

## ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Генкин Б.И., Смолий В.Н., Генкина И.М.

Содержание инженерной деятельности в XXI веке существенно изменилось по сравнению с прошлым веком. Произошедшие изменения обусловлены переходом общества к постиндустриальному этапу развития и касаются, прежде всего, содержания работы с информацией. В то же время высшая школа реагирует на перемены с определенным запаздыванием, что является объективной необходимостью, т.к. система образования играет в обществе консервативную роль, обеспечивая устойчивость развития. Однако устойчивость не должна переходить в застой, и когда тенденции проявлены достаточно, высшая школа должна реагировать соответствующим образом. В настоящий момент назрела необходимость пересмотра некоторых аспектов подготовки специалистов в технических вузах.

Прежде всего, необходимо отметить, что при анализе методик подготовки специалистов часто происходит подмена понятий "образование" и "обучение". Профессиональное обучение преследует достаточно узкую цель: дать учащемуся знания и навыки, необходимые для будущей работы по выбранной специальности. Цели образования значительно шире. Само слово "образование" указывает на то, что в этом процессе человек образовывается. Получая образование, студент не только приобретает знания и профессиональные навыки, но и совершенствует себя как личность. Конечно, обучение и образование – взаимосвязанные процессы. Приобретая знания, обучаясь, человек образовывается в различных направлениях: повышает свой интеллектуальный уровень, приобретает привычку трудиться, развивает волю, заставляя себя выполнять рутинную работу, развивает память и т.д. С другой стороны, интеллектуально и духовно образовываясь, человек совершенствует свои способности к приобретению знаний и профессиональных навыков.

Практика показывает, что интеллектуально и духовно развитый человек способен приобретать новые знания, хорошо ориентируется в особенностях различных профессий, имеет возможность коренным образом изменить сферу своей профессиональной деятельности. Исходя из этого, следует признать, что главная задача учебного заведения – привить студенту вкус к образованию и помочь ему образовывать себя как личность. К сожалению, часто преобладает узкий подход, состоящий из трех этапов: изложение учебного материала, изучение материала, контроль результатов изучения. Такой подход формирует репродуктивную форму мышления (изучение – воспроизведение), приучает мыслить стереотипами и не может обеспечить выполнения всей полноты целей образования.

Образовательный процесс в вузах должен преследовать три основные цели:

- интеллектуальное развитие, т.е. развитие умения мыслить, анализировать, сопоставлять, обобщать, делать прогнозы, планировать и т.п.;
- обучение, т.е. приобретение знаний, профессиональных навыков, развитие умения учиться и внутренней потребности в приобретении новых знаний;
- духовное развитие, т.е. развитие способностей постигать мир с помощью чувств, художественных образов, искусства, развитие умения чувствовать внутренний мир других людей и общаться с ними, закрепление моральных норм, как внутренней потребности духовно развитой личности.

Необходимым условием развития интеллектуальных способностей и высших типов мышления учащихся является фундаментальность образования. Этой цели должна служить вся совокупность предметов, изучаемых в высшей школе. В инженерном образовании основу этой совокупности составляют фундаментальные дисциплины, гуманитарные дисциплины и общинженерные дисциплины. Только на этой основе могут изучаться специальные дисциплины. Следует иметь в виду, что деление учебных дисциплин на фундаментальные, гуманитарные, общинженерные и специальные – достаточно условно. Например, такая гуманитарная дисциплина как философия, безусловно, относится к числу фундаментальных, а общинженерная дисциплина теоретическая механика является фундаментальной для специалистов в области инженерной механики. Критерием "фундаментальности" учебной дисциплины должен являться ее развивающий аспект, а не принадлежность к тому или иному "сорту". Тем не менее, есть дисциплины, которые по своей сути являются фундаментальными. К таким, например, относятся: математика, физика и философия.

Мощная физико-математическая и общетеоретическая подготовка всегда была сильной стороной отечественного инженера [1]. Однако за последние десятилетия методика такой подготовки в технических вузах мало изменилась. Не умаляя роль традиционных методик, мы полагаем, что в настоящее время они могут рассматриваться лишь как первый этап фундаментальной подготовки инженера. На втором этапе необходимо привить студентам навыки анализа и обобщения получаемой информации. Эта задача может успешно решаться в рамках учебно-исследовательской работы студентов (УИРС). Особенностью УИРС является то, что эта работа включается в учебный план, и к выполнению индивидуальных заданий привлекаются все студенты учебной группы. Одним из первых учебных пособий, реализующих подобный подход, был многократно переиздававшийся "Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике" под редакцией А.А. Яблонского [2]. Приведенные в данном учебном пособии индивидуальные задания и сам подход к организации УИРС стали основой для многих других работ в этой области (см., например, [3], [4], [5]). Однако в работе [2] ставятся, в основном, задачи расчетного характера и не рассматриваются задачи анализа, оптимизации, алгоритмизации и др. В работах [3], [4], [5] предлагаются индивидуальные задания, в которых в традиционные расчетные задания встроены элементы научных исследований. При организации УИРС необходимо широко использовать возможности современной компьютерной техники, применение которой позволяет вывести УИРС на качественно новый уровень [6], [7].

Рассмотрим некоторые основные выводы, которые сделаны на основании многолетнего опыта организации УИРС при преподавании дисциплин: общая физика, теоретическая механика, вибрация в технике, методы защиты и испытаний электронно-вычислительных систем, расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств.

## 1. Представление информации в числовой форме

Традиционная форма записи условий учебных задач мало пригодна для использования компьютерной техники. Вот, например, цитата из задачи № 3.11 задачника [6]: "В вершинах квадрата со стороной 5 см находятся одинаковые положительные заряды..." Условия задач традиционно записываются в геометрической форме. Поэтому каждую задачу на расчет поля системы точечных зарядов приходится формулировать заново. В разработанных индивидуальных заданиях УИРС студентам предлагается формализовать условие задания таким образом, чтобы его можно было представить в форме, удобной для решения задачи с помощью компьютера. Например, цитированное выше условие можно преобразовать следующим образом: "В некоторой системе отсчета находятся  $N$  неподвижных точечных зарядов, координаты которых описываются массивами:  $X, Y, Z...$ " При выполнении задания студенты учатся не только представлять информацию в числовой форме, но и, что более важно, обобщать постановку задач. Все задачи, подобные цитированной задаче № 3.11, это по сути – одна задача. Различие заключается лишь в количестве  $N$  зарядов и элементах массивов их координат в выбранной системе отсчета.

## 2. Алгоритмизация

Второй целью, которую необходимо преследовать при разработке индивидуальных заданий УИРС, должно быть обучение студентов построению общих алгоритмов решения задач. Например, в заданиях на расчет поля системы точечных зарядов  $q_i$  студенты сначала формализуют условие (см. пункт 1), а затем получают общий алгоритм расчета напряженности  $\vec{E}$  и потенциала  $\varphi$  электростатического поля в любой точке пространства, заданной координатами  $x, y, z$ . Этот алгоритм базируется на соотношениях

$$E_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N q_i (x - X_i) r_i^{-3}, \quad E_y = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N q_i (y - Y_i) r_i^{-3}, \quad E_z = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N q_i (z - Z_i) r_i^{-3}, \quad (1)$$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N q_i r_i^{-1}, \quad r_i = \sqrt{(x - X_i)^2 + (y - Y_i)^2 + (z - Z_i)^2}, \quad (2)$$

где  $E_x, E_y, E_z$  – проекции напряженности на оси координат,

$\epsilon_0$  – электрическая постоянная.

В отличие от заданий УИРС в традиционных задачах обычно требуется определить какую-либо характеристику лишь в одной или нескольких заданных точках. Например, в задаче № 3.11 требуется определить напряженность электростатического поля: "1) в центре квадрата; 2) в середине одной из его сторон".

Выполняя задание УИРС с использованием компьютера, студент на своем опыте убеждается в эффективности обобщения условий и алгоритмизации задачи.

### 3. Анализ графиков зависимостей

Построение и анализ графиков зависимостей – один из важнейших приемов обработки информации. Опыт показывает, что студенты (особенно младших курсов) недостаточно хорошо владеют этим приемом. Применение компьютерной техники позволяет ввести в индивидуальные задания УИРС построение графиков зависимостей и их анализ. Например, при выполнении индивидуальных заданий на тему "Определение параметров и исследование эффективности системы виброизоляции" [4] студенты с помощью компьютера строят график зависимости коэффициента передачи вибрации от частоты вынуждающего воздействия. Анализируя этот график, студенты определяют коэффициент передачи вибрации при переходе конструкции через резонанс, коэффициент виброизоляции на нижней и верхней границах рабочего диапазона частот и на номинальной частоте вынуждающего воздействия. На основании полученных данных студенты делают вывод об эффективности разрабатываемой системы виброизоляции.

В индивидуальных заданиях по теоретической механике на тему "Анализ плоских механизмов" студенты из геометрических соображений получают аналитические уравнения движения точек механизма, затем находят аналитические соотношения для скоростей и ускорений этих точек и строят графики их зависимостей от времени (один из таких графиков приведен на рис. 1). Анализируя, графики студенты определяют характер изменения кинематических характеристик.

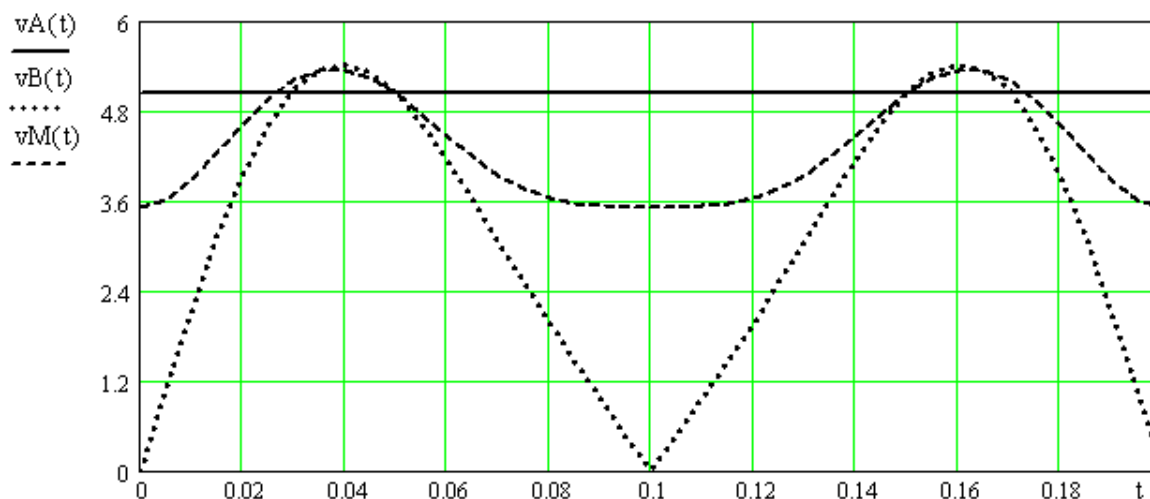


Рис. 1. Зависимости скоростей точек  $A$ ,  $B$  и  $M$  звена плоского механизма от времени  $t$

### 4. Использование критериев качества систем

Опыт показывает, что для многих студентов трудным является освоение точных методов оценки эффективности и качества технических систем на основе выбранных критериев. Поэтому важнейшей задачей УИРС является обучение студентов таким методам. В индивидуальные задания УИРС должны включаться задачи расчета критериев, определения их зависимости от параметров систем, сравнения систем по заданным критериям. Например, при выполнении индивидуальных заданий [4] студенты оценивают эффективность разработанной системы виброизоляции с помощью такого критерия, как коэффициент передачи вибрации, динамическую жесткость пластин оценивают по величине первой собственной частоты пластины, исследуют влияние конструктивных параметров пластин на динамическую жесткость и т.д.

### 5. Оптимизация параметров систем

Одной из целей УИРС должно быть обучение студентов постановке и решению задач оптимизации. На простейших примерах студенты должны научиться строить целевые функции и определять оптимальные параметры из условий экстремума целевой функции. В индивидуальных заданиях на тему "Изучение влияния конструктивных факторов на динамическую жесткость пластин" [4] таким методом предлагается определить количество ребер жесткости, присоединяемых к прямоугольной пластине с целью повышения ее динамической жесткости. При выборе количества ребер жесткости следует учиты-

вать, что с увеличением их числа не только растет собственная частота, но и увеличивается суммарная масса конструкции. Поэтому выбор количества ребер жесткости по существу является оптимизационной задачей, которую можно решить, максимизируя критерий

$$K(z) = \frac{(m - m_b z)}{m v_1} \sqrt{\frac{m v_1^2 + m_b v_b^2 (z + 1)}{m + m_b (z + 1)}}, \quad (3)$$

где  $z$  – количество ребер жесткости;

$m, m_b$  – соответственно, масса пластины и масса ребра жесткости;

$v_1, v_b$  – соответственно, первая собственная частота пластины и ребра жесткости.

Аналогично в индивидуальных заданиях на тему "Расчет фланцев аппаратов высокого давления" выбор количества шпилек рассматривается как оптимизационная задача, в которой студентам предлагается опделить количество шпилек, минимизируя наружный диаметр фланца.

## 6. Уровни сложности

Задания УИРС необходимо разрабатывать с учетом индивидуальных особенностей студентов. В каждой студенческой группе имеются студенты более способные и менее способные к творческой работе. Поскольку учебно-исследовательскую работу выполняют все студенты группы, индивидуальные задания должны включать в себя различные уровни сложности. Первый (базовый) уровень должен быть ориентирован на среднего студента. В заданиях этого уровня ставятся конкретные задачи, которые можно решить с помощью примера выполнения задания, приведенного в методических указаниях. Например, в работе на тему "Изучение крутильных колебаний вала с двумя дисками" [4] ставятся следующие задачи базового уровня: разработать расчетную схему, составить и проинтегрировать дифференциальные уравнения движения системы, определить собственные частоты системы. В привычных терминах базовый уровень соответствует оценке "удовлетворительно".

Второй уровень сложности должен быть ориентирован на студентов, обладающих самостоятельным мышлением, предполагающим умение обобщать изученный материал и пользоваться дополнительной литературой. На этом уровне студенту даются дополнительные задания, например: исследовать зависимость собственных частот от диаметра вала, от геометрических характеристик дисков и т.п. Второй уровень соответствует оценкам: "хорошо" – "отлично".

Третий уровень предназначен для студентов, обладающих творческим мышлением и имеющим способности к научной работе. Таким студентам даются задания, которые могут стать основой научной работы, явиться материалом для подготовки доклада на студенческой конференции и т.д. Например: обобщить методику исследования свободных колебаний вала с двумя дисками на систему "упругий вал с произвольным числом дисков", исследовать свободные колебания системы при нелинейной зависимости упругого момента от угла поворота сечения вала.

Учебно-исследовательская работа студентов должна стать необходимым компонентом учебного процесса в технических вузах. Опыт показывает, что УИРС позволяет повысить уровень профессиональной подготовки, способствует развитию самостоятельного и творческого мышления, активизирует развитие интеллектуальных способностей студентов. Для организации УИРС в техническом вузе необходимо ввести этот вид учебной деятельности в учебные планы фундаментальных и профессионально ориентированных дисциплин. При этом УИРС не должна подменять традиционные методы обучения, а должна стать их логическим продолжением в освоении учебного материала данной дисциплины. Кроме того, необходимо разрабатывать и внедрять в учебный процесс комплексные индивидуальные задания УИРС, включающие в себя элементы учебного материала обеспечивающих и профессионально ориентированных дисциплин.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Тимошенко С.П. Инженерное образование в России. - Люберцы: ВИНТИ, 1997. – 30 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие для техн. вузов / Под ред. А.А. Яблонского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 367 с.
3. Генкин Б.И., Нагулин Н.И. Методические указания и индивидуальные задания по курсу "Методы защиты и испытаний ЭВС" в учебно-исследовательской работе. – Харьков: ХИРЭ, 1992. – 47 с.
4. Генкин Б.И., Смолий В.Н. Методические указания и индивидуальные задания к учебно-исследовательской работе по курсу "Вибрация в технике". – Северодонецк: СТИ, 2002. – 24 с.
5. Генкин Б.И., Генкина И.М., Черноног М.С. Разработка систем виброизоляции оборудования химических производств / Методические указания для студентов специальности 7.090220. – Северодонецк: СТИ, 2002. – 31 с.

6. Степина Е.Г. О необходимости использования компьютерных технологий в преподавании социально-гуманитарных дисциплин // Вісник СНУ ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ, 2002. – № 2 (48). – С. 150 – 154.
7. Сидоров И.А., Жуков И.А. Влияние компьютерных технологий на учебный процесс // Вестник ХГТУ. – Херсон: ХГТУ, 1999. – № 1 (5). – С. 88 –89.
8. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики: Учеб пособие для студентов вузов. – М.: Высш. шк. 1991. – 303 с.