

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

Ю.П. ДОБРОБАБА, 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 малых перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом. Представлена структурная схема устройства, содержащего блоки генераторов ступенчатого сигнала, интеграторы, блоки произведения и алгебраические сумматоры.

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

В статье [1] разработана оптимальная по быстродействию диаграмма для малых перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом, которая показана на рисунке 1.

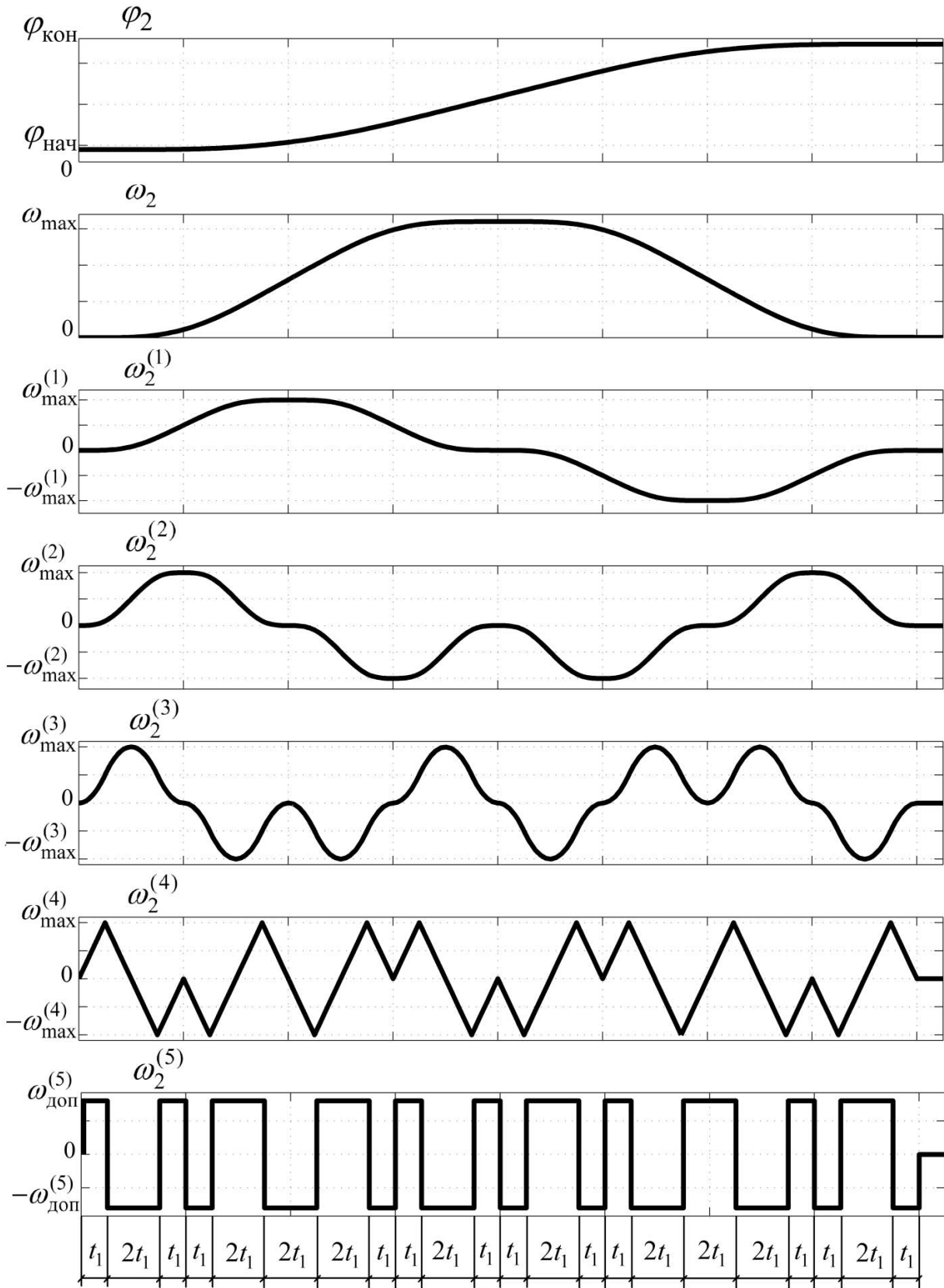


Рисунок 1

На рисунке 1 приняты обозначения[1]:

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

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

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

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

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

$\omega_2^{(4)}$ – четвертая производная угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{рад}{с^5}$;

$\omega_2^{(5)}$ – пятая производная угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{рад}{с^6}$;

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

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

$\omega_{1,max}^{(1)}$ – максимальное значение первой производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{рад}{с^2}$;

$\omega_{1,max}^{(2)}$ – максимальное значение второй производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{рад}{с^3}$;

$\omega_{1,max}^{(3)}$ – максимальное значение третьей производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{рад}{с^4}$;

$\omega_{1,max}^{(4)}$ – максимальное значение четвертой производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{рад}{с^5}$;

– максимально допустимое значение пятой производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{рад}{с^6}$;

t_1 – длительность первого, третьего, четвертого, восьмого, девятого, одиннадцатого, двенадцатого, четырнадцатого, пятнадцатого, девятнадцатого, двадцатого и двадцать второго этапов, с;

– длительность второго, пятого, шестого, седьмого, десятого, тринадцатого, шестнадцатого, семнадцатого, восемнадцатого и двадцать первого этапов, с.

Для оптимальной по быстродействию диаграммы при малых перемещениях исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом справедливы следующие соотношения[1]:

$$t_1 = \sqrt[6]{\frac{\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}}{1024\omega_{\text{доп}}^{(5)}}};$$

$$T_{\text{ц}} = 32 \cdot \sqrt[6]{\frac{\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}}{1024\omega_{\text{доп}}^{(5)}}};$$

$$\omega_{\text{max}}^{(4)} = \omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1;$$

$$\omega_{\text{max}}^{(3)} = \omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1^2;$$

$$\omega_{\text{max}}^{(2)} = 2\omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1^3;$$

$$\omega_{\text{max}}^{(1)} = 8\omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1^4;$$

$$\omega_{\text{max}} = 64\omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1^5,$$

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

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

$$(\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}) \leq \varphi_{\text{гр.1}},$$

где $\varphi_{\text{гр.1}} = 256 \cdot \frac{[\omega_{\text{доп}}^{(2)}]^2}{\omega_{\text{доп}}^{(5)}};$

$\omega_{\text{доп}}^{(2)}$ – максимально допустимое значение второй производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}^3}$.

Координаты электропривода имели следующие ограничения:

$$\omega_{\text{доп}} = 160 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; \quad \omega_{\text{доп}}^{(1)} = 80 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}; \quad \omega_{\text{доп}}^{(2)} = 160 \frac{\text{рад}}{\text{с}^3}; \quad \omega_{\text{доп}}^{(5)} = 80000 \frac{\text{рад}}{\text{с}^6}.$$

Электропривод отработал угол поворота исполнительного органа механизма $(\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}) = 1,28 \text{ рад}$ за время $T_{\text{ц}} = 1,6 \text{ с}$. Остальные параметры диаграммы:

$$t_1 = 0,05 \text{ с}; \quad \omega_{\text{max}}^{(4)} = 4000 \frac{\text{рад}}{\text{с}^5}; \quad \omega_{\text{max}}^{(3)} = 200 \frac{\text{рад}}{\text{с}^4}; \quad \omega_{\text{max}}^{(2)} = 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}^3};$$

$\omega_{\max}^{(1)} = 4 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$; $\omega_{\max} = 1,6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Граничное значение угла поворота исполнительного органа механизма при таких ограничениях координат $\varphi_{\text{гр.1}} = 81,92 \text{ рад}$.

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

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

$V_{\text{доп}}^{(5)} = 2000 \frac{\text{м}}{\text{с}^6}$. Электропривод отработал перемещение исполнительного

органа механизма $(S_{\text{кон}} - S_{\text{нач}}) = 0,032 \text{ м}$ за время $T_{\text{ц}} = 1,6 \text{ с}$. Остальные

параметры диаграммы: $t_1 = 0,05 \text{ с}$; $V_{\text{max}}^{(4)} = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}^5}$; $V_{\text{max}}^{(3)} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^4}$; $V_{\text{max}}^{(2)} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$;

$V_{\text{max}}^{(1)} = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $V_{\text{max}} = 0,04 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Граничное значение перемещения

исполнительного органа механизма при таких ограничениях координат $S_{\text{гр.1}} = 2,048 \text{ м}$.

Для формирования оптимальной по быстродействию диаграммы при малых перемещениях исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом разработано устройство, представленное на рисунке 2 и рисунке 3.

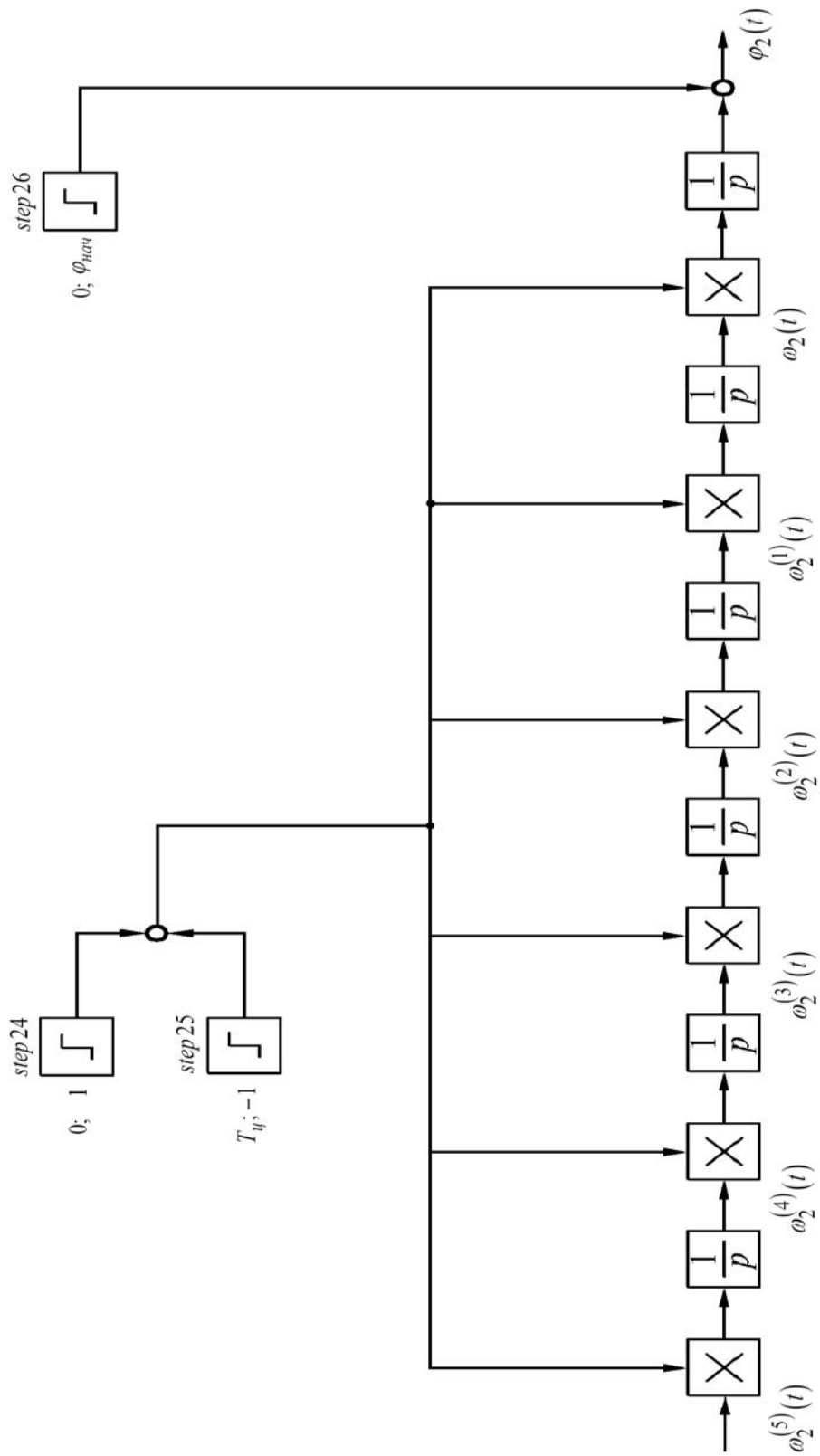


Рисунок 2

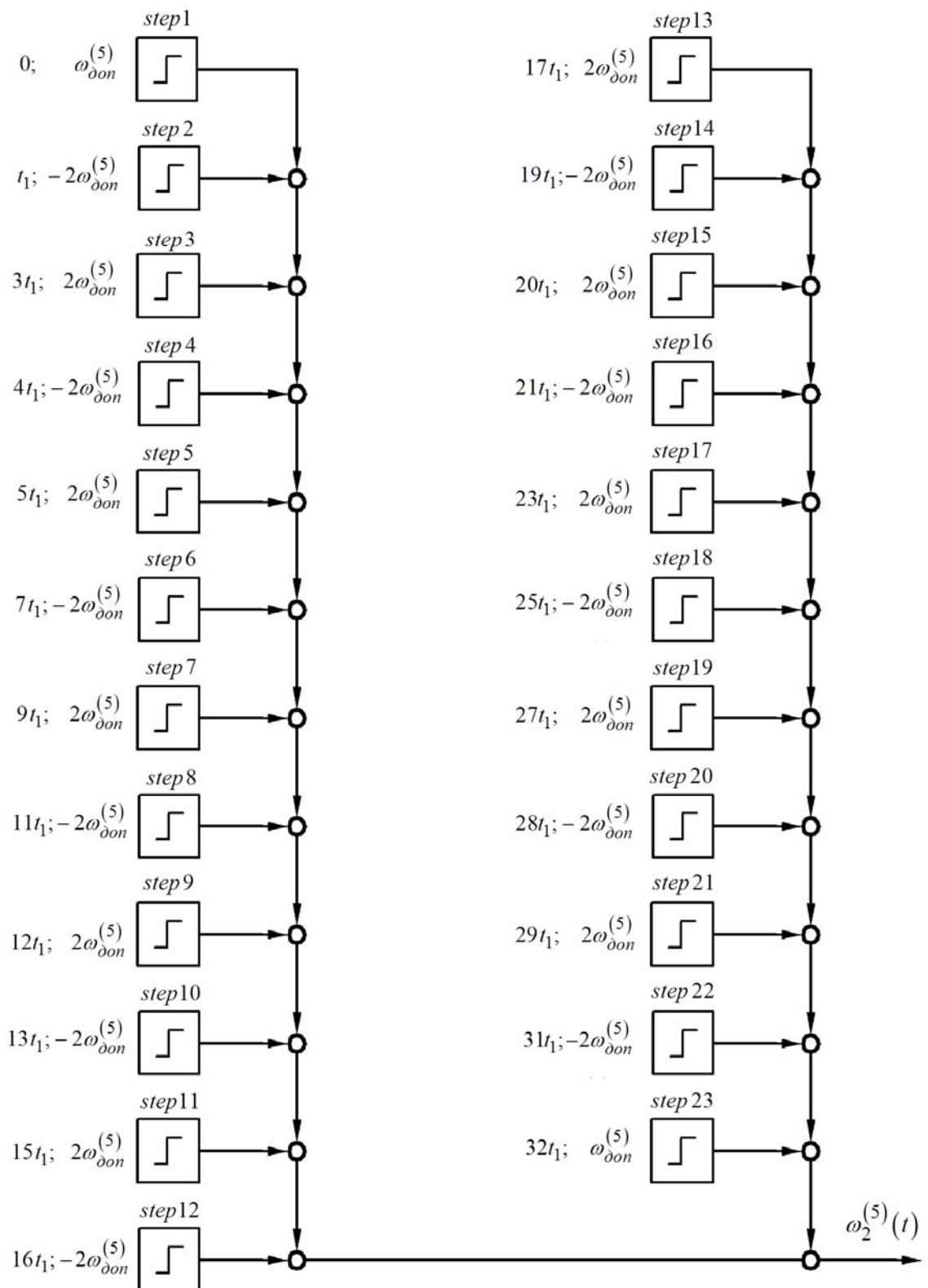


Рисунок 3

Так как оптимальная по быстродействию диаграмма при малых перемещениях исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом имеет двадцать два этапа, то необходима реализация двадцати трех переключений пятой производной угловой скорости исполнительного органа механизма. Для этого используются двадцать три блока генератора ступенчатого сигнала и двадцать два блока алгебраического суммирования. Функция четвертой производной угловой скорости исполнительного органа механизма определяется интегрированием функции пятой производной угловой скорости исполнительного органа механизма для чего применен первый интегратор. Функция третьей производной угловой скорости исполнительного органа механизма получается интегрированием функции четвертой производной угловой скорости исполнительного органа механизма для чего используется второй интегратор. Функция второй производной угловой скорости исполнительного органа механизма определяется интегрированием функции третьей производной угловой скорости исполнительного органа механизма для чего используется третий интегратор. Функция первой производной угловой скорости исполнительного органа механизма получается интегрированием функции второй производной угловой скорости исполнительного органа механизма для чего используется четвертый интегратор. Функция угловой скорости исполнительного органа механизма определяется интегрированием функции первой производной угловой скорости исполнительного органа механизма для чего применен пятый интегратор. Функция угла поворота исполнительного органа механизма получается интегрированием функции угловой скорости исполнительного органа механизма для чего используется шестой интегратор. Для обнуления сигналов на входах шести блоков интегрирования используются step 24 и step 25, алгебраический сумматор и шесть блоков произведения. Для введения начального значения угла поворота исполнительного органа механизма применяются step 26 и алгебраический сумматор.

ВЫВОДЫ

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

Реализация устройства позволит интенсифицировать процесс передвижения исполнительных органов транспортного и подъемно-транспортного оборудования, промышленных манипуляторов, механизмов кранов, лифтов и металлообрабатывающих станков.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Добробаба Ю.П., Кузьмина И.Б.** Разработка оптимальной по быстродействию диаграммы для малых перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом. – Научные труды КубГТУ №1, 2014. Ссылка на интернет-ресурс: <http://ntk.kubstu.ru/file/2>.

REFERENCES

1. Dobrobaba Yu.P., Kuzmina I.B., – *Scientific Labour KubGTU* № 1, 2014. Link to online resource: <http://ntk.kubstu.ru/file/2>.

DEVELOPMENT OF THE DEVICE, FORM-OPTIMAL DIAGRAM FOR SMALL DISPLACEMENTS EXECUTIVE BODY PRECISION ELECTRIC AC ELASTIC SHAFTING

YU.P. DOBROBABA, 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 small displacements executive AC drive with an elastic shafting. Is a block diagram of an apparatus comprising a signal generator step, integrators and algebraic adders.

Key words: signal generator step, integrators, algebraic adders, small movement.