

**БАЛАКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕХНИКИ, ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЕНИЯ
ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАТИКА В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине

Локальные системы управления

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ХОДОМ ШАГАЮЩЕГО ЭКСКАВАТОРА

Выполнил ст. гр. УИТ-51

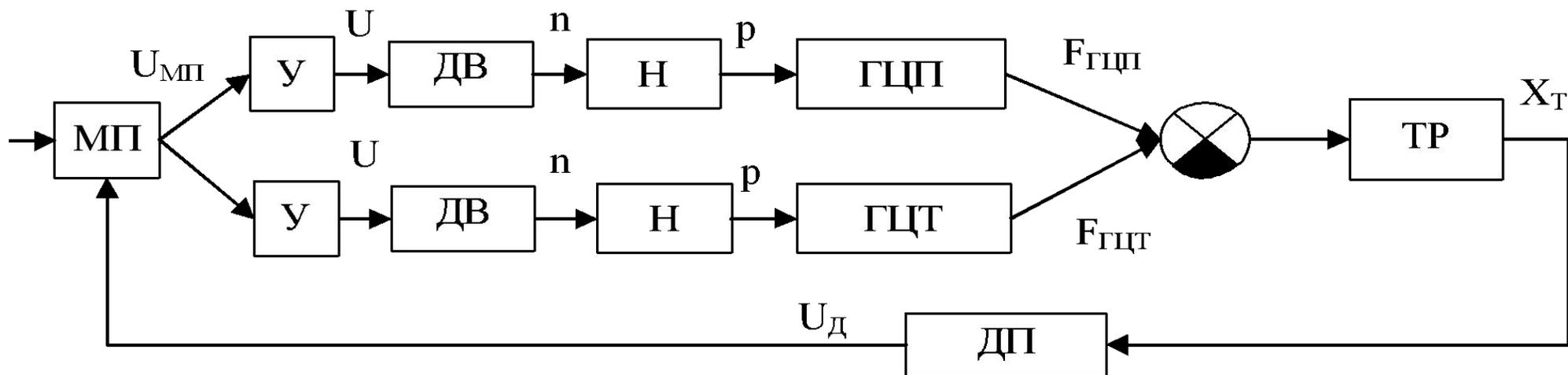
Колесникова Е.В.

Руководитель проекта

к.т.н. Скоробогатова Т.Н.

2004

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА САУ ХОДОМ ШАГАЮЩЕГО ЭКСКАВАТОРА



- МП - микропроцессор со встроенными АЦП и ЦАП;
- У - усилитель;
- ДВ - двигатель;
- Н - насос постоянной производительности;
- ГЦП - главный (подъёмный) цилиндр;
- ГЦТ - вспомогательный (тяговый) цилиндр;
- ТР - траверса (горизонтальная балка);
- ДП - датчик перемещений.

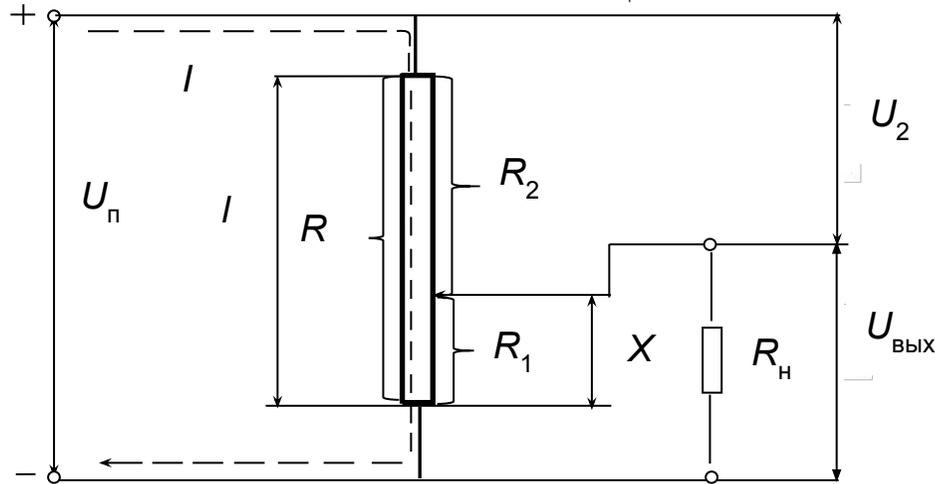
Технические характеристики шагающего экскаватора:

Диаметр опорной базы, м	14
Длина лыжи, м	16
Длина шага, м	до 2
Скорость передвижения, м/с	0,07
Средняя продолжительность рабочего цикла, с	65

Показатели качества ЛСАУ:

Колебательность системы	1.3
Перерегулирование, %	35-60
Время регулирования, с	20
Ошибка δ , м	0,05

РАСЧЁТ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ПУТИ



Максимально допустимая температура нагрева обмотки:

$$\theta_{10} = \frac{\sigma_y}{E(\alpha_K - \alpha_{ПР})} + \theta_{20}$$

где σ_y - предел прочности материала провода (вольфрам),

α_K - коэффициент линейного расширения материала каркаса (оксидированный алюминий),

$\alpha_{ПР}$ - коэффициент линейного расширения материала провода (константан),

E - модуль упругости материала провода,

θ_{20} - минимальная температура нагрева корпуса,

$$\theta_{10} = \frac{10^3}{1.34 \cdot 10^6 (2.8 \cdot 10^{-6} - 1.6 \cdot 10^{-6})} - 40 = 458 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Полученное значение меньше допустимой температуры нагрева провода из константана – 600 $^\circ\text{C}$.

Допустимое значение перегрева обмотки:

$$\Delta\theta = \theta_{10} - \theta_{0\max} = 582 - 50 = 418 \text{ } ^\circ\text{C}$$

где $\theta_{0\max}$ - максимальная температура окружающей среды.

Диаметр провода (обмотки):

$$d = \sqrt[3]{\frac{4\rho I_{\max}^2}{k\pi^2\eta\Delta\theta}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0.54 \cdot 10^{-4} \cdot (10 \cdot 10^{-3})^2}{0.5 \cdot 3.14^2 \cdot 0.25 \cdot 10^{-9} \cdot 532}} = 0.35 \text{ см} = 3.5 \text{ мм}.$$

Средняя длина одного витка обмотки:

$$l = \frac{r_0 \pi d^2}{4\rho W^2} = \frac{20 \cdot 10^3 \cdot 3.14 \cdot 1.05 \cdot 0.35^2}{4 \cdot 0.54 \cdot 10^{-4} \cdot 550^2} = 29 \text{ см}.$$

Диаметр каркаса:

$$D = \frac{l}{\pi} - d_1 = \frac{29}{3.14} - 0.365 = 8.834 \text{ см}.$$

ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ

Проверка устойчивости ЛСАУ с учетом ЭВМ выполняется на основании критерия устойчивости Шур-Кона.

$$W_z(z) = \frac{z-1}{z} \cdot z \left\{ \frac{W_z(P)}{P} \right\},$$

где $\frac{z-1}{z}$ - фиксатор нулевого порядка, $z \left\{ \frac{W_z(P)}{P} \right\}$ - z-форма непрерывной части системы автоматического регулирования.

Передаточная функция в z-форме с точностью входящих в него величин до 3-го порядка с учётом времени дискретизации $T_0=65$ с:

$$W_z(z) = -2.00 \cdot 10^{-17} \frac{1.14 \cdot 10^{28282} \cdot z^3 - 2.13 \cdot 10^{28285} \cdot z^2 + 1.09 \cdot 10^{28279} \cdot z - 2.58 \cdot 10^{49}}{z(5.00 \cdot 10^{28248} \cdot z - 3.61 \cdot 10^{19}) \cdot (1.00 \cdot 10^{23} \cdot z - 9.54 \cdot 10^{19})}$$

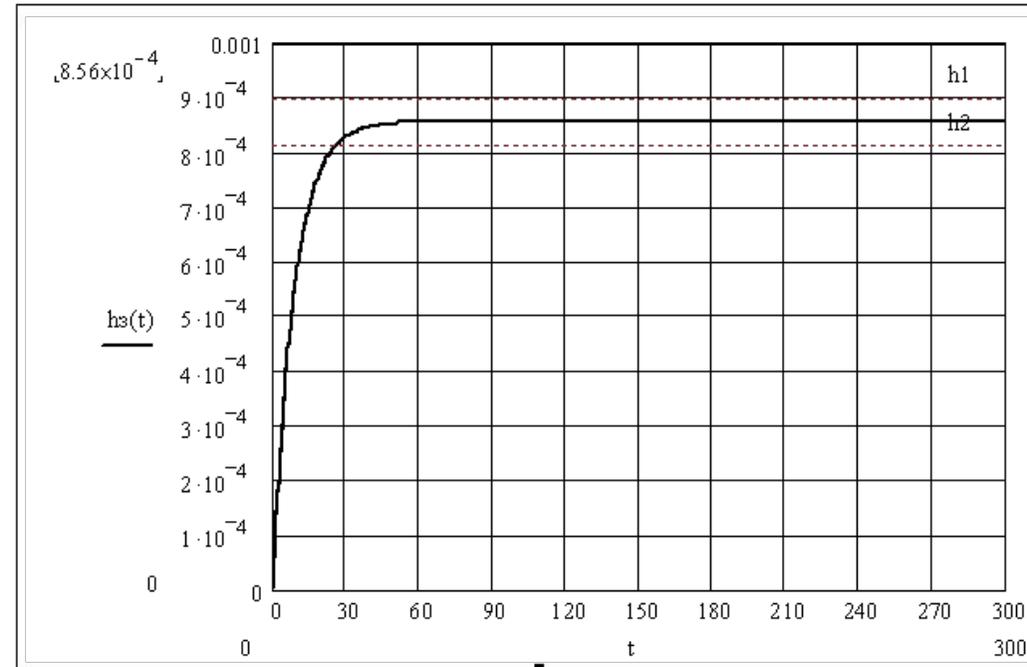
Характеристическое уравнение передаточной функции системы в z-форме:

$$D_z(z) = z(5.00 \cdot 10^{28248} \cdot z - 3.61 \cdot 10^{19}) \cdot (1.00 \cdot 10^{23} \cdot z - 9.54 \cdot 10^{19})$$

Корни характеристического уравнения:

$$D_z(z) \left| \begin{array}{l} \text{solve, z} \\ \text{float, 3} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 7.22 \cdot 10^{-28230} \\ 9.54 \cdot 10^{-4} \end{pmatrix}$$

Заданная САУ является устойчивой.



$$\psi_{ж} = 1.57 \text{ рад}$$

ЛАЧХ, ЖЛАЧХ, ЛАЧХ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Передаточная функция ЛАЧХ неизменяемой части:

$$W(\lambda) = \frac{-1.50 \cdot 10^{-2} - 1.75 \cdot 10^{-4} \cdot i\lambda - 31.6 \lambda^2 - 184 i\lambda^3 - 1.67 \cdot 10^4 \cdot \lambda^4}{-16.0 - 1.04 \cdot 10^3 \cdot i\lambda + 36.7 \lambda^2 - 1.10 \cdot 10^6 \cdot i\lambda^3 + 1.79 \cdot 10^7 \cdot \lambda^4}$$

Запасы устойчивости по фазе и амплитуде бесконечны.

Передаточная функция ЖЛАЧХ:

$$W_{ж}(\lambda) = \frac{0.8}{i\lambda} \cdot (0.0017 i\lambda + 1)$$

Запасы устойчивости:

- по фазе — $\psi_{ж} = 1.57 \text{ рад} = 90^\circ$.

- по амплитуде бесконечен.

Передаточная функция последовательного КУ:

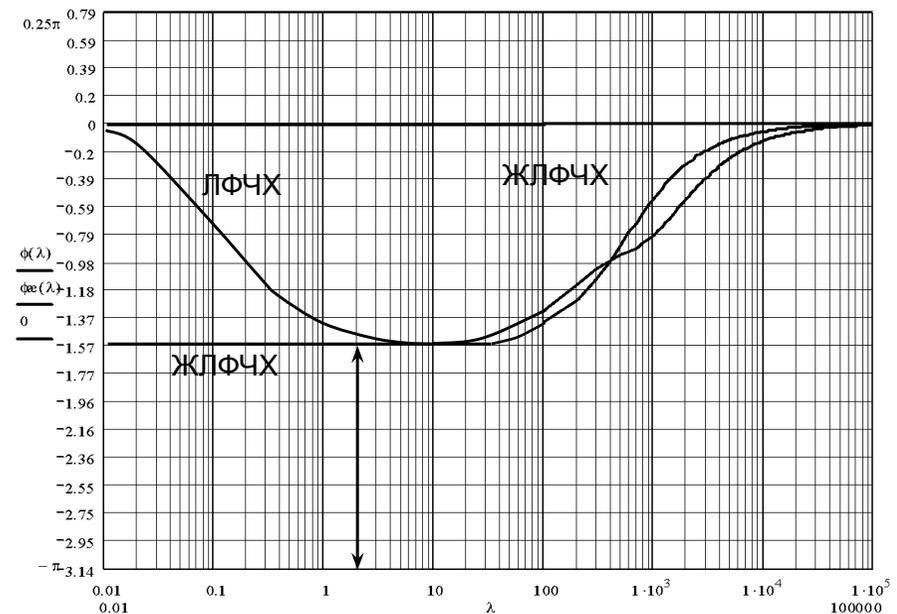
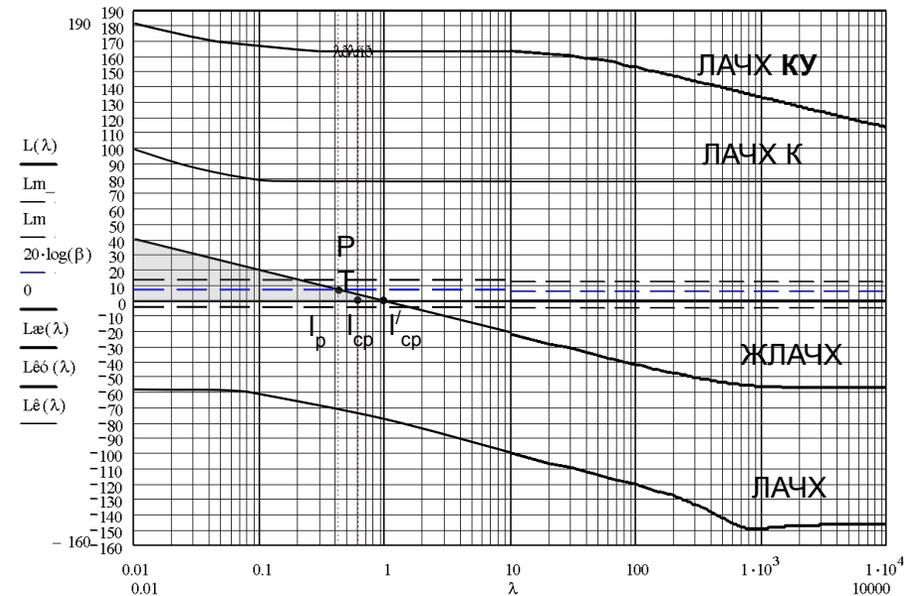
$$W_{к}(\lambda) = \frac{794}{(i\lambda)} \cdot [1 + (i\lambda)]$$

Передаточная функция параллельного КУ через передаточную функцию последовательного КУ:

$$W_{ку}(p) = W_{у}(p) \cdot (W_{к}(p) - 1)$$

Передаточная функция параллельного КУ:

$$W_{ку}(\lambda) = -3.0010^{-10} \cdot \frac{-1.9910^{20} \cdot \lambda + 1.9810^{19} \cdot i}{\lambda \cdot (13.1i\lambda + 400)}$$



ПОДБОР И РАСЧЁТ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

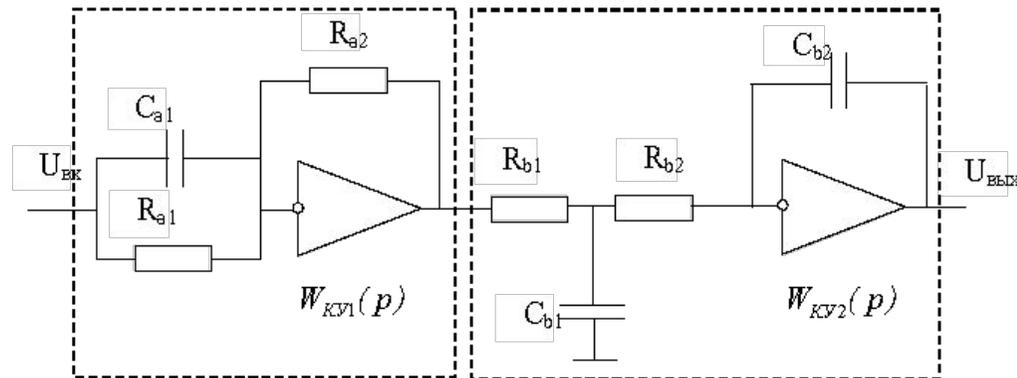
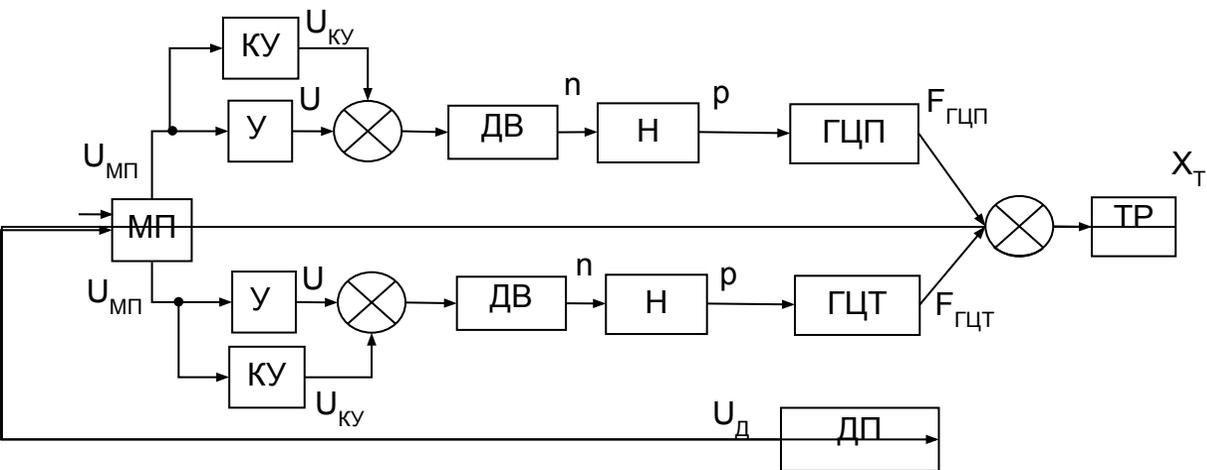
Передаточная функция корректирующего устройства:

$$W_{ку}(p) = \left[-4.94 \times 10^3 \cdot (0.3p + 1) \cdot \frac{-1}{10^{-5} p \cdot (10^{-3} p + 1)} \right]$$

$$W_{ку}(p) = W_{ку1}(p) \cdot W_{ку2}(p),$$

где $W_{ку1}(p) = k \cdot T_1 (T_1 p + 1) = 4.94 \cdot 10^3 \cdot (0.3p + 1)$

$$W_{ку2}(p) = \frac{-1}{T_2 p \cdot (T_2 p + 1)} = \frac{-1}{10^{-5} p \cdot (10^{-3} p + 1)}$$



Задаемся значениями $C_{a1} = 250$ мкФ, $C_{b1} = 30$ мкФ. Тогда:

$$R_{a1} = \frac{T}{C_{a1}} = \frac{0.3}{250 \cdot 10^{-6}} = 1.2 \text{ (кОм)},$$

$$R_{a2} = k \cdot R_{a1} = 4.94 \cdot 10^3 \cdot 1.2 \cdot 10^3 = 5.9 \text{ (МОм)},$$

$$R_{b1} = \frac{T_2}{C_{b1}} = \frac{10^{-3}}{30 \cdot 10^{-6}} = 33 \text{ (кОм)},$$

БЛОК-СХЕМА ПРОГРАММЫ КОРРЕКЦИИ

