

УДК 378.147

## ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЮ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА ПРИ РЕШЕНИИ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ И ЗАДАЧ С ТЕХНИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ

Шабунина Н.В., Оруджова О.Н.

*ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», Архангельск, e-mail: n.shabunina@narfu.ru, o.orudjova@narfu.ru*

Обучение студентов высшей школы одному из методов научного познания – методу моделирования при решении физических задач вызывает затруднение в том, что среди многообразия задач сложно отобрать такие задачи, в которые были бы включены все основные этапы моделирования при их решении, задачи, в которых было бы возможно проследить преобразование модели объекта-оригинала. В связи с этим в представленном исследовании показано, как возможно при решении задач, объединенных в систему, сформировать умения моделирования у студентов, обучающихся в вузах по техническим направлениям подготовки. Представлены задачи, которые объединены в системы задач, имеющих следующую классификацию: системы теоретических задач (СТЗ), включающие в данную группу: системы теоретических задач по физике (СТЗФ) и системы задач с техническим содержанием и задач по физике (СЗТСиЗФ), а также системы экспериментальных задач (СЭЗ). Использование СЗТСиЗФ в ходе изучения дисциплины «Физика» в вузе способствует не только формированию умений моделирования у студентов, но и раскрывает тесную взаимосвязь фундаментальных дисциплин, а именно дисциплины «Физика» естественнонаучного цикла с дисциплинами профессионального цикла инженерно-технических направлений подготовки. Принцип преобразования «простой» модели объекта-оригинала в более «сложную» заложен в процесс организации деятельности студента по обучению методу моделирования и формирования умений данного метода в ходе решения систем задач.

**Ключевые слова:** моделирование, физика, решение задач, практическое занятие, объект познания, модель объекта познания

## TEACHING MODELING OF TECHNICAL UNIVERSITY STUDENTS WHEN SOLVING A COMBINED SYSTEM OF TASKS IN PHYSICS AND TASKS WITH TECHNICAL CONTENT

Shabunina N.V., Orudzhova O.N.

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov», Arkhangelsk, e-mail: n.shabunina@narfu.ru, o.orudjova@narfu.ru*

Teaching high school students one of the methods of scientific knowledge – the method of modeling in solving physical problems is difficult because among the variety of tasks, it is difficult to select such problems in which all the main stages of modeling would be included in solving them, tasks in which it would be possible trace the transformation of the original object model. In this regard, in the presented study it is shown how it is possible to solve modeling problems combined into a system to form modeling skills among students studying at universities in the technical areas of training. Tasks are presented that are combined into task systems that have the following classification: systems of theoretical tasks (STZ), which include this group: systems of theoretical tasks in physics (STF) and systems of problems with technical content and tasks in physics (SZTSZF), as well as experimental tasks (SEZ). The use of SZTSZF during the study of the discipline «Physics» in the university contributes not only to the formation of modeling skills among students, but also reveals the close relationship of the fundamental disciplines, namely the discipline «Physics» of the natural science cycle with the disciplines of the professional cycle of engineering and technical training. The principle of transformation of the «simple» model of the original object into a more «complex» is laid down in the process of organizing a student's activity in teaching the simulation method and the formation of skills of this method in solving systems of tasks.

**Keywords:** modeling, physics, problem solving, practical lesson, object of knowledge, model of object of knowledge

С одной стороны, решение любых задач, в том числе и задач по физике, направлено на закрепление теоретических знаний, применение их в конкрет-

ных ситуациях, формирование научного стиля мышления [1–3], что естественно связано с методологией научного познания, с другой стороны, переход системы

образования на стандарты III поколения обусловил в среднем изменение количества часов в естественнонаучном цикле подготовки студентов высшей технической школы, но при этом по-разному распределив количество часов на занятия разной формы обучения. А именно, произошло уменьшение количества часов, отводимых на изучение курса общей физики бакалаврами, но при этом количество часов для проведения практических занятий увеличилось по сравнению с подготовкой специалитета. Поэтому наиболее целесообразно формировать умения моделирования на практических занятиях при решении задач.

Цель исследования: формирование умений моделирования в ходе заполнения таблицы по освоению основных этапов метода моделирования после решения СЗТСиЗФ. Струбцина детали – изучаемый объект познания в рассматриваемой системе задач.

**Материалы и методы исследования:** СЗТСиЗФ (система задач с техническим содержанием и задач по физике); таблица «Формирование умений моделирования в ходе решения систем задач»; метод моделирования, используемый в ходе решения разных типов систем задач.

### Результаты исследования и их обсуждение

Обучение студентов высшей школы одному из методов научного познания – методу моделирования при решении физических задач вызывает затруднение в том, что среди многообразия задач

сложно отобрать такие задачи, в которые были бы включены все основные этапы моделирования при их решении, задачи, в которых было бы возможно проследить преобразование модели объекта-оригинала. В связи с этим в представленном исследовании показано, как возможно при решении задач, объединенных в систему сформировать умения моделирования у студентов, обучающихся в вузах по техническим направлениям подготовки. Задачи в системы подобраны таким образом, чтобы в каждой системе выполнялось условие преобразования «простой» модели объекта-оригинала в более «сложную» модель. Преобразование «простой» модели в более «сложную» модель происходит, если к изучаемому объекту-оригиналу добавляются новые исследуемые объекты и (или) учитываются внешние факторы (рис. 1).

Будем считать, что «простая» модель объекта-оригинала – это модель, которая частично отражает свойства изучаемого объекта-оригинала, а «сложная» – это модель, которая более полно описывает свойства, изучаемого объекта-оригинала.

Используя указанный общий прием преобразования «простой» модели в «сложную», из огромного количества задач отобраны задачи и составлены системы задач следующей классификации: системы теоретических задач по физике (СТЗФ); системы задач с техническим содержанием и задач по физике (СЗТСиЗФ); системы экспериментальных задач (СЭЗ) [4–5].

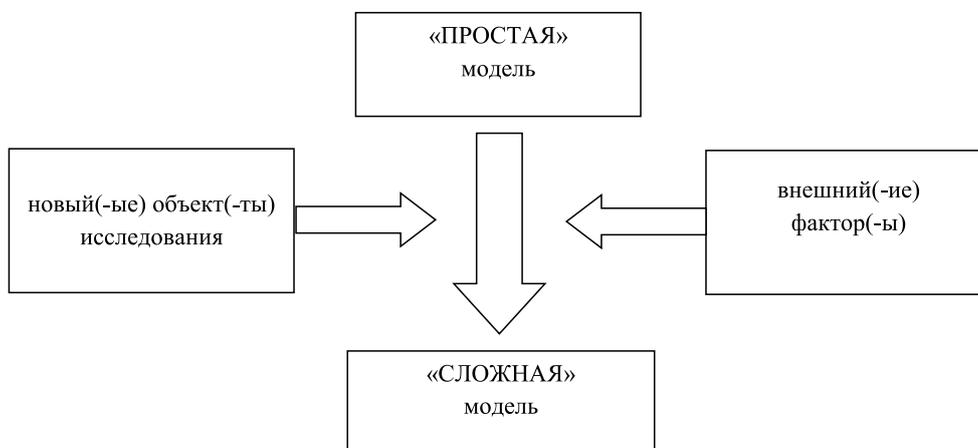


Рис. 1. «Простая» модель, преобразованная в «сложную»

Отличие СЗТСиЗФ от СТЗФ сводится к тому, что при решении данной системы изучаются устройство и работа технических механизмов, (например, грузоподъемный кран, лифт, оборудование для крепления горных выработок, оборудование для бурения шпуров и скважин, индукционный нагреватель, электропечь дуговая, насосы, компрессоры, ресивер, сушилка и другие) на основе физических явлений и законов. Важность решения СЗТСиЗФ заключается в тесной связи дисциплин спецкурсов и курса физики, которые изучаются в технических вузах.

Как пример СТЗ, в данной статье рассмотрим СЗТСиЗФ. Изучаемым объектом познания в данной системе является струбцина детали.

Использование систем задач с техническим содержанием и задач по физике при изучении курса физики в вузе позволит как сформировать умения моделирования объектов познания у студентов, так и раскрыть тесную взаимосвязь фундаментальных дисциплин, а именно дисциплины «Физика» естественнонаучного цикла с дисциплинами профессионального цикла инженерно-технических направлений подготовки.

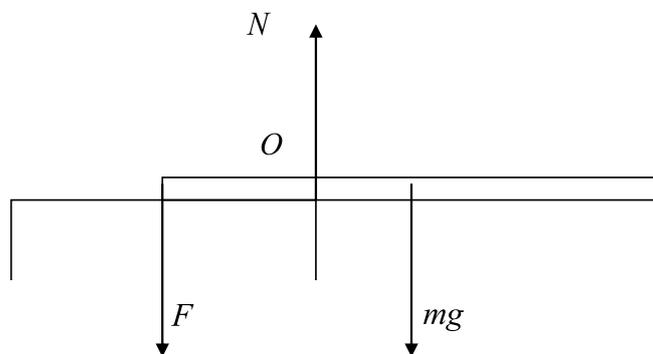


Рис. 2. Стержень на столе

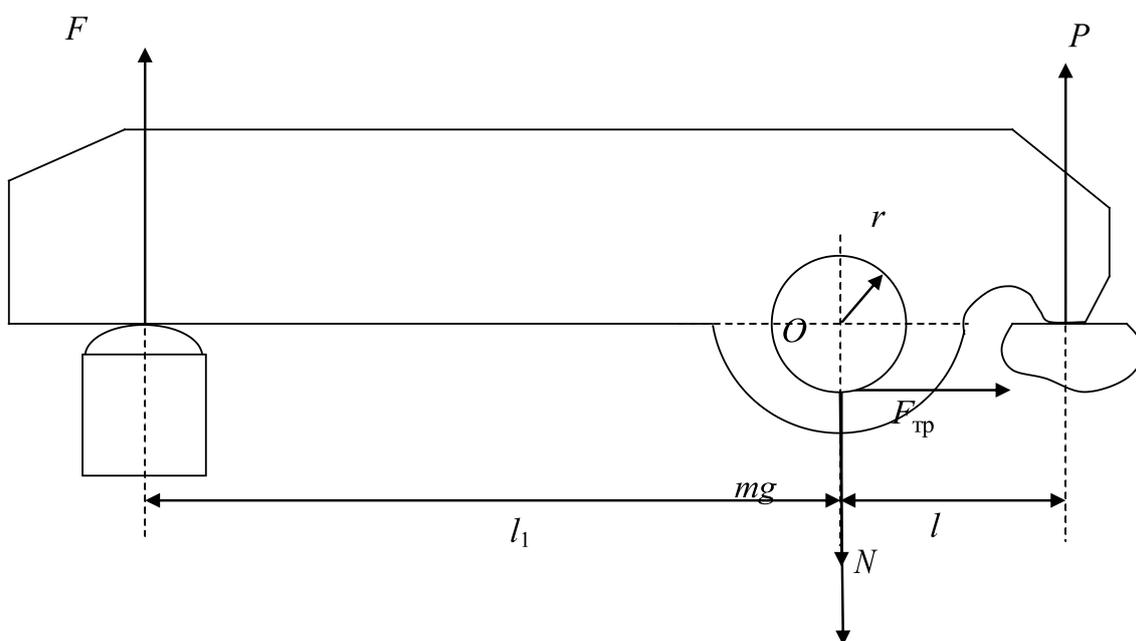


Рис. 3. Струбцина

Рассмотрим в качестве примера три задачи:

**Задача 1.** Определите, какую минимальную силу  $F$  необходимо приложить к концу однородного стержня массой  $m = 6$  кг и длиной  $L$ , находящегося на столе, чтобы стержень оставался в горизонтальном положении (рис. 2)? Считайте, что две трети длины стержня находятся за краем стола.

**Задача 2.** На рис. 3 схематично показана струбцина к столу металлорежущего станка. Сила прижима  $P$  составляет 3 кН,  $f_0 = 0,1$  – коэффициент трения на оси струбины,  $r = 10$  мм – радиус штока. Размеры  $l$  и  $l_1$  равны 50 мм и 150 мм соответственно. Определить необходимую силу  $F$  зажимного цилиндра.

Задачу 3 рассмотрим подробно, представив ее решение.

**Задача 3.** На рис. 4 схематично показана струбцина детали к столу металлорежущего станка. Сила прижима  $P$  составляет 3 кН,  $f_0 = 0,1$  – коэффициент трения на оси струбины,  $f = 0,15$  – коэффициент трения между струбциной и деталью, радиус штока  $r = 10$  мм. Размеры  $l$ ,  $l_1$ ,  $h$  и  $h_1$  равны 50 мм, 150 мм,

35 мм и 20 мм соответственно. Определить необходимую силу  $F$  зажимного цилиндра.

Дано:  $P = 3$  кН =  $3 \times 10^3$  Н;  $r = 10$  мм =  $10 \times 10^{-3}$  м;  $f_0 = 0,1$ ;  $f = 0,15$ ;  $l = 50$  мм =  $50 \times 10^{-3}$  м;  $l_1 = 150$  мм =  $150 \times 10^{-3}$  м;  $h = 35$  мм =  $35 \times 10^{-3}$  м;  $h_1 = 20$  мм =  $20 \times 10^{-3}$  м.

Найти:  $F$ .

Решение: Для определения силы  $\vec{F}$  зажимного цилиндра воспользуемся условием равновесия струбины детали –  $\vec{M}_{\text{рез.}} = 0$ .

На струбцину детали действует шесть сил (рис. 4): сила зажимного цилиндра  $\vec{F}$ , сила прижима  $\vec{P}$ , сила тяжести  $\vec{mg}$  и сила нормального давления опоры  $\vec{N}$ , силы трения  $\vec{F}_{\text{тр}0}$  и  $\vec{F}_{\text{тр}}$ .

Тогда условие равновесия для захвата детали запишется

$$\vec{M}_P + \vec{M}_{\text{тр}} + \vec{M}_{mg} + \vec{M}_{\text{тр}0} + \vec{M}_N + \vec{M}_F = 0. \quad (1)$$

Моменты силы тяжести и силы нормального давления опоры относительно оси  $O$  равны нулю ( $M_{mg} = 0$ ,  $M_N = 0$ ), так как их плечи равны нулю.

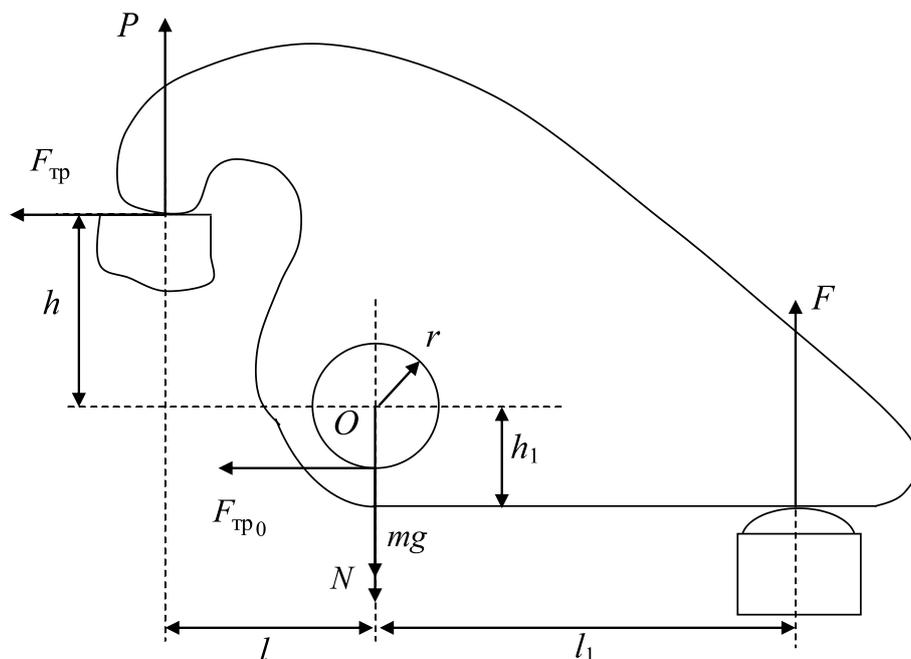


Рис. 4. Струбцина детали другой формы

Определив направления векторов  $\vec{M}_F$ ,  $\vec{M}_P$ ,  $\vec{M}_{\text{тр}0}$  и  $\vec{M}_{\text{тр}}$  по правилу правого винта и учитывая, что  $M_{mg} = 0$ ,  $M_N = 0$ , выражение (1) примет вид

$$-M_P - M_{\text{тр}} - M_{\text{тр}0} + M_F = 0$$

или

$$-Pl - F_{\text{тр}} h - F_{\text{тр}0} r + Fl_1 = 0, \quad (2)$$

где  $l$ ,  $h$ ,  $r$ ,  $l_1$  – плечи сил  $P$ ,  $F_{\text{тр}}$ ,  $F_{\text{тр}0}$ ,  $F$  соответственно.

Согласно определению силы трения  $F_{\text{тр}}$  и  $F_{\text{тр}0}$  равны

$$F_{\text{тр}} = fP, \quad (3)$$

$$F_{\text{тр}0} = f_0 N = f_0 (F + P). \quad (4)$$

Подставим (3) и (4) в (2):

$$-Pl - fPh - f_0 Pr - f_0 Fr + Fl_1 = 0 \quad \text{или} \quad F(l_1 - f_0 r) = P(l + fh + f_0 r).$$

$$\text{Тогда } F = \frac{P(l + fh + f_0 r)}{l_1 - f_0 r}.$$

Выполним вычисления:

$$F = \frac{3 \cdot 10^3 (50 \cdot 10^{-3} + 0,15 \cdot 35 \cdot 10^{-3} + 0,1 \cdot 10 \cdot 10^{-3})}{150 \cdot 10^{-3} - 0,1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 1132 \text{ Н.}$$

Ответ:  $F = 1132 \text{ Н.}$

#### Формирование умений моделирования в ходе решения систем задач

Этапы метода моделирования	Действия, выполняемые студентами в ходе решения системы задач
1. Формулировка задачи	Проанализируйте условия (решения) задач системы и сформулируйте цель исследования. Выясните причины, влияющие на силу прижима детали струбциной. Укажите, какой объект исследуется в системе задач (объекты исследования: физические объекты; технические устройства; явления, свойства которых различаются физическими величинами) Струбцина для прижима детали
2. Построение или выбор модели объекта познания	В задачах выберите модели исследуемого объекта-оригинала, используя переход от «простой» модели к более «сложной»: Модель 1 – <i>стержень с равномерно распределенной массой по всему объему</i> . Модель 2 – <i>струбцина</i> . Укажите, какова причина изменения модели: У исследуемого объекта изменилась форма, а также действует сила трения в оси струбцины. Модель 3 – <i>струбцина детали другой формы</i> . Укажите, какова причина изменения модели: Изменилась форма исследуемого объекта, а сила трения появилась еще между струбциной и деталью

<b>Окончание таблицы</b>	
Этапы метода моделирования	Действия, выполняемые студентами в ходе решения системы задач
3. Исследование модели объекта познания	<p>Укажите преобразования, которые произошли с моделями (1, 2, ...) объекта познания с помощью законов физики и математических выражений.</p> <p>Для модели 1 – <math>F = \frac{mg}{2}</math>.</p> <p>Для модели 2 – <math>F = \frac{P(l + f_0r)}{l_1 - f_0r}</math>.</p> <p>Для модели 3 – <math>F = \frac{P(l + fh + f_0r)}{l_1 - f_0r}</math>.</p>
4. Разбор и анализирование результатов, полученных при изучении модели	<p>Проведите анализ ответов (числовых или в общей форме), полученных в пункте 3.</p> <p>Для модели 1 – <math>F = 30</math> Н.</p> <p>Для модели 2 – <math>F = 1027</math> Н.</p> <p>Для модели 3 – <math>F = 1132</math> Н.</p> <p>Полученные ответы при решении задач указывают на то, что сила зажима между струбциной и деталью увеличивается</p>
5. Перенос знаний о модели на изучаемый объект	<p>Обобщите результаты пункта 4, сделайте вывод об объекте познания на основе изменения его моделей.</p> <p>Форма струбцины и наличие трения влияют на силу прижима детали струбциной.</p> <p>Учет трения не только в оси струбцины, но и между прижимом струбцины и детали увеличивает силу прижима детали струбциной</p>

### Заключение

1. Цель изучения дисциплины естественнонаучного цикла «Физика» заключается не только в формировании у студентов глубоких знаний и умений для использования их в практической деятельности, но и в обучении студентов методам учебного познания содержания дисциплины, в частности методу моделирования, соответствующим общекультурным, профессиональным компетенциям и видам профессиональной деятельности [4–5].

2. Одной из познавательных задач проведения практических занятий по физике в техническом вузе является обучение студентов методу моделирования объектов познания.

3. Выявление соответствия знаний и умений, определяемых содержанием курса физики, видами профессиональной деятельности разных направлений подготовки, компетенциями и умениями метода моделирования осуществляется в ходе решения задач на практических занятиях при сотрудничестве преподавателя и студентов.

4. Общий принцип преобразования «простой» модели объекта познания в более «сложную» модель при решении СТЗ заложен в учебную деятельность студента для формирования умений моделирования объектов познания.

### Список литературы

1. Афонин В.В. Моделирование систем: учебно-практическое пособие. М.: БИНОМ. ЛЗ, ИНТУИТ, 2012. 231 с.
2. Бендриков Г.А., Буховцев Б.Б., Керженцев В.В., Мякишев Г.Я. Задачи по физике: для поступающих в вузы: учеб. пособие для подгот. отделений вузов. 10-е изд., стереотип. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 344 с.
3. Кропачева Н.Ю. Применение элементов моделирования в обучении // Теория и практика сервиса. СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2010. № 3. С. 120–124.
4. Оруджова О.Н., Махин В.Э., Шабунина Н.В. Интеграция и междисциплинарные связи физики и предметов профессионального цикла // Развитие Северо-Арктического региона: проблемы и решения материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. 2016. С. 350–353.
5. Шейнбаум В.С. Методология инженерной деятельности: учеб. пособие. Н. Новгород: Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. 360 с.