

3. Петин, В.А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things / Виктор Петин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016 – 319 с.

4. Иго, Том. Arduino, датчики и сети для связи устройств : перевод с английского] / Том Иго. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2015. –543 с.

УДК 629.11.032.1.012.814:004

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА
С РАБОЧИМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

Гурский Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Для решения задачи вибронагруженности обоснованной является дискретная модель в виде сосредоточенных масс, объединенных упругими и диссипативными безинерционными связями с необходимым числом степеней свободы, учитывающих линейные вертикальные и угловые продольные и поперечные колебания подрессоренной массы и вертикальные линейные неподдресоренных масс, а также аналогичные фазовые координаты объектов вторичного подрессоривания, в частности, кабины и сиденья водителя, рабочего оборудования.

Расчетная схема пространственных колебаний колесного трактора с учетом принятых степеней свободы показана на рис.1.

$$\left. \begin{aligned}
M_t \ddot{z} + \sum_{l=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 P_{jil} &= 0, \\
J_y \ddot{\phi} + \sum_{l=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 l_{il} P_{jil} &= 0, \\
J_x \ddot{\psi} + \sum_{l=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 b_{il} P_{jil} &= 0, \\
m_{il} \ddot{z}_{il} - (P_{1il} + P_{2il} + P_{3il}) + P_{4il} + P_{5il} &= 0, \\
M_k \ddot{z}^k + \sum_{l=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 P_{jil}^k &= 0, \\
J_y^k \ddot{\phi}^k + \sum_{l=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 l_{ij}^k P_{jil}^k &= 0, \\
J_x^k \ddot{\psi}^k + \sum_{l=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 b_{ij}^k P_{jil}^k &= 0, \\
M_v \ddot{z}^v + \sum_{j=1}^3 P_j^v &= 0.
\end{aligned} \right\}$$

$$l=1, 2; i=1, 2; j=1, 2, 3$$

с начальными условиями при $t \geq t_0$:

$$\begin{aligned}
z|_{t=t_0} = z_0, \quad \dot{z}|_{t=t_0} = \dot{z}_0, \quad \varphi|_{t=t_0} = \varphi_0, \quad \dot{\phi}|_{t=t_0} = \dot{\phi}_0, \\
\psi|_{t=t_0} = \psi_0, \quad \dot{\psi}|_{t=t_0} = \dot{\psi}_0,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z^k|_{t=t_0} = z_0^k, \quad \dot{z}^k|_{t=t_0} = \dot{z}_0^k, \quad \varphi^k|_{t=t_0} = \varphi_0^k, \quad \dot{\phi}^k|_{t=t_0} = \dot{\phi}_0^k, \\
\psi^k|_{t=t_0} = \psi_0^k, \quad \dot{\psi}^k|_{t=t_0} = \dot{\psi}_0^k,
\end{aligned}$$

$$z^v \Big|_{t=t_0} = z_0^v, \quad \dot{z} \Big|_{t=t_0} = \dot{z}_0^v,$$

$$z_{il} \Big|_{t=t_0} = z_{0il}, \quad \dot{z}_{il} \Big|_{t=t_0} = \dot{z}_{0il}; \quad i = 1, 2; l = 1, 2.$$

Здесь: M_t – подрессоренная масса шасси, J_y – момент инерции подрессоренной массы шасси относительно оси тангажа, J_x – момент инерции подрессоренной массы шасси относительно оси крена, l – индекс борта; i – индекс номера опоры; j – индекс типа упруго-диссипативного элемента ($j=1$ – упругий элемент, $j=2$ – амортизатор, $j=3$ – условный элемент сухого трения); P_{jil} – нелинейная характеристика восстанавливающей силы элемента il – подвески; l_{il} – расстояние по горизонтали от центра масс до il – й оси (моста); b_{il} – расстояние в поперечной плоскости от центра il – го колеса до вертикальной плоскости, проходящей через ось крена, P_{4il}, P_{5il} – соответственно диссипативная и упругая силы в il – й шине в нормальном направлении, M_k – подрессоренная масса кабины, J_y^k – момент инерции подрессоренной массы кабины относительно оси тангажа, J_x^k – момент инерции подрессоренной массы кабины относительно оси крена, l_{ij}^k – расстояние по горизонтали от центра масс кабины il – й опоры; b_{ij}^k – расстояние в поперечной плоскости между опорами кабины, M_v – масса сиденья водителя.

В систему уравнений нужно добавить также уравнения для рабочего оборудования. Аналогично, как для кабины.

Относительные перемещения и скорости, являющиеся аргументами для вычисления упруго-диссипативных сил в элементах il – подвески P_{jil} ($j = 1, 2, 3$), имеют вид:

$$\Delta_{il} = z + l_{ij}\varphi + b_{il}\psi - z_{il}, \quad \dot{\Delta}_{il} = \dot{z} + l_{ij}\dot{\varphi} + b_{il}\dot{\psi} - \dot{z}_{il},$$

а соответствующие аргументы для сил P_{jil} ($j=4,5$) il -го колеса:

$$\delta_{il} = z_{il} - q_{il}, \quad \dot{\delta}_{il} = \dot{z}_{il} - \dot{q}_{il}.$$

На рис. 2 приведена компьютерная модель колесного трактора с рабочим оборудованием.

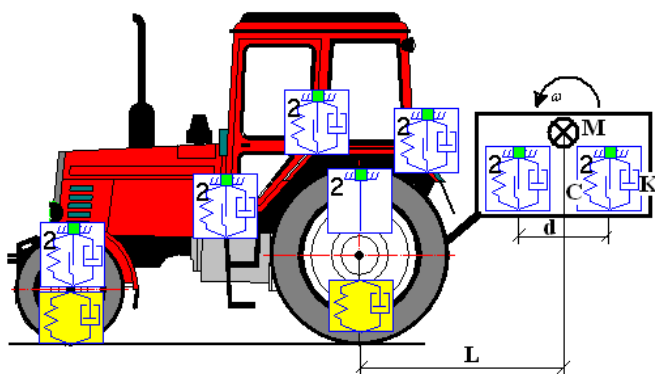


Рис. 2. Компьютерная модель колесного трактора с рабочим оборудованием

На рис. 3 представлен полученный спектр вертикальных колебаний шасси в ЦМ. Второй пик соответствует частоте вращения рабочего оборудования $f=1.59$ Гц.

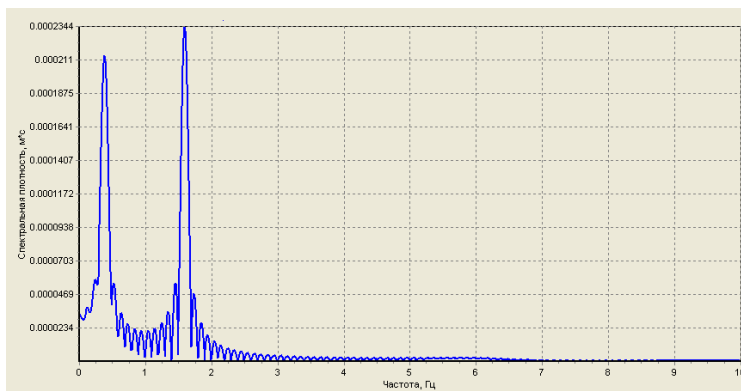


Рис. 3. Спектр вертикальных перемещений в центре масс шасси

УДК 004

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ОБ ОБРАБОТКЕ ЗАКАЗОВ НА ОСНОВАНИИ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

Конончик О.Н., Ковалева И.Л.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Обработка заказов может превратиться в проблему, если на предприятии существуют ограничения в доступных ресурсах и рабочей силе, используемых для их выполнения. Как правило, в большинстве случаев менеджер по спросу старается принять в работу все входящие заказы, так как это потенциально способствует увеличению прибыли компании и общего объема производства. Однако, когда спрос на услуги превышает мощность производства, решение менеджера о приёме всех входящих заказов может привести к значительной загруженности производственного центра. В результате сроки исполнения заказов могут существенно затянуться, что вызовет недовольство клиентов.

Очевидным решением описываемых проблем является прием заказов на основе заранее сформированных предпочтений. Решение о принятии заказа в этом случае служит в качестве внешнего