

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ

Д. Г. Медведев, С. М. Босяков

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь
E-mail: medvedev@bsu.by, bosiakov@bsu.by

В настоящей работе представлено описание электронного учебного пособия – практикума, разработанного в виде одного из разделов справочной компьютерной системы *Mathematica*. Его содержание составляют краткие теоретические сведения по разделам «Статика» и «Кинематика» теоретической механики, примеры выполнения типовых заданий, а также средства автоматизированной генерации индивидуальных заданий, содержащих числовые и графические данные. В пособие включены объекты, позволяющие выполнять анимацию движения различных составных механизмов и визуализировать траектории движения характерных точек, расположенных на звеньях механизмов.

Ключевые слова: теоретическая механика, электронное учебное пособие, практические задания, компьютерная система *Mathematica*.

Функциональные средства и возможности современных систем компьютерной математики позволяют не только осуществлять символьные преобразования, численные расчеты и проводить визуализацию полученных результатов, но и создавать собственные внешние пакеты, а также справочные базы данных, ориентированные на использование в конкретных предметных областях. Ниже представлены результаты разработки электронного учебного пособия *PractMech* по материалам практикума [1] на основе системы *Mathematica*.

Копирование всех рабочих документов электронного пособия осуществляется автоматически после запуска соответствующего файла на системный диск в директорию Applications, которая по умолчанию предназначена для стандартных и внешних пакетов [2]. После успешной установки следует запустить систему *Mathematica* и обновить индексный указатель, исполнив в меню Help команду Rebuild Help Index. Это позволит автоматически добавить материалы пакета *PractMech* в справочную базу данных *Mathematica* и получить к ним доступ, обратившись к вкладке Add-ons & Links в рабочем окне Mathematica Help Browser. Далее, нажав на панель *PractMech*, можно перейти к содержанию электронного пособия, также расположенному в окне справки системы *Mathematica*.

В разделе Statics и Kinematics практикума приведены теоретические сведения по основным понятиям и теоремам статики, кинематики точки и кинематики твердого тела, а

также представлены решения типовых заданий по определению условий равновесия составной конструкции с учетом сил трения, расчету скоростей и ускорений точек плоских и многозвенных механизмов. Помимо ячеек с текстовым материалом, в эти разделы включены объекты *ButtonBox* (кнопки), сопровождающие ячейки ввода, в которых выполнено программирование графических схем, поясняющих решения задач. Нажатие на кнопку запускает ячейку ввода, в результате чего в окне справочной системы выполняется построение рисунка или графического массива. После того как пользователь переходит к другому разделу пакета, изменения в документе не сохраняются, что позволяет существенно экономить ресурсы вычислительной техники.

Раздел *PractTasks* содержит формулировки задач статики и кинематики с общими для каждого задания условиями. Индивидуальную графическую схему и числовые данные, необходимые для расчета, можно записать на жесткий или съемный диск, нажав на соответствующую кнопку. Выбор схемы осуществляется случайным образом с помощью функции *Random* системы *Mathematica* из определенного количества запрограммированных графических объектов. В частности, для одного из заданий статики, связанного с определением условий равновесия составной конструкции с учетом сил трения схема выбирается из четырех объектов, для одного из заданий кинематики, направленного на расчет скоростей и ускорений точки – из восьми объектов. Выбор числовых данных практически неограничен и задан таким образом, чтобы избежать каких-либо повторений. Идентификация схемы осуществляется сразу при запуске ячейки ввода с помощью функции *Input*. Имя или шифр, записанный в соответствующее диалоговое окно, затем записывается в файл со схемой и данными. Заметим, что этот файл сохраняется в формате *jpeg*, что позволяет осуществлять его передачу с помощью Интернета и электронной почты. Результат генерации одного из заданий по кинематике представлен на рис. 1.

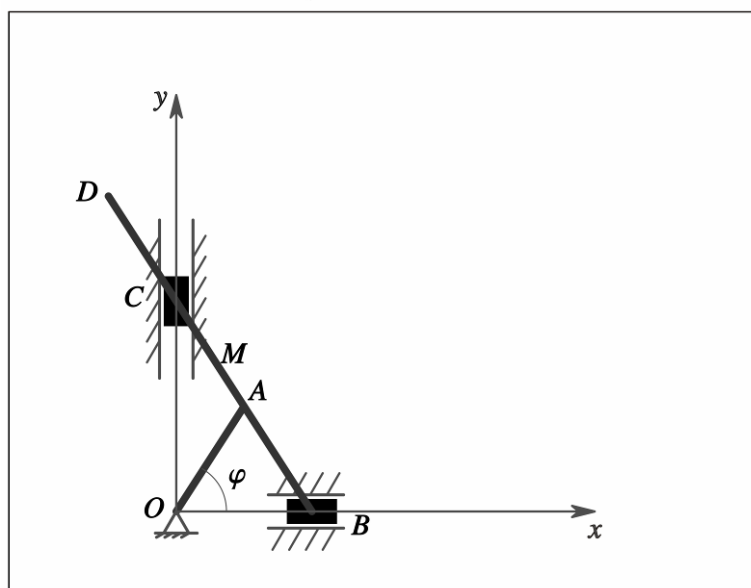
Входные данные, записанные в ячейку ввода, которая отвечает за построение какой-либо схемы и формулировку числовых данных, можно при необходимости изменить, открыв эту ячейку с помощью команды *Cell Open* меню *Cell*. В частности, можно задать другую гарнитуру, размер шрифта, изменить диапазон числовых данных, добавить новые графические схемы, установить какой-либо другой формат растровой графики, формат векторной графики, а также форматы *html*, *pdf* и др.

В раздел *Kinematics* включены кнопки и связанные с ними ячейки ввода, позволяющие осуществлять анимацию движения плоских механизмов и построение траектории движения точек. Программирование графических объектов выполнено с применением примитивов двумерной графики системы *Mathematica* на основании кинематических уравнений, описывающих изменение координат характерных точек механизмов в зависимости от времени. Это обстоятельство в большинстве случаев позволяет управлять анимацией, задавая в окнах ввода геометрические параметры, определяющие положение исследуемой точки на звене механической системы. На рис. 2 приведен заключительный кадр анимации, визуализирующей траекторию движения точки, удаленной от концов звена на расстояния, которые относятся как 1:2.

В электронное пособие включены восемь анимаций плоских механизмов с построением траекторий движения определенных точек, а также шесть анимаций движения сложных многозвенных механизмов.

В заключение отметим, что разработанный электронный практикум может быть использован для создания на основе компьютерной системы *Mathematica* или программной среды *webMathematica* учебно-методического комплекса по теоретической механике.

Task for Ivanov_A_A



$OA = AB = AC = CD$	AM	$\varphi = \varphi(t)$	t_1
0.6	0.2	$\frac{1}{2} \pi (1 - \cos[2\pi t])$	$\frac{1}{16}$

Рис. 1. Задание по кинематике
на расчет скорости и ускорения точки

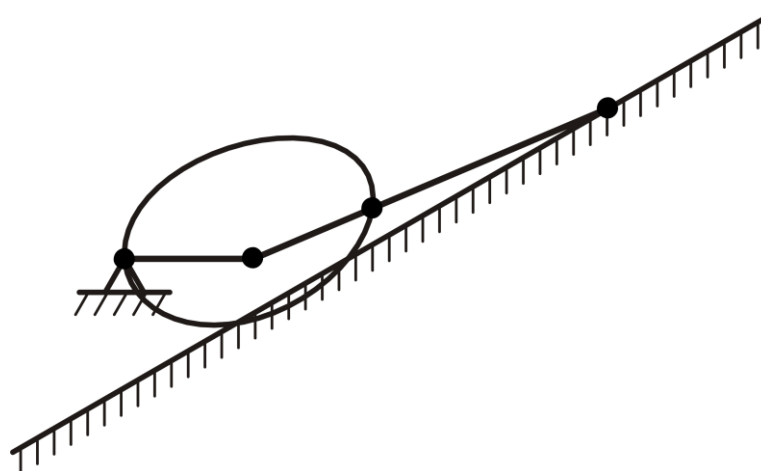


Рис. 2. Траектория движения точки,
расположенной на звене плоского механизма

ЛИТЕРАТУРА

1. Вярвильская, О. Теоретическая механика: практикум : учеб. пособие / О. Вярвильская, В. Савенков. – Минск. : БГУ, 2005. – 143 с.
2. Дьяконов, В. Mathematica 4: учебный курс. – СПб. : Питер, 2001. – 656 с.