

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ**

**«Автоматлаштириш ва Бошқариш ва Матбаа» факултети**

**«Технологик жараёнларни автоматлаштириш ва компьютерлаштириш»  
кафедраси**

**«Автоматик бошқариш назарияси» фанидан**

# **КУРС ИШИ**

**Бажарди: 22а-13 гуруҳ талабаси  
Жабборов М.**

**Қабул қилди: Холматов Д.**

**Тошкент – 2016**

### 1.1. Қисқача методик қўлланмалар ва тушунтириш хати мазмуни.

1. Система аниқлигига қўйилган талаб асосида берилган структур схема учун кучайтиргичнинг керакли узатиш коэффициенти ҳамда очик ва берк система учун узатиш функциялари аниқлансин. Турғунлик частотаси критерийси ёрдамида ёпик системанинг турғунлиги ЭХМда (1-илова) аниқлансин ҳамда очик системанинг ЛАЧХ ва ЛФЧХси орқали ўткинчи жараён сифатига баҳо берилсин.

2. Система сифатига қўйилган талаблар орқали очик зарурий системанинг ЛАЧХси қурилсин.

3. Корректловчи элементнинг ЛАЧХси топилсин; принципиал схемаси танлансин ва параметрлари ҳисоблансин.

4. Корректланган очик системанинг ЛАЧХ ва АФХси қурилсин ва улар асосида ўткинчи жараён сифати баҳолансин. Структур схема қурилсин ва ЭХМда (2-илова) ўткинчи жараён ҳисоблансин. Ўткинчи функция орқали системанинг сифат кўрсаткичлари аниқлансин.

5. Корректланган системанинг хатолик бўйича узатиш функцияси топилсин ва қарор хато киришдаги таъсирлари ҳисоблансин.

А)  $x(t) = 1(t)$  б)  $x(t) = t$  в)  $x(t) = t^2$

6. Амплитуда импульс системасининг структур схемаси тузилсин (берилган чизиқли системадаги кчайтириш элементи идеал амплитуда элементи ва

$W_{\phi}(p) = \frac{1 - e^{-\gamma T p}}{p}$  узатиш функцияси шаклловчи элементи билан алмаштирлади, бу

ерда  $\gamma$  - импульсларнинг нисбий муддати  $T$  – импульсларнинг такрорланиш даври). Очик ва берк импульсли системанинг ўткинчи функциялари ( $W_0(z), W_6(z)$ ) топилсин. Гурвиц критерийси ёрдамида берк импульс системанинг турғунлиги аниқлансин.

7. Берк импульс системанинг ўткинчи ҳолат графиги (ЎХТ) қурилсин. Мезон формуласи ва Лаплас тескари алмаштириши ёрдамида ҳар бир элемент ҳамда системанинг чиқиш катталиги аниқлансин. Систедаги ўткинчи жараён ЭХМда ҳам ҳисоблансин (3-илова).

8. Ночизиқли системанинг структур схемаси тузилсин (берилган чизиқ системадаги кчайтириш элементи тегишли статик характеристикали ноцизиқли элемент билан алмаштирилади) системанинг чизиқли қисми учун амплитуда-фаза характеристикаси  $W_q(j\omega)$  ва ноцизиқли звено учун эквивалент амплитуда-фаза харатеристикаси  $W_n(j\omega)$  ифода топилсин (4-илова).

9. Системада автотебранишлар ҳосил бўлиш имконияти ҳамда унинг амплитудаси ва частотаси топилсин. Автотебранишлар турғунлиги ва параметларини аниқлаш учун Гольдфарб методини қўллаш мумкин. Ҳисоблаш аниқлигини ошириш учун  $W_q(j\omega)$  ва  $z(a) = -1/W_n(a)$  характеристикалари кесишиш нуқталари атрофида каттароқ масштабда алоҳида қурилиши лозим.

Ҳисобларни тушунтиришда фикрни аниқ ифодалашга алоҳида эътибор бериш зарур. Қисқартма номлар биринчи марта ишлатилишда тўлиқ ёзилиши керак. Расмлар тагида уларнинг мазмунини акс эттирувчи ёзувлар ҳамда кетма-кетлик

номери бўлиши шарт. Масалан, расм-2. Берк системанинг ўткинчи жараён графиги. Адабиётларга илова (1) тарзида берилади.

Тушунтириш хатида материалларни жойлаштириш тартиби:

- муқова (5-илова),
- ўқитувчи имзолаган курс иши вазифиси,
- кириш,
- ҳисоб қисми,
- хулоса,
- фойдаланилган адабиётлар рўйхати.
- мундарижа.

### **1.2. График материаллар рўйхати.**

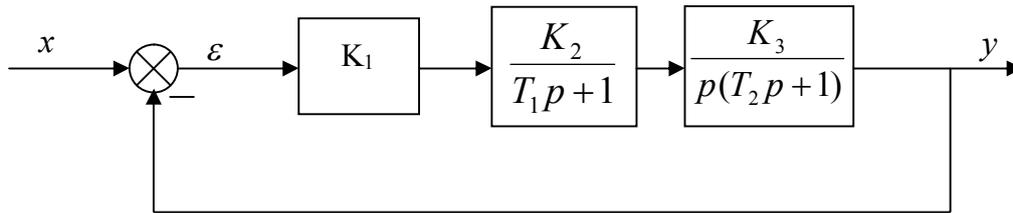
Ҳисоблаш-тушунтириш хатида қуйидаги график ва расмлар келтирилади:

1. берилган чизиқли узлуксиз системанинг структур схемаси.
2. берилган очиқ системанинг ЛАЧХ, ЛФЧХ, ва АФХлари
3. зарурий берк системанинг ЛАЧХ ва ЛФЧХлари
4. корректланган чизиқли системанинг ЭҲМда ҳисобланган ўткинчи жараён графиги.
5. танланган корректловчи элементнинг принципиал структур схемаси.
6. корректланган чизиқли узлуксиз системанинг структур схемаси.
7. импульс схеманинг структур схемаси.
8. импульс системанинг ўткинчи ҳолат графиги ва ўткинчи жараён графиги.
9. ночизиқли системанинг структур схемаси.
10. ночизиқли системанинг чизиқли қисми АФХси графиги ва ночизиқли элемент характеристикаси.

## 2. КУРС ИШИГА ВАЗИФАЛАР.

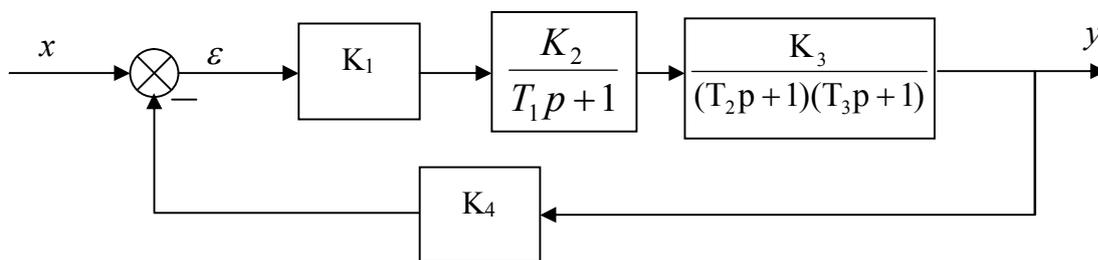
### 2.1. Берилган чизикли узлуксиз системанинг структур схемалари.

Вазифа №1



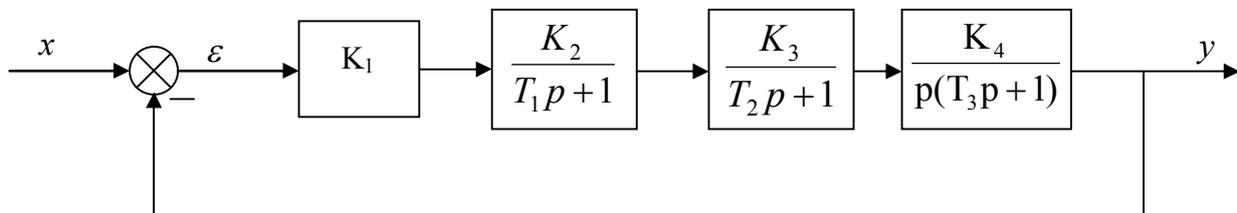
Ночизикли ва импульс системаларни текширишда  $T_1$  вақт доимийси эътиборга олинмайди.

Вазифа №2



Ночизикли ва импульсли системаларни текширишда  $T_3$  вақт доимийси эътиборга олинмайди.

Вазифа №3



Ночизикли ва импульсли системаларни текширишда охириги звено эътиборга олинмайди.

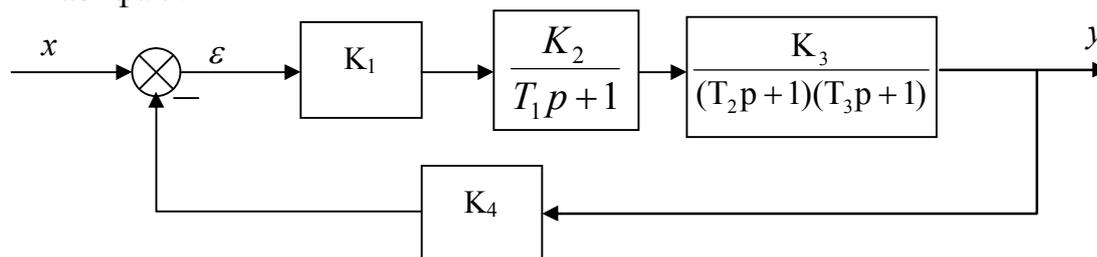
### 2.2. Берилган система параметрлари ва лойиҳаланаётган системага қўйилган шартлар:

- А) чизикли қисм параметрлари элементларини (узатиш коэффициентлари, вақт доимийлари);
- Б) системанинг кириш таъсири миқдори;
- В) ночизикли элемент параметрлари;
- Г) импульс элементи параметрлари (импульсларнинг таъсир муддати ва такрорланиш даври).
- Д) системага қўйилган талаблар (хатолик миқдори, ўткинчи жараён вақти, ўта ростлаш қиймати).

### 3. КУРС ИШИНИ БАЖАРИШГА МИСОЛ.

Ҳисоблаш учун берилган:

Вазифа №2



Ночизикли ва импульсли системаларни текширишда  $T_3$  вақт доимийси эътиборга олинмайди.

Б) элементларнинг узатиш коэффициентлари.

$K_2=10$ ,  $K_3=5$ ,  $K_4=0.2$ град/с.

В) элементларининг вақт доимийлиги

$T_1=0,15$  с;  $T_2=0,25$  с;  $T_3=0,4$ с;  $x=5$ .

Д) синтез қилинаётган системага талаблар.

-тезлик хатолиги  $\varepsilon_{ст} \leq 0,02$ град

-ўта ростлаш қиймати  $\sigma \leq 20$  %

-ўтқинчи жараён вақти  $t_n = 0.35$  с.

#### 3.1.1. Берилган аниқлик асосида системанинг ва олдинги

#### кучайтиргичнинг зарурий узатиш коэффициентларини аниқлаш.

Системанинг зарурий узатиш коэффициенти ( $K_3$ ) берилган структур схема учун қуйидаги формула бўйича топилади:

Статик системалар учун: (1)

$$K_3 \geq \frac{x - \varepsilon_{ст}}{\varepsilon_{ст}}$$

бунда  $x$  - кириш таъсири,  $\varepsilon_{ст}$  - статик хатолик қиймати. Берилган сон қийматларини қўйиб

$K_3 \geq 249$  сонини топамиз

.Кучайтириш элементинингузатиш коэффициенти қуйидагича топилади:

$$K_1 = \frac{K_3}{\prod K} = \frac{K_3}{K_2 \cdot K_3} \quad (2)$$

Сон қийматларни қўйиб,  $K_1 = 5$  ни топамиз.

### 3.1.2. Системанинг узатиш функцияларини топиш ва турғунликнинг частотавий мезони асосида системанинг турғунлигини анализ қилиш.

Берилган системанинг узатиш функциялари қуйидаги формулалардан топилади:

$$W_o(p) = \prod_{i=1}^n W_i(p) = \frac{K_3}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)} \quad (3)$$

$$W_o(p) = \frac{W_o(p)}{1 + W_o(p)} = \frac{K}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1) + K} \quad (4)$$

Бу ерда  $K_3 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$

Берилган системанинг турғунлигини текшириш учун очиқ системанинг АФХси қурилади. АФХни ЭХМда ҳисоблаш мумкин (1-илова). АФХ қуйидаги тартибда ҳисобланади:

$$W_o(p) \rightarrow W_o(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega) \begin{cases} \rightarrow U(\omega) \\ \rightarrow V(\omega) \end{cases} \quad (5)$$

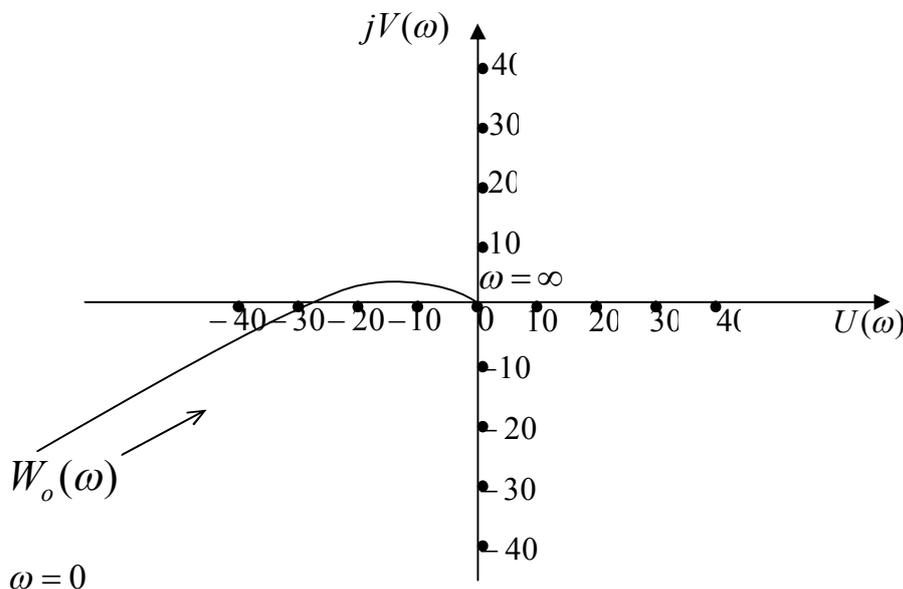
Кейин  $\omega$  га 0 дан  $\infty$  гача қийматлар берилиб, АФХ қурилади ва Найквист мезони бўйича берк системанинг турғунлиги топилади. Бизнинг мисолимизда

$$W_o(j\omega) = \frac{K}{(j\omega T_1 + 1)(j\omega T_2 + 1)(j\omega T_3 + 1)} = \frac{249}{(j\omega \cdot 0.15 + 1)(j\omega \cdot 0.25 + 1)(j\omega \cdot 0.4 + 1)} \quad (6)$$

$$U(\omega) = \frac{K\omega^2 T_1 (T_3 + T_2 - T_3 T_2 \omega)}{\omega^4 T_1 (T_3 + T_2 - T_3 T_2 \omega)^2 - \omega^2 (T_1 T_2 + T_1 + T_3 + T_2)^2} = \frac{24,3\omega^2 - 3,7\omega^3}{\omega^4 (0,0975 - 0,015\omega)^2 - 0,74\omega^2}$$

$$V(\omega) = \frac{-K\omega (T_1 T_2 + T_1 + T_3 + T_2)}{\omega^4 T_1 (T_3 + T_2 - T_3 T_2 \omega)^2 - \omega^2 (T_1 T_2 + T_1 + T_3 + T_2)^2} = \frac{214,14\omega^2}{\omega^4 (0,0975 - 0,015\omega)^2 - 0,74\omega^2}$$

$\omega$  ни 0 дан  $\infty$  гача ўзгартириб АФХни қурамиз (1-илова). Расмдан кўришиб турибдики,  $W_o(j\omega)$  координаталари  $(-1; j0)$  нуқтани қамраб олган. Демак, берилган система нотурғундир.



### 3.1.3. Берилган системанинг логарифмик частотавий характеристикасини қуриш

Берилган система кетма-кет уланган типик динамик звенолардан ташкил топган. Берилган очик системанинг ЛАЧХси  $L_{\text{бн}}(\omega)$  қуйидагича чизилади: координаталари  $20\lg K_3 = 20\lg 249 = 47,9 \text{ дб}$  нуқтадан  $0 \text{ дб/дек}$  оғишда  $\omega_3 = \frac{1}{T_3}$  частотагача тўғри чизик ўтказамиз. Кейин,  $\omega_3$  дан  $\omega_2 = \frac{1}{T_2}$  гача  $L(\omega)$  нинг оғишини  $-20 \text{ дб/дек}$ ,  $\omega_2$  дан бошлаб  $-40 \text{ дб/дек}$  билан  $\omega_1$  гача келади дан  $\omega_1$  бошлаб  $-60 \text{ дб/дек}$  бўлади. Системанинг ЛФЧХси  $\varphi_{\text{бн}}(\omega)$  алоҳида звеноларнинг  $\varphi(\omega)$  лари йиғиндисига тенг бўлади.

$$\varphi_{\text{бн}}(\omega) = -\arctg \omega T_1 - \arctg \omega T_2 \quad (7)$$

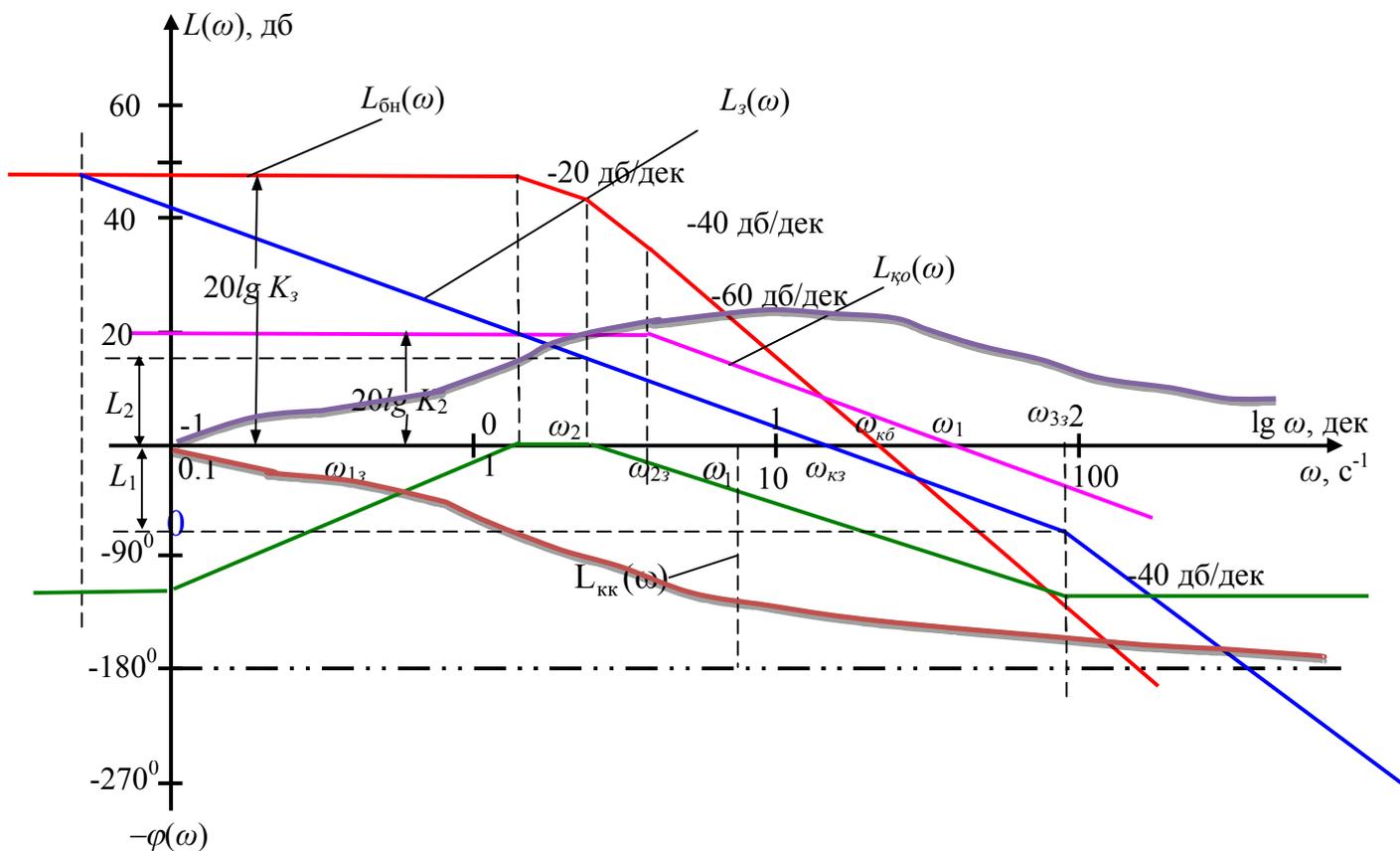
Частота  $\omega$  га 0 дан  $\infty$  гача қийматлар бериб  $\varphi_{\text{бн}}(\omega)$  ни ҳисоблаймиз (1-жадвал).

1-жадвал

**Частотани 0 дан  $\infty$  гача ўзгарганда  $\varphi_{\text{бн}}(\omega)$  ни қийматлари**

Частота, $\omega$	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	2
$\varphi_{\text{бн}}(\omega)$ , град	- 5,69	- 11,35	- 16,9	- 22,4	- 27,8	- 33	- 43
Частота, $\omega$	4	6	8	10	12	14	20
$\varphi_{\text{бн}}(\omega)$ , град	- 75,5	- 97,7	- 113	- 123,8	- 131,8	- 137,8	- 149,4
Частота, $\omega$	35	50	65	80	95	110	1000
$\varphi_{\text{бн}}(\omega)$ , град	- 161,8	- 166,9	- 169,7	- 171,4	- 172,6	- 173,5	- 178,4

Турғунлик логарифмик мезонига биноан система нотурғундир, чунки  $\omega_{\text{кб}} > \omega_{\text{сб}}$ , бунда  $\omega_{\text{кб}}$ ,  $\omega_{\text{сб}}$  берилган системанинг кесишиш ва сўниш частоталари (2-расм). Логарифмик частоталар орқали орқали олинган хулоса текширилаётган система турғунлиги ҳақида Найквист мезони ёрдамида олинган хулосани тасдиқлайди.



2-расм. Берилган ва зарурий системанинг логарифмик характеристикалари.

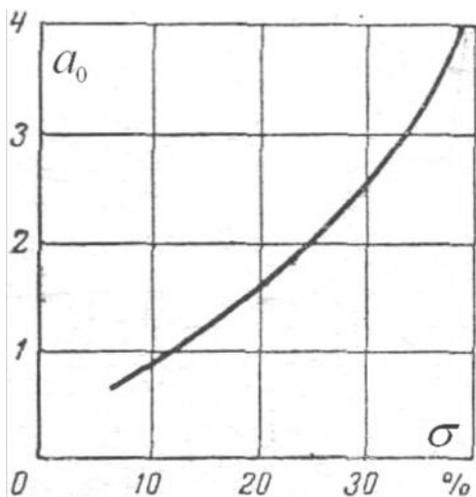
### 3.1.4. Зарурий системанинг ЛАЧХ ва ЛФЧХсини қуриш. (1,4,5,6,9)

Очиқ системанинг зарурий логарифмик характеристикалари лойиҳалаштирилатган системага қўйилган қуйидаги талаблар орқали қурилади: керакли кучайтириш коэффициенти, системанинг астатизм даражаси, ўткинчи жараён вақти, ўтаростлаш қиймати.

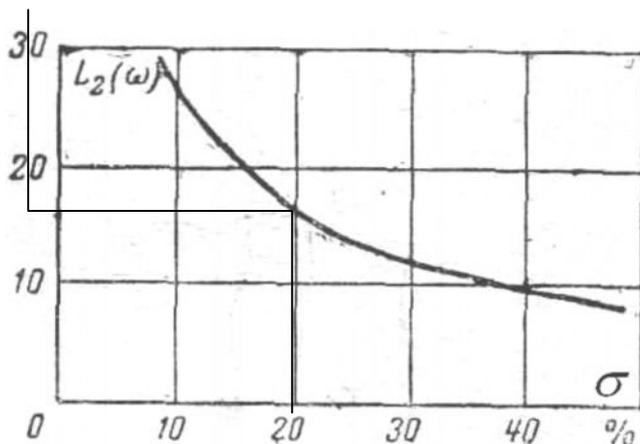
ЛАЧХнинг паст частотали қисми очиқ системанинг кучайтириш коэффициенти ва астатизм  $\nu$  даражаси билан аниқланади. Бу қисм оғмалиги -  $0\nu$ дб/дек га тенг бўлиб, ординатаси  $20\lg K$  ва  $\nu$  - астатизм тартиби,  $K$  – системанинг керакли кучайтириш коэффициенти. Корректловчи элемент содда бўлишлиги учун бу қисм иложи борица берилган система ЛАЧХси билан устма-уст тушиши керак.

Амплитудавий характеристиканинг ўрта частотали қисми энг аҳамиятга эга қисмидир, чунки системанинг ўткинчи жараён сифати асосан шу қисм характери

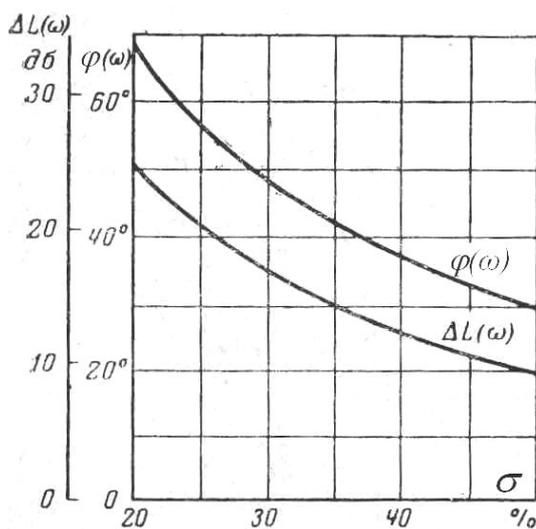
билан аниқланади. Кесишиш частотаси  $\omega_{кз}$  да ЛАЧХ оғмалиги  $-20\text{дб/дек}$  бўлиши шарт. Кесишиш частотаси ўткинчи жараён вақти  $t_y$  ва ўтаростлаш қиймати  $\sigma$  билан аниқланади:  $\omega_{кз} \geq \frac{a_0\pi}{t_y}$ , бунда  $a_0$  - коэффициент  $\sigma$  га асосан топилади. (3-расм).



3-расм.  $a_0$  нинг  $\sigma$  га боғлиқлик графиги



4-расм.  $L_2$  нинг  $\sigma$  га боғлиқлик графиги



5-расм.  $\Delta L$  ва  $\Delta\phi$  нинг  $\sigma$  га боғлиқлиги графикалари.

Зарурий ЛАЧХнинг ўрта қисми чап ва ўнг томонларга модуль бўйича  $L_1$  ва  $L_2$  га етгунча давом эттирилади.  $L_1$  ва  $L_2$  га мос келувчи частоталарни  $\omega_{2з}$  ва  $\omega_{3з}$  орқали белгилаймиз. Шунини ҳисобга олиш керакки, агар  $\omega_{2з} - \omega_{3з}$  ва  $\omega_{кз} - \omega_{3з}$  интерваллар қанча катта бўлса  $\sigma$  нинг қиймати шунча кичик бўлади. ЛАЧХнинг ўрта қисми паст частотали қисм билан оғмалиги  $-40$  дб/дек  $-60$  дб/дек бўлган кесма орқали туташтирилади.

ЛАЧХнинг юқори частотали қисми системанинг динамикасига таъсир кўрсатмайди, шунинг учун бу қисмни ихтиёрий равишда олиш мумкин. Бу қисмни қуришда корректловчи қурилманинг соддароқ бўлишига интилиш лозим.

Зарурий ЛАЧХ қуриш тартиби:

$$\left. \begin{array}{l} \text{кўйилган} \\ \text{талаблар} \\ K_3, \sigma, t_y, L_{\text{бн}}(\omega) \end{array} \right| \rightarrow L_3(\omega) \rightarrow W_3(p) \rightarrow \varphi_3(\omega) \rightarrow \Delta L, \Delta \varphi \rightarrow \text{сифатни баҳолаш}$$

Қуриладиган мисол учун  $\omega_{\text{кз}} = \frac{a_0 \pi}{t_y} = \frac{1.8 \cdot 3.14}{0.35} \approx 16 \text{ c}^{-1} (\lg \omega_{\text{кз}} = 1.2)$  нуқтадан  $-20$

дБ/дек оғмаликда тўғри чизиқ ўтказамиз.  $\omega_{23}$  ва  $\omega_{33}$  частоталарни  $L_1$  ва  $L_2$  асосида топамиз ( $\sigma = 20\%$  да графикдан  $L_1=L_2=12 \div 16$  дБ).  $L_3$  нинг бошқа қисмларини чизиш 2-расмда кўрсатилган.  $L_3(\omega)$  га асосан узатиш функциясини ёзамиз:

$$W_3(p) = \frac{K(T_{23}p+1)}{(T_{13}p+1)(T_{33}p+1)} = \frac{249 \cdot (0.25p+1)}{(0.01p+1)} \quad (8)$$

Зарурий ЛФЧХси қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\varphi_3(\omega) = -\arctg T_{13} \omega + \arctg T_{23} \omega - \arctg T_{33} \omega \quad (9)$$

2-жадвал

### Частотани 0 дан $\infty$ гача ўзгарганда $\varphi_3(\omega)$ ни қийматлари

Частота, $\omega$	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	2
$\varphi_{\text{бн}}(\omega)$ , град	3,4	6,7	10,1	13,3	16,5	19,5	25,2
Частота, $\omega$	4	6	8	10	12	14	20
$\varphi_{\text{бн}}(\omega)$ , град	42,4	52,5	58,4	62,0	64,2	65,5	66,8
Частота, $\omega$	35	50	65	80	95	110	1000
$\varphi_{\text{бн}}(\omega)$ , град	63,5	58,1	52,6	47,6	43,2	39,4	5,3

$L_3(\omega)$  ва  $\varphi_3(\omega)$  ларга асосан амплитуда ва фаза бўйича имкониятлар  $\Delta L$  ва  $\Delta \varphi$  ни топамиз:  $\Delta L = \infty$ ,  $\Delta \varphi = 62^\circ$ . Графикдан аниқланишича (5-расм) берилган  $\sigma = 20\%$  бажарилиши учун  $\Delta L = 19$  дБ,  $\Delta \varphi = 55^\circ$  бўлиши керак. Демак, қурилган  $L_3(\omega)$  системага қўйилган талабларни қаноатлантиради.

### 3.1.5. ЛАЧХлар асосида корректловчи қурилмани танлаш (5,6,9)

Системанинг динамик кўрсаткичларини таъминлаш учун кетма-кет, параллел ва аралаш коррекциялар қўлланилади. Бу коррекцияларнинг ҳар бири ўз камчилик ва ижобий томонларига эга.

Параллел коррекцияни ҳисоблаш тартиби:

1. Берилган система ЛАЧХси  $L_{\text{бн}}(\omega)$  қурилади.
2. Системага қўйилган талаблар асосида зарурий система ЛАЧХси қурилади.
3. Қурилган ЛАЧХларга биноан уларга мос келувчи ЛФЧХлар қурилади.
4. Корректловчи қурилманинг уланиш жойи белгиланади ва қурилма параллел уланган қисми ЛАЧХси чизилади.
5. Параллел уланган корректловчи қурилма ЛАЧХси топилади.

$$L_K(\omega) = L_{\bar{\sigma}_H}(\omega) - L_3(\omega) - L_{K_0}(\omega) \quad (10)$$

6. Топилган  $L_K(\omega)$  га асосан энг содда корректловчи қурилма схемаси танланилади.

Корректловчи қурилма кетма-кет уланганда унинг ЛАЧХси (4- ва 5-пунктлар ўрнига) қуйидаги формула бўйича топилади.

$$L_K(\omega) = L_3(\omega) - L_{\bar{\sigma}_H}(\omega) \quad (11)$$

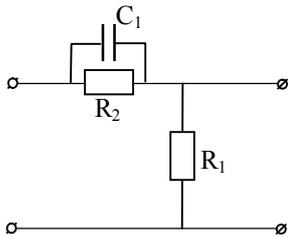
Қайси хил коррекцияни танлаш берилган система хусусиятлари ва унга қўйилган талабларга боғлиқдир. Баъзан аралаш коррекция ҳам қўлланилади.

Кўрсатилаётган мисол учун корректловчи элементни узатиш функцияси  $W_{K_0}(p) = K_2 / (T_1 p + 1)$  бўлган звенога параллел улаймиз.

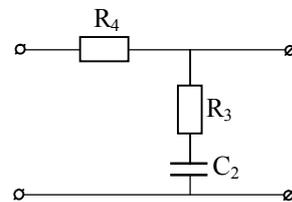
1-6 пунктларни бажариб ва ўзгармас ток корректловчи звенолари жадвалларидан (4,5,6,7,9,10) корректловчи элемент ЛАЧХси ва схемасини топамиз.

$$W_{nk}(p) = \frac{G_0(T_{23}p + 1)}{(T_{13}p + 1)(T_{33}p + 1)} \quad (12)$$

Бу корректловчи қурилмани иккита корректловчи типик звеноларни, яъни дифференциалловчи ва интегралловчи звеноларни кетма-кет улаб ҳосил қилиш мумкин (6-расм). Резисторлар ва конденсаторлар қиймати жадвалларда берилган формулалар ва ЛАЧХдан топилган қуйидаги катталиқлар орқали топилади:  $T_{13} = 0c$ ,  $T_2 = 0,25c$ ,  $T_{33} = 0,01c$ ,  $T_{23} = 0,25c$ .



$$T_{13} = R_2 \cdot C_1, \quad T_2 = \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \cdot T_{13}$$

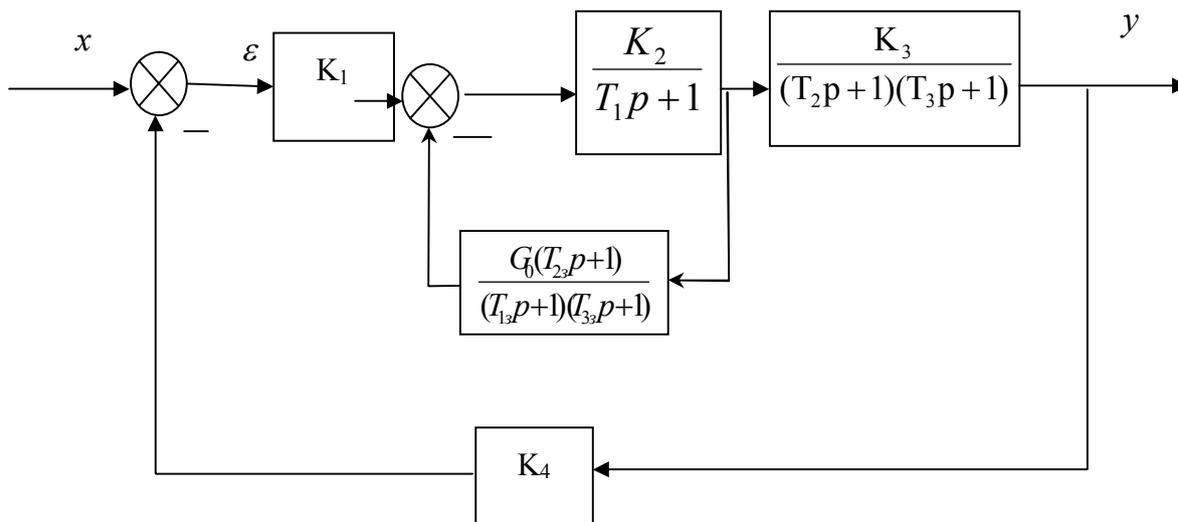


$$T_{33} = R_3 \cdot C_2, \quad T_{23} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot T_{33}$$

**6-расм. Корректловчи қурилманинг схемаси.**

Номаълум элементлар сони тенгламалар сонидан кўп бўлган тақдирда баъзи элементлар (резистор ва конденсаторлар) параметрлари ихтиёрий берилиши мумкин. Корректловчи звеноларни ўзаро кетма-кет уланганда уларнинг кириш ва чиқиш қаршилиқларини мослаштиришга аҳамият бериш зарур. Бунинг учун оралиғига ростловчи қурилма қўйилади ёки  $Z_{1\text{чик}} \ll Z_{2\text{кир}}$  (10-50 марта) шарт бажарилишига эришиш лозим.

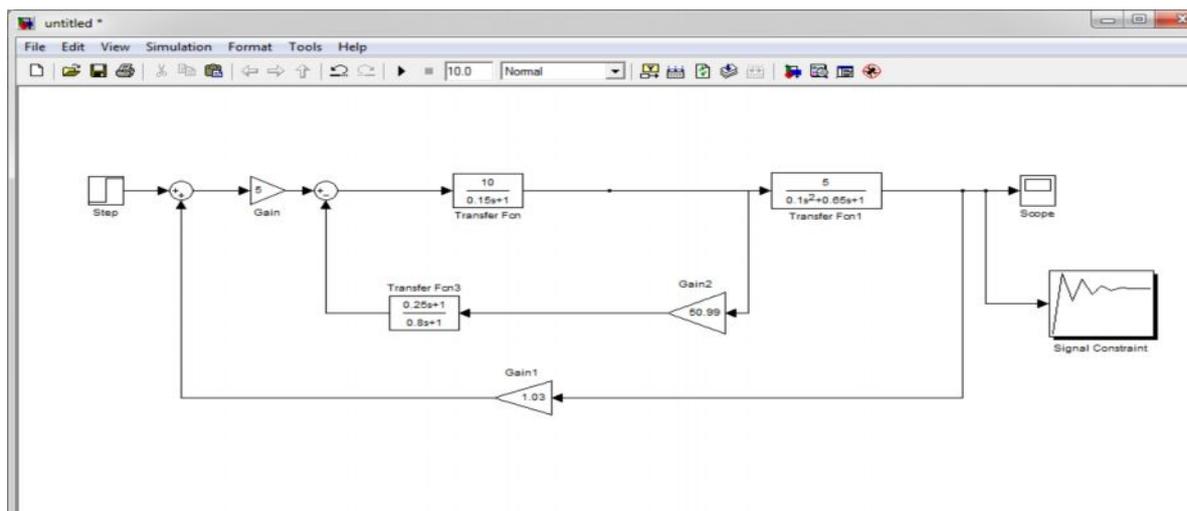
Агар танланган корректловчи қурилма ҳисобланганидан фарқ қилса, унда схемага уланган корректловчи қуриламани ҳисобга олинган ҳолда корректланган система узатиш функцияси  $W_{kc}(p)$  топилади. Кўрилаётган мисолда  $W_{kc}(p) = W_3(p)$ , шунинг учун кейинги ҳисобларда  $W_3(p)$  ни ишлатиш мумкин. Корректланган системанинг структур схемаси 7-расмда келтирилган.



7-расм. Корректланган системанинг структур схемаси.

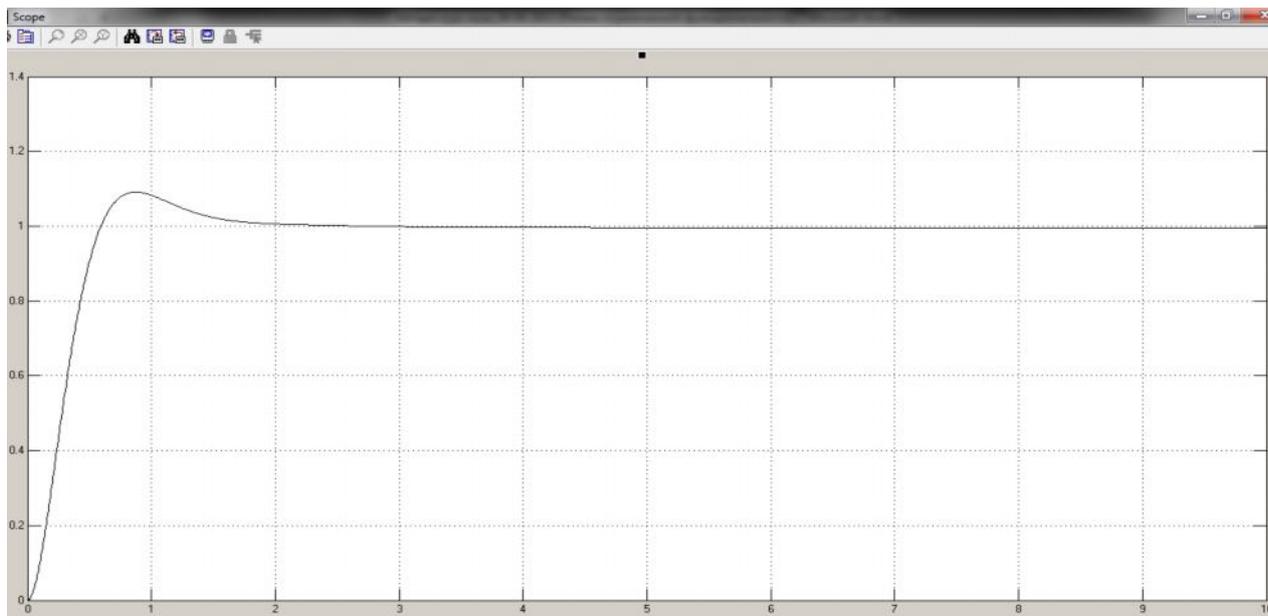
### 3.1.6. Ўткинчи жараёни ЭХМда ҳисоблаш.

Ўткинчи жараёни ҳар хил усуллар ёрдамида ҳисоблаш мумкин. Курс ишида корректланган система ўткинчи жараёни ЭХМда ҳисоблаш учун системани **MATLAB** амалий дастури орқали ифодалаймиз. Структурада қийматларни киритиб (8-расм), ўткинчи жарён  $h(t)$  характеристикасини оламиз.



8-расм. MATLAB дастурида корректланган системанинг структур схемаси.

Ўткинчи жараён графиги 9-расмда кўрсатилган.



9-расм. Корректланган системанинг бирлик поғонали кириш таъсиридаги ўткинчи жараёни графиги.

Графикдан ўтаростлаш қиймати

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h_{\infty}}{h_{\infty}} \cdot 100\% = \frac{1,1 - 1,0}{1,0} \cdot 100\% = 10\%$$

ни ва ўткинчи жараён вақти  $t_y = 0.43$  с ни топамиз. Корректланган системанинг бу қийматлари лойиҳаланаётган системага қўйилган талабларни қаноатлантиради. Акс ҳолда зарурий система ЛАЧХси бошқатдан қурилиб, янги корректловчи қурилма топилиши лозим.

### 3.1.7. Берк системадаги қарор хатоликни ҳисоблаш.

Автоматик бошқариш системаларига қўйилган асосий талаблардан бири қарор режимда системанинг чиқишида кириш сигналини етарли аниқликда қайта яратишдир.

Қарор хатоликни ҳисоблаш қуйидаги кетма - кетликда амалга оширилади:

$$\begin{array}{l} \text{Берилган} \\ \text{шартлар} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \Phi(p) \rightarrow C_0, C_1, C_2, \dots \\ \rightarrow x'(t), x''(t), \dots \end{array} \right. \rightarrow \varepsilon(t) = C_0 x(t) + C_1 x'(t) + C_2 x''(t) + \dots$$

бунда,  $\varepsilon_c = C_0 x(t)$  - ҳолат хатолиги,  $\varepsilon_m = C_1 x'(t)$  - тезлик бўйича хатолик ва хоказо.  $\Phi(p)$  – берк системанинг хатолик бўйича узатиш функцияси

$$\Phi(p) = \frac{1}{1 + W_o(p)} \quad (13)$$

$\Phi(p)$  ни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\Phi(p) = C_0 + C_1 p + C_2 p^2 + \dots + C_n p^n \quad (14)$$

бу ерда  $C_i$  коэффициентлар хатолик коэффициентлари бўлиб, қуйидагича топилади:

$$C_0 = \lim_{p \rightarrow 0} \Phi(p); \quad C_1 = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{d\Phi}{dp}; \quad C_2 = \frac{1}{2!} \lim_{p \rightarrow 0} \frac{d^2\Phi(p)}{dp^2}; \dots$$

Кўрилатган мисол учун:

$$C_0=0,004; \quad C_1=0; \quad C_2=0; \text{га тенг.}$$

Корректланган система учун хатоликларни хар хил кириш сигналларида хисоблаймиз:

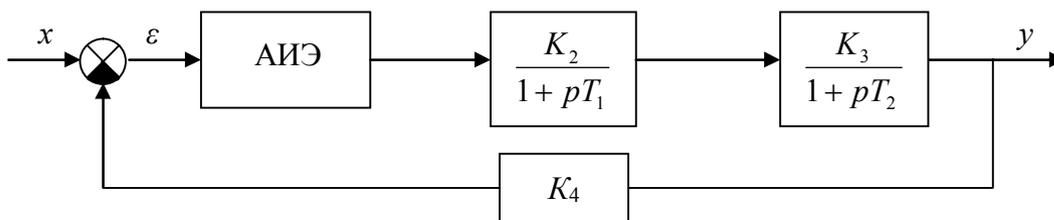
- а)  $x(t) = 1(t); \quad x'(t) = 0; \quad x''(t) = 0; \quad \varepsilon(t) = C_0 x(t) = 0,004;$   
 б)  $x(t) = t; \quad x'(t) = 1; \quad x''(t) = 0; \quad \varepsilon(t) = C_1 x'(t) = 0,004;$   
 в)  $x(t) = t^2; \quad x'(t) = 2t; \quad x''(t) = 2; \quad \varepsilon(t) = 0,004t^2.$

Хисоблаш натижаларини анализ қилиб, бу система фақат ўзгармас кириш сигналга нисбатан астатик система эканлигини айтиш мумкин.

### 3.2. Чизиқли импульс системанинг турғунлигини анализ қилиш ва ўткинчи жараёнини хисоблаш

Хисоблаш учун берилган:

а) структур схема



10 – расм. Берилган системанинг структуравий схемаси.

б) элементларнинг узатиш коэффициентлари:

$$K_2=10; \quad K_3=5; \quad K_4=0.2 ;$$

в) элементларнинг вақт доимийлиги

$$T_1=0.15 \text{ с}; \quad T_2=0.25 \text{ с}.$$

г) импульс элементи параметрлари: узатиш коэффициенти  $K_1=1$ , импульсларнинг такрорланиш даври  $T=0.5 \text{ с}$  ва нисбий муддати  $\gamma = 0.1$ .

#### 3.2.1. Импульсли системанинг турғунлигини Гурвиц мезони ёрдамида аниқлаш

Чизиқли импульс системасининг турғунлигини анализ қилиш учун унинг структур схемасини хисоблашга қулай кўринишга келтирилади. Бунинг учун амплитуда – импульсив элемент кетма - кет уланган идеал импульсли элемент ва шаклловчи элемент билан алмаштирилади. Идеал импульсли элемент узлуксиз сигнални  $\delta(t)$  импульсларга, шаклловчи элемент эса  $\delta(t)$  импульслардан ҳақиқий импульслар олиш учун қўлланилади. Шаклловчи элементнинг узатиш функцияси

$W_{шэ}(p) = K_n \frac{1 - e^{-\gamma T p}}{p}$  га тенг бўлади, бунда  $K_n=K_1=1$ . Агар  $\gamma \ll T$  бўлса,  $W_{шэ}(p)$  ни

Маклорен қаторига ёйиб,  $W_{уз}(p) \approx pT$  кўринишидаги ифода билан алмаштириш мумкин.  $W_{уз}(p)$  ни системанинг узлуксиз қисми билан кўшиб, келтирилган узлуксиз қисм узатиш функцияси  $W_{кк}(p)$  топилади.

Турғунликни анализ қилиш қуйидаги тартибда амалга оширилади:

$$W_{кк}(p) \rightarrow W_0(p) = Z\{W_0(p)\} \rightarrow W_{\omega}(p) = \frac{W_0(p)}{1+W_0(p)} \rightarrow \frac{C(z)}{D(z)} \rightarrow$$

$$\rightarrow D(z) = D(z) \Big|_z = \frac{1+\omega}{1-\omega} \rightarrow D(\omega) \rightarrow \text{Гурвиц мезони}$$

Берилган система учун  $W_{кк}(p)$  ни топамиз:

$$W_{кк}(p) = \gamma T \frac{K_2 K_3}{(1+pT_1)(1+pT_2)}$$

$\gamma$  - ўзгартиришлар жадвалидан фойдаланиб, очик системанинг узатиш функциясини аниқлаймиз:

$$W_0(z) = Z \left\{ \gamma T \frac{K_2 K_3}{(1+pT_1)(1+pT_2)} \right\} = \frac{K_2 K_3 \gamma T}{T_1 T_2 (\alpha_1 - \alpha_2)} \left( \frac{z}{z-d_2} - \frac{z}{z-d_1} \right)$$

Бунда  $\alpha_1 = 1/T_1 = 6.7$ ;  $\alpha_2 = 1/T_2 = 4$ ;  $d_1 = e^{-\frac{T}{T_1}} = e^{-\frac{0.5}{0.15}} = 0.035$ ;  $d_2 = e^{-\frac{T}{T_2}} = e^{-\frac{0.5}{0.25}} = 0.13$  сон қийматларини кўйиб,

$$W_0(z) = \frac{0.095z}{z^2 - 0.165z + 0.0045}; \quad W_{\omega}(z) = \frac{0.095z}{z^2 - 0.146z + 0.0045} \text{ ни топамиз.}$$

$z = \frac{1+\omega}{1-\omega}$  алмаштириш киритамиз.

$$W_{\omega}(z) = \frac{0.77z}{z^2 - 0.13z + 0.01} = \frac{0.095 \cdot (1+\omega)}{\left(\frac{1+\omega}{1-\omega}\right)^2 - 0.146 \cdot \left(\frac{1+\omega}{1-\omega}\right) + 0.0045} =$$

$$= \frac{0.095 \cdot (1+\omega)}{\frac{1-\omega}{(1+\omega)^2 - 0.146 \cdot (1+\omega)(1-\omega) + 0.0045 \cdot (1-\omega)^2}} =$$

$$= \frac{0.095 + 0.095 \cdot \omega}{\frac{1-\omega}{1+2 \cdot \omega + \omega^2 - 0.146 + 0.146 \cdot \omega^2 + 0.0045 - 0.009 \cdot \omega + 0.0045 \cdot \omega^2}} =$$

$$= \frac{0.095 - 0.095 \cdot \omega^2}{1+2 \cdot \omega + \omega^2 - 0.146 + 0.146 \cdot \omega^2 + 0.0045 - 0.009 \cdot \omega + 0.0045 \cdot \omega^2} = \frac{0.095 - 0.095 \cdot \omega^2}{1.15 \cdot \omega^2 + 1.99 \cdot \omega + 0.85}$$

$$D(\omega) = 1.15 \cdot \omega^2 + 1.99 \cdot \omega + 0.85 = 0 \text{ ҳосил қиламиз.}$$

Берилган системанинг турғунлигини Гурвиц мезони бўйича аниқлаймиз.

Бунда  $a_0 = 1.15$ ,  $a_1 = 1.99$ ,  $a_2 = 0.85$ .

Гурвиц аниқловчиларни аниқлаймиз:  $\Delta_1 = a_1 = 1.99 > 0$ ,

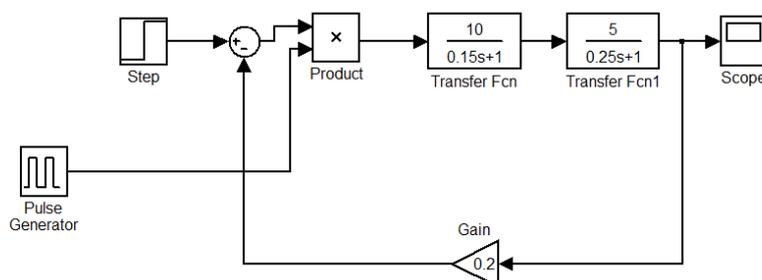
$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1.99 & 0 \\ 1.15 & 0.85 \end{vmatrix} = 1.99 \cdot 0.85 - 0 \cdot 1.15 = 1.6915 > 0.$$

Бундан кўриниб турибдики берилган система турғундир, чунки Гурвиц мезонига асосан иккинчи тартибли системалар турғун бўлиши учун ҳамма коэффициентларнинг мусбат бўлиши етарлидир.

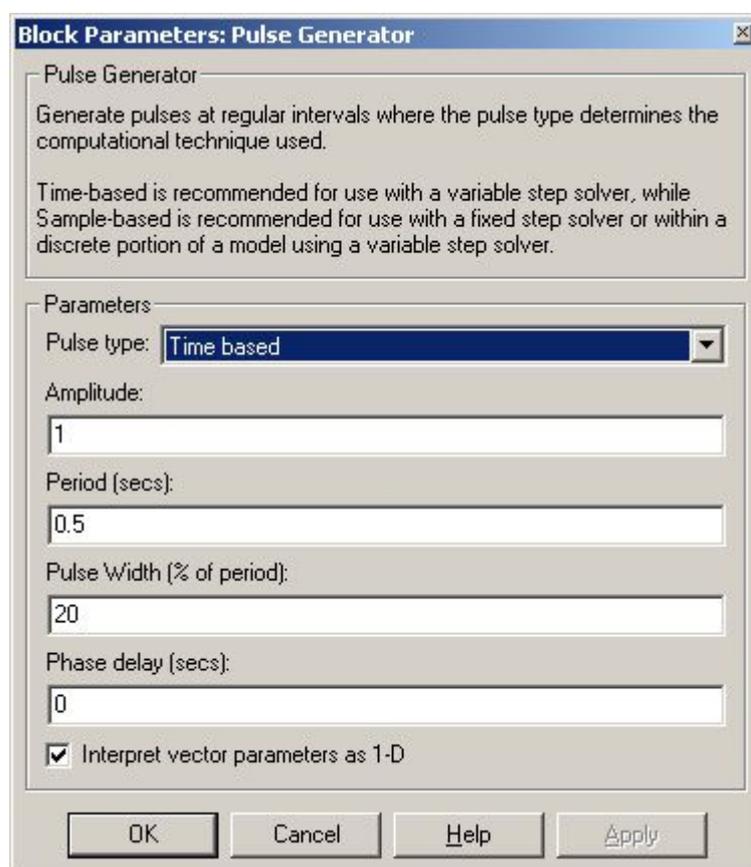
### 3.2.2. Чизиқли импульс системадаги ўткинчи жараённи ЭХМ ёрдамида Matlab дастури муҳитида ҳисоблаш.

$K_1$  kuchayirgich o`rniga davri 0.5 sek ga teng va impuls uzunligi 0.1sek ga teng bo`lgan impulsi element ulaymiz.

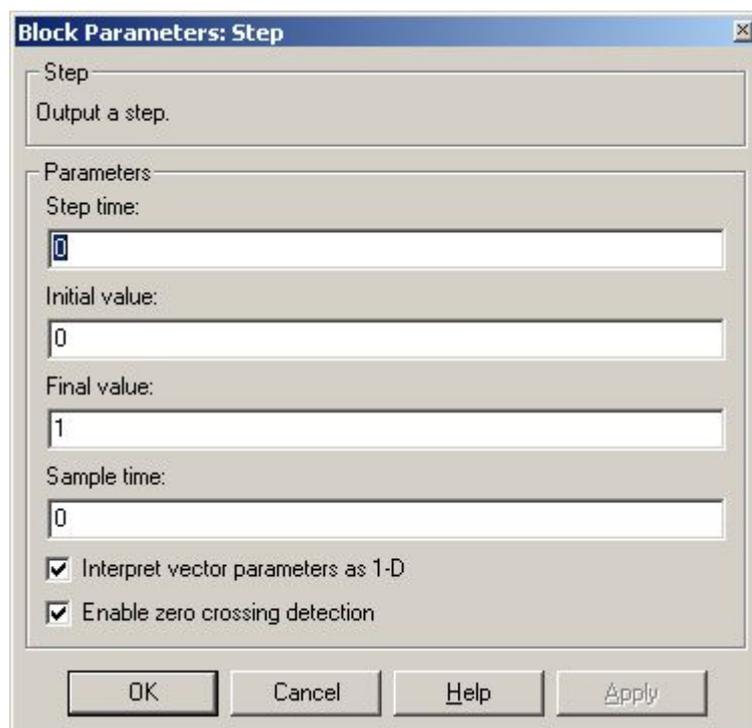
Matlab дастури муҳитида impulsi element «Pulse Generator» va «Product» bloklari yordamida xosil qilinadi. Bunda «Pulse Generator» bloki parametrlari berilgan қийматлар асосида соzланади. Natijada quyidagi modelni hosil qilamiz.



11 – расм. Берилган системанинг Matlab дастуридаги структуравий схемаси

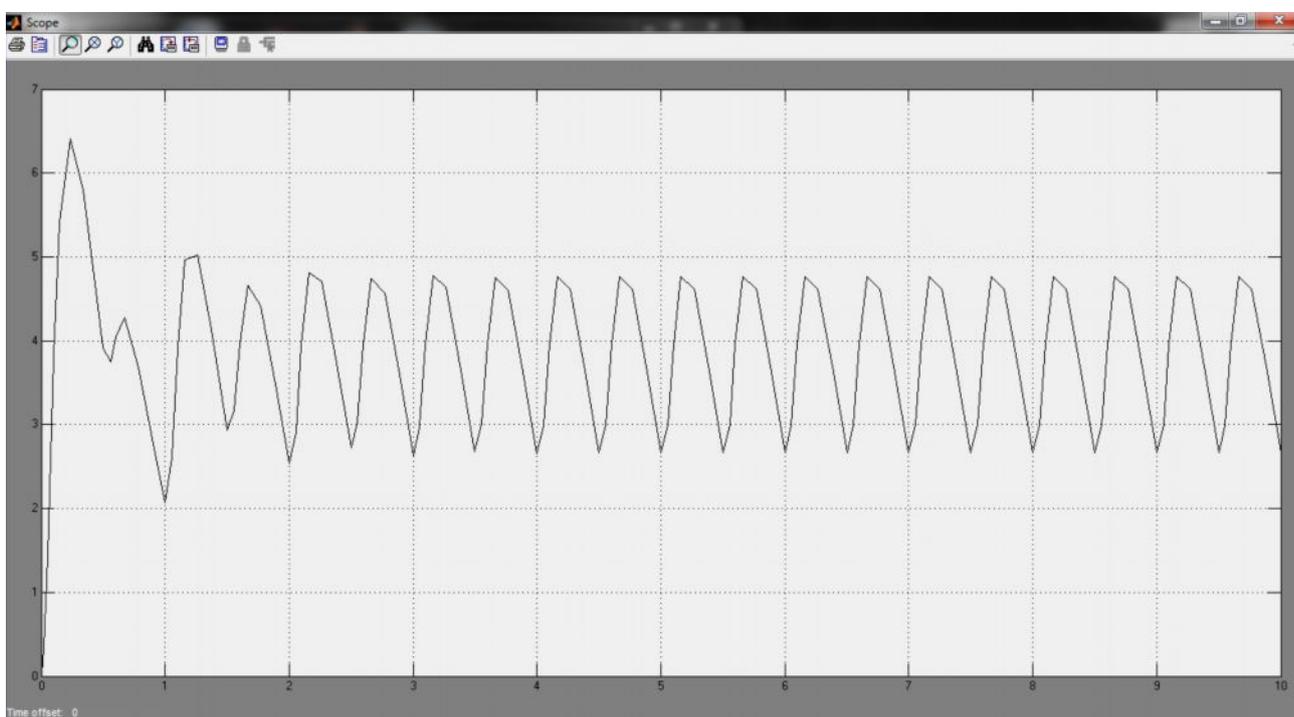


12 – расм. «Pulse Generator» блокни соzлаш ойнаси.



13 – расм. «Step» блокни созлаш ойнаси.

Сўнгра системанинг ўткинчи жараёнини қурамиз. Унинг кўриниши қуйидаги расмда келтирилган.



14 – расм. Чизикли импульсли системанинг ўткинчи жараёни.

Бундан шуни хулоса қилиш мумкинки, ушбу график ҳам системанинг турғунлигини кўрсатиб турибди.

## Adabiyotlar

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. - СПб.: Профессия, 2004. - 752 с.
2. Воронов А.А., Ким Д.П., Лохин В.М. и др. Теория автоматического управления. Учебник. 1, 2 ч. –М.: Высш.шк., 1986.
3. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. - М.: Наука, 1987. - 712 с.
4. Топчеев Ю.И. Атлас по проектированию систем управления.- М: Машиностроение, 1991.
5. Методы классической и современной теории автоматического управления / Под ред. К.А.Пупкова. ТОМ 1-4. - М.: МГТУ им. Баумана, 2004.
6. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. М.: Изд-во МЭИ. 2004 г. -400 с.
7. Востриков А.С. Теория автоматического регулирования. Учеб. пособие для вузов /А.С.Востриков, Г.А.Французова. –М.: Высш.шк., 2004. -365 с.
8. Справочное пособие по теории систем автоматического регулирования и управления / Под ред. Санковского Е.А. –Минск.: «Высшая школа», 1973. - с.760.
9. Мэтьюс Дж.Г., Финк К.Д. Численные методы. Использование MATLAB. Пер. с англ. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2001. – 720 с.
10. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.E., Gulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni

- boshqarish sistemalari. «O`qituvchi», Toshkent, 1997. -352b.
11. Miraxmedov D.A. Avtomatik boshqarish nazariyasi. -T.: O'zbekiston, 1993.
  12. Дьяконов В.П. MATLAB 6. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с.
  13. Дьяконов В. SIMULINK 4. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 528 с.
  14. <http://www.toehelp.ru/theory/tau/contents.html>.
  15. <http://www.zdo.vstu.edu.ru/html/course.html>.