

Список литературы

- Мироненко В. И. Отражающая функция и исследование многомерных дифференциальных систем. Гомель, 2004. 196 с.
- Мусафилов Э. В. Временные симметрии дифференциальных систем. Пинск, 2009. 191 с.
- Оморев Р. О. Синергетические системы: аспекты грубости, бифуркаций и катастроф // Известия ЮФУ. Технические науки. 2001. № 5. С. 70–79.

ВНЕДРЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ТРИЗ В ОРГАНИЗАЦИЮ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

*В. В. Соболева, А. А. Демисенова, М. С. Мамедзаде
Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Астрахань (Россия)*

Одним из инструментов организации самостоятельной работы студентов является теория решения изобретательских задач (ТРИЗ), главной целью, которой является формирование у студентов творческого мышления, т. е. воспитание творческой личности, подготовленной к решению творческих и изобретательских задач любой сложности в профессиональной деятельности без перебора многочисленных вариантов. В таких задачах формулируется определенное требование, выполняемое на основе знаний, приобретенных из общего курса физики. При этом в формулировке задачи нет прямых или косвенных указаний, какими явлениями или законами необходимо воспользоваться для решения данной задачи [1].

Именно поэтому при разработке творческих, изобретательских заданий мы опирались на следующие критерии:

- 1) ситуации, рассматриваемые в заданиях, должны быть максимально приближены к профессиональной деятельности будущего инженера, т.е. при решении таких задач студенты должны иметь дело не с вымышленными, абстрактными объектами, а с конкретными объектами, встречающимися на производственной практике;
- 2) задания должны быть во взаимосвязи с общетехническими и специальными дисциплинами;
- 3) задания должны развивать познавательную активность студентов.

Мы полагаем, что отбор объектов профессиональной деятельности для практических занятий по физике, полностью удовлетворяющих вышеуказанным критериям, может быть успешно осуществлен и реализован только при опоре на ТРИЗ.

Решение творческой, изобретательской задачи необходимо начинать с уточнения и проверки формулировки задачи. Для этого студентам необходимо найти ответы на следующие вопросы [2]:

- 1) какова конечная цель задачи?

2) нельзя ли достигнуть желаемого результата «в обход», решением другой, более упрощенной задачи?

3) решение, какой из рассмотренных задач (первоначальной или упрощенной (обходной)) дает наилучший результат?

4) уточнить дополнительные требования (как может измениться задача в перспективе).

Затем осуществляется аналитическая стадия решения, на которой определяются:

1) идеальный конечный результат, т. е. студенту необходимо спрогнозировать идеальное решение задачи;

2) какие препятствия возникают для получения идеального конечного результата. Для этого студентам необходимо ответить на следующие вопросы: «Почему невозможно получить желаемый результат?», «В чем конкретно заключается препятствие?»;

3) причины возникновения препятствий для получения идеального конечного результата;

4) идеальные условия, которые необходимы для получения желаемого результата.

Ответы на вопросы аналитической стадии последовательно и целенаправленно выявляют те противоречия, которые препятствуют решению данной задачи. После этого задачу необходимо перевести из состояния «Что же делать?» в состояние «Как устранить данную проблему (помеху)?». Для этого Г. Альтшуллер разработал таблицу основных приемов устранения технических противоречий [3]. Именно в устранении таких противоречий и состоит решение изобретательской, творческой задачи. На оперативной и синтетической стадии решения задачи выявляются конкретные действия по изменению объекта для устранения выявленной проблемы (помехи) и корректированию объектов в соответствии с внесенными изменениями. При выполнении данного этапа рекомендуется ответить на вопрос: «Может ли разработанный объект применяться по-новому?».

Анализируя данную методику, можно заметить, что она, фактически не давая прямого алгоритма, организует ее решение, направляя мышление студента в «нужное русло», выделяя наиболее значимые элементы решения изобретательской задачи. Однако, уменьшение часов, в связи с переходом на двухуровневую систему подготовки, не позволяет рассматривать изобретательские задачи на практических занятиях. Поэтому мы предлагаем трансформировать изобретательские задачи, решаемые на практических занятиях в исследовательские задачи ТРИЗ.

Рассмотрим решение физической задачи, используя алгоритм ТРИЗ [4].

Задача. В ходе реставрации Бристольского собора его крышу покрыли свинцовым листом. Позже обнаружилось, что свинцовый лист, покрывавший южную часть крыши, начал медленно сползать вниз по крыше на 25 см в течение двух лет. При этом сползание листа началось сразу же после того,

как им была покрыта крыша. Попытка остановить сползание листа вкопчиванием гвоздей в стропила не удалась, потому что сползающий лист вырывал гвозди. Крыша была не крутая, и свинцовый лист мог бы оставаться на ней, не скользя под действием силы тяжести вниз. Объясните, почему же сполз лист? Попробуйте спрогнозировать, на сколько сползает за 10 дней свинцовый лист, если максимальная и минимальная температуры равны соответственно $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ и $t_2 = 10\text{ }^\circ\text{C}$, длина листа при $t_2 = 10\text{ }^\circ\text{C}$ равна $l_0 = 0,8\text{ м}$, угол наклона крыши $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения листа о стропила $\mu = 0,7$. Коэффициент линейного расширения свинца $\alpha_1 = 3 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$. Предложите способы устранения сползания свинцового листа [5].

Первый шаг. Определение типа задачи: изобретательская или исследовательская. Так как эта задача исследовательская, то студенту необходимо выделить физические явления, которые позволяют описать данное явление (или процесс), выявить и объяснить его причину, а также спрогнозировать дальнейший результат. При решении исследовательской задачи перед студентом ставятся следующие вопросы: «Почему происходит сползание листа?».

Второй шаг. Выяснение возможных причин физических воздействий. При изменении температуры происходит его тепловое расширение и изменение площади листа. В местах крепления происходит превышение силы со стороны межмолекулярных воздействий в результате теплового расширения листа. В связи с этим происходит ослабление крепления за счет деформации сдвига.

Ставится вопрос: «Почему это происходит?»

Третий шаг. Анализ физических явлений, выдвинутых для объяснения причин воздействий, которые помогут найти правильный ответ задачи.

Сделаем чертеж. Рассмотрим данный процесс (сползание листа) относительно некоторой точки O , которая остается неподвижной в отношении крыши при изменении температуры (рис. 1).

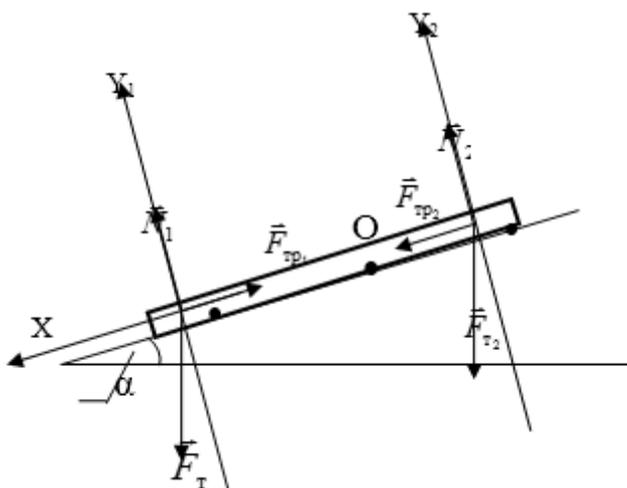


Рис. 1. Силы, действующие на свинцовый лист при сползании

Обозначим x расстояние от нижнего края листа до точки O , которая остается неподвижной относительно крыши при нагревании свинцового листа.

На нижний и верхний участки листа действуют силы трения, которые удобнее записать в виде:

$$F_{\text{тр}_1} = \mu \cdot N = \mu \cdot \frac{m}{l} \cdot x \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

$$F_{\text{тр}_2} = \mu \cdot N = \mu \cdot \frac{m}{l} \cdot (l - x) \cdot g \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

где m – масса свинцового листа, $\frac{m}{l}$ – масса единица длины листа, l – длина свинцового листа при температуре $t_1 = 20^\circ \text{C}$.

Четвертый шаг. Выделение главной причины.

Свинцовый лист нагревается медленно, следовательно, можно считать, что в любой момент времени он находился в положении равновесия, и значит сумма всех сил, действующих на него равна нулю:

$$mg \sin \alpha + \mu \cdot \frac{m}{l} \cdot x \cdot g \cdot \cos \alpha - \mu \cdot \frac{m}{l} \cdot (l - x) \cdot g \cdot \cos \alpha = 0. \quad (3)$$

Из формулы (3) найдем расстояние x от нижнего края листа до точки O :

$$x = l \cdot \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{2\mu \cos \alpha}. \quad (4)$$

Предположим, что весь лист при нагревании удлиняется на величину Δl , то удлинение нижней части листа равно $\frac{x}{l} \Delta l$. Следовательно, с учетом формулы (4), нижний край листа при нагревании опускается на расстояние равное:

$$\Delta x = \frac{x}{l} \Delta l = \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{2\mu \cos \alpha} \cdot \Delta l. \quad (5)$$

Найдем расстояние Δy , на которое поднимается нижний край листа при охлаждении. В этом случае направление силы трения поменяется на противоположное. Таким образом, расстояние

$$\Delta y = \frac{y}{l} \Delta l = \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{2\mu \cos \alpha} \cdot \Delta l. \quad (6)$$

Пятый шаг. Разрешение ситуации.

За определенный интервал изменения температуры нижний край листа опускается на расстояние $(\Delta x - \Delta y)$. Следовательно, за $n = 10$ дней лист опустится на расстояние

$$\Delta L = n \cdot (\Delta x - \Delta y) = n \cdot \Delta l \cdot \frac{\text{tg} \alpha}{\mu}. \quad (7)$$

Если l_0 – длина свинцового листа при температуре $t_2 = 10^\circ \text{C}$, то его удлинение Δl при нагревании равно

$$\Delta l = \alpha_l \cdot l_0 \cdot \Delta t = \alpha_l \cdot l_0 \cdot (t_1 - t_2). \quad (8)$$

Подставляя уравнение (8) в формулу (7), получим

$$\Delta L = n \cdot \alpha_l \cdot l_0 \cdot (t_1 - t_2) \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\mu}.$$

Таким образом,

$$\Delta L = 10 \cdot 3 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot (20 - 10) \cdot \frac{\operatorname{tg} 30}{0,7} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Можно также студентам предложить переформулировать эту исследовательскую задачу как изобретательскую, поставив следующий вопрос: как сделать, чтобы не происходило это явление или процесс (сползание свинцового листа)? Студенты рассматривают различные способы устранения сползания свинцового листа. Например, более усиленное крепление свинцового листа в нескольких точках, а также замена материала более устойчивого к перепадам температур. При этом если он не справляется с этим как будущий специалист, т. е. не владеет достаточной информацией, то начинает поиск в библиотеках, заглядывает в Интернет и т. д. Таким образом, студент не только осваивает один из методов решения физической задачи, но и знакомится с передовыми технологиями в области строительства.

Таким образом, ТРИЗ является высокоэффективным инструментом решения творческих инженерных задач в строительном вузе и одним из способов повышения у студентов творческого потенциала. Внедрение отдельных элементов ТРИЗ в учебный процесс и непосредственно в курс общей физики позволяет: сформировать у студентов ясное представление о физической картине мира; подготовить студента к инновационной профессиональной деятельности; развивать творческую, инициативную личность; творчески и рационально использовать новые технические системы.

Список литературы

1. Мастропас З. П., Синдеев Ю. Г. Физика: методика и практика преподавания. Ростов н/Д., 2002. 288 с.
2. Фокин Ю. Г. Преподавание и воспитание в высшей школе: Методология, цели и содержание, творчество : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М., 2002. 224 с.
3. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. Петрозаводск, 2004. 208 с.
4. Соболева В. В. Применение элементов теории решения изобретательских задач при изучении курса общей физики в строительном вузе // Ресурсы модернизации страны: творческая личность и изобретательство : сборник статей Международной научно-практической конференции. 2011. С. 70–73.
5. Физика – олимпиадные задачи // Сайт учителя физики Журавлевой Светланы Викторовны. URL: <http://physics-is-cool.ucoz.net/kapica.html>