

*РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА, ФОРМИРУЮЩЕГО ОПТИМАЛЬНУЮ ПО
БЫСТРОДЕЙСТВИЮ ДИАГРАММУ ДЛЯ СРЕДНИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
С УПРУГИМ ВАЛОПРОВОДОМ*

И.Б. КУЗЬМИНА

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: i.b.kuzmina@yandex.ru*

Статья посвящена разработке устройства, формирующего оптимальную по быстродействию диаграмму для средних перемещений исполнительного органа электропривода переменного тока с упругим валопроводом. Представлена структурная схема устройства, состоящая из восемнадцати генераторов ступенчатого сигнала, шестнадцати блоков алгебраического суммирования, четырех блоков интегрирования и четырех блоков произведения.

Ключевые слова: генератор ступенчатого сигнала, алгебраические сумматоры, интеграторы, средние перемещения.

Разработанная в статье [1] оптимальная по быстродействию диаграмма для средних перемещений исполнительного органа электропривода переменного тока с упругим валопроводом показана на рисунке 1.

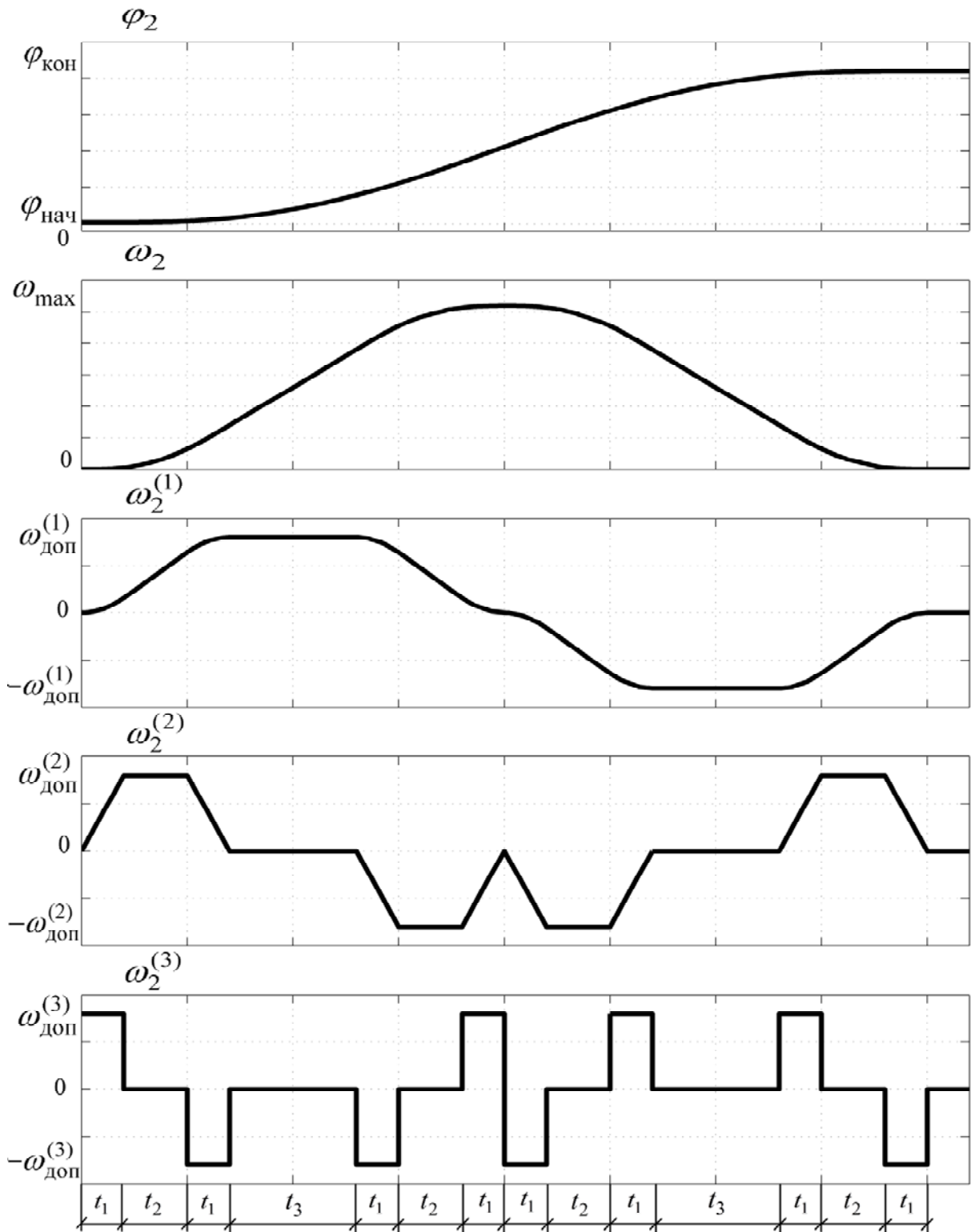


Рисунок 1

На рисунке 1 приняты обозначения[1]:

φ_2 – угол поворота исполнительного органа механизма, *рад*;

ω_2 – угловая скорость исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$;

$\omega_2^{(1)}$ – первая производная угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$;

$\omega_2^{(2)}$ – вторая производная угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}^3}$;

$\omega_2^{(3)}$ – третья производная угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}^4}$;

$\varphi_{\text{нач}}$ – начальное значение угла поворота исполнительного органа механизма, *рад*;

$\varphi_{\text{кон}}$ – конечное значение угла поворота исполнительного органа механизма, *рад*;

–максимально допустимое значение первой производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$;

–максимально допустимое значение второй производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}^3}$;

–максимально допустимое значение третьей производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}^4}$;

t_1 –длительность первого, третьего, пятого, седьмого, восьмого, десятого, двенадцатого и четырнадцатого этапов, *с*;

t_2 –длительность второго, шестого, девятого и тринадцатого этапов, *с*;

t_3 –длительность четвертого и одиннадцатого этапов, *с*.

Функционирование оптимальной по быстродействию диаграммы при средних перемещениях исполнительного органа электропривода переменного тока с упругим валопроводом возможно при следующих соотношениях[1]:

$$t_1 = \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}};$$

$$t_2 = \frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} - \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}};$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}}{\omega_{\text{доп}}^{(1)}} + \frac{1}{4} \cdot \left[\frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}} \right]^2} - \frac{3}{2} \cdot \left[\frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}} \right];$$

$$T_{\text{ц}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}}{\omega_{\text{доп}}^{(1)}} + \frac{1}{4} \cdot \left[\frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}} \right]^2} + \left[\frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}} \right];$$

$$\omega_{\text{max}} = \omega_{\text{доп}}^{(1)} \cdot \left\{ \sqrt{\frac{\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}}{\omega_{\text{доп}}^{(1)}} + \frac{1}{4} \cdot \left[\frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}} \right]^2} - \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}} \right] \right\},$$

где $T_{\text{ц}}$ – длительность цикла, с.

Оптимальная по быстродействию диаграмма для средних перемещений исполнительного органа электропривода переменного тока с упругим валопроводом справедлива при выполнении условия[1]:

$$\varphi_{\text{гр.2}} \leq (\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}) \leq \varphi_{\text{гр.3}},$$

где $\varphi_{\text{гр.2}} = 2\omega_{\text{доп}}^{(1)} \cdot \left[\frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}} \right]^2,$

$$\varphi_{\text{гр.3}} = \omega_{\text{доп}} \cdot \left[\frac{\omega_{\text{доп}}}{\omega_{\text{доп}}^{(1)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(3)}} \right],$$

где $\omega_{\text{доп}}$ – максимально допустимое значение угловой скорости

исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

Координаты электропривода имели следующие ограничения:

$$\omega_{\text{доп}} = 160 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; \quad \omega_{\text{доп}}^{(1)} = 80 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}; \quad \omega_{\text{доп}}^{(2)} = 160 \frac{\text{рад}}{\text{с}^3};$$

$$\omega_{\text{доп}}^{(3)} = 800 \frac{\text{рад}}{\text{с}^4}.$$

Электропривод отработал угол поворота исполнительного органа механизма $(\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}) = 208 \text{ рад}$ за время $T_{\text{ц}} = 4 \text{ с}$. Остальные параметры диаграммы: $t_1 = 0,2 \text{ с}$; $t_2 = 0,3 \text{ с}$; $t_3 = 0,6 \text{ с}$; $\omega_{\text{max}} = 104 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

Граничное значение угла поворота исполнительного органа механизма при таких ограничениях координат $\varphi_{\text{гр.2}} = 78,4 \text{ рад}$; $\varphi_{\text{гр.3}} = 432 \text{ рад}$.

При радиусе приведения $r = 0,025 \text{ м}$ это соответствует следующим линейным скоростям и перемещениям исполнительного органа механизма.

Ограничения координат электропривода: $V_{\text{доп}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $V_{\text{доп}}^{(1)} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $V_{\text{доп}}^{(2)} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$;

$V_{\text{доп}}^{(3)} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}^4}$. Электропривод отработал перемещение исполнительного органа

механизма $(S_{\text{кон}} - S_{\text{нач}}) = 5,2 \text{ м}$ за время $T_{\text{ц}} = 4 \text{ с}$. Остальные параметры

диаграммы: $t_1 = 0,2 \text{ с}$; $t_2 = 0,3 \text{ с}$; $t_3 = 0,6 \text{ с}$; $V_{\text{max}} = 2,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Граничное значение

перемещения исполнительного органа механизма при таких ограничениях координат $S_{\text{гр.2}} = 1,96 \text{ м}$; $S_{\text{гр.3}} = 10,8 \text{ м}$.

Для формирования оптимальной по быстродействию диаграммы при средних перемещениях исполнительного органа электропривода переменного тока с упругим валопроводом разработано устройство, представленное на рисунке 2

Оптимальная по быстродействию диаграмма для средних перемещений исполнительного органа электропривода переменного тока с упругим валопроводом имеет четырнадцать этапов. Для реализации пятнадцати переключений третьей производной угловой скорости исполнительного органа механизма используются пятнадцать блоков генераторов ступенчатого сигнала

и четырнадцать блоков алгебраического суммирования. Первая величина перед генератором ступенчатого сигнала обозначает время, вторая величина – максимально допустимое значение третьей производной угловой скорости исполнительного органа электропривода. Функции второй и первой производных угловой скорости исполнительного органа механизма, угловая скорость исполнительного органа механизма и угол поворота исполнительного органа электропривода определяются за счет использования четырех интеграторов. Для обнуления сигналов на входах четырех блоков интегрирования используются step16 и step 17, алгебраический сумматор и четыре блока произведения. Для введения начального значения угла поворота исполнительного органа механизма применяются step 18 и алгебраический сумматор.

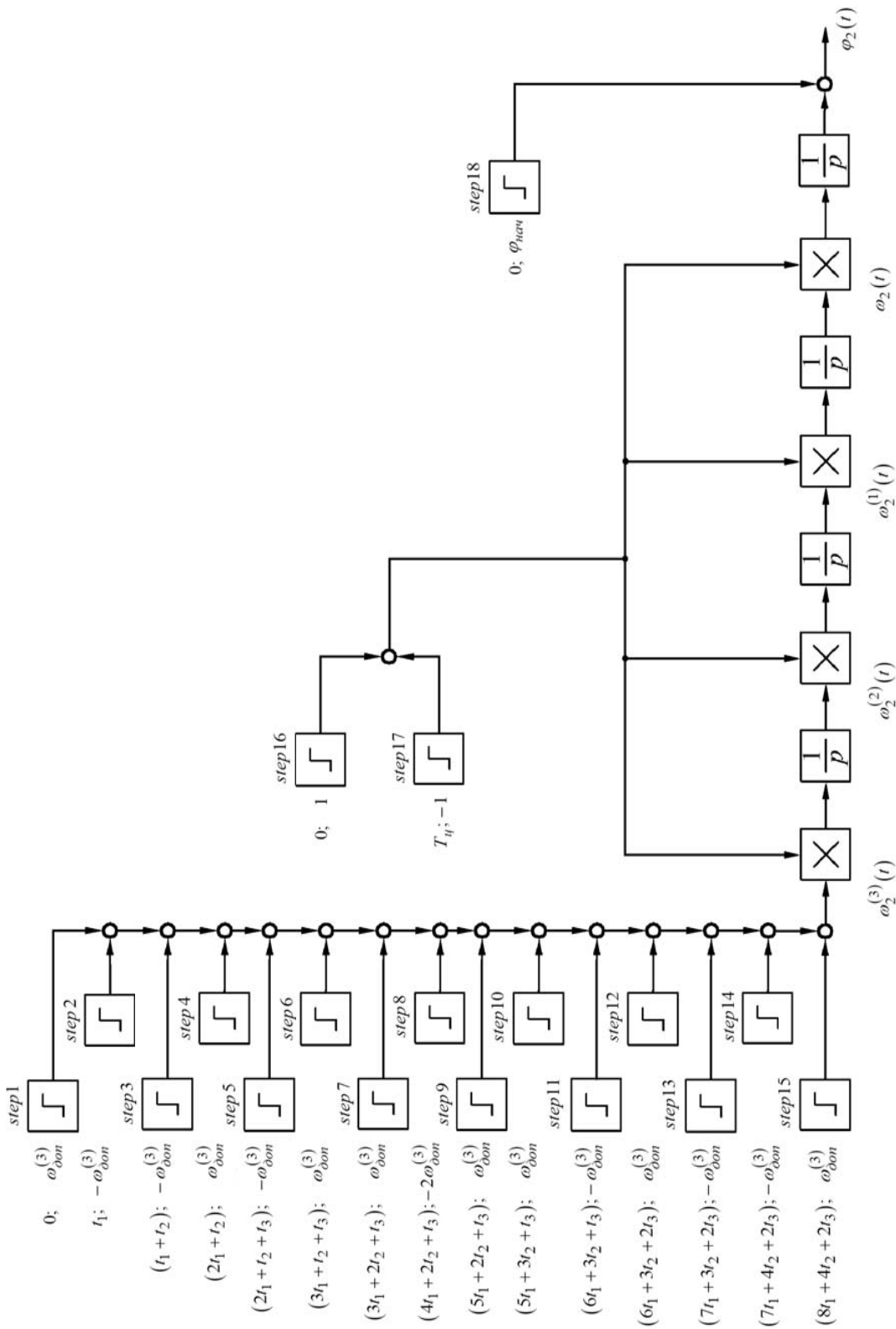


Рисунок 2

ВЫВОДЫ

Разработано устройство, обеспечивающее формирование оптимальной по быстродействию диаграммы для средних перемещений исполнительного органа электропривода переменного тока с упругим валопроводом с повышенной точностью.

Внедрение устройства расширит функциональные возможности электроприводов транспортного и подъемно-транспортного оборудования, промышленных манипуляторов, лифтов, крановых установок и металлообрабатывающих станков, позволит реализовать любое заданное перемещение исполнительных органов механизмов в пределах, ограниченных областью существования разработанной диаграммы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Добробаба Ю.П., Левченко Д.К.** Разработка оптимальной по быстродействию диаграммы для средних перемещений исполнительного органа электропривода переменного тока с упругим валопроводом // Научный журнал КубГАУ №94(10), 2013. Ссылка на интернет-ресурс: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/67.pdf>.

REFERENCES

2. Dobrobaba Yu.P., Levchenko D.K. Development of the optimal time charts for the average displacement of the executive body AC drive with an elastic shafting - Scientific Journal KubGAU №94(10), 2013. Link to online resource: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/67.pdf>

*DEVELOPMENT OF DEVICES FORMING THE OPTIMAL TIME CHART FOR
AVERAGE DISPLACEMENT EXECUTIVE AC DRIVE WITH AN ELASTIC
SHAFTING*

I.B. KUZMINA

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st. Krasnodar, Russian Federation, 350072;
e-mail: i.b.kuzmina@yandex.ru*

Article focuses on the development of devices forming the optimal time chart for average displacements executive AC drive with an elastic shafting. Is a block diagram of an apparatus consisting of eighteen generators stepped signal sixteen blocks algebraic summation, four blocks and four blocks of integration work.

Key words: generator step signal, algebraic adders, integrators, average movements.