В работе, на примере задачи обтекания равномерно нагретой неподвижной частицы сферической формы плоскопараллельным потоком газа со скоростью $\mathbf{U}_\infty$, получено решение линеаризованного по скорости уравнения Навье — Стокса в сферической системе координат с учетом степенного вида зависимости коэффициентов молекулярного переноса (вязкости, теплопроводности) и плотности газообразной среды от температуры. Доказана теорема единственности полученного решения.

Работа первого и второго авторов выполнена в рамках Федеральной целевой программы научно-образовательного центра «Управляемые электромагнитные процессы в конденсированных средах» НИУ «БелГУ»

Литература

1. Г. Ламб *Гидродинамика.* М.: ИТТЛ, 1947.
2. Хаппель Дж. *Гидродинамика при малых числах Рейнольдса.* М.: Мир, 1960.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ СОВМЕСТНЫХ ЛИНЕЙНЫХ И КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Н.А. Микулик

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь
mathematics1@bntu.by

Часто встречаются многомассовые динамические системы, в которых отдельные массы совершают одновременно угловые и линейные перемещения, т. е. имеют место крутильные и линейные колебания.

Рассмотрим четырехмассовую динамическую систему с реактивным звеном, в которой массы m_1, m_1, m_3 связаны последовательно соединениями с жесткостями c_{12}, c_{23} а m_4 имеет ответвление от соединения c_{23} и опирается на пружину с жесткостью c_4. Массы m_1, m_2 и m_3 совершают угловые перемещения φ_i вокруг оси соединений c_{12}, c_{23}, а m_4 — угловые перемещения φ_4 вокруг оси соединения c_4 и линейные вдоль оси x.

На первую массу воздействует внешнее возмущение $Q(t)$. Вынужденные колебания рассматриваемой системы описываются системой дифференциальных уравнений [1]:

$$I_1\ddot{\varphi}_1 + c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) - k_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) = Q(t),$$

$$I_2\ddot{\varphi}_2 - c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) + c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_4) + k_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) = (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3),$$

$$I_3\ddot{\varphi}_3 - c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_4) = -k_2(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3),$$

$$I_4\ddot{\varphi}_4 - c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_4) + c_4(\varphi_4 - x/2) = k_2(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3),$$

$$m_4\ddot{x} - c_4(\varphi_4 r - x) + c_4 x = 0. \qquad (1)$$

Три последних уравнения (1) показывают связь между линейными и угловыми перемещениями масс m_3 и m_4. В (1) I_i — моменты инерций m_i $(i = 1, 2, 3)$, r — радиус перехода от линейного перемещения к угловому и наоборот, k_1 и k_2 — коэффициенты трения.

Собственные колебания описываются системой ДУ, полученной из (1) при $k_1 = k_2 = 0$ и $Q(t) = 0$.

Решения системы (1) при заданных значениях параметров I и c и начальных условиях $\varphi_i = \varphi_0$, $\dot{\varphi}_i = \dot{\varphi}_0$, $x = x_0$, $\dot{x} = \dot{x}_0$ и заданном возмущении $Q(t)$ можно получить, используя пакеты MathCAD, Mathematica, Mathlab и др. или операционным методом.

Литература

1. Микулик Н. А. *Основы теории динамических систем.* Мн.: БНТУ, 2007. 217 с.

СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ СОСТОЯНИЙ СТОХАСТИЧЕСКОЙ СЕТИ С НЕТЕРПЕЛИВЫМИ ЗАЯВКАМИ И НЕНАДЕЖНЫМИ СИСТЕМАМИ И ЕЕ РЕШЕНИЕ

В.Д. Монько, М.А. Маталыцкий

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь
vasilii.manko@gmail.com, m.matalytski@gmail.com

Рассматривается открытая экспоненциальная сеть массового обслуживания, состоящая из n систем обслуживания (СМО) $S_1, S_2, \ldots, S_n$. Пусть m_i — число линий обслуживания в i-й СМО, $i = \overline{1,n}$, $P = \|p_{ij}\|_{n\times(n+1)}$, $Q = q_{ij n\times(n+1)}$ — матрицы вероятностей переходов заявок между СМО сети соответсвенно после окончания обслуживания в них и досрочно перед обслуживанием. Под состоянием сети будем понимать $2n$-вектор $(d,k,t) = (d_1, d_2, \ldots, d_n, k_1, k_2, \ldots, k_n, t)$, где d_i — количество исправных линий обслуживания, $0 \leqslant d_i \leqslant m_i$, k_i — число заявок в СМО S_i в момент времени t, $i = \overline{1,n}$. Ранее было показано, что система разностно-дифференциальных уравнений для вероятностей состояний сети имеет вид $P(d,k,t)/dt = \sum_{i,j=1}^{n} f_{ij}(\lambda(t), \mu_i(t), \beta_i(t), \theta_i(t), \gamma_i(t), P(d,k,t), P(d, k + I_i - I_j, t), P(d + I_i, k, t), P(d - I_j, k, t))$, где $\lambda(t)$, $\mu_i(t)$, $\theta_i(t)$, $\gamma_i(t)$ — сответственно параметры входящего потока заявок, обслуживания, времени исправной работы линий и их восстановления, а также времени пребывания заявок в очереди i-й СМО, I_i — n-вектор с нулевыми компонентами, за исключением компоненты с номером i, которая равна 1, $i = \overline{1,n}$.

Для ее решения предлагается использовать методику, основанную на аппарате многомерных, а именно, $2n$-мерных преобразований.

Результаты применены для нахождения вероятностно-временных характеристик систем документооборота.

О РЕШЕНИИ СИСТЕМ БЕСКОНЕЧНОГО ЧИСЛА РАЗНОСТНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ОЖИДАЕМЫХ ДОХОДОВ НМ-СЕТЕЙ

В.В. Науменко, М.А. Маталыцкий

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь
victornn86@gmail.com

В докладе рассматриваются открытые сети массового обслуживания с доходами (НМ-сети), положительными и отрицательными заявками. Такие сети используются при моделировании поведения вирусов в информационно-телекоммуникационных системах и сетях [1]. Под состоянием сети понимается вектор числа заявок в системах сети, число состояний в открытой сети бесконечно. Получена система бесконечного