

МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Акулов В. А., Шуджаири Марван Адил Хашим
Самарский университет, г. Самара, vladislav.a.akulov@gmail.com

Ключевые слова: интегрально-дифференциальная модель, колебательные процессы, вычислительный эксперимент, технические и гуманитарные приложения, двуязычность.

Колебательные системы получили широкое распространение в промышленности, строительстве и природе. Типовыми примерами являются воздушные суда (низкочастотная вибрация крыльев, фюзеляжа, шасси), двигатели (роторы, корпуса, лопадки компрессоров и турбин, винты), жидкостные ракеты (продольная устойчивость, вибрация элементов конструкции), наземные транспортные средства (подвески автомобилей, автобусов, локомотивов, пассажирских вагонов), строительство (копры, отбойные молоты), вибростенды, природные явления (землетрясения, волнения морей и океанов) и т.д. Как результат распространённости колебательных систем и их многопрофильности, в вузах предусмотрено их изучение, причём на различных дисциплинах. Основные из них – высшая математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, электротехника. Важно отметить, что названные дисциплины преподаются как на русском, так и на английском языке, что определяет потребность в двуязычных технических средствах обучения (ТСО).

Наряду с техническими приложениями двуязычные ТСО необходимы в гуманитарных приложениях. Примером является весьма специфическая дисциплина «Business English», в которой знание языка сочетается со знанием некоторой предметной области. В данном случае колебательных систем. Кроме того, двуязычные ТСО необходимы иностранным студентам, которые в первые годы обучения недостаточно владеют русским языком.

Широко известно, что одним из эффективных способов повышения эффективности профессиональной подготовки является обучение на реальных задачах. Учитывая это положение, в разработанном ТСО предусмотрены средства, необходимые для выполнения вычислительных экспериментов с заданием исходных данных реальных объектов и обобщением полученных результатов.

Структурно предлагаемая система состоит из трёх основных блоков. Первый из них является теоретическим. В нём изложена теория дифференциальных уравнений (ДУ) второго порядка с постоянными коэффициентами, которые являются моделями колебательных систем различной природы (механика, электротехника). Особое внимание уделено физической интерпретации общего, частного решений ДУ и начальных условий. С целью визуализации скрытых закономерностей колебательных систем наряду с частным решением ДУ (1) рассмотрены зависимости первой и второй производных от времени (2), (3)

$$C_1, C_2 \rightarrow (3): x = x_0 \cos \omega_0 t + \frac{x'_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t, \quad (1)$$

$$(6)' \Rightarrow x' = -x_0 \omega_0 \sin \omega_0 t + x'_0 \cos \omega_0 t, \quad (2)$$

$$(7)' \Rightarrow x'' = -x_0 \omega_0^2 \cos \omega_0 t - x'_0 \omega_0 \sin \omega_0 t. \quad (3)$$

Здесь x_0, x'_0 – начальные условия. В механических приложениях отклонение массы от положения равновесия и её начальная скорость, ω_0 – собственная частота колебаний.

Второй блок выполнен в виде Excel-интерфейса. Его главный экран состоит из шести областей (рис. 1). Исходные данные вводятся в табл. 1 (область 1). Область 5 предназначена для вывода результатов расчётов по уравнениям (1)–(3) в виде совмещённых графиков $x = x(t), x' = x_1(t), x'' = x_2(t)$). Визуализация внутренних процессов является важным приёмом изучения закономерностей колебательных процессов путём сопоставления мгновенных значений параметров и их фаз, в частности при их экстремальных значениях. Табличные результаты

моделирования по уравнениям (1)–(3) выводятся в области 3, 6, причём в области 6 содержатся реальные результаты расчётов, а в области 3 – скорректированные. Коррекция масштабов необходима для построения совмещённого графика в связи с существенным различием амплитуд параметров x, x' и особенно x'' (уравнения (1) – (3), см. влияние на амплитуды множителя ω_0 в (2) и ω_0^2 в (3)). Полуавтоматическая коррекция амплитуды с визуальным контролем графиков выполняется в области 4.

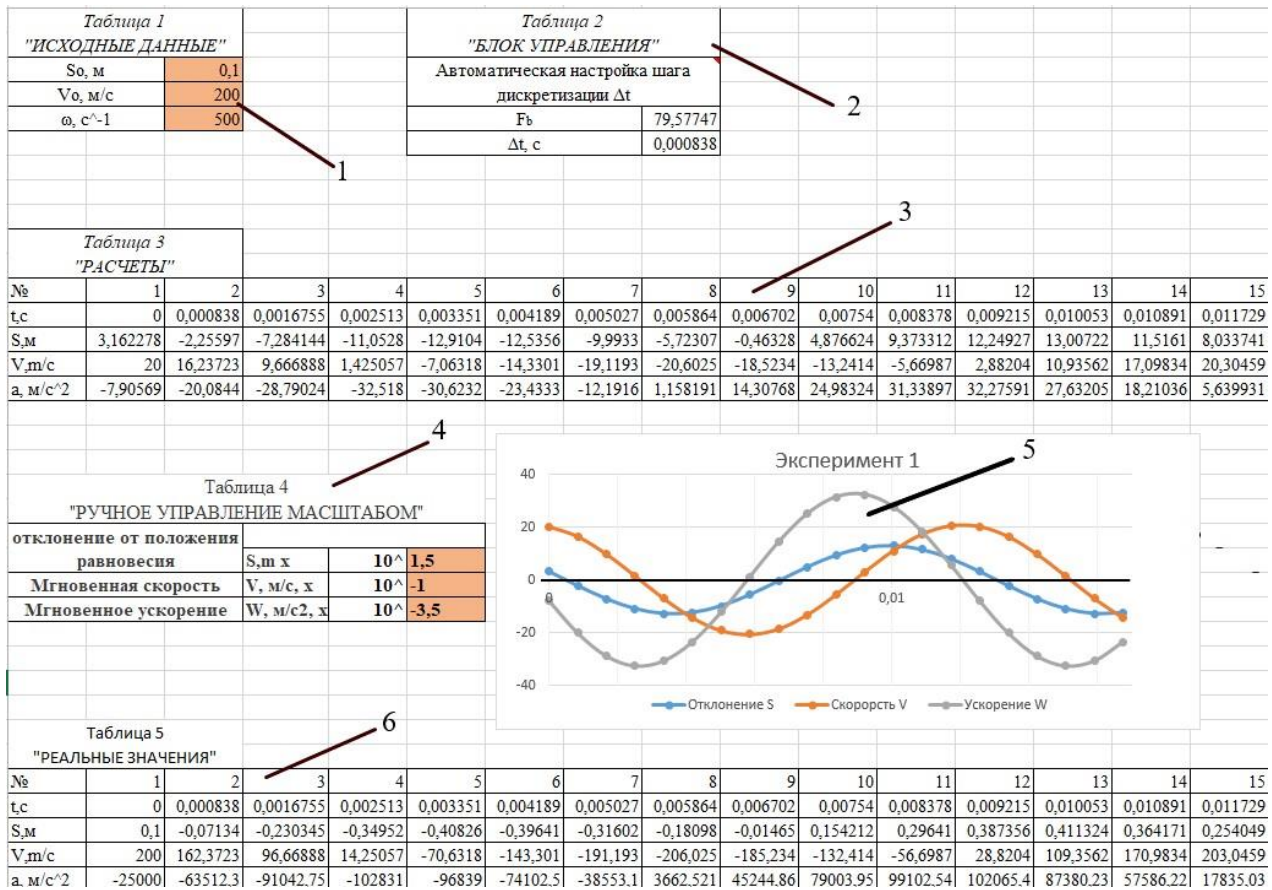


Рис. 1 – Скриншот главного экрана ТСО

Так как предлагаемый интерфейс является цифровым, то во избежание возникновения биений (помеха в виде низкочастотных колебаний с переменной амплитудой) необходимо управление шагом дискретизации в соответствии с положениями теоремы Котельникова. Эта процедура выполняется в области 2. Гарантированный диапазон частот составляет 0 – 500 Гц, что достаточно для моделирования множества механических и электрических колебательных систем в аэрокосмических объектах. Важной функцией модели является обобщённый анализ серии вычислительных экспериментов. Для этого предусмотрен отдельный экран (лист Excel), на который выводятся результаты шести последних экспериментов.

Третий блок данного ТСО представляет собой англоязычную версию, повторяющую русскоязычную. Он также содержит теоретическую часть (ДУ и его решения вида (1) – (3)), главный и обобщённый экран вычислительных экспериментов.

Заключение

Разработано цифровое ТСО, предназначенное для изучения колебательных процессов в различных предметных областях, прежде всего, в механике и электротехнике, выполнения и анализа вычислительных экспериментов, изучения дисциплины «Business English», оказания методической помощи иностранным студентам, что в совокупности превращает его в виртуальную информационную среду для технических и гуманитарных приложений.

Сведения об авторах

Акулов Владислав Алексеевич, д-р техн. наук, профессор кафедры сопротивления материалов Самарского университета. Область научных интересов: исследования и управление нестационарными процессами в механических и гидравлических системах; применение управляемой искусственной силы тяжести в задачах, связанных с освоением дальнего космоса (межпланетные экспедиции) и практической медицины (гравитационная терапия).

Шуджаири Марван Адил Хашим, аспирант кафедры сопротивления материалов Самарского университета второго года обучения. Область научных интересов: исследования и управление параметрами низкочастотной вибрации в пассажирских транспортных средствах.

MULTI-PROFILE VIRTUAL MODEL OSCILLATORY SYSTEMS

Akulov V.A., Shudjairi Marwan Adil Hashim

Samara National Research University, Samara, Russia, vladislav.a.akulov@gmail.com

Keywords: integral-differential model, oscillatory processes, computational experiment, technical and humanitarian applications, bilingualism.

A digital technical teaching tool has been developed for studying oscillatory processes in various subject areas, primarily in mechanics and electrical engineering, performing and analyzing computational experiments, studying the discipline «Business English», providing methodological assistance to foreign students, which together turns it into a bilingual virtual information environment for technical and humanitarian applications.