуществляется после вводного занятия в ходе самостоятельной работы студентов с таблицей 5 после решения системы задач изучаемого раздела курса физики.	Входной контроль осуществляется после вводного занятия при заполнении анкеты. Анкета содержит задания на знание основ метода моделирования и умение его применять при решении теоретических задач по физике. Цель рубежного контроля - получение сведений о ходе формирования умений моделирования при решении систем теоретических задач, их анализе и, как следствие, внесение корректировок в процесс обучения. Осуществляется в ходе обучающего этапа, как в письменной (заполнение таблицы 5), так и в устной форме (опрос, собеседование).
Цель итогового контроля – выявление у студентов уровня сформированности умений моделирования при решении систем теоретических задач. Осуществляется на последнем занятии в ходе самостоятельной работы студентов с таблицей 5, в которой не прописана последовательность действий во втором столбце после решения системы теоретических задач по теме изучаемого раздела физики.		

Таблица 4.

**Этапы организации практических занятий по обучению моделированию объектов познания при решении систем экспериментальных задач**

Этап изучения курса физики	Содержание этапов обучения моделированию при решении систем экспериментальных задач
	Цель – ознакомление студентов со способом обучения моделированию при решении экспериментальной задачи.
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ	1. Ознакомление студентов до вводного занятия с терминологией метода моделирования, с соответствием основных этапов метода моделирования и этапов решения экспериментальной задачи, с организацией проведения практических занятий по формированию умений моделирования при решении систем экспериментальных задач. 2. Работа преподавателя на вводном практическом занятии со студентами включает: – обсуждение важности овладения моделированием в соответствии с общекультурными, профессиональными компетенциями, видами инженерной деятельности их направления подготовки; – ознакомление студентов с разными способами расчета погрешностей прямых и косвенных измерений; – решение преподавателем экспериментальной задачи и заполнение им бланка для оформления решения экспериментальной задачи.
ОБУЧАЮЩИЙ	Цель – формирование у студентов умений моделирования при решении экспериментальной задачи и систем экспериментальных задач. Начало этапа – диагностика уровня сформированности умений моделирования. 1. До практического занятия – самостоятельная работа студентов во внеаудиторное время по заполнению нескольких пунктов бланка для каждой экспериментальной задачи решаемой системы; 2. Решение экспериментальных задач системы студентами и заполнение остальных пунктов бланка для оформления решения экспериментальной задачи на каждом практическом занятии; 3. Собеседование студентов с преподавателем по заполнению таблицы 5 после решения всех экспериментальных задач системы; 4. Самостоятельная работа студентов по заполнению таблицы 5 во внеаудиторное время.
КОНТРОЛЬНЫЙ	Виды контроля – входной, итоговый. Цель входного контроля – оценка начального уровня сформированности умений моделирования у студентов. Проводится на вводном практическом занятии в форме анкетирования. Анкета содержит задания на знание теоретических основ моделирования. Цель итогового контроля – выявление у студентов уровня сформированности умений моделирования при решении системы экспериментальных задач. Проводится на последнем практическом занятии в ходе самостоятельной работы студентов с таблицей 5, в которой не прописана последовательность действий во втором столбце.

Таблица 5.

**Обучение моделированию объектов познания при (после) решении(-я) системы физических задач**

Этапы моделирования	Действия, выполняемые студентами по освоению умений моделирования, при (после) решении(-я) системы задач
1. Постановка задачи: а) формулирование цели; б) выделение и анализ объекта-оригинала.	1) внимательно просмотрите условие (решение) каждой задачи системы; 2) проанализируйте условия (решения) задач системы и сформулируйте цель исследования. ... Определите объект исследования, рассматриваемый в системе задач (объектами исследования могут быть физические объекты, явления, технические устройства, свойства которых характеризуются физическими величинами) ...
2. Выбор или построение модели объекта-оригинала	В системе задач выделите: 1) простую модель изучаемого объекта; МОДЕЛЬ 1: ... 2) более сложную модель этого же объекта, учитывая ее изменение (добавление других объектов исследования и(или) влияние внешних факторов) МОДЕЛЬ 2: ... (укажите причину изменения модели) 3) и т. д. ...
3. Исследование модели	Математически опишите изменение моделей (1, 2, ...) в задачах системы, используя физические законы. ...
4. Анализ результатов исследования модели	Проанализируйте числовые ответы (или ответы в общей форме) изменения моделей в задачах системы. ...
5. Интерпретация знаний, полученных при исследовании модели на объект-оригинал	Обобщите результаты, полученные в пункте 4, проверьте их на достоверность и соотнесите их с исследуемым объектом. ...

В соответствии с разработанной структурой организации практических занятий по решению систем физических задач при изучении курса общей физики в 2012-2013 гг. был проведен педагогический эксперимент по формированию умений моделирования со студентами Северного (Арктического) федерального университета им. М. В. Ломоносова (г. Архангельск) и Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева (г. Саранск) разных направлений подготовки. В эксперименте приняли участие 231 студент и 7 преподавателей.

В ходе эксперимента была проведена оценка вклада разработанной методики организации практических занятий в форми-

рование умений моделирования на основе определения уровня сформированности таких умений, как постановка задачи (формулировка цели исследования, выделение и анализ объекта-оригинала), выбор или построение модели объекта-оригинала, исследование модели, анализ результатов исследования поведения модели, интерпретация знаний, полученных при исследовании модели на объект-оригинал при решении систем физических задач.

Уровень сформированности каждого выделенного умения оценивался нами баллами (таблица 6), а полнота их выполнения при решении системы задач определялась как сумма.

Таблица 6.

### Критерии оценки уровня сформированности умения моделирования

Уровень сформированности умения моделирования	Критерий оценки	Балл
низкий	студент при (после) решении(-я) задачи или системы задач не может осуществить действие, соответствующее этапу моделирования	0
средний	студент при (после) решении(-я) задачи или системы задач может осуществить действие, соответствующее этапу моделирования лишь частично	0,5
высокий	студент при (после) решении(-я) задачи или системы задач может осуществить действие, соответствующее этапу моделирования полностью	1

Таким образом, значение полноты выполнения действий студентом в процессе моделирования варьировалось в пределах от 0 до 5 баллов.

Для установления различий полноты выполняемых действий в процессе моделирования между экспериментальной (ЭГ) и контрольной (КГ) группами использовали критерий Манна-Уитни (U), предназначенный для оценки различий между двумя выборками по уровню какого-либо признака, измеренного количественно.

В начале эксперимента с помощью U-критерия нами была проведена оценка различий в уровне сформированности умений моделирования объектов познания у студентов ЭГ и КГ по результатам входного контроля I и II подходов организации практических занятий. По результатам расчета было установлено, что существенных различий в уровнях сформированности умений

моделирования с уровнем статистической значимости  $p < 0,05$  нет.

В конце эксперимента с помощью U-критерия нами была проведена оценка различий в уровне сформированности умений моделирования объектов познания у студентов ЭГ и КГ по результатам итогового контроля I и II подходов организации практических занятий. Диагностика результатов позволила нам констатировать, что для уровня статистической значимости  $p < 0,05$  уровень сформированности умений моделирования объектов познания у студентов КГ ниже, чем у студентов ЭГ.

Таким образом, результаты педагогического эксперимента показали, что разработанная методика организации практических занятий по решению систем физических задач при изучении курса общей физики позволяет внести существенный вклад в формирование у студентов технических вузов умений моделирования объектов познания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОС ВПО № 514 тех/дс 28-02-2001. Автоматизированные технологии и производства 657900 (220300). М. : Изд-во стандартов, 2001.
2. ГОС ВПО № 349 тех/дс 14-04-2000. Горное дело 650600 (130400). М. : Изд-во стандартов, 2000.
3. ГОС ВПО № 16 тех/дс 07-03-2000. Нефтегазовое дело 650700 (130500). М. : Изд-во стандартов, 2000.
4. ГОС ВПО № 209 тех/дс 27-03-2000. Теплоэнергетика 650800 (140100). М. : Изд-во стандартов, 2000.
5. Моделирование как метод научного исследования (гносеологический анализ) / Б. А. Глинский, Б. С. Грязнов, Б. С. Дынин, Е. П. Никитин. М. : Моск. ун-т, 1965.
6. ФГОС ВПО № 89 24-01-2011. Горное дело (130400). М. : Изд-во стандартов, 2011.

7. ФГОС ВПО № 503 26-10-2009. Нефтегазовое дело (131000). М. : Изд-во стандартов, 2009.
8. ФГОС ВПО № 635 18-11-2009. Теплоэнергетика и теплотехника (140100). М. : Изд-во стандартов, 2009.
9. ФГОС ВПО № 710 08-12-2009. Электроэнергетика и электротехника (140400). М. : Изд-во стандартов, 2009.
10. Философский энциклопедический словарь / Л. Ф. Ильичев, П. Н. Федосеев, С. М. Ковалев, В. Г. Панов. М. : Советская энциклопедия, 1983.
11. Шейнбаум В. С. Методология инженерной деятельности : учеб. пособие. Н. Новгород : Изд-во РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2007.

Статью рекомендует д-р пед. наук, проф. А. П. Усольцев.