

**МЕТОД АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТЕЙ В КУРСАХ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ
СИСТЕМ**

Применение анализа размерностей в построении математических моделей физических процессов и явлений основывается на трех концепциях: размерности физических величин, размерной однородности уравнений и π-теореме, утверждающей, что всякое уравнение между физическими величинами может быть преобразовано в функциональную зависимость между безразмерными комбинациями этих величин [1,2]. В предлагаемой работе рассматривается структуризация метода анализа размерностей на примере изучения колебаний математического маятника.

В данном случае задачей исследования является нахождение функциональной зависимости периода колебаний маятника τ от его длины l , массы m , ускорения свободного падения g , первоначального угла отклонения α и силы сопротивления F : $\tau=f(l,m,g,\alpha,F)$. Предполагая силу сопротивления пропорциональной скорости маятника $F=kv$, искомое уравнение приводится к виду $T=f(l,m,g,\alpha,k)$. Размерности величин, входящих в искомую зависимость, представляются таблицей:

Величина	τ	l	m	g	α	k
Размерность	T	L	M	LT^{-2}	$M^0L^0T^0$	MT^{-1}

Из условия безразмерности произведений типа $\tau^a e^b m^c g^d \alpha^e k^f = M^0 L^0 T^0$ составляется система трех алгебраических уравнений $c+f=0, b+d=0, a-2d-f=0$. Решения системы $c=-f, b=-a/2+f/2$ и $d=a/2-f/2$ выражаются через показатели размерности a, e и f , принятые за независимые переменные. На основе указанных решений составляется полный набор безразмерных произведений

$$\Pi_1 = \tau \sqrt{g/l}, \quad \Pi_2 = \alpha, \quad \Pi_3 = \frac{k\sqrt{l}}{m\sqrt{g}}.$$

Применение π -теоремы позволяет преобразовать исходное уравнение для периода колебаний τ в зависимость

$$\tau = \sqrt{l/g} h(\alpha, k \sqrt{l/m} \sqrt{g}),$$

где h - некоторая функция, подлежащая дополнительному определению.

Полнота использования рассматриваемого метода демонстрируется возможностью выбора и экспериментальной проверки различных видов силы трения. При отсутствии трения ($k=0$) или квадратичной зависимости силы трения $F=kv^2$ функция h принимает вид $h(\alpha)$ и $h(\alpha, kl/m)$ соответственно. Однако в этих случаях возникает необходимость независимого изучения $\tau(\alpha)$ при фиксированных значениях безразмерных произведений, входящих в указанные зависимости.

Обобщая этот и другие примеры нахождения функциональной зависимости между физическими величинами [3], можно выделить следующие этапы применения метода анализа размерностей:

1. Идентификация физических переменных и параметров, определяющих протекание исследуемого процесса.

2. Выбор используемой для системы единиц с набором основных величин, адекватных физической природе изучаемого явления.

3. Составление и решение алгебраической системы n уравнений, состоящей из показателей размерностей n идентифицированных физических величин.

4. Нахождение полного набора ($n-k$) безразмерных произведений, где k - число основных используемых физических величин.

5. Проверка линейной независимости и полноты безразмерных произведений, только одно из которых содержит определяемую величину.

6. Применение π -теоремы для получения уравнения, связывающего линейно-независимые безразмерные произведения.

7. Решение полученного уравнения относительно искомой величины и проверка разумности выводов из него следующих.

8. Проведение необходимых экспериментов для определения применимости моделей, неизвестных параметров и функций, входящих в нее.

В заключение отметим, что структуризация метода анализа размерностей не является обязательной для решения конкретно стоящей задачи. Но она обогащает арсенал средств, используемых разработчиками моделей как в инженерной практике, так и в учебных дисциплинах, и повышает эффективность моделирования физических процессов и явлений на его начальном этапе.

Литература

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. М: Наука, 1974. Т. 1.
2. Frank R., Giordano A. First Course in Mathematical Modeling. Books/Cole Publishing Company, 1977.
3. Михалкин В.С. Метод размерностей в учебных курсах математического моделирования: Материалы XXXI науч.-техн. конф. ИжГТУ. Ижевск, 1998.

В.А. Морозов

НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Социально-экономические и нравственные преобразования общества в условиях демократических изменений государственных структур и перехода к рыночным отношениям в экономике предполагают существенное изменение содержания и организации процесса обучения в высшей школе. Эти изменения обнаруживают серьезные противоречия между возросшими требованиями к выпускаемому специалисту и уровнем его готовности к профессиональной деятельности. На передний план выходит проблема устойчивости системы подготовки инженерных кадров в техническом университете. Значимость и необходимость решения, насущность проблемы определили выбор темы предпринятого нами исследования.

Цель данного исследования - разработать, научно обосновать и экспериментально проверить устойчивость системы подготовки инженерных кадров в техническом университете, а его объект - система инженерной подготовки в техническом университете.

Теоретическая основа исследования определяется дидактическими теориями (С.И. Архангельского, Ю.К. Бабанского, В.П. Беспалько, В.А. Сластенина, Ю.П. Сокольников). В их работах установлено, что учебный процесс в высшей школе связан с построением и функционированием общей и частной системы обучения, целостно связывающей организацию, цели и задачи, формы, методы и средства обучения, его результативность.

В своем исследовании мы исходим из признания того, что рациональная система обучения требует установления и рассмотрения взаимосвязи всех ее