

УДК 378.14:531

В.С.Вихренко, доц.;

В.Б.Немцов, проф.; Л.А.Ротт, проф.

ПРЕОДОЛИМЫ ЛИ ОПАСНЫЕ РАЗРЫВЫ

We propose a system of advanced courses for students to overcome disadvantageous gap which arised between up-to-date science and technology level and engineering training.

Познайте истину - истина
сделает Вас свободными
Евангелие

В нашей системе образования сложилась тревожная ситуация. В последние два десятилетия образовался и катастрофически нарастает разрыв между уровнем учебного процесса и современным состоянием науки и техники. Этот разрыв не может быть ликвидирован путем включения на описательном уровне современных технических достижений в специальные дисциплины. Более того, существует значительный разрыв между уровнями подготовки по фундаментальным, общинженерным и специальным дисциплинам, и этот разрыв не в пользу последних. Наблюдается низкий уровень усвоения знаний и ещё хуже обстоят дела с их выживаемостью.

Причин невысокого усвоения знаний несколько. Среди них - недостаточный уровень подготовки выпускников средней школы по математике, физике и химии и одновременно интенсивные вузовские программы по фундаментальным и общинженерным дисциплинам. Высокая плотность информации в этих дисциплинах связана с существенным сокращением количества учебных часов при неизменном объеме программ. Высшая школа в этом смысле фактически дублирует неоправдавшиеся принципы реформы преподавания математики в средней школе: высокая степень абстрактности изложения материала при сокращении числа часов и неудовлетворительном методическом и техническом обеспечении. Более того, стремление хоть как-то отразить новейшие достижения научно-технической мысли заставляет преподавателей фундаментальных дисциплин перераспределять акценты в читаемых курсах в сторону более сложного материала, вводить в программу новый материал.

Некоторые важные курсы совсем изъяты из учебных планов. Например, такая участь постигла курс теоретической механики в технологических институтах химического профиля. Вместо этого введен двухсеместровый курс прикладной механики с курсовым проектом. В этом

турое также чрезвычайно высокая плотность упаковки информации из теоретической механики, сопротивления материалов, теории машин и механизмов и деталей машин. Отмеченный изъян курса не может быть устранен даже с помощью значительных усилий квалифицированных преподавателей, создавших комплексный курс прикладной механики.

И этот молот фундаментальной и общинженерной подготовки обрушивается на головы слабо подготовленных студентов в основном в течение первых двух курсов. Испытывая в большинстве своем огромные трудности на младших курсах, студенты, однако, видят свет в конце тоннеля (работает принцип обратной связи): на старших курсах наступает облегчение, "противные" дисциплины при изучении специальных дисциплин будут использоваться лишь в малой степени. Успешные же студенты испытывают разочарование из-за того, что знания, добытые непростым трудом, оказываются невостребованными.

В результате имеем хорошо известную низкую выживаемость знаний и слабую итоговую подготовку специалистов.

Основным способом преодоления указанных трудностей, на наш взгляд, является снижение интенсивности подачи материала в фундаментальных дисциплинах без снижения требований к уровню знаний. Для достижения этой цели необходимо, во-первых, по меньшей мере восстановить количество аудиторных учебных часов для базовых фундаментальных дисциплин (например, по теоретической механике для механических специальностей - 3 семестра не менее чем по 4 часа в неделю) и, во-вторых, перераспределить материал между младшими и старшими курсами.

Остановимся подробнее на идее перераспределения материала применительно к преподаванию теоретической механики. Эта идея не является случайной. Она основана на обширном опыте преподавания механики в наше и других вузах и осознании особой её роли в системе инженерной подготовки. Теоретическая механика служит не только основой современной техники, в том числе основой для проектирования и понимания принципов действия механического оборудования производств, включая химические, но и располагает принципами и методами, которые порождают новые научные направления и дисциплины, определяющие лицо современной науки и техники.

На младших курсах должны быть оставлены базовые дисциплины фундаментальной и общинженерной подготовки, которые входят в учебные планы и в настоящее время. В этих дисциплинах будут изложены основы наук, лишь в малой степени ориентированные на конкретную специализацию. Материал, более существенно ориентированный на спе-

специализацию и содержащий сведения о новейших достижениях научно-технической мысли, следует включить в спецкурсы, читаемые на старших курсах. Студенты к этому времени уже в значительной степени будут знакомы как с достижениями, так и с проблемами своей отрасли, смогут реально оценить значение фундаментальной подготовки для решения проблем отрасли. Ясно, что подобная интерференция фундаментальной и специальной подготовки может послужить импульсом к развитию научной студенческой работы, да и не только студенческой. Примеры этому имеются и о них ниже.

Следует, однако, предостеречь от чрезмерной ориентации на задачи данной конкретной специализации. Отличительная черта фундаментальных знаний — общность подходов к, показалось бы, разнородным явлениям и многонаправленность конкретных приложений — не должна быть утрачена в упомянутых спецкурсах. Например, наличие устойчивого предельного цикла для некоторого класса нелинейных дифференциальных уравнений интерпретируется на языке автоколебаний в теории колебательных процессов и проявляется в самых разных областях реального мира: при обработке материалов резанием и в тормозных устройствах и фрикционных сцеплениях, в электронных схемах и электро- и радиотехнике, в химических реакциях и в биологических и экологических системах и т.д. Обо всём этом студенты могут получить представление только в спецкурсах, так как в курсе теоретической механики удается иногда выкроить (естественно, за счет более плотной "упаковки" информации) одну-две лекции на примеры из области нелинейных колебаний. Потерю устойчивости студенты воспринимают как экзотический пример эйлеровой неустойчивости сжатого стержня из сопротивления материалов. В действительности же о потере устойчивости нужно говорить при обсуждении фазовых переходов в физико-химических системах, во многих случаях при потере работоспособности объектов механической, физической или химической природы, при переходе устойчивого предельного цикла в неустойчивый. Все эти явления имеют много общего, и это общее в их описании составило предмет недавно появившейся теории катастроф. Нужно иметь в виду, — и это подчеркнем особо, — что фундаментальные дисциплины обеспечивают переток идей между различными сферами деятельности человека.

Некоторый опыт предлагаемой системы подготовки специалистов в институте уже имеется. Так, при кафедре теоретической механики — около 40 лет назад — организовывались факультативные курсы по различным разделам фундаментальных дисциплин для групп, в которые приглашались лучшие студенты института. В настоящее время многие из

прошедших через эти группы выпускников института занимают видное положение как в нашем институте, так и в других учреждениях.

Кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок организовала подготовку инженеров-механиков по специализации конструирование лесопромышленного оборудования. Небольшая группа студентов для этой специализации была выделена на конкурсной основе из специальности МОЛК после окончания второго курса. По предложению кафедры теоретической механики и решению ученого совета факультета ТТШ учебный план этой специализации был включен, наряду с другими, и факультативный курс по прикладной теории колебаний. В 1992 году Известиях высших учебных заведений (серия "Лесной журнал") была опубликована работа доцентов В.С.Вихренко, И.В.Турлая и студента Н.Г.Хохрякова, в которой методы теории колебаний использовались для исследования взаимодействия ствола дерева с сучкорезно-раскрывочной машиной. В этом году ожидается первый выпуск специалистов этой специализации. Некоторые из них будут оставлены для дальнейшей работы в институте, другие распределены на ведущие предприятия республики. Нет никаких сомнений в том, что все они будут достойной рекламой возможностей нашего института в деле подготовки кадров.

Развитие теории колебаний и тесно с ней связанной теории устойчивости движения во многом предопределило успешное развитие техники в XX-м столетии. В рамках этих теорий разрабатываются методы решения двух важнейших технических задач: использование колебаний в производственных процессах и борьба с вредными и опасными проявлениями вибраций и колебаний.

Современная теория колебаний представляет собой сильно развитую дисциплину, глубоко проникающую во многие смежные области знаний: в теорию управления, электро- и радиотехнику, синергетику, химию и химическую технологию, биологию, экономику и другие. Трудно переоценить важность владения инженерами любого профиля основами теории и практики колебательных процессов, равно как и трудно объяснить отсутствие соответствующих курсов в учебных планах большинства вузов. Отрадно отметить, что специализация "Конструирование лесопромышленного оборудования", о которой речь шла выше, составляет исключение из этого правила. Будем надеяться, что студенты-механики по деревообработке также будут охвачены этим курсом.

Другим важным современным техническим направлением является механика абсолютно твердого тела. Например, назрела необходимость и для многих технических специальностей вводится курс "Роботы и манипуляторы" соответствующих производств. Однако база для

чтения этого курса отсутствует. Дело в том, что различные звенья манипулятора (в том числе и схват с заготовкой) совершают произвольное движение в пространстве, для описания которого требуется специфический математический аппарат (матрицы, ортогональные преобразования, тензоры). Ни этот математический аппарат, ни его приложения к механике твердого тела не излагаются, и поэтому упомянутый курс по необходимости будет носить описательный характер. Курс теоретической механики ориентирован в основном на изучение плоско-параллельного движения твердого тела, которое и по сей день широчайше распространено в технике и столь же широко будет использоваться и в будущем. Из-за перегрузки курса теоретической механики не существует никакой возможности включить в него в достаточном объеме кинематику и динамику феррического и произвольного движения твердого тела, не нанося ущерб усвоению материала основного курса. Практически за рамками обсуждения остается такой своеобразный класс сил, как гироскопические и связанные с ними важные явления. Нам представляется, что при введении курса "Роботы и манипуляторы" ему должен предшествовать хотя бы небольшой курс механики твердого тела.

Для студентов специальности машин и аппаратов химических производств, химико-технологических специальностей уже давно назрела необходимость чтения курса механики сплошной среды. Все более широкое практическое использование сред с особыми свойствами - жидких кристаллов, ферроидностей, поверхностно-активных веществ и т.д. - требует как от инженеров-механиков, так и от инженеров-технологов понимания всего комплекса процессов, происходящих в сплошной среде. В этом курсе с единых позиций на доступном уровне может быть рассмотрен весь спектр сложных явлений, протекающих в сплошной среде. Естественно, этот курс должен предшествовать и являться базой для курсов гидравлики и теплотехники, ряда специальных технологических курсов.

Несомненно, курс механики сплошной среды, не уже ориентированный на изучение анизотропных твердых тел, необходим и студентам, специализирующимся по деревообработке, по инструментальным направлениям.

В последние десятилетия возникла и интенсивно развивается новая область знания - молекулярная динамика, в которой на основании законов Ньютона рассчитывается с помощью ЭВМ движение большого числа взаимодействующих молекул (сотни и тысячи молекул), что позволяет предсказывать свойства вещества в различных агрегатных сос-

тояниях. В ряде случаев такой способ получения данных оказывается дешевле обычного экспериментального.

Область применения механики непрерывно расширяется, в поле её внимания оказывается всё больше и больше задач из различных направлений современного естествознания. Так, в своё время методы аналитической механики были успешно применены для анализа равновесия термодинамических систем и их фазовых превращений, что позволило сформировать эффективный метод термодинамических потенциалов. Подходы, характерные для аналитической механики, позволили в последнее время разработать методы процессов самоорганизации, в том числе и в химических системах. Здесь важны вопросы равновесия, устойчивости и эволюции рассматриваемых систем. В настоящее время имеется много работ по применению стохастической динамики и кинетике химических реакций. Экспериментально доказано наличие хаотического поведения в этой области.

Все эти вопросы, совместно с элементами механики сплошной среды, могли бы составить предмет спецкурса, который кафедра теоретической механики предлагает включить в учебные планы химико-технологических специальностей (физико-химическая механика).

Как уже отмечалось, материал обсуждавшихся курсов не может быть "втиснут" в рамки существующих. Более того, возникает необходимость в дополнительном математическом обеспечении. Некоторые математические методы могут быть изложены непосредственно в обсуждавшихся курсах. Но существует раздел математики, необходимость усилenia которого очевидна. Это линейная алгебра. В рамках этого раздела должны быть рассмотрены многомерные пространства, методы решения линейных алгебраических уравнений, линейные преобразования, в том числе ортогональные в трехмерном пространстве, проблема собственных значений и собственных векторов, тензорное исчисление.

Линейная алгебра выступает в качестве математического обеспечения ряда разнообразных моделей механической, физической и химической природы, лежащих в основе целых областей знаний: механика абсолютно твердого тела, роботы и манипуляторы; колебания, устойчивость движения и управление движением; тензоры, модели механики сплошных сред; акустика, электромеханика, радиотехника, оптика; фононы, зонная структура твердых тел; методы ЛКАО, МО, кластерные методы в химии; разностные схемы вычислительной математики; теоретико-групповые методы; теория линейных дифференциальных и интегральных уравнений и т.д.

Благодаря линейной алгебре могут быть установлены аналогии между, казалось бы, совершенно далекими понятиями. Так, соответствие между распределением собственных частот при колебаниях систем материальных точек, энергетических уровней в твердых телах и энергетическими характеристиками химических соединений, изучаемыми в квантовой химии, достигается переобозначением используемых величин и изменением их интерпретации. Поэтому и изложение методов линейной алгебры должно в определенной мере отражать универсальность её методов в применении к описанию различных явлений и быть, с одной стороны, достаточно абстрактным, а с другой - не утрачивать наглядности её представлений, "запах земли".

Необходимость введения таких курсов, как прикладная теория колебаний, механика сплошной среды, механика твердого тела, назрела давно, и нужно изыскивать резервы времени для их внедрения в учебный процесс. Такая возможность появилась, в частности, за счет освободившегося времени на прохождение военной подготовки. Существуют и другие резервы.

При разработке учебных планов подготовки инженеров-механиков по конструированию лесопромышленного и деревообрабатывающего оборудования необходимо тщательно продумать набор учебных дисциплин, предусмотреть возможные междисциплинарные связи и порядок их следования. Так, имея в виду, что одним из основополагающих курсов должна быть прикладная теория колебаний, необходимо предусмотреть соответствующие разделы линейной алгебры, выделив для этого необходимое количество учебного времени. В курсе теоретической механики должен быть усилен раздел аналитической механики. Представляется, что после прикладной теории колебаний полезен был бы курс динамики и прочности машин, что составило бы основу для заключительных спецкурсов по конструированию оборудования отрасли. Как дополнительное направление может быть предусмотрена система курсов по обеспечению спецкурса по роботам и манипуляторам.

В настоящее время вузы получили возможность корректировать по своему усмотрению учебные планы. Для успешной реализации этой свободы выбора должен быть выработан определенный механизм. Нельзя допустить, чтобы учебные планы принимались в спешном порядке, без достаточного обсуждения в широком кругу специалистов до утверждения этих планов на советах факультетов.

Подводя итог изложенному, ещё раз подчеркнем, что введение таких курсов, как прикладная теория колебаний, механика сплошной среды, механика твердого тела, физико-химическая механика, - это ответ

на требования не сегодняшнего и, быть может, даже не вчерашнего дня. А на подходе новые проблемы. Например, теория катастроф, фракталы и их приложения. Введение факультативных и спецкурсов по разделам фундаментальных дисциплин, имеющим непосредственный выход в инженерную практику, позволит сделать учебный процесс более гибким и более "отзывчивым" на технические запросы. Наличие таких курсов необходимо как при существующей сейчас системе высшего образования, так и при предполагаемой двух- или многоступенчатой. Но приобретать опыт, наработать подходы необходимо начинать немедленно. Внедрить курс в учебный процесс значительно сложнее, чем написать его программу. Это требует больших усилий по приведению его тематики в соответствие с уровнем подготовки студентов, запросами кафедр и требует значительного времени. Если же иметь в виду и методическое обеспечение курса, то процесс внедрения курса может занимать до пяти лет.