

стического общества, активный строитель коммунизма, с присущими ему идейными установками, моралью и интересами, высокой культурой труда и поведением».

Теоретическая сущность и практическое значение комплексного подхода к управлению качеством подготовки специалистов в том и состоит, что он позволяет связать воедино все направления сложной и многогранной деятельности учебного заведения, подчинив их главной цели — формированию личности гражданина развитого социалистического общества.

«Чтобы советское общество уверенно двигалось вперед, к нашим великим целям, — подчеркнул товарищ К. У. Черненко на апрельском (1984 г.)

Пленуме ЦК КПСС, — каждое новое поколение должно подниматься на более высокий уровень образованности и общей культуры, профессиональной квалификации и гражданской активности. Таков, можно сказать, закон социального прогресса».

В условиях высшей школы этот закон находит свое непосредственное воплощение в необходимости постоянного повышения качества подготовки и идейно-политического воспитания специалистов. Комплексный подход к управлению всей сложной и многогранной деятельностью высшего учебного заведения открывает новые возможности для решения этой ответственной задачи.

#### ПРОБЛЕМНОЕ ОБУЧЕНИЕ — В ПРАКТИКУ

*Под этой рубрикой в предыдущем номере журнала была помещена подборка статей, освещающая опыт применения проблемного обучения в лекциях.*

*Авторы работ, публикуемых ниже, рассказывают о своих попытках использовать возможности проблемного обучения в разных видах занятий, проводимых в инженерном вузе.*

*Возможно, не все описанные в этих статьях приемы могут быть строго отнесены к методике именно проблемного обучения (во всяком случае далеко не все преподаватели создают на занятиях «форменные» проблемные ситуации). Но, думается, все они отражают стремление с помощью самых разных средств повысить проблемность процесса преподавания. А не в этом ли заключается, по сути, главная цель использования круга методов, которыми располагает проблемное обучение?*

*Заметим, что обилие в статьях частных примеров служит тому, чтобы прояснить, сделать понятными читателю педагогические идеи, реализуемые в каждом данном случае.*

## На пути решения нестандартных задач

Профессор Л. А. РОТТ, доцент В. С. ВИХРЕНКО  
Белорусский технологический институт

Настоятельная потребность нашего времени — добиться, чтобы проблемное обучение, составлявшее в известном смысле искусство отдельных преподавателей, приняло системный характер и становилось достоянием каждой кафедры. Во всей полноте это требование относится к кафедрам теоретической механики. Хорошо известно, что именно эта дисциплина впервые позволяет студенту пройти путь от самых общих принципов естествознания до конкретных числовых расчетов в рассматриваемых задачах, что она имеет большое мировоззренческое значение и очень богата своими приложениями в микро- и макром мире. Особенности этой дисциплины как нельзя лучше соответствуют основной цели проблемного обучения — развитию у студента эвристи-

ческого механизма мышления, раскрытию его творческих потенций. Но реализовать эти возможности на практике с наибольшей отдачей совсем не просто. Нужна большая подготовительная работа. (Кстати, по инициативе Минвуза БССР издаются в помощь кафедрам методические сборники материалов по вопросам преподавания теоретической механики. В четырех вышедших уже выпусках большая часть статей посвящена проблемному обучению и укреплению межпредметных связей).

В своем педагогическом опыте мы исходим из следующих методических предпосылок. Проблемное обучение должно базироваться на тщательной методической подготовке; преподаватель призван овладеть искусством восстановления

генезиса знаний; студенту не следует навязывать готовые результаты, принятые определения и понятия — нужно заставить его почувствовать их необходимость, увидеть все возможные подходы к решению возникшей проблемной задачи или ситуации. Сама серьезность и глубина изучаемого материала еще не гарантирует проблемности обучения — оно реализуется тогда, когда преподаватель вовлекает студентов в процесс творчества, решения нестандартной задачи. Обратная связь с аудиторией должна проявляться непосредственно, а проблемный характер, внутренне присущий излагаемому материалу, необходимо эффективно использовать и для глубокого раскрытия содержания темы, и для достижения активности, заинтересованности аудитории.

Авторы этой статьи многократно убеждались в том, что часть лекционного времени, отведенная на обдумывание и обсуждение в аудитории поставленной проблемы, окупается сторицей. На проблемных парадоксах обостряется восприятие, оттачивается мысль. Мы не спешим с правильным ответом ни на лекциях, ни на практических занятиях — и здесь можно развить у студентов навыки интенсивной самостоятельной работы. Поэтому на заседаниях кафедры и научно-методических семинарах преподавателей регулярно и детально обсуждаются конкретные предложения, связанные с использованием в лекциях и на практических занятиях аспектных проблем и проблемных ситуаций.

Например, перед доказательством теоремы Кориолиса очень полезным оказывается обсуждение такого вопроса: поскольку абсолютная скорость равна сумме переносной и относительной скоростей, то можно ли заведомо утверждать, что производные последних составляют соответственно переносное и относительное ускорения? Создавшаяся ситуация должна подвести слушателя к мысли, что относительное движение влияет на изменение переносной скорости, и наоборот, переносное движение обуславливает изменение и относительной скорости. Мы не преподносим это как готовый результат формальных вычислений: на лекции студент может самостоятельно «уловить», что производная по времени от переносной скорости определяет больше, чем только переносное ускорение; то же относится и к производной от относительной скорости.

Проблемные ситуации создаются и при решении большинства задач на практических занятиях. Так, уже на первом практическом занятии по статике, решая задачи, например, на сходящуюся систему сил, мы строим силовой треугольник, в котором явно задана только одна сторона. Для многих студентов эта ситуация оказывается проблемной, поскольку в заданной по условию конструкции необходимо выделить линейный треугольник и либо вычислить недостающие углы, либо записать соотношения подобия для треугольников, размерности сторон которых различны. Проблемная ситуация (составить отношение величин различной размерности) здесь несложная, но уже в дальнейшем, в частности при рассмотрении пространственных задач, студенты легко находят соответствия между силовыми и линейными треугольниками и многоугольниками.

Немало проблемных ситуаций возникает и тогда, когда полученный конечный результат, к удивлению студентов, противоречит тому ответу, который, казалось бы, должен следовать по интуитивным соображениям. Ведь очень важно раз-

вивать у будущего инженера умение хотя бы качественно предвидеть результат, почувствовать ожидаемый ответ.

Обсуждая, например, движения заряженной частицы при начальной нулевой скорости в переменном синусоидальном электрическом поле после того, как записано уравнение движения, но до получения его решения, — студенты, как правило, полагают, что частица будет совершать колебания около своего начального положения. Интегрирование уравнения движения приводит к результату, явно противоречащему первоначальным представлениям. Для разрешения возникшей проблемной ситуации следует предложить рассмотреть движение частицы при сдвиге фазы поля на некоторый угол, а также при отличной от нуля начальной скорости. Здесь студенты должны заметить определенную аналогию во влиянии фазы и начальной скорости на характер движения частицы, что и приведет к частичному разрешению проблемной ситуации. В полной мере последняя может быть раскрыта лишь после изучения теоремы об изменении импульса точки на основании исследования знака импульса силы. Этот пример поучителен и в том смысле, что показывает, насколько осторожными и обоснованными должны быть качественные оценки поведения динамических объектов, не основанные на точном решении уравнений движения.

Большой резерв создания проблемных ситуаций кроется в использовании аналогий.

Известно, что отношения воспринимаются более отчетливо, когда мы осознаем, что они одинаковы в широко различающихся случаях и для разнородных объектов. Такое восприятие очень важно, например, для правильного понимания сути принципа Даламбера и появляющихся в нем сил инерции, взаимосвязи принципа возможных перемещений и общего уравнения динамики. Раскрытие изоморфизма в явлениях природы, в инженерных проблемах и задачах очень многому учит и к еще большему подготавливает будущего специалиста.

Одну из важнейших своих задач мы видим в раскрытии перед студентами глубоких органических связей изучаемого курса с другими фундаментальными и прикладными дисциплинами. Эти связи недостаточно прокламировать — их надо уметь выявить, глубоко осмыслить и использовать. Это, пожалуй, самое трудное, но и самое благодатное в работе преподавателя, занимающегося проблемным обучением. Проблемность ситуации здесь обусловлена уже самой постановкой вопроса о выявлении задач и методов, общих для двух или более дисциплин. В таком контексте проблемность обучения реализуется с предельной конкретностью и достигает наибольшего эффекта.

Приведем пример. Во многих разделах физики используются приближенные линейные соотношения между различными физическими величинами. Их примерами являются законы Гука и Стокса соответственно для силы упругости и силы сопротивления, закон электропроводности Ома. Эти приближенные эмпирические соотношения обладают достаточно высокой точностью при малых значениях деформации, скорости движения или напряжения. Изоморфизм математических формулировок порождает при этом множество аналогий, изучению и использованию которых посвящена обширная литература. Второй закон динамики Ньютона также постулирует линейную зависимость, но уже между силой и ускорением.

Когда лектор ведет изложение таким образом, внимание слушателей обостряется («Нет ли здесь противоречия?»), хотя им уже известно, что коэффициент пропорциональности (масса) является универсальной характеристикой вещества и в границах применимости классической механики не зависит от условий движения и взаимодействия объекта с окружением; коэффициенты же в законах Гука, Стокса и Ома не зависят от условий движения лишь с некоторой, не очень высокой степенью точности. На этом материале студенты могут и должны уяснить, что означает фундаментальный закон природы, каковым является закон Ньютона. Таким образом проблемность преподавания обогащает идейное содержание всего курса.

Наша кафедра накопила значительный опыт преподавания курса теоретической механики студентам химико-технологических специальностей. Курс мы строим так, чтобы раскрыть перед студентом связь механики не только с общинженерными, но и с сугубо химическими дисциплинами. Знание и понимание этой связи делают курс для студентов более интересным и нужным. В результате повышается успеваемость и творческая отдача будущих специалистов.

О том, что глубокие связи между дисциплинами могут быть самыми «неожиданными», говорит и известный нам опыт других институтов, и прежде всего Ленинградского политехнического (распространение методов теоретической механики в курсе электротехники, и наоборот, использование уравнений Лагранжа — Максвелла в курсе теоретической механики). Студенты осознают, что обособленные, казалось бы, курсы теоретической механики, электротехники и радиотехники вовсе не являются «чуждыми» друг другу: их научные связи восходят к общей проблеме.

Ряд инженерных специальностей (например, 0516 — «Машины и аппараты химических производств») опираются на фундаментальную подготовку студентов по механике твердого тела и по механике сплошной среды. Элементы последней приходится включать в курс теоретической механики, и такое включение не столько восполняет для студентов отсутствие отдельного курса (элементы гидродинамики включены в курс «Процессы и аппараты химических производств»), сколько помогает им глубже уяснить основные принципы механики. И возникает аспектная сквозная проблема: почему механика твердого тела описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями, а механика сплошной среды использует дифференциальные уравнения в частных производных? Ответ на этот вопрос имеет эвристическую ценность и не должен ускользнуть от внимания лектора.

Зачастую вполне объяснимо желание укрупнять лекционные потоки слушателей близких

специальностей. Так, в общем потоке иногда слушают лекции студенты упомянутой выше специальности 0516 и специальности 0562 («Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций»). Формально все правильно, если смотреть на общенаучную дисциплину как на некий канонизированный курс. Но такой подход противоречит духу проблемного обучения. Ведь ясно, что обучаящимся по специальности 0516 общие принципы механики должны указать и проложить путь к механике жидкостей и газов, а для студентов специальности 0562 важно приложение общих принципов к механике сыпучих сред. И уж во всяком случае раздел «Динамика» должен читаться студентам этих специальностей отдельно.

Реализация методов проблемного обучения тесно связана с установлением в учебном процессе межпредметных связей. Примером может служить практика реализации в нашем институте новой программы курса теории механизмов и машин. Дополнительные семинары преподавателей и совместные заседания заинтересованных кафедр не только помогли глубоко освоить новую программу курса, но и показали, как надо для лучшего усвоения студентами теории механизмов и машин усовершенствовать преподавание и высшей математики, и теоретической механики. Обнаружились новые связи, новые аспектные проблемные ситуации. Стало очевидным, что курс теоретической механики не может теперь строиться без элементов теории нелинейных колебаний, матричных методов, а курс высшей математики должен познакомить студентов с методом усреднения дифференциальных уравнений, развить навыки исследования асимптотики, учить искусству находить оправданные упрощения и при выводе уравнения, описывающего то или иное явление, и при его приближенном решении.

Совершенно очевидно, что успех дела в применении проблемного обучения определяется уровнем подготовленности преподавателей. Наш опыт показывает, что нужный ее уровень достигается сочетанием инженерного и университетского образования. На кафедре было немало сделано для того, чтобы преподаватели, окончившие технический вуз, пополнили свое образование до университетского уровня, а имеющие базовое университетское образование освоили инженерные дисциплины. Это позволяет легче устанавливать деловые контакты с другими, а особенно с выпускающими кафедрами, откликаться на их запросы.

Проблемное обучение, как уже отмечалось, повышает познавательную активность студентов. Наиболее способные из них охотно изучают дополнительные факультативные курсы. А последние как показывает наш опыт, являются серьезным резервом системы высшего образования