

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Сидорик В.В.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

В связи с развитием информационного общества для учреждений образования актуальным является комплексное внедрение компьютерных технологий для обеспечения всех видов и форм учебного процесса, включая лабораторный практикум.

Решение прикладных задач в лабораторном практикуме дисциплин технических вузов имеет определенные сложности, обусловленные, в первую очередь, сложностью эксперимента и математических моделей, описывающих решение таких задач. Для лабораторного практикума это требует специального дорогостоящего оборудования. Тем не менее, наполнение содержания учебных дисциплин реальными задачами является актуальным и, во многом, предопределяет формирование интереса студентов к изучаемым дисциплинам. Проблему сложности математических моделей позволяет смягчить применение современных математических пакетов и языков программирования.

В данной работе иллюстрируется решение сложной прикладной задачи с техническим содержанием на примере проблемы движения колеса с грузом и амортизирующей подвеской по неровной поверхности. Такая задача возникает при проектировании транспортных средств, защиты различных устройств и человека от внешних воздействий.

В качестве модели выбрана система, содержащая колесо с грузом, закрепленным с помощью упругой пружины и демпфера. Пружина и демпфер образуют амортизатор (подвеску), связывающий груз с колесом. Колесо принимается абсолютно твердым и в процессе движения не отрывается от дороги. Колесо с закрепленным грузом может двигаться по неровной поверхности (дороге). Подвеска является линейно-упругой, а трение в подвеске – вязкое и линейное.

Система целей была сформулирована следующим образом:

- Изучить распределение скоростей и ускорений точек твердого тела при плоскопараллельном движении.
- Рассмотреть особенности качения колеса по кривой с изменяющейся кривизной.
- Ознакомиться с методом кинематического возбуждения колебаний тела с упругой связью.
- Исследовать колебания груза в зависимости от скорости движения механизма, параметров неровности.
- Определить частотный спектр воздействия дороги на груз.

- Установить оптимальные условия виброизоляции груза.
- Определить силу воздействия колеса на дорогу.

Исследуются кинематическое возбуждение колебаний груза со стороны дороги через амортизирующую подвеску. Изучаются как вопросы кинематики движения по поверхности с изменяющейся кривизной, так и кинематика и динамика колебаний груза. Рассматриваются вопросы кинематики движения колеса по поверхности с изменяющейся кривизной, а также кинематика и динамика колебаний груза. Рассчитывается сила воздействия колеса на дорогу, ставится вопрос о комфортабельности движения и оптимизации амортизатора.

Математическая модель системы позволяет решить и обсудить в ходе выполнения работы целый ряд вопросов, недоступных в традиционном практикуме, включая:

- Свободные и вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы при наличии и отсутствии трения.
- Скорости и ускорения точек твердого тела при плоском движении.
- Переходной и установившийся режимы колебаний.
- Амплитудно-частотные характеристики.
- Виброизоляция.
- Оптимизация параметров подвески.
- Комфортабельность движения.
- Кинематическое и динамическое воздействия.
- Коэффициент передачи при кинематическом воздействии.
- Сила воздействия колеса на дорогу.

Математическая модель системы представлена системой дифференциальных уравнений [1]. Для решения математической модели использовался пакет Matlab и (или) язык программирования Python.

Математическое моделирование предусматривает возможность анализа движения системы в зависимости от времени (t - аргумент) и в зависимости от положения оси колеса в горизонтальном направлении (x - аргумент). Последнее позволяет проследить влияние параметра неровности дороги (бугор, яма, скат) на кинематику колеса. Кроме того, при анализе скорости точки касания колеса и силы воздействия колеса на дорогу вместо положения оси колеса в качестве аргумента выбирается проекция точки касания колеса. Это позволяет, в частности, установить то место на дороге, где скорость точки касания и сила воздействия минимальна или максимальна.

Математическое моделирование позволяет в рамках учебной дисциплины решить целый комплекс прикладных задач, включая кинематическое возбуждение колебаний в системе с упругой связью.

1. Сидорик В.В., Джилавдари И.З. Физика в компьютерных моделях: Учебно-методическое пособие. – Минск : ПИОН, 1998, с. 250