

параллельных высокопроизводительных вычислениях с помощью кластерных суперкомпьютерных установок. Наиболее перспективным направлением реализации подготовки производства наукоемкой продукции является применение сквозных систем компьютерного моделирования и проектирования CAD/CAM/CAE, реализующих базовые принципы концепции CALS [1].

С целью создания автомобильных компонентов нового поколения с повышенным техническим ресурсом нами предложены с использованием методов компьютерного моделирования оптимизационные решения карданной передачи производства ОАО «Белкард», применяемой для комплектации грузовых автомобилей МАЗ-МАН. Для построения трехмерных моделей элементов карданной передачи и их анализа использовали интегрированную систему SolidWorks 2019. Динамический анализ проводили на основе параллельных высокопроизводительных вычислений с помощью кластерных суперкомпьютерных конфигураций семейства «СКИФ» в программной системе конечно-элементного анализа LS-DYNA. Для реализации параллельных вычислений применяли 16-ти узловую суперкомпьютерную установку ВМ 5100. Динамический анализ карданной передачи и статические анализы напряженно-деформированного состояния отдельных элементов передачи позволили выявить наиболее опасные участки в ее конструкции – шарнирный узел (крестовина) и шлицевое соединение. На основе предложенных конструкторско-технологических и материаловедческих решений разработана перспективная конструкция карданной передачи для грузовых автомобилей повышенного ресурса.

Литература

1 Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / Кунву Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.

Е. С. Тимошенко, М. И. Жадан
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ

Основываясь на законе о всемирном тяготении $F = \frac{\gamma m M}{r^2}$, опишем движение планет, считая, что m – масса планеты, движущейся вокруг Солнца, M – масса солнца. При этом влияние других планет не

учитываются. Пусть Солнце находится в начале системы координат OXY , а планета в момент времени t находится в некоторой точке с текущими координатами x, y . В результате несложных математических преобразований приходим к задаче исследования системы уравнений

$$\ddot{x} = -\frac{kx}{(x^2+y^2)^{3/2}}, \quad \ddot{y} = -\frac{ky}{(x^2+y^2)^{3/2}}.$$

при начальных условиях $x = a, y = 0, \dot{x} = 0, \dot{y} = v_0$ при $t = 0$.

Предметом исследования является симуляция движения планет в математическом пакете Wolfram Mathematica 12.0 с графической демонстрацией законов Кеплера.

Из астрономических наблюдений известно, что для всех планет Солнечной системы величина v_0^2 всегда меньше, чем $2k/a$ ($k = mM$ – постоянная, $r = a$, v – скорость). Таким образом, выполняется закон Кеплера: траектории планет являются эллипсами, в одном из фокусов которых находится Солнце. На рисунке 1 приводится графическая иллюстрация циклического движения при значениях $k=20, v=2, a=3$, а на рисунке 2 при $k=20, v=5, a=4$ цикличности не наблюдается.

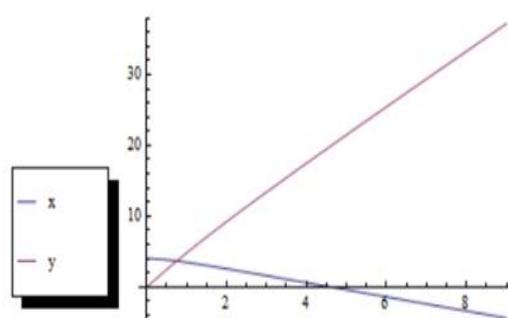
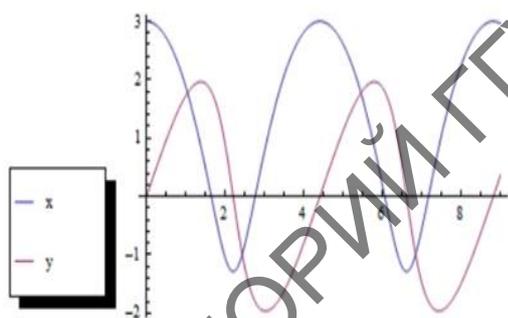


Рисунок 1 – Случай $v_0^2 < 2k/a$ Рисунок 2 – Случай $v_0^2 > 2k/a$

Результаты, изображенные на рисунках, согласуются с законом Кеплера. В первом случае планеты движутся вокруг Солнца циклически по эллиптическим орбитам, например, Луна и искусственные спутники Земли, во втором случае планеты уходят в космическое пространство и никогда не возвращаются в Солнечную систему.