

Развитие представлений о преобразованиях в системах сил при изучении статики в курсе технической механики в техникуме

Чибаков Анатолий Сергеевич, кандидат педагогических наук
Яранский технологический техникум (г. Яранск, Кировская область)

Аннотация. В статье рассматривается проблема развития представлений студентов об эквивалентности производимых в плоских и пространственных системах сил преобразований на учебных занятиях по статике при освоении общепрофессиональной дисциплины «Техническая механика» в учреждении среднего профессионального образования. Автор выделяет понятия «сила» и «система сил» в совокупности родовидовых разветвлений в качестве каркаса, позволяющего выстроить целостную систему знаний и представлений по данному разделу. Приводимые рассуждения основаны на сопоставлении, установлении сходств и различий при выполнении преобразований в различных системах сил.

Ключевые слова: среднее профессиональное образование; совершенствование методики обучения технической механике; профессиональное и личностное развитие студентов; понятийные и образные представления; эквивалентность преобразований систем сил.

DOI: 10.5281/zenodo.3474952

Профессиональный цикл образовательных стандартов, программ и учебных планов по техническим специальностям среднего профессионального образования (далее СПО) в части общеобразовательных дисциплин включает предмет «Техническая механика». Главная цель изучения технической механики заключается в подготовке студентов по основам теоретической механики, сопротивления материалов и деталей машин для выполнения практических расчетов, связанных с деформацией, проектированием и конструированием деталей и сборочных единиц.

Вместе с тем, специалистам известна ведущая роль технической механики в развитии технического мышления, формировании важных понятийных и образных представлений, а также аналитических способностей студентов. Опираясь на школьные знания по физике и математике, находясь в межпредметном единстве с другими общепрофессиональными дисциплинами (инженерная графика, материаловедение и др.), техническая механика способствует качественной подготовке к освоению профессиональных модулей, овладению общими и профессиональными компетенциями, успешной будущей профессионально-трудовой деятельности.

Различные аспекты методики обучения технической механике в техникумах и колледжах на уровне диссертаций исследовали: В.А. Шапкина (структура системы дидактического обеспечения; критерии отбора содержания) [1]; З.А. Полоскина (принцип обучения на основе моделей и логики научного познания; учебно-методические материалы) [2]; И.В. Чаплыгина (ключевые компетенции; организационные формы обучения) [3]; Н.М. Старова (создание интегрированного курса при участии работодателей; связь теоретической и практической подготовки) [4]; О.Е. Наумов (технология формирования позитивной мотивации; матричный учебно-методический комплекс) [5].

На страницах научно-практических периодических изданий, сборников статей и материалов конференций обсуждаются актуальные проблемы изучения технической механики в учебных заведениях СПО: проблемное обучение (М.Г. Каримов, И.А. Лукьянчикова, О.Л. Осадчук, А.С. Чибаков);

концентрированное обучение (Л.Ф. Лютая); контекстное обучение (Н.А. Логвинова); метод проектов и технология интерактивного обучения (О.С. Рубцова); творческие методы решения учебных задач (А.С. Чибаков); активные формы и методы обучения (О.Б. Чулкова); создание и применение электронных тестирующих средств (Н.Ю. Кошелева); методика проведения интегрированных уроков (Е.А. Старцева, Н.Г. Усынина) и др.

Структура дисциплины «Техническая механика» состоит из трех основных частей: теоретической механики, сопротивления материалов и деталей машин. В свою очередь теоретическая механика объединяет три раздела: статику, кинематику и динамику. Изучение предмета начинается с положений и аксиом статики. Поэтому с первых занятий в учебном диалоге активно используются понятия «равновесие», «абсолютно твердое тело», «система тел», «сила», «система сил» и др. При этом констатируем, что мерой механического взаимодействия тел выступает физическая величина – сила. Более общим, объединяющим все силы, действующие на тело (систему тел), является понятие «система сил». Аналитический синтез содержания и учебных заданий по разделу «Статика» позволяют утверждать, что понятия «сила» и «система сил» в совокупности родовидовых разветвлений выступают каркасом, на котором выстраивается целостная система знаний и представлений о равновесии тел.

Исключительным результатом многочисленных аналитических и графических действий над системами сил при изучении статики следует считать освоение студентами методов научно-технического исследования, приобретения опыта доказательного аргументирования и принятия рациональных решений. В этой связи считаем педагогически целесообразным обозначить проблему развития представлений о преобразованиях в системах сил при изучении статики, на что в научной литературе не уделяется достаточного внимания.

Преобразования в статике обуславливаются понятием «эквивалентные системы», что допускает замену одной системы другой при сохранении механического состояния тела (системы тел). С фактора-

ми изменений в системах, влекущих как эквивалентные преобразования, так и их переходы к новым состояниям, обучающиеся встречаются на протяжении всего раздела «Статика». Уже из аксиом инерции и присоединения следует, что отсутствие причины (какой-либо силы) или приложение уравновешенной системы сил сохраняет равновесие тела, то есть система останется прежней и поэтому принцип эквивалентности не нарушается. Но это тривиальные случаи. Перейдем к другим примерам, когда системы отличаются друг от друга количественно и (или) качественно.

Первый наглядный образ преобразования системы сил формируется при векторном (геометрическом) сложении сходящихся сил. На плоскости для системы двух векторов применяются правила параллелограмма и треугольника, а для системы, состоящей из большего числа сил, правило многоугольника. В пространстве также прибегают к векторному сложению. Аналитически данные задачи решаются с помощью закономерностей, свойственных треугольникам, в частности, посредством теоремы синусов и косинусов.

В системах двух параллельных сонаправленных или противоположно направленных сил правила сложения (нахождения равнодействующей) другие. Их доказательство производится с помощью дополнительных геометрических построений и рассмотрения подобия треугольников.

Следует заметить, что правил сложения трех и более параллельных сил, по аналогии с правилом многоугольника для сходящихся сил, в учебной литературе не приводятся. В этой связи выявляется объект для творческой и исследовательской деятельности студентов.

В то же время обратные преобразования, требующие разложения силы на составляющие также ведут к получению эквивалентных систем. Однако разложение силы в общем случае даже на известное число составляющих — задача неопределенная, поскольку не имеет конечного числа решений. Авторы учебников разных лет издания ограничиваются разложением силы на две сходящиеся составляющие, учитывая два условия — направление и модуль [6; 7 и др.]. Поэтому описываются четыре возможных способа: по направлениям одной и другой составляющих; по модулю и направлению одной составляющей; по модулям одной и другой составляющих; по направлению одной составляющей и модулю другой составляющей. При этом заслуживает внимания то обстоятельство, что каждую полученную составляющую может быть разложена в свою очередь на две других составляющих и получаемые таким образом системы сил будут эквивалентны. Частным случаем, но имеющим широкое практическое применение, является преобразование исходных сил в систему сходящихся составляющих сил проецированием ее вектора на оси плоской или пространственной прямоугольной системы координат. В таком случае линии действия составляющих совпадают с осями координат, а точка, в которой сходятся эти линии, совпадает с началом координат.

Разложение силы на параллельные составляющие требует использования дополнительных усло-

вий. Обычно ограничиваются двумя положениями, как и в случае разложения на сходящиеся составляющие, — направление и модуль. Снова получается четыре возможных способа такого преобразования по смыслу полностью совпадающие с предыдущими, но реализуемые, разумеется, иными действиями.

Эффективными в развитии представлений студентов о преобразованиях плоских систем сил являются сравнения разложения силы на сходящиеся и параллельные составляющие. Внешне совершенно разные системы, но доказательность суждений свидетельствует об их эквивалентности.

Две равные по значению и противоположные по направлению параллельные силы образуют пару сил. Своим действием пара сил стремится придать телу вращательное движение. И наоборот, во всех случаях, когда тело вращается, можно найти пару сил, сообщающую это вращение. Специфичность пары в том, что она не имеет равнодействующей и поэтому не может быть заменена уравновешивающей силой. Эквивалентность пар, как и сил, обеспечивается их взаимозаменяемостью без нарушения механического состояния тела. Следовательно, у эквивалентных пар одинаковые моменты. При чем в плоской системе сил момент пары, как и момент силы относительно точки, можно считать скалярной величиной. Пару можно переносить в плоскости действия, а действие нескольких пар можно заменить эквивалентной парой, момент которой равен алгебраической сумме моментов исходных пар.

Параллельный плоский перенос силы в другую точку действия на тело не изменит его состояния только в том случае, если будет добавлена пара сил с моментом равным моменту исходной силы относительно новой точки. Тогда все произвольно расположенные силы плоской системы могут быть перенесены с сохранением направлений в одну точку (центр приведения) и определены моменты их пар относительно этой точки. Эквивалентность будет обеспечена. Для удобства и упрощения системы имеет смысл определить равнодействующую силу (главный вектор) и момент результирующей пары (главный момент).

В пространственной системе произвольно расположенных сил момент силы относительно оси в отличие от момента пары и момента силы относительно точки, необходимо рассматривать, как аксиальный вектор. А также момент равнодействующей системы сил относительно оси эквивалентен совокупности моментов составляющих сил системы относительно той же оси, поэтому и находится он их арифметической суммой.

В целом, развитие представлений студентов о преобразованиях в системах сил при изучении статики достигается проверкой соблюдения принципа эквивалентности каждый раз при выполнении каких-либо изменений, а также систематическим выявлением сходств и различий между плоскими (сходящимися и параллельными) и пространственными системами сил. В этом отношении педагогически эффективными в курсе технической механики в учреждении СПО оказываются учебные задания на сравнение результатов преобразований и их теоретическое обоснование.

Литература:

1. Шапкина В.А. Дидактическое обеспечение профессионально направленного преподавания курса «Техническая механика». Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. — М., 2005. — 21 с.
2. Полоскина З.А. Формирование у студентов строительных техникумов прикладных знаний в процессе изучения технической механики. Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. — Нижний Новгород, 2006. — 25 с.
3. Чаплыгина И.В. Формирование ключевых компетенций студентов при изучении общепрофессиональных дисциплин в колледже. Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. — М., 2006. — 29 с.
4. Старова Н.М. Формирование культуры профессиональной деятельности в процессе взаимодействия с работодателями у студентов учреждений среднего профессионального образования. Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. — Челябинск, 2012. — 24 с.
5. Наумов О.Е. Формирование познавательной мотивации учащихся колледжа на основе идей гуманистической педагогики. Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. — Воронеж, 2012. — 24 с.
6. Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов. — 12-е изд. испр. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1988. — 336 с.
7. Эрдеди А.А. Техническая механика : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди. — М.: Издательский центр «Академия», 2014 — 528 с.