

УДК 62

ОДНОКОНТУРНАЯ САР ПОЛОЖЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ЭЛЕКТРОПРИВОДА С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ



SINGLE-CIRCUIT ACS OF THE POSITION OF THE EXECUTIVE BODY OF THE ELECTRIC DRIVE WITH IMPROVED CHARACTERISTICS

Добробаба Юрий Петрович

кандидат технических наук,
доцент,
доцент кафедры электроснабжения
промышленных предприятий,
Кубанский государственный технологический университет

Кияшко Данил Сергеевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Разработана одноконтурная САР положения исполнительного органа электропривода с улучшенными характеристиками.

Ключевые слова: передаточная функция, одноконтурная, канал управления, электропривод, командоаппарат.

Dobrobaba Yury Petrovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Power Supply Industrial Enterprises,
Kuban State Technological University

Kiyashko Danil Sergeevich

Student,
Kuban State Technological University

Annotation. A single-circuit ACS of the position of the executive body of the electric drive with improved characteristics has been developed.

Keywords: transfer function, single – circuit, control channel, electric drive, command apparatus.

В настоящее время разработана трехконтурная САР положения исполнительного органа электропривода [1]. В данной работе предлагается одноконтурная САР положения исполнительного органа электропривода с улучшенными характеристиками. Использование одноконтурной САР позволяет уменьшить количество блоков, что приводит к повышению надежности системы в целом.

На рисунке 1 приведена структурная схема одноконтурной САР положения исполнительного органа электропривода с улучшенными характеристиками.

На рисунке 2 приведена структурная схема командоаппарата.

На рисунках приняты обозначения:

КА – командоаппарат;

КУ – компенсирующее устройство;

$U_{3П}$ – задающее напряжение, В;

U – напряжение, приложенное к якорной цепи электропривода, В;

$I_{я}$ – ток якорной цепи электропривода, А

$M_{с0}$ – момент сопротивления электропривода;

φ – угол поворота исполнительного органа электропривода, рад;

ω – угловая скорость исполнительного органа электропривода, $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$;

C_m – коэффициент пропорциональности между током и моментом электродвигателя, В·с;

J – момент инерции исполнительного органа электропривода, кг·м²;

C_e – коэффициент пропорциональности между угловой скоростью и ЭДС электродвигателя, $\frac{\text{В·с}}{\text{рад}}$;

$L_{я}$ – индуктивность якорной цепи электродвигателя, Гн;

$K_{ИП}$ – коэффициент усиления ИП;

$K_{оп}$ – коэффициент обратной связи по положению, $\frac{\text{В}}{\text{рад}}$;

$K_{ис}$ – коэффициент обратной связи по скорости, $\frac{\text{В·с}}{\text{рад}}$;

$\beta_{рп}$ – динамический коэффициент регулятора положения;

$\tau_{рп}, T_{рп}, T_{п}$ – постоянные времени регулятора положения;

p – комплексный параметр преобразования Лапласа, $\frac{1}{\text{с}}$.

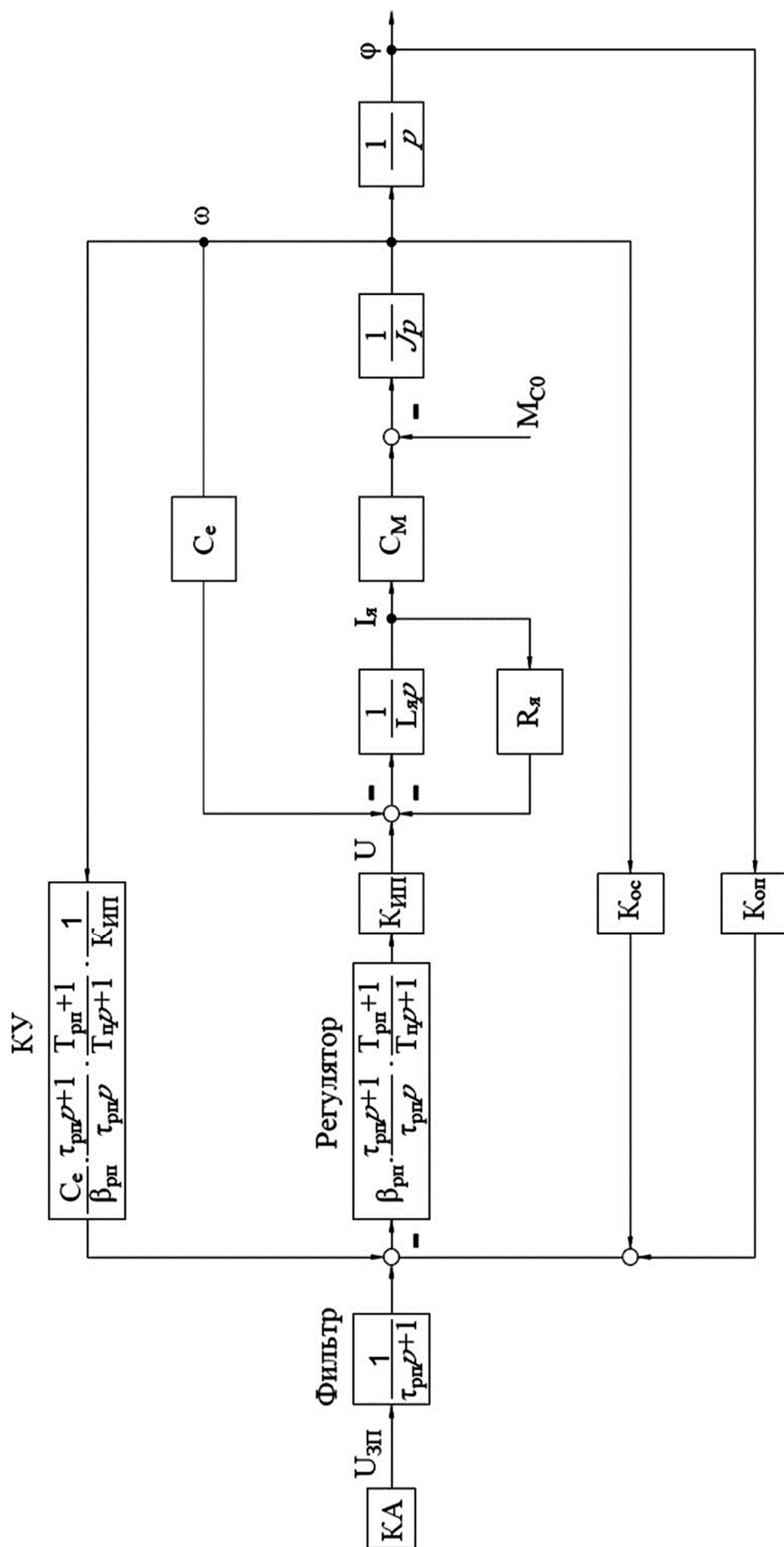


Рисунок 1 – Структурная схема одноконтурной САР положения исполнительного органа электропривода с улучшенными характеристиками

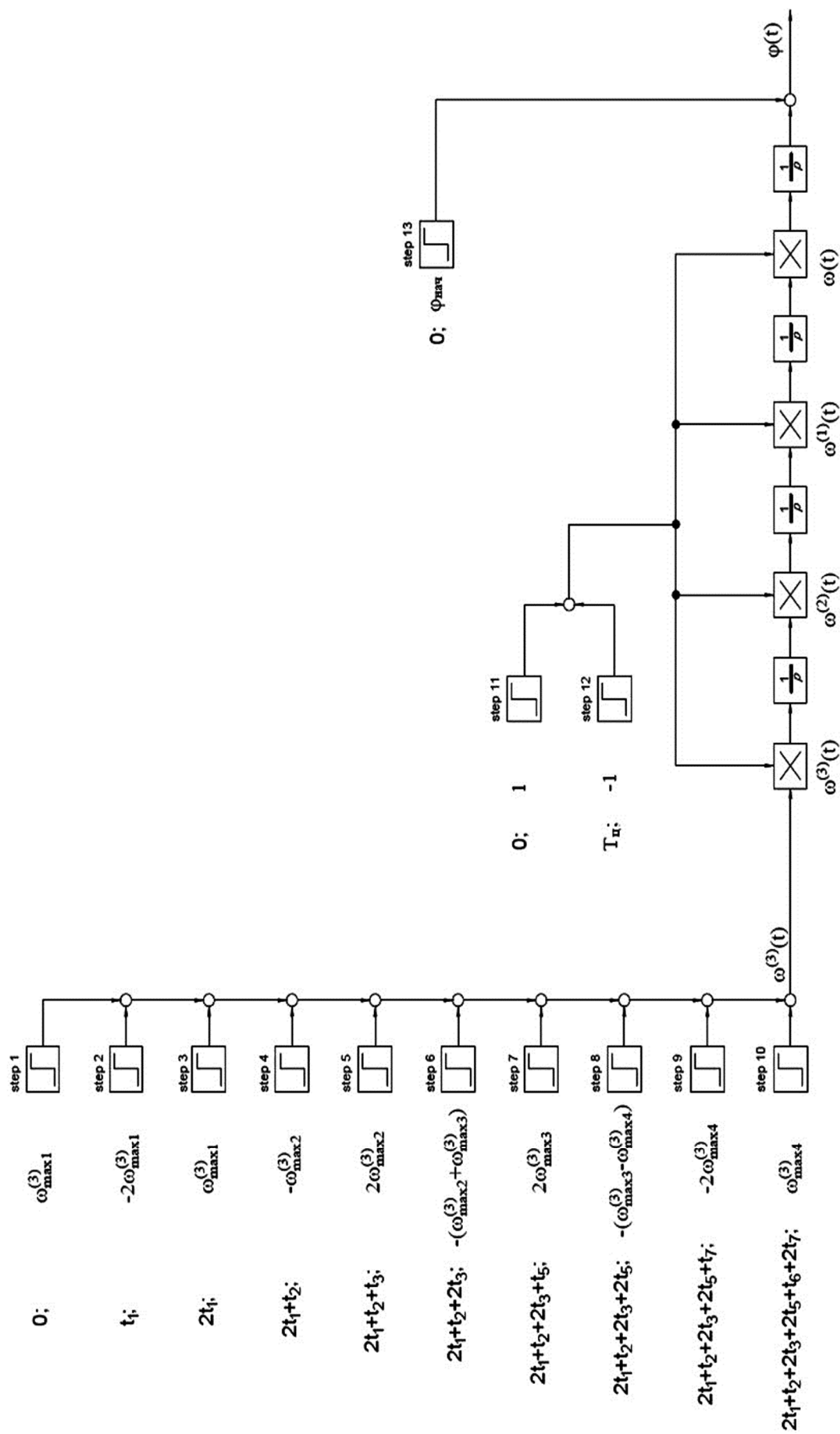


Рисунок 2 – Структурная схема командоаппарата

Запишем систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} & \left[\frac{U_{3П}}{\tau_{рп}p+1} - K_{ОП}T_{ОП}p\varphi - \frac{K_{ОП}}{\tau_{рп}p+1} \cdot \varphi \right] \cdot \beta_{рп} \cdot \frac{\tau_{рп}p+1}{\tau_{рп}p} \cdot \frac{T_{рп}p+1}{T_{П}p+1} \cdot K_{ИП} = R_{я} \cdot \left(\frac{L_{я}}{R_{я}} \cdot p+1 \right) \cdot I_{я}; \\ & C_{м}I_{я} = M_{с0} + Jp\omega \\ & p\varphi = \omega \end{aligned} \right\}$$

Из системы уравнений получим зависимость для тока якорной цепи:

$$I_{я} = \frac{J}{C_{м}} \cdot p^2\varphi + \frac{M_{с0}}{C_{м}}.$$

Принимаем, что:

$$T_{рп} = \frac{L_{я}}{R_{я}}.$$

Преобразуем первое уравнение системы с учетом зависимостей, приведенных выше:

$$\left[\frac{1}{\beta_{рп}} \cdot \frac{1}{K_{ИП}} \cdot \frac{R_{я}J}{K_{ОП}C_{м}} \cdot T_{П}\tau_{рп}p^4 + \frac{1}{\beta_{рп}} \cdot \frac{1}{K_{ИП}} \cdot \frac{R_{я}J}{K_{ОП}C_{м}} \cdot \tau_{рп}p^3 + T_{ОП}\tau_{рп}p^2 + T_{ОП}p+1 \right] \cdot \varphi = \frac{U_{3П}}{K_{ОП}} - \frac{1}{\beta_{рп}} \cdot \frac{1}{K_{ИП}} \cdot \frac{R_{я}}{K_{ОП}C_{м}} \cdot (T_{П}p+1)\tau_{рп}p \cdot M_{с0}.$$

Эталонная передаточная функция четвертого порядка с четырьмя кратными корнями характеристического уравнения имеет вид:

$$W(p) = \frac{1}{\left(\frac{1}{4}T_{\mu}^4 p^4 + 1 \right)^4} = \frac{1}{\frac{1}{256}T_{\mu}^4 p^4 + \frac{1}{16}T_{\mu}^3 p^3 + \frac{3}{8}T_{\mu}^2 p^2 + T_{\mu}p+1}.$$

Из сопоставления эталонной передаточной функции четвертого порядка и передаточной функции синтезируемой системы по каналу управления получаем систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} & \frac{1}{\beta_{рп}} \cdot \frac{1}{K_{ИП}} \cdot \frac{R_{я}J}{K_{ОП}C_{м}} \cdot T_{П}\tau_{рп} = \frac{1}{256}T_{\mu}^4; \\ & \frac{1}{\beta_{рп}} \cdot \frac{1}{K_{ИП}} \cdot \frac{R_{я}J}{K_{ОП}C_{м}} \cdot \tau_{рп} = \frac{1}{16}T_{\mu}^3; \\ & T_{ОП}\tau_{рп} = \frac{3}{8}T_{\mu}^2; \\ & T_{ОП} = T_{\mu}. \end{aligned} \right\}$$

Из системы уравнений следует:

$$T_{\Pi} = \frac{1}{16} T_{\mu};$$

$$\beta_{\text{рп}} = \frac{6}{K_{\text{ИП}}} \cdot \frac{R_{\text{я}} J}{K_{\text{ОП}} C_{\text{м}} T_{\mu}^2};$$

$$\tau_{\text{рп}} = \frac{3}{8} T_{\mu};$$

$$T_{\text{ОП}} = T_{\mu}.$$

При этом:

$$\frac{1}{\beta_{\text{рп}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{ИП}}} \cdot \frac{R_{\text{я}} J}{K_{\text{ОП}} C_{\text{м}}} = \frac{1}{6} \frac{T_{\mu}^2}{J}.$$

В данной статье приняты следующие параметры:

$$C_e = 1,25 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{рад}}; C_M = 1,25 \text{ В} \cdot \text{с}; R_{\text{я}} = 5 \text{ Ом}; L_{\text{я}} = 0,1 \text{ Гн}; J = 0,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; K_{\text{ИП}} = 25;$$

$$K_{\text{ОП}} = 0,025 \frac{\text{В}}{\text{рад}}; T_{\mu} = 0,01 \text{ с}.$$

Таким образом

$$\beta_{\text{рп}} = 38400; T_{\Pi} = 0,000625 \text{ с}; \tau_{\text{рп}} = 0,00375 \text{ с}; T_{\text{ОП}} = 0,01 \text{ с},$$

$$\frac{1}{6} \frac{T_{\mu}^2}{J} = \frac{1}{6000}.$$

Таким образом, передаточная функция одноконтурной САР положения исполнительного органа электропривода с улучшенными характеристиками по каналу управления равна:

$$\frac{\varphi(p)}{U_{\text{зп}}(p)} = \frac{1}{K_{\text{ОП}}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{4} T_{\mu} p + 1\right)^4}.$$

Вывод.

Внедрение данного электротехнического комплекса совместно с командоаппаратом позволит реализовать максимальное быстродействие данной системы.

Литература

1. Добробаба Ю.П. Особо точный позиционный электропривод постоянного тока : монография / Ю.П. Добробаба, А.Л. Хорцев // ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Изд-во ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014. – 104 с.

References

1. Dobrobaba Y.P. Particularly precise positional DC electric drive : monograph / Y.P. Dobrobaba, A.L. Horcev // FSBEI of HPE «KubSTU» – Krasnodar : Publishing house FSBEI of HPE «KubSTU», 2014. – 104 p.