

*РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА, ФОРМИРУЮЩЕГО ОПТИМАЛЬНУЮ ПО  
БЫСТРОДЕЙСТВИЮ ДИАГРАММУ ДЛЯ БОЛЬШИХ 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 больших 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, большие перемещения.

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

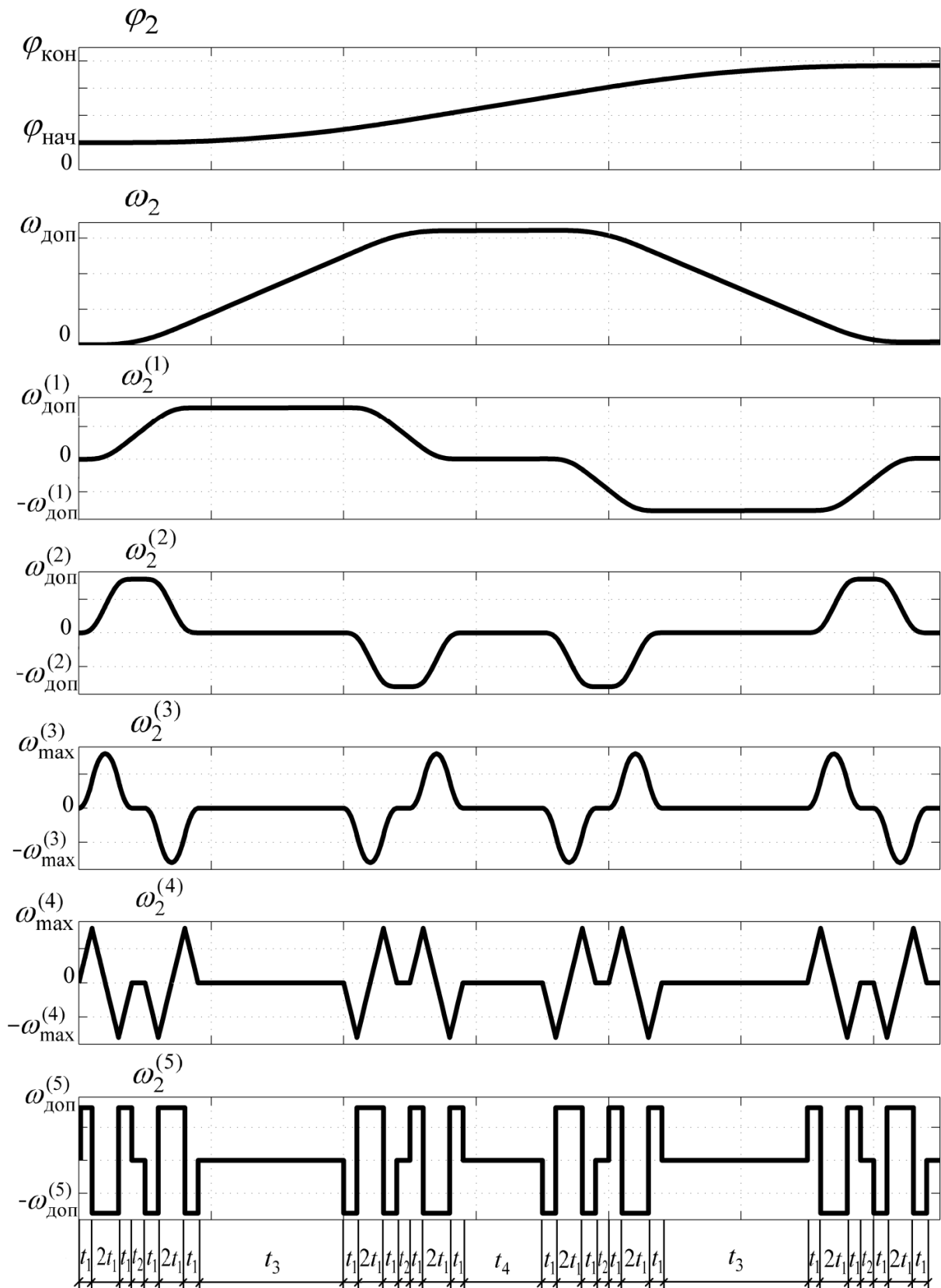


Рисунок 1

На рисунке 1 приняты обозначения[1]:

$\varphi_2$  – угол поворота исполнительного органа механизма, *рад*;

$\omega_2$  – 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*;

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

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

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

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

$\omega_{i,max}^{(4)}$  – 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, пятого, седьмого, девятого, одиннадцатого, тринадцатого, пятнадцатого, семнадцатого, девятнадцатого, двадцать первого, двадцать третьего, двадцать пятого, двадцать седьмого, двадцать девятого и тридцать первого этапов, с;

– длительность второго, шестого, десятого, четырнадцатого, восемнадцатого, двадцать второго, двадцать шестого и тридцатого этапов, с;

$t_2$  – длительность четвертого, двенадцатого, двадцатого и двадцать восьмого этапов, с;

$t_3$  – длительность восьмого и двадцать четвертого этапов, с;

$t_4$  – длительность шестнадцатого этапа, с.

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

$$t_1 = \sqrt[3]{\frac{1}{2} \cdot \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(5)}}};$$

$$t_2 = \frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} - 4 \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{2} \cdot \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(5)}}};$$

$$t_3 = \frac{\omega_{\text{доп}}}{\omega_{\text{доп}}^{(1)}} - \frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} - 4 \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{2} \cdot \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(5)}}};$$

$$t_4 = \frac{\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}}{\omega_{\text{доп}}} - \frac{\omega_{\text{доп}}}{\omega_{\text{доп}}^{(1)}} - \frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} - 4 \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{2} \cdot \frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{\omega_{\text{доп}}^{(5)}}};$$

$$T_{\text{ц}} = 32t_1 + 4t_2 + 2t_3 + t_4,$$

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

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

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

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

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

где 
$$\varphi_{\text{гр.з}} = \omega_{\text{доп}} \cdot \left[ \frac{\omega_{\text{доп}}}{\omega_{\text{доп}}^{(1)}} + \frac{\omega_{\text{доп}}^{(1)}}{\omega_{\text{доп}}^{(2)}} + 4 \cdot \sqrt[3]{\frac{\omega_{\text{доп}}^{(2)}}{2\omega_{\text{доп}}^{(5)}}} \right].$$

Координаты электропривода имели следующие ограничения:

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

$$\omega_{\text{доп}}^{(5)} = 80000 \frac{\text{рад}}{\text{с}^6}. \text{ Электропривод отработал угол поворота исполнительного}$$

органа механизма  $(\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}) = 560 \text{ рад}$  за время  $T_{\text{ц}} = 6,4 \text{ с}$ . Остальные

параметры диаграммы:  $t_1 = 0,1 \text{ с}; \quad t_2 = 0,1 \text{ с}; \quad t_3 = 1,1 \text{ с}; \quad t_4 = 0,6 \text{ с};$

$\omega_{\max}^{(4)} = 8000 \frac{\text{рад}}{\text{с}^5}$ ;  $\omega_{\max}^{(3)} = 800 \frac{\text{рад}}{\text{с}^4}$ . Граничное значение угла поворота исполнительного органа механизма при таких ограничениях координат  $\varphi_{\text{гр.3}} = 464 \text{ рад}$ .

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  $(S_{\text{кон}} - S_{\text{нач}}) = 14 \text{ м}$  за время  $T_{\text{ц}} = 6,4 \text{ с}$ . Остальные параметры

диаграммы:  $t_1 = 0,1 \text{ с}$ ;  $t_2 = 0,1 \text{ с}$ ;  $t_3 = 1,1 \text{ с}$ ;  $t_4 = 0,6 \text{ с}$ ;  $V_{\max}^{(4)} = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}^5}$ ;

$V_{\max}^{(3)} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}^4}$ . Граничное значение перемещения исполнительного органа

механизма при таких ограничениях координат  $S_{\text{гр.3}} = 11,6 \text{ м}$ .

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

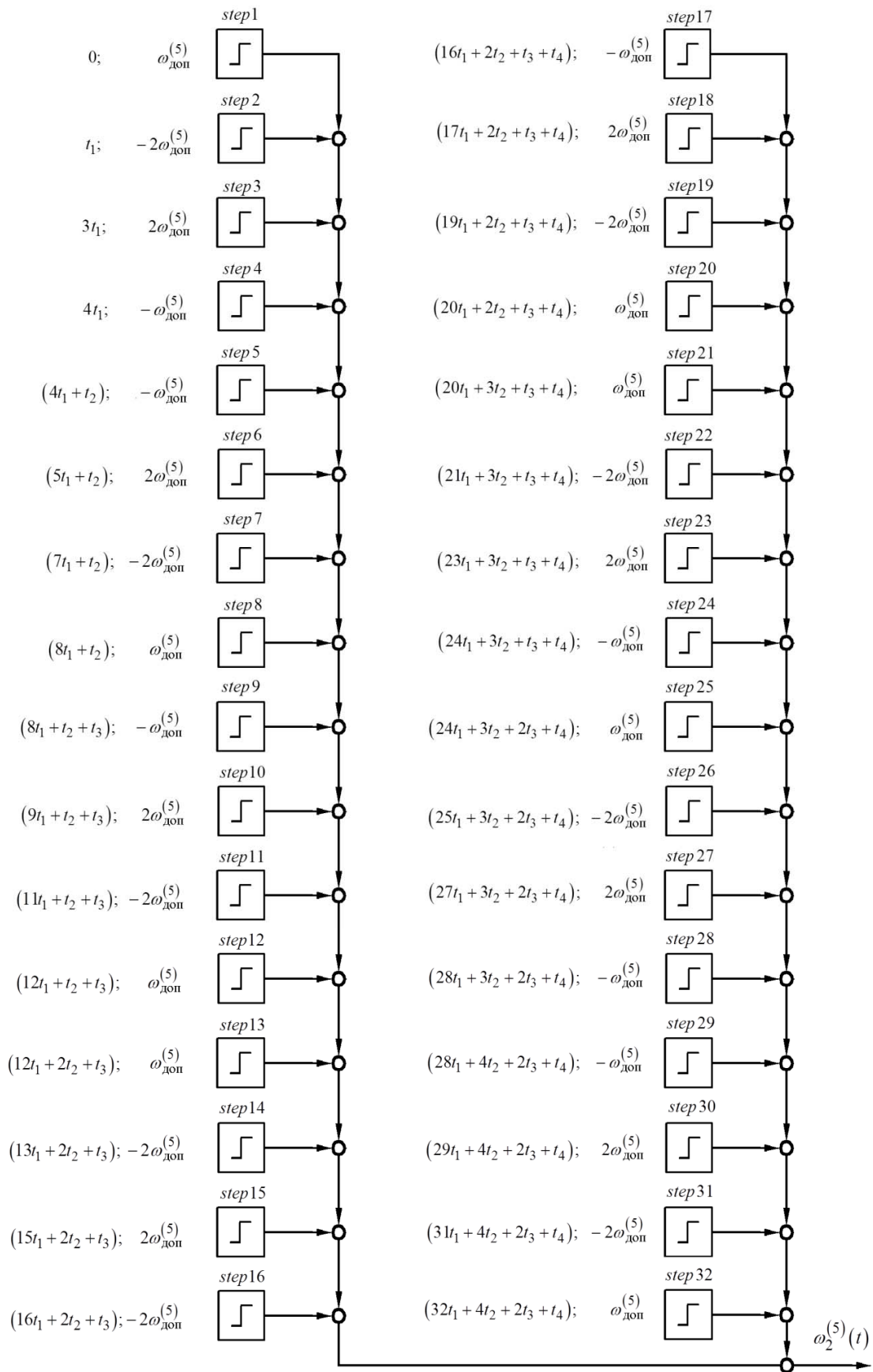


Рисунок 2

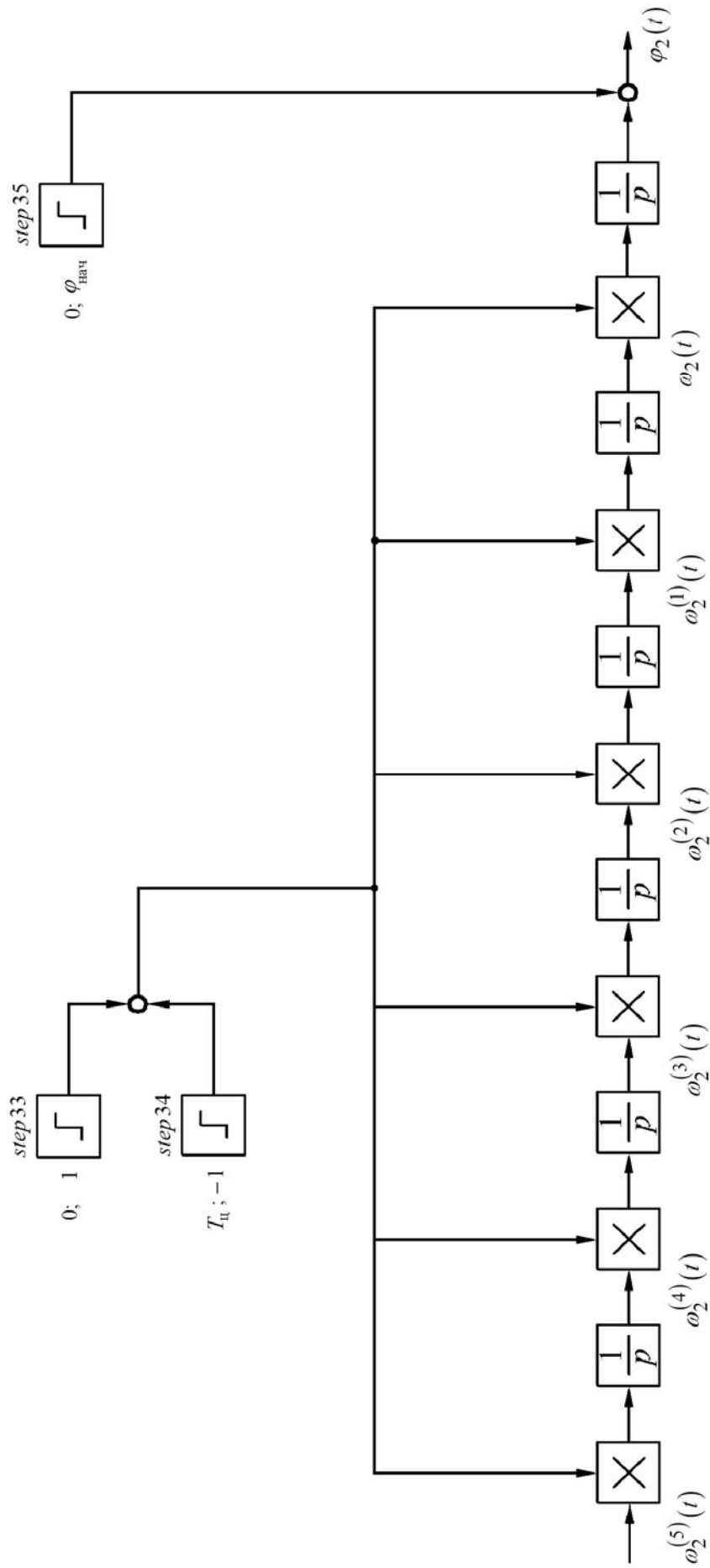


Рисунок 3



## ВЫВОДЫ

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

Внедрение устройства в прецизионный электропривод переменного тока с упругим валопроводом позволит интенсифицировать перемещение исполнительного органа механизма, что повысит производительность промышленных установок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Добробаба Ю.П., Кузьмина И.Б. Разработка оптимальной по быстродействию диаграммы для больших перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом. – Научные труды КубГТУ №1, 2015. Ссылка на интернет-ресурс: <http://ntk.kubstu.ru/file/318>.

## REFERENCES

1. Dobrobaba Yu.P., Kuzmina I.B. Development of the optimal time charts for the big displacements of the executive body of precision AC drive with an elastic shafting – *Scientific Labour KubSTU* № 1, 2015. Link to online resource: <http://ntk.kubstu.ru/file/318>.

### *DEVELOPMENT OF THE DEVICE FORMING THE OPTIMAL TIME CHART FOR THE BIG DISPLACEMENT OF THE EXECUTIVE BODY OF PRECISION AC DRIVE WITH AN 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 big 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, big movement.