

*The article deals with intellectual property that may be created by graduate students in the process of implementation of the research. The ways and means to activate the creative activity of graduate students to create objects of industrial property and copyright are discussed.*

**Key words:** *PhD students, creative activity, the object of intellectual property.*

Original article submitted 12/II/2009;  
revision submitted - 15/III/2009.

---

Valentin N. Mikhelkevich (Doctor of Education, Professor), Professor, Dept. Psychology and Pedagogy. Irina B. Kostyleva (Ph.D., Associate Professor), Head of Postgraduate Professional Education and Student's Science. Marina M. Teryaeva Engineer, dEpt. of PhD studiesю.

УДК 378.1

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ**

***Н.Ф. Чумак<sup>1</sup>***

Самарский государственный технический университет (филиал в г. Сызрани),  
446001, Сызрань, ул. Советская, 45

E-mail: nauka@sstu.syzran.ru

*Конкретизирован вопрос о необходимости развития особенностей мышления будущих инженеров. Рассмотрена методика обучения студентов решению технических задач стандартизированными методами, определены знания и умения, формируемые в ходе решения технических физических задач.*

**Ключевые слова:** *студенты, физика, профессиональное мышление, проблемные ситуации.*

В настоящее время, когда идет процесс преобразования разнообразных сфер нашей жизни и переосмысления духовно-нравственных, профессиональных ценностей, особое внимание следует уделять подготовке специалистов в университете. Это связано прежде всего со становлением гражданских и профессиональных позиций студента, развитием его интеллекта и творческого мышления, культуры и нравственности. А значит, одним из актуальных направлений, представляющих научный и практический интерес для педагогики в области совершенствования профессиональной подготовки, является развитие особенностей мышления будущих инженеров, которые определяют успешность их работы с техническими объектами. Этот процесс начинается с осознания возникшего технического противоречия и последующего поиска физического закона, явления, свойства, применение которого сможет разрешить техническое противоречие, и заканчивается разработкой конструкции (машины, механизма, устройства и т.д.), позволяющей получить качественно новый продукт.

Необходимость развития технического мышления в процессе обучения была осознана в начале второй половины XX столетия как качественная реакция системы образования на требования бурно развивающейся системы технического обеспечения всех отраслей промышленности страны.

Цели обучения физике в высших профессиональных учебных заведениях можно классифицировать, выделив общие (воспитательные и дидактические), частные (предметные) и специфические (профессионально направленные), которые должны являться основным фактором определения содержания предмета. Дифференциация целей обучения физике в классических и профильных университетах (например,

---

<sup>1</sup> Чумак Нина Федоровна, инженер, деканата дополнительного образования.

техническом, педагогическом и др.) определяет и различную профессиональную значимость учебных занятий [1].

При обучении физике в техническом вузе, кроме традиционно решаемых задач обучения и воспитания, должна быть поставлена и решена задача развития технического мышления, ибо физические законы и явления есть основа большинства технических систем, благодаря чему начинать развитие этого профессионально значимого качества будущих инженеров нужно уже с первых дней обучения. Методики и технологии обучения, включающие структурные компоненты, способствующие развитию различных сторон технического мышления, с 60-70-х годов двадцатого столетия являются объектами творческого поиска многих исследователей, занятых в сфере профессионального обучения.

Исторически проблемные задачи гениальные одиночки решали эвристическими методами («инсайт»), позже группы исследователей объединялись при решении технических задач методом мозгового штурма, коллективной атаки и т.д. Однако накопление опыта решения ТЗ привело к разработке методов с набором стандартных приемов ТРИЗ, АРИЗ и др.

Применение стандартизованных методов поиска решений технических задач не уничтожает творческий процесс, но рационализирует его, позволяя не тратить силы и время на поиск уже известных методов решений. Эти методы содержат те закономерности в творческом процессе, которые необходимо знать инженеру, чтобы оптимальным путем получить требуемый результат, преодолеть технические трудности. Этапы решения технической задачи как средства развития технического мышления студентов представлены в табл. 1.

Таблица 1

### Этапы решения технической задачи

Этап I – постановка задачи	Осуществляется уточнение исходной проблемной ситуации путем определения		
	<p><b>цели:</b> определить цель – значит ответить на вопрос: что получится в результате решения? Обычно в формулировке цели указываются два состояния: исходное и конечное желаемое.</p>	<p><b>ограничений:</b> указывают условия, при которых достижение цели можно считать приемлемым. Условия обычно имеют вид запретов на изменение или применение чего-либо или, наоборот, указания на необходимость применения определенного средства для достижения цели.</p>	<p><b>критерия выбора решения:</b> отражает тот из наиболее существенных признаков желаемого решения, по которому его можно выделить среди множества возможных решений, обеспечивающих достижение цели при заданных ограничениях. По критерию проводится оптимизация решения.</p>

Этап II – поиск вариантов решения	Ведется сначала на физическом уровне и лишь затем переходит на технический.	Поиск решения на физическом уровне составляет основную часть педагогической методики, которая в процессе обучения физике позволяет студентам параллельно с изучением основных физических законов, решением задач по количественному и качественному анализу физических законов и явлений освоить основные этапы разрешения технического противоречия путем поиска физического закона или явления, на основе которого возможно решение поставленной технической задачи. Это является определяющим при развитии технического мышления.
Этап III – анализ вариантов решения	Сначала <b>поле поиска расширяется</b> , затем <b>сужается</b> до одного варианта, т.е. расширяется при синтезе, сохраняется при анализе и сужается при выборе решения. Перебор вариантов как универсальная стратегия поиска решений в условиях неопределенности широко распространен в человеческой деятельности. Наиболее эффективной его формой является метод последовательных приближений, когда каждый последующий вариант уточняет предыдущий вариант решения, приближаясь к оптимальному решению.	
Этап IV – оценка вариантов и выбор решения	Наиболее рациональным является <b>направленный</b> поиск оптимального решения. Чтобы поиск был направленным, надо уметь сформировать <b>поисковые ограничения</b> , выводящие в область предпочтительного решения задачи. Сделать поиск технических решений направленным можно лишь представляя эти решения как закономерные этапы в прогрессивном развитии техники. К настоящему времени выявлено достаточное количество законов прогрессивного развития объектов техники, однако этот вопрос не является предметом нашего исследования, поэтому мы будем использовать имеющийся материал по мере необходимости.	

В результате постановки задачи получается «модель решения», которая служит ориентиром на последующих этапах. В силу указанных причин этот этап является исключительно важным.

На практических занятиях студенты учатся решать технические задачи на усовершенствование технических объектов. Под техническим объектом будем понимать некоторое целостное единство взаимосвязанных материальных элементов. При решении технической задачи учебного плана на практических занятиях по физике будем ограничиваться оптимальным принципиальным решением, не рассматривая его конструктивных особенностей.

Рассмотрим применение представленного алгоритма решения технической задачи на примере.

**Задача.** Определить момент начала закипания смеси жидкостей, находящейся в непрозрачном герметичном сосуде. Пар над смесью жидкостей имеет постоянно изменяющееся давление, температуру и концентрацию веществ. Теоретический расчет, как и визуальное наблюдение, невозможны.

Постановка задачи.

1. Цель: поиск физического эффекта, позволяющего определить момент начала закипания смеси жидкостей.

2. Ограничения: а) Визуальное наблюдение исключено; б) Непрерывное изменение режима исключает возможность определения момента начала закипания по величине температуры, давлению или концентрации вещества.

3. Изучим особенности начала процесса кипения, воспользовавшись описанием явления в программе «Физический эффект». Одним из признаков начала закипания жидкости является возникновение на гладкой и спокойной поверхности

неровностей и бугров при всплывании и разрыве пузырьков пара над поверхностью жидкости в момент начала кипения. Кроме того, возникает характерный шум при бурлении жидкости.

4. Изменяемые параметры: изменение формы поверхности (бурление), характерный шум, капиллярное давление, давление на поверхность, фазовый переход, давление насыщенных паров.

Макет решения.

1. Бурление поверхности жидкости приводит к необходимости применения стандарта, рекомендующего использовать поле для определения состояния вещества, например ультразвуковое, звуковое.

То есть определить момент начала кипения можно с помощью метода ультразвуковой локации поверхности жидкости. Решение хорошее, но необходим источник и приемник ультразвука, что не всегда экономически оправдано.

2. Второе решение проще. Сама поверхность может сигнализировать об изменении ее состояния, порождая звуковое поле. На поверхность жидкости помещают поплавок, к которому прикреплена стойка с колокольчиком. В момент начала кипения колокольчик будет издавать звуковые сигналы.

3. Третье решение также является простым. На поверхность жидкости помещается пластмассовая чашечка, перевернутая вверх дном, в дне закреплены два электрода так, что до закипания жидкости контакты замкнуты. На крышке сосуда горит сигнальная лампочка. В момент закипания под крышкой собирается пар, контакты размыкаются и сигнальная лампочка гаснет.

Решение задачи позволяет продемонстрировать, как особенности происходящего физического процесса могут служить для создания методов его контроля.

Приведенный выше пример решения технической задачи наглядно демонстрирует применение алгоритма и некоторых стандартных решений. Однако такие задачи целесообразно предлагать студентам, уже имеющим некоторый опыт применения алгоритма и стандартов решения технических задач, т.е. в конце первого и на втором году обучения физике.

Применяемый алгоритм показывает путь решения технической задачи, но не уменьшает трудоемкости ее решения. При выполнении действий по устранению физического противоречия студентам приходится самостоятельно знакомиться с большим объемом литературы для выявления физических эффектов и явлений, на основе которых можно строить решение задачи. Первокурсникам, которые только начинают изучать физику и находятся в начале процесса развития навыков решения технических задач, мы предлагаем в помощь методические указания по организации работы при решении задач технического содержания [2]. Главное, что должен усвоить студент младших курсов: путь в профессию начинается с понимания круга проблем своей науки (области техники), овладения навыками и секретами ремесла. Большинство квалификационных характеристик, определяющих знания и умения (табл. 2), необходимые для начала инженерной деятельности, закладываются именно при изучении физики.

Таблица 2

**Знания и умения, формируемые в ходе решения физических задач**

Знание	Умение
<ul style="list-style-type: none"> <li>– различия целей решения учебных и производственных задач;</li> <li>– общих этапов деятельности при решении учебных и производственных задач и их результатов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять в задачах последовательность обязательных общих этапов;</li> <li>– анализировать условия и требования задачи;</li> <li>– кодировать (выражать) условия и требования, приведенные в словесной форме, в</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– необходимости анализировать условия и требования задачи;</li> <li>– особенностей различных форм изображения реальной и задачной ситуаций, правил оформления результатов анализа, условий и требований задачи, составления графической модели задачной ситуации;</li> <li>– особенностей словесного описания и составления физической и математической моделей реального процесса;</li> <li>– эвристических приемов решения задач;</li> <li>– правил приближенного вычисления;</li> <li>– достоинств и недостатков каждого из четырех видов изображения функциональной зависимости между величинами;</li> <li>– методов проверки решения задачи;</li> <li>– правил оформления результатов решения;</li> <li>– цели анализа, хода и результата решения задачи и различных подходов к такому анализу;</li> <li>– структуры задач и требований к составлению задач.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>буквенных выражениях, изображать задачную ситуацию в графической форме;</li> <li>– составлять математические модели реальных ситуаций, т.е. выражать реальные процессы в виде математических формул;</li> <li>– пользоваться эвристическими приемами для поиска решения задач и составления плана их решения;</li> <li>– выполнять математические действия с именованными числами;</li> <li>– изображать функциональную зависимость между величинами в вербальной (словесной), табличной, графической и аналитической формах;</li> <li>– проверять результаты решения;</li> <li>– правильно записывать процесс решения задачи;</li> <li>– анализировать процесс решения задачи, находить общие черты в решении задач на определенную тему, составлять алгоритмы решения задач отдельных типов;</li> <li>– умение составлять и решать задачи.</li> </ul>
---	--

Таким образом, умение решать задачи – профессиональное качество, необходимое для каждого инженера. Главное – в процессе решения каждой конкретной задачи научиться чему-то новому, связанному с изучаемой дисциплиной, узнать и усвоить новые факты, а в процессе решения задач в целом овладеть новыми методами, накопить определенный опыт и приобрести устойчивые умения и навыки решения задач практического характера. Иными словами, главная цель решения физических задач студентами – учебная подготовка к инженерно-конструкторской и исследовательской деятельности.

Жизнь предлагает задачи, решение которых невозможно подогнать под ответ, напечатанный в конце задачника. Она обычно подкидывает вопросы на темы, которые мы «не проходили». Решение отдельных производственных задач требует усилий большого числа специалистов, причем различного профиля. Для решения производственных задач нужны не только глубокие и прочные знания, но и умение применять их в нестандартных условиях, способность работать в коллективе и решать задачи в крайне сжатые сроки.

Актуальность проблемы углубления профессиональной направленности при изучении курса физики в техническом вузе определяется повышением требований к уровню теоретических и практических знаний выпускников технических вузов. Анализ педагогических исследований позволяет выделить ряд наиболее интенсивно разрабатываемых направлений в исследовании этого вопроса. Одно из них – развитие профессионально важных качеств. Так как для развития качеств человека необходим длительный период времени, этим вопросом необходимо заниматься с первых дней обучения. Возникает необходимость формировать у студентов при изучении курса физики умение пользоваться обобщенными методами решения типовых профессиональных задач инженера-технолога, которые разрабатывают обобщенную целостную систему, позволяющую обучаемому наметить ориентиры к достижению поставлен-

ной цели, а преподавателю построить модель подготовки специалиста для формирования профессионально важных качеств [3]. Второе – это формирование мотивации учения. Успешность обучения зависит от уровня развития мотивации учения, который также необходимо формировать с первых дней обучения. Исследователи этого направления предлагают разрабатывать, в соответствии с будущей специальностью студентов, новые рабочие программы по физике, где часть профессионально важных тем углублена, проводить лабораторные работы, тесно связанные с будущей профессией, подбирать учебные задачи, адекватные профессии, и т.д. [4].

Другой метод – более детальное изучение физики на спецкурсах, напримерна спецкурсе «Физические эффекты в машиностроении» [5].

Можно утверждать, что для повышения мотивации изучения физики необходимо усилить межпредметные связи курса физики и специальных дисциплин в инженерном военном вузе. Это обусловлено как возрастающей сложностью авиационной техники, так и ограничением времени, отведенного на изучение курса физики, из-за военных дисциплин и несения службы. В нашем военном вузе на изучение физики отводится только два семестра, не предусмотрены спецкурсы по физике, поэтому, чтобы не превысить лимит учебного времени, необходимо применять интенсивные технологии обучения. Нужна разработка специальных методических комплексов, позволяющих путем постановки проблемного вопроса или профессионально направленной задачи, оперирования банком данных физических эффектов выбрать из базы технических объектов тот, в основе принципа действия которого лежит данный физический эффект. База технических объектов представлена в виде схем, иллюстраций, мультимедиа и т.д. В настоящее время студентами формируется база профессионально направленных задач для специальности «Электроснабжение».

Приведем примеры профессионально ориентированных задач:

1. Емкость конденсатора колебательного контура радиопередатчика меняется в пределах от 5 пФ до 100 пФ. Во сколько раз изменяется напряженность электрического поля, если:

- 1) изменяется расстояние между пластинами;
- 2) меняется площадь пластин?

2. Индуктивность колебательного контура радиопередающего устройства 0,5 мГн. Какова должна быть емкость конденсатора, чтобы контур резонировал на длину волны 300 м?

3. Сгорела  $\frac{1}{4}$  длины спирали нагревательного элемента мощностью 600 Вт и напряжением 220 В. Какой длины проволоку из нихрома диаметром 0,2 мм необходимо добавить, чтобы возобновить работу элемента?

4. Имеются три источника с одинаковой э.д.с. и внутренним сопротивлением. Как их надо соединить, чтобы получить наибольший ток, наибольшее напряжение?

5. При заправке самолета топливом вследствие трения возникает разность потенциалов между баком и шлангом топливозаправщика, возможно возникновение искры. Что необходимо сделать, чтобы этого избежать?

Представленные задачи знакомят будущих специалистов с принципами действия технических устройств, физическими методами исследования, позволяют увидеть единство законов физики и работы конкретного оборудования, обслуживаемого специалистом.

Важное значение имеет и литературное оформление условий и требований задачи.

Решение физических задач – одно из важнейших средств развития мыслительных, творческих способностей учащихся. Часто проблемные ситуации на уроках создаются с помощью задач, и этим активизируется мыслительная деятельность

учащихся. Ценность задач определяется прежде всего той физической информацией, которую они содержат. Поэтому особого внимания заслуживают задачи, в которых описываются классические фундаментальные опыты и открытия, заложившие основу современной физики, а также задачи, решаемые с помощью присущих физике методов исследования.

С решением задач тесно связано творчество, а творчество всегда приносит радость, и неважно, что становится его результатом – песня, научное открытие или решенная задача. Ничего, что это всего-навсего школьная задача, пути решения которой искало не одно поколение. Радостно заново открывать связи между данным и неизвестным, ошибаться и приходить через творчество к верному решению. Завершение напряженной умственной работы приносит огромное удовлетворение, а решение задач – это напряженное, активное проявление энергии, воли, умственных способностей. Я.А.Коменский отмечал, что у многих учащихся «большая часть знаний только скользит по поверхности ума и не внедряется в него, ... основательные знания невозможны без возможно частых и особенно искусно поставленных повторений и упражнений».

Методика решения задач путем моделирования используется на занятиях со студентами очно-заочной формы обучения и слушателями подготовительных курсов.

Внедрив в процесс изучения физики методику решения технических задач, можно достичь нескольких эффектов: 1) в процессе решения технической задачи будущие инженеры более глубоко осмысливают физические законы, явления и эффекты в данном разделе; 2) устраняя техническое противоречие посредством выбора того или иного физического явления, студент осуществляет операции анализа, синтеза, сравнения в применении к конкретному техническому объекту. Это, во-первых, развивает логический, образный, действенный и понятийный компоненты мышления, которые являются определяющими при формировании технического мышления. Во-вторых, студент – будущий инженер усваивает методы разработки технических объектов. И, в-третьих, важным является то, что студенты постигают на практике тесную связь физики и техники. Физика, законы которой действуют на всех технических объектах, становится живым предметом, а не сухой, сложной и не всегда понятной наукой.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самостоятельная работа при решении задач по физике: метод.указ. / Составители Ф.П. Кесаманлы, В.М. Коликова. – Л., 1987. – 32 с.
2. Усова А.В., Тулькибаева Н.Н. Практикум по решению физических задач: учеб. пособие к спецкурсу. – Челябинск: ЧГПИ, 1985. – 92 с.
3. Скрипко Л.П. Формирование обобщенных методов решения типовых профессиональных задач инженера-технолога при изучении курса физики в техническом вузе: дис. канд. пед. наук: 13.00.02 / Скрипко Людмила Петровна. – Астрахань, 2006. – 188 с.
4. Кислякова О.П. Компетентностно ориентированный подход в профессиографическом проектировании технологий обучения / О.П. Кислякова; под общ. ред. канд. пед. наук М.А. Мигненко // Основные проблемы совершенствования образовательного процесса высшей школы в современных условиях. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, 18-19 мая 2006 г. – Сызрань: СВВАУЛ (ВИ). – С. 21-24.
5. Дырнаува Е.В. Профессиональная направленность преподавания физики студентам сельскохозяйственного вуза/ Е.В. Дырнаува; под общ. ред. канд. пед. наук М.А. Мигненко // Основные проблемы совершенствования образовательного процесса высшей школы в современных условиях. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, 18-19 мая 2006 г. – Сызрань: СВВАУЛ (ВИ). – С. 11-15.

Поступила в редакцию 11/II/2009;  
в окончательном варианте - 11/III/2009.

UDC 378.1

**SOLVING THE PHYSICS TASKS AS A TOOL FOR DEVELOPMENT OF  
PROFESSIONAL THINKING IN FUTURE ENGINEERS**

*N.F. Chumak*

Samara State Technical University, Syzran Branch

45 Sovetskaya str., Syzran, Samara region, 446001

E-mail: nauka@sstu.syzran.ru

*There is fleshed out the need for development of special thinking of the future engineers. The method of teaching students to resolve technical problems by standardized methods is studied. There are determined the knowledge and skills generated in the course of technical solutions of physical problems.*

**Key words:** *students, physics, professional thinking, problem situations.*

Original article submitted 11/II/2009;

revision submitted - 11/III/2009.

---

*Nina F. Chumak* Engineer, Deanery of Additional Education.