

**Ўзбекистон Республикаси Олий  
ва Ўрта Махсус Таълим Вазирлиги  
Андижон машинасозлик институти**

**“Автоматика ва электротехника” факультети**

**“Машинасозлик ишлаб чиқаришни  
автоматлаштириш” кафедраси**

“

”

---

**“АБН” фанидан**

# **МУСТАҚИЛ ИШ**

Мавзу: **Тасодифий жараёнларни коррекциялаш  
функциялари.**

Бажарди: \_\_\_\_\_ **ТЖИЧАБ** \_\_\_\_\_ **йўналиши**

Курс \_\_\_\_\_ **3** \_\_\_\_\_ гуруҳ \_\_\_\_\_ **063** \_\_\_\_\_

Талабаси : \_\_\_\_\_ **Қосимов У** \_\_\_\_\_

Текширди: \_\_\_\_\_ **Сабилов У** \_\_\_\_\_

Андижон- 2015 йил

## **Тасодифий жараёнларни коррекциялаш функциялари.**

### **Режа.**

1. Автоматик бошқарув системаларни коррекциялаш методлари.
2. Автоматик тизимларини коррекциялаш воситалари.
3. Дағал тескари боғланишлар элементлари.
4. Қайишқоқ тескари боғланиш.
5. Аралаш тескари боғланиш.
6. Ўзгарувчан токни крррекцияловчи қурилмалар.
7. Коррекцияловчи қурилмаларни улаш усуллари.

Коррекцияловчи курилмалар ишлаш қонуниятига кўра хилма хил гуруҳларни ташкил этади. Уларга ҳар хил электрик ва механик курилмалар (сигналлар устидан дифференциаллаш ва интеграллаш амалини бажариш учун) ҳамда ёрдамчи механизмлар (тескари боғланишини таъминлаш учун) киради.

Коррекцион курилмалар пасив типли ва фаол типли бўлиши мумкин. Пасив типдаги коррекция курилмалари энергия манбасига эга бўлмай, уларнинг чиқишидаги сигналлар қуввати киришдаги сигнал қувватига қараганда камдир. Фаол типдаги курилмалар кучайтиргичларга эга бўлиб, қўшимча энергия манбалари билан таъминлангандирлар. Электр сигналининг кўринишига қараб коррекцияловчи курилмалар ўзгарувчан ва ўзгармас токда ишлайдиганлар синфига бўлинади.

Коррекцияловчи курилмаларни автоматик бошқариш тизимси таркибига киритилаётганда уларни уланган усулини текшириб кўриш, ҳамда тебранишни пасайтирувчи курилмалар — демпферлардан фойдаланиш керак бўлади.

Айрим ҳолларда ҳаво тўлдирилган ёки ёғли демпферлардан фойдаланилади. Агар бўғиннинг динамик иш жараёни

$$(T^2 p^2 + 1)x_{\text{чик}} = kx_{\text{кир}} \quad (13.1)$$

тенглама билан ёзиладиган бўлса, у ҳолда унинг эркин ҳаракати сўнмайдиган тебранишларни ташкил этади.

Тебранишни пасайтирувчи демпфер ёрдамида

$$(T_1^2 p^2 + T_2 p + 1)x_{\text{чик}} = kx_{\text{кир}} \quad (13.2)$$

кўринишдаги тенгламага эга бўлишимиз мумкин ва бу ҳаракат пайтида қаршилиқ кўрсатиб, тебранишни сўнишга олиб келишини кўрсатади.

Механик тизимлар учун эса суюқликни (магнитли, ҳаво ва ёғли демпферлар билан бир қаторда) бошқа пасайтиргичлардан ҳам фойдаланилади. Стаканнинг ичида ҳаракатланувчи, торгина тешикка эга бўлган поршенли демпфертар, мўйнасимон, елпиғич шаклидаги ва бошқача кўринишдаги демпферлар мавжуддир. Магнитли демпферларга курилманинг ҳаракатланувчи қисмига узвий боғланган, ўзгармас ток магнит майдонида айланадиган алюмин лаппакни ҳам олиш мумкин. Лаппак уюрма тоқлар таъсирида айланганда тезликка пропорционал равишда айланишга қаршилиқ кўрсатувчи момент пайдо бўлади.

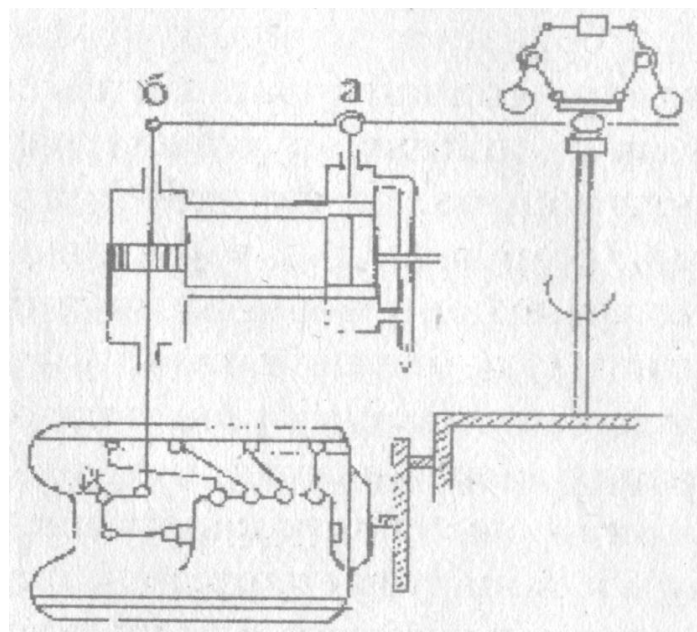
### Дағал тескари боғланишлар элементлари

Дағал тескари боғланишлар физик белгиларига қараб турлича бўлишлари мумкин. Шулардан бир нечтасини кўриб чиқайлик:

#### 1) Механик тескари боғланиш

Механик созлагичларда қаттиқ ричаглар ёрдамида амалга ошириладиган дағал тескари боғланишлар кўп тарқалгандир. 13.1-расмда сервомотор поршени ва суюқлик тақсимловчи клапан ўртасида қўшимча дағал боғланишни амалга оширувчи а б қаттиқ ричагдан фойдаланиш мисоли кўрсатилган. Шу дағал тескари боғланиш туфайли статик хатоликлар мавжуд бўлган ҳолларда (чизмада стрелкалар орқали ёғни қуйиш ва тўкиш кўрсатилган) тизимда турғунлик таъминланади.

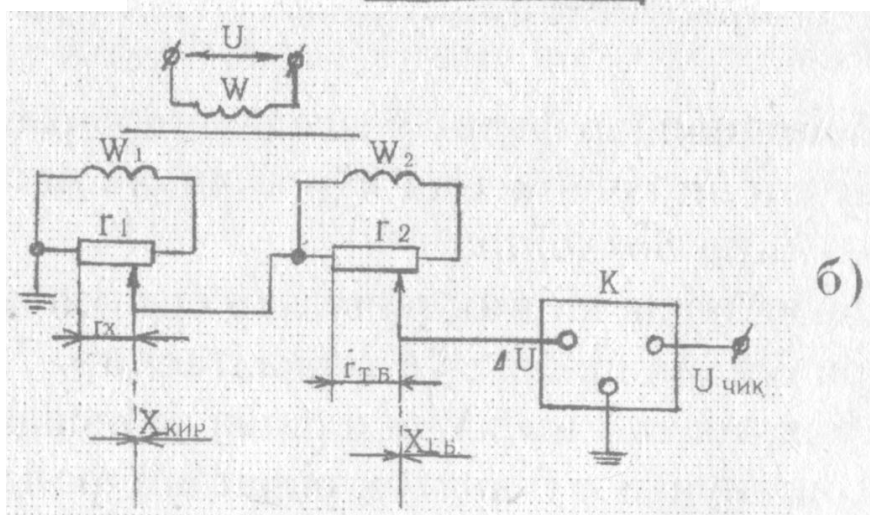
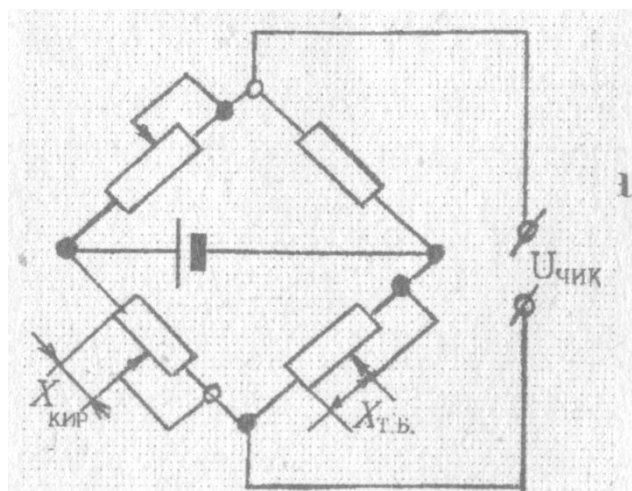
Яна қатор бошқа мисолларни келтириш мумкин: ричагли-пневматик, ричагли-гидравлик, муштумчали, лекалосимон ва ҳаказо.



13.1-расм

## 2) Электромеханик тескари боғланиш

Электр бошқариш тизимларида электромеханик ва электр тескари боғланишлар қўлланилади.



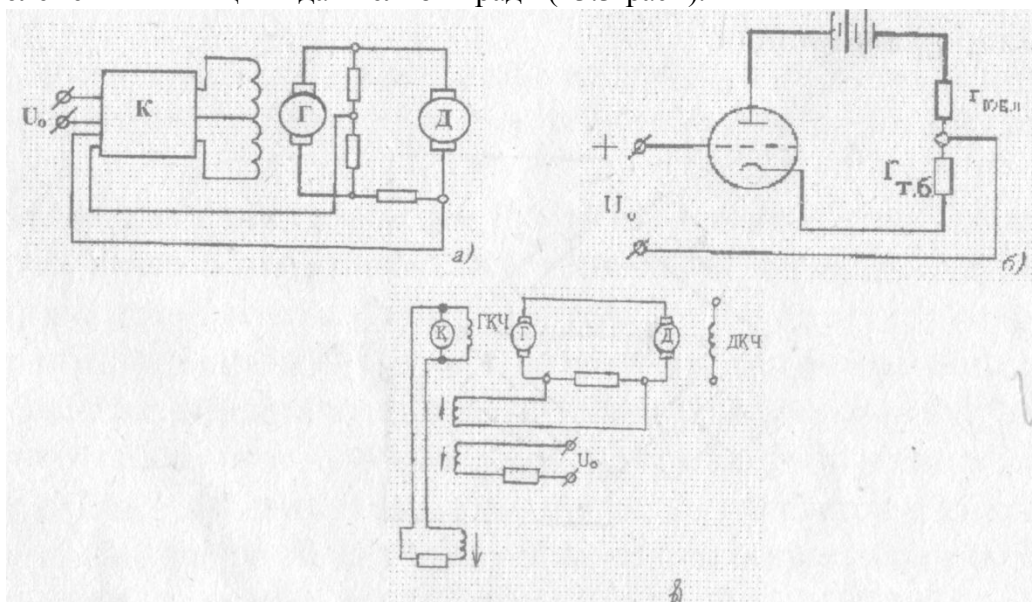
13.2-расм.

Шуларнинг ичида кўпроққўлланиладиган схемалардан бири кўприк схемаси (13.2а-расмга

қаранг) бўлиб, унда кўприкнинг элементларидан бирига механик таъсир қилиш натижасида электр тескари боғланиш сигнали киритиш йўли билан амалга оширилади. 7.2нчиб-расмда эса электромеханик тескари боғланиш вариантларидан яна бири кўрсатилгандир:  $r_1$  ва  $r_2$  реостатнинг силжигичларига таъсир қилиш натижасида трансформаторнинг  $w_1$  ва  $w_2$  иккинчи чулғамларидан кучайтиргич  $k$  нинг киришга келаётган электр сигнал катталиги ўзгаради. Трансформаторнинг бирламчи чулғами ўзгарувчан ток тармоғида озикланади. Тескари боғланишни ишорасини трансформаторнинг иккинчи чулғамларини учларини алмаштириб уланиш йўли билан бемалол ўзгартирилиши мумкин. Баъзи ҳолларда тезкор тескари боғланишга эга бўлиш учун электр кўприкли боғланишлардан фойдаланилади; бунда кўприкнинг тескари боғланишда фойдаланиладиган елкасидаги қаршилик ўрнига тахогенераторнинг якори уланади, бу эса бажарувчи двигателнинг ўқини бурчак айланишига пропорционал равишда электрсигнали киритиб бериб туради.

### 3) Электр тескари боғланиш

Бу кўринишдаги коррекцияловчи қурилмаларда электр сигнал олдинда турган қандайдир элементнинг чиқишидан келиб қиради (13.3-расм).



Агар бордию, тезкор тескари боғланишларда тахогенераторлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўймаса, у ҳолда кўприк елкаларидан бири бўлиб, бажариш двигатели Днинг (13.3а-расм) якори хизмат қилади. Дга генератор Гдан соловчи кучланиш берилади. Кўприк берилган режимда мувозанатлашган бўлса, кучайтиргич Книнг киришига берилаётган кучланиш бурчак тезлигига пропорционал бўлади. Агар кўприк мувозанат ҳолатида бўлмаса унда кучланиш тезлик ва тезланишга пропорционал бўлади.

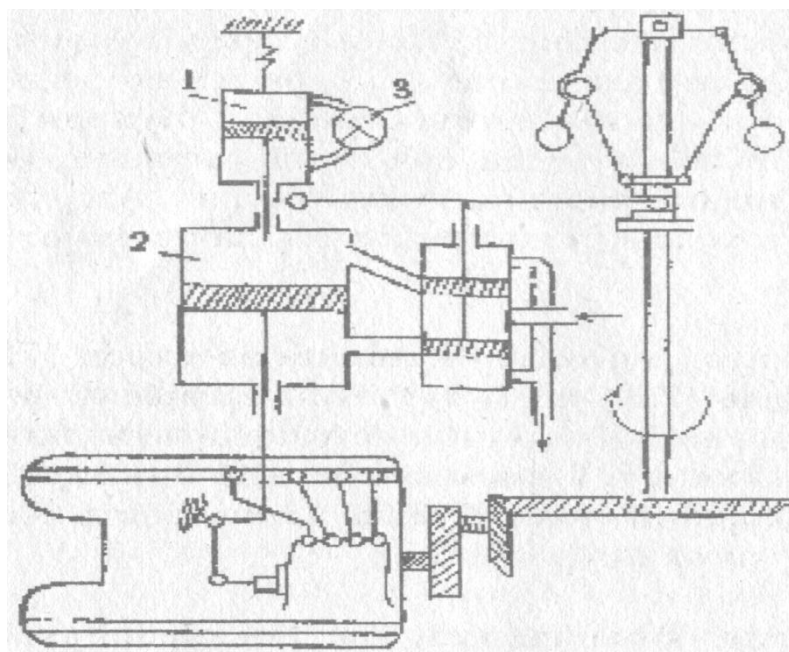
Яна бошқачароқ мисоллар қаторига электрон (13.3б-расм), магнит ва электромашинали (13.3в-расм) кучайтиргичларнинг чиқишидан киришга бошқариш чулғамлари ёки потенциометрлар орқали сигнални узатиш ҳолларини кўриш мумкин. 13.3в -расмда кўзғатгичнинг кучланиши бўйича ва асосий занжир якорнинг токи бўйича дағал электр тескари боғланишга эга бўлган тизим мисоли кўрсатилган.

Электр тескари боғланишнинг яна бир кўриниши эгри чизикли тавсифига эга бўлган, мувозанат ҳолатдаги кўприк сифатида берилиши мумкин. Мувозанат ҳолатидаги кўприкнинг киришидаги озуқа кучланиш тебранишлар натижасида токни ўзгартиради. Бу кўприк елкаларидан оқаётган ток қийматининг ўзгариши натижасида, эгри чизиклик туфайли, кўприк елкаларининг бирида мувозанат бузилади. Бу эса кўприкнинг чиқишида киришдаги кучланиш миқдорнинг оғиши билан аниқланадиган сигнал пайдо бўлишига олиб келади.

Ўзгарувчан токда ишлайдиган автоматик тизимларда шундай дағал тескари боғланиш қурилмалари ишлатиладики, улар ёрдамида киришдаги сигналнинг катталиги ёки фазаси ўзгарганда чиқишдаги сигналнинг ҳам катталигини ва фазасини ўзгартириш мумкин. Бунинг учун одатда ўзгарувчан кучланишни кутблари киришдаги кучланишнинг фазаси билан аниқланадиган, ўзгармас кучланишга айлантириб берадиган тўғрилагич—кучайтиргич қурилмалардан фойдаланилади.

**Дифференциалловчи элементлар.** Бошқариш қонуниятига ҳосила киритишни таъминловчи коррекцияловчи қурилмалар электр, механик ва электрмеханик гуруҳларга бўлинадилар. Шу билан бир қаторда электр қурилмалар ўзгарувчан ва ўзгармас токларда ишлайдилар.

Электр сигналларни, бурчак ва чизикли силжишларни ўзгартирувчи дифференциалловчи элементлар актив типли ва пассив типли бўлиши мумкин. 13.4- расмда гидравлик дифференциалловчи қурилма (2) дан фойдаланиш кўрсатилган. У ички ёниш двигателининг ўқини айланиш тезлигини барқарорлаштирувчи ричагли тескари боғланиш занжирида қўлланган. Гидравлик кучайтиргич (1) нинг



поршени  
тескари

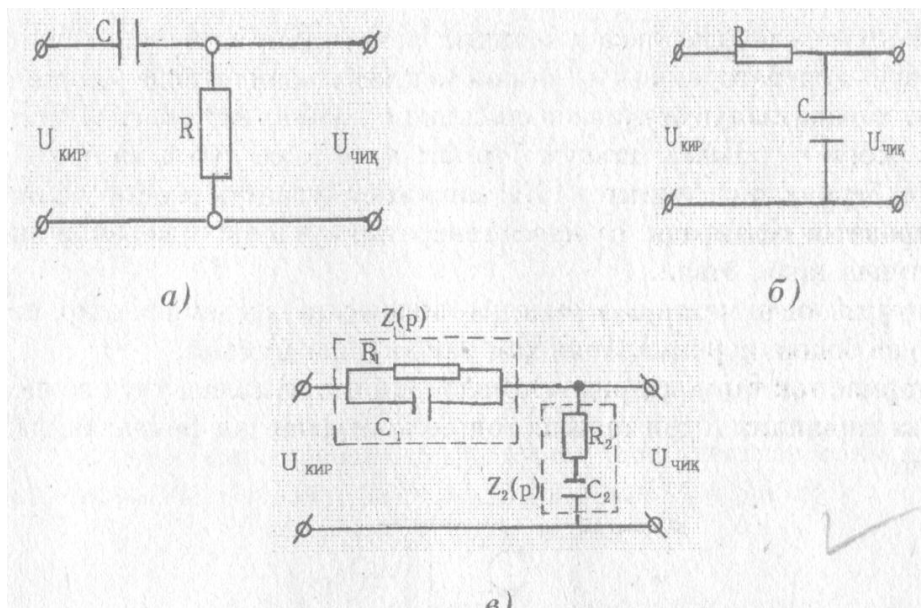
силжиганда  
боғланиш

ричаги ҳам ҳаракатланади. Ҳаракат шундай бўладики, унда гидравлик демпфер (2) ни тўлдириб турган ёғ аниқ бир ўлчамга келитирилган тешик (3) дан оқиб кетиб улгурмайди. Кучайтиргич (1) нинг поршени тўхтагач, демпфердаги ёғ пружина таъсирда секин — асталик билан тешик орқали бир бўшлиқдан иккинчи бўшлиққа оқиб ўтади. Натижада тескари боғланиш ричаги дастлабки ҳолатига қайтади. Бу бошқариш тизимси билвосита таъсир этувчи астатик тизмдир (стрелкалар ёрдамида ёғни қуйиш ва тўкиш йўллари кўрсатилган).

Агар мехашш дифференциалловчи тескари боғланишлар электр қурил-маларнинг параметрларига таъсир кўрсатса, бундай қурилмалар **элект-ромеханик дифференциалловчи қурилмалар** деб аталади.

Ўзгармас ток занжирларида киришдаги кучланишнинг ҳосиласига пропорционал бўлган сигналларни олиш учун сиғим ва омик қаршиликлардан ташкил топган пассив тўрт кутблиликлардан фойдаланилади (RC-контурлар). Уларнинг энг яхши ва қулай томонлари бу : арзонлиги, тайёрлашнинг осонлиги, стандарт деталлардан фойдаланиш имкониятининг мавжудлиги, айрим элементларнинг алмаштиришни мумкинлиги ва ҳаракатланувчи қисмларнинг йўқлигидир. Содда дифференциалловчи контур 13.5<sub>а</sub>-расмда кўрсатилган 13.5 -

расм



13.5-расм

Контурнинг узатиш функцияси

$$K(p) = \text{Tr}(1 + \text{Tr})^{-1},$$

бу ерда  $T = RC$ -контурнинг вақт доимийси.

Дифференциалловчи қурилмалар оддий туташган-берк автоматик тизимлар (дифференциаторлар) кўринишида ҳам бўлиши мумкин, электрон модел сифатида бўлиши ҳам мумкин ва ҳоказо.

**Интегралловчи элементлар** Интегралловчи элементлар электр сигналларини, бурчак ва чизиқли силжишларни ўзгартирувчи актив ва-passив қурилмалар кўринишларида бўлиши мумкин. Интегралловчи элементлар бошқариш қонуниятига интеграл киритади.

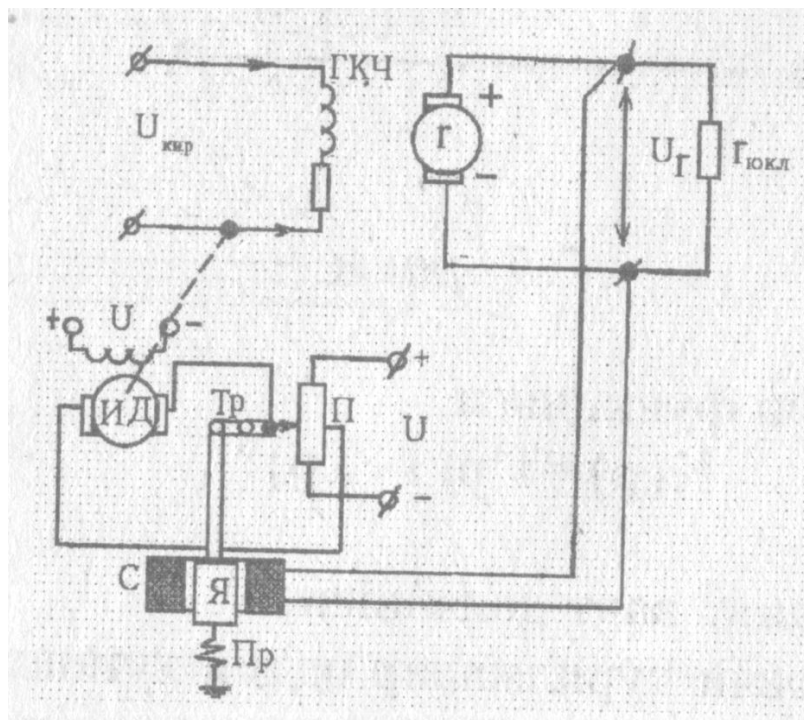
Механик Интегралловчи элементларга электр, гидравлик ва пневматик поршенли двигателлар кириб, уларда чиқишдаги ўзгарувчилар бурчак оғиши ва чизиқли силжишларни кўрсатувчи сигналлар бўлади. Идеал Интегралловчи элементларнинг узатиш функцияси

$$K(p) = k_a/p$$

Электромеханик Интегралловчи қурилмалар двигателларнинг ўқи потенциометрнинг ёки автотрансформаторнинг силжигичлари билан механик боғланишга эга бўлганда шу потенциометр ва трансформаторлар билан двигателни мослашиб ишлайдиган конструкциялари кўринишида бўлади. Бундай ҳолда чиқишдаги ўзгарувчи бўлиб потенциометрнинг, ёки автотрансформаторнинг кучланиши саналади. Айрим ҳолларда двигателнинг ўқи реостатнинг силжигичи билан бириктирилади. Бунда у, билвосита ростлаш тизимларида, ўзидан кейинги элементнинг киришига уланади (7. 6-расм). Генераторнинг кучланиши ўз қийматидан оғганда потенцио-метрнинг ҳаракатланувчи чўткаси силжийди. Бунинг натижасида двига-телнинг якори чўлғамига маълум бир катталиқда ва қутби аниқ ҳолда кучланиш берилади ва двигател ГҚИ занжирига уланган реостат силжи-гични ҳаракатга келтиради. Бу нарса генератор кучланиши керакли қий-матга етгунча давом этади.

Интегралловчи механик элементлар тоифасига яна демпферлар, пружиналар ва бошқа қурилмаларни ҳам олиб кўриш мумкин.

Ўзгармас ток тармоқларида сигналларни интеграллаш учун конденсатор  $C$  ва қаршилиқ  $R$ дан ташкил топган контурлардан фойдаланилади 13.5<sub>б</sub>-расм.



Бундай контурларнинг интегралловчи таъсирлари шунга асосланганки, уларда конденсатордаги кучланиш шу конденсатордан ўтаётган токнинг интегралига тенгдир. Шунда контурнинг узатиш функцияси

$$K(p) = (1 + Tp)^{-1} \quad (13.3)$$

каби ифодаланиб, бу ерда  $T = KC$ -контурнинг вақт доимийси

(13.3) ифода инерцияли (нодаврий) биринчи даражали бўғиннинг узатиш функциясининг айнан ўзи, лекин қурилатган 13.5<sub>б</sub>-расмдаги занжир юқори частоталарда интегралловчи хусусиятга эгадир.

Интегралловчи қурилмалар содда берк тизимлар (интеграторлар) электрон моделлар ва ҳоказолар кўринишида бўлиши ҳам мумкин.

**Интегро дифференциалловчи элементлар.** Бундай қурилмалар дифференциалловчи ва интегралловчи элементлар каби хусусиятларга эга-дирлар. Улар маълум бир частоталарда дифференциаллаш, бошқа частоталарда эса интеграллаш вазифасини бажарадилар.

Механик интегро-дифференциалловчи қурилмалар эса интегралловчи ва дифференциалловчи элементларнинг бирлашишидан (гидравлик, пневматик, демпфер қонуниятига асосланган, пружинали ва ҳ.к.) ҳосил бўлади.

Мужассамланган электр интегро-дифференциалловчи контурлар ҳам мавжуд (с 13.5<sub>в</sub>—расм). Улар пассив  $R$ ,  $C$  элементлардан ташкил топган дифференциалловчи  $Z_1(p)$  ва интегралловчи  $Z_2(p)$  қисмлардан иборат занжирни ташкил этади.

Бундай контурнинг узатиш функцияси оператор қаршиликларни нисбати орқали аниқланади:

$$Z(p) = Z_1(p) + Z_2(p) = (R_1 / R_1 C_1 p + 1) + R_2 C_2 + 1 / C_2 p;$$

$$Z_2(p) = R_2 + (1 / C_2 p) = (R_2 C_2 p + 1) / C_2 p;$$

$$K(p) = Z_2(p) / Z(p) = (T_1 p + 1)(T_2 p + 1) / [(T_1 p + 1)(T_2 p + 1) + T_3 p];$$

бу ерда  $T_1 = K_1 C_1$ ;  $T_2 = K_2 C_2$ ;  $T = R_1 C_2$ ;

Интегро-дифференциалловчи қурилмалар электрон моделлар, электр занжирлар ва

хоказолар кабилар кўринишда учрайдилар.

### Қайишқоқ тескари боғланиш

Киришидаги ўзгарувчи сигнал устидан фақатгина дифференциаллаш амалини бажарувчи тескари боғланишлар **қайишқоқ тескари боғ ланишлар**(ҚТБ) деб аталади. Бундай ТБ ларда боикариш қонуниятига қандайдир ўзгарувчидан олинган ҳосила киритилади. Оддий ҳолларда ҚТБ бўғини  $K_{тб}(p)$  тузилиш схемаларида дифференциалловчи идеал ёки реал бўғин (биринчи ҳосила бўйича) кўринишида бўлади.

$$K_{тб}(p)=T_{тб}(p) \quad (13.4)$$

$$K_{тб}(p)=T_{тб}p(1+T_{тб}''p)^{-1} \quad (13.5)$$

Баъзи ҳолларда бирмунча мураккаб дифференциалловчи тескари боғланишлар киритилади.

Мисол тариқасида оддий идеал қайишқоқ тескари боғланишни биринчи ҳосиласи таъсирини кўриб чиқайлик.

Фараз қилайлик, қайишқоқ тескари боғланиш инерциясиз бўғинни қамраб олган бўлсин. Бўғинни қамраб олиш натижасида узатиш функциясини ўзгариши қондасига ва (13.4)га кўра эквивалент бўғиннинг ўзатиш

$$K_{эқв}(p) = k/(1 \pm KT_{тб}p) = k/(1 + T_{эқв}p) \quad (13.5)$$

кўринишида бўлиб, бу ерда  $kT_{тб}$ -эквивалент вақт доимийсидир.

Бу ҳолда, демак биринчи даражали эквивалент инерцион бўғинга эга бўлинар экан.

Иккинчи мисолимизда ҚТБ биринчи даражали инерцияли бўғинни қамраб олган бўлсин. Худди аввалгиларга асосан эквивалент бўғиннинг узатиш функцияси

$$K_{эқв}(p) = k/[1 + (T \pm kT_{тб})] = k/0(1 + T_{эқв}p) \quad (13.6)$$

бу ерда  $T_{эқв}=T \pm kT_{тб}$ - эквивалент вақт доимийси.

Бу ҳолда, кўриниб турибдики, идеал қайишқоқ тескари боғланиш, бўғиннинг кучайтириш коэффициентини ўзгартирмай туриб, вақт доимийси қийматини ўзгартириш имкониятини яратиб бериши билан тизимнинг турғунлигини таъминлайди. Аммо, мусбат ишорали тескари боғланишда, агар  $T < kT_{тб}$  бўлса, нотурғун бўғинга эга бўлинади ва агар  $T = kT_{тб}$  бўлса, инерциясиз бўғинга эга бўлинади.

Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, ҚТБ ларни қўллаганда кучайтириш коэффициентини ўзгартирмай туриб вақт доимийсини ҳамда бўғин тузи-лишини ўзгартириш мумкин.

### Аралаш тескари боғланиш

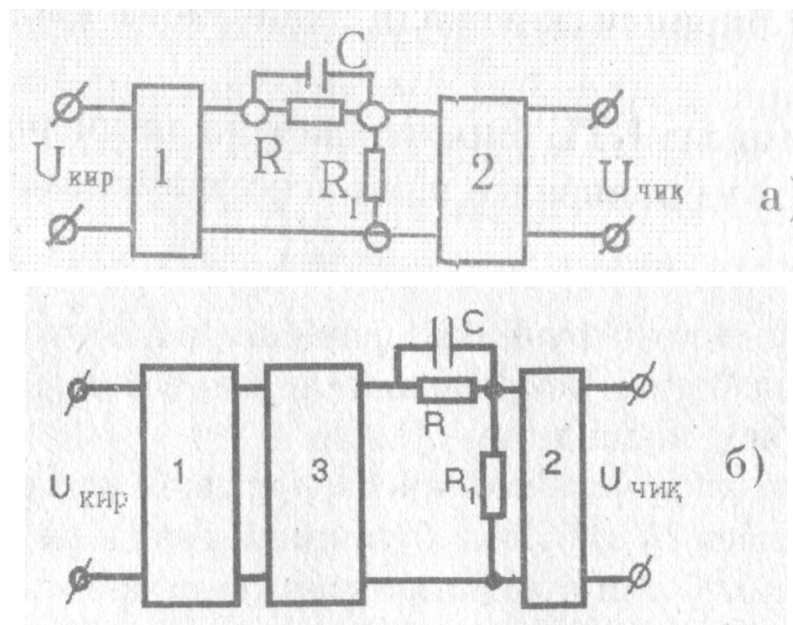
Амалда учрайдиган автоматик бошқариш тизимларида, баъзи ҳолларда, бир пайтнинг ўзида ҳам дағал ва ҳам қайишқоқ тескари боғланишларни учратиш мумкин. Бундай тескари боғланишларни узатиш функцияси

$$K_{тб}(p_{тб}) = k(1 \pm T_{тб}p)(1 + T_{тб}''p)^{-1} \quad (13.7)$$

кўринишида бўлган статизмли дифференциалловчи бўғинлар каби ифода-ланади. Аралаш учрайдиган тескари боғланишлар ўз ичига олган бўғин-ларнинг вақт доимийси, кучайтириш коэффициенти каби параметларини ўзгартиради; аммо уларнинг структура схемалари бирмунча мураккабла-шади. Нотурғун тизимларини барқрорлаштиришда, аралаш тескари боғ-ланишлардан фойдаланилганда, дағал ёки қайишқоқ таскари боғла-нишларни қўллагандан кўра кўпроқ яхши натижаларни беради. Бундай ҳолатларда олинган эквивалент бўғинлар дастлабки берилган бўғинларга нисбатан юқори даражали тенгламаларга эга бўлади.

### Ўзгарувчан токни крррекцияловчи қурилмалар

Автоматик бошқариш тизимларида, агар асосий сигнал ўтаётган зан-жирда демодуляторлар (1) ва модуляторлар (2)дан фойдаланилган бўлса (13.8-расм) бошқариш қонуниятига ҳосилани киритиш ўзгармас ток дифференциалловчи қурилмалари ёрдамида амалга оширилади.



13.8-расм

13.8-расмда кўрсатилган ҳолатда ўзгарувчан ток сигнали катталиги амплитудага пропорционал бўлган, ўзгармас кучланишга айлантириб беради. Ўзгармас кучланиш кутблари ўзгарувчан ток сигнаlining фазасига боғ-лиқдир. Бошқача қилиб айтганда, фазасезгир қурилмалардан фойдалани-лади. Бундай вариантларда тизим бирмунча яхшироқ тавсифга эга бўлади, оғишлар камаяди, аммо техник жиҳатдан мураккаблашади. Бу вазият, Қўшимча олдиға кучайтиргичлар (3) киритилганда, яна ҳам сезиларли бўлади (13.8б-расм).

Кўпчилик ҳолларда ўзгарувчан токда ишлайдиган дифференциалловчи қурилмалардан фойдаланилувчи сигналларни оралиқда тўғрилаш зарурати бартараф қилинади.

Ўзгарувчан ток контурлари сигналнинг ўзгариш частотасига сезгир бўлади. Агар ўзгарувчан ток дифференциалловчи қурилмалари киришиға частотаси  $\omega_0$  бўлган ўзгарувчан синусоидал қонуният бўйича қчастота билан тусланадиган бўлса, у ҳолда кириш сигналнинг лаҳзалик қиймати

$$u_{\text{кир}}(t) = U_{\text{кир}}(t) \sin \omega_0 t \quad (13.8)$$

ёки

$$u_{\text{кир}}(t) = A \sin q t \sin \omega_0 t \quad (13.9)$$

ға тенг бўлади; бу ерда А -ўзгармас коэффициент.

Қурилма дифференциалловчи бўлиши учун кириш сигнали ҳосиласига пропорционал бўлган чиқиш сигнали даркор бўлади. Бу лаҳзалик чиқиш сигнали частота ўзгариши бўйича қуйидагига тенгдир:

$$U_{\text{чик}}(t) = dU_{\text{чик}} / dt = Aq \cos Q t \sin \omega_0 t / \quad (13.10)$$

Шундай қилиб, агар чиқишда амплитуда бўйича  $\theta$  частота модуляци-  
ясига эга бўлган, худди шундай  $w_0$  частотали ўзгарувчан кучланишни ифо-  
даласа, контур кириш сигналини ўзгартирувчисига нисбатан дифференци-  
алловчи хусусиятга эгадир. Бунда чиқдишдаги кучланишнинг эгри чизиғи-  
дан киришдаги кучланишнинг ўзгарувчан эгри чизиғи ўзгараётган сигнал  
тебранишининг чорак даврига ўзиб кетади.

Чиқиш сигналининг амплитуда қиймати ўзгариш частотаси бга чизикли боғлиқ  
бўлиши керак. Ўзгарувчан ток дифференциалловчи курилмаларининг тузатиш ва частота  
функцияларини аниқлаш учун кириш ва чиқишдаги сигналларни Фурье ўзгартириши орқали  
тавсирлай (ифодалай) олиш усулини кўриб чиқиш лозим бўлади.

Агар амплитуданинг ўзгариш частотаси қорқали белгиланган бўлса, у ҳолда узатиш функцияси  
 $K(p)$  бўлган бўғиннинг кириш ва чиқишдаги ўзгарувчи сигналларга нисбатан қуйидаги  
эквивалент частота функциясига эга бўлади.

$$K(jQ) = K[j(Q + w_0) + K(j(\theta - w_0))]/2 \quad (13.11)$$

Демак, шундай қилиб, ўзгарувчан токнинг модулланган сигналларидан бўғиннинг, эквивалент  
частота функциясини  $K_{\text{эқв}}(jw)$  олиш учун узатиш функцияси  $K(p)$  даги  $p$  ни  $jw$  га  
алмаштирилади. Кейин эса  $\omega$  ни  $(Q + \omega_0)$  га алмаштириб  $K[j(Q - \omega_0)]$  ташкил этувчинн,  
 $\omega = Q - \omega_0$ -да эса  $K[j(Q - \omega_0)]$  ташкил этувчилар аниқланади. Шундан сўнг (13.11) дан фойдаланиб  
 $K_{\text{эқв}}(jQ)$ ни топилади. Агар  $K_{\text{эқв}}(jQ)$  ифодадаги  $jQ$ ни  $S$ га айрим ўзгартиришлардан сўнг  $(Q/\omega_0 < 1)$  деб  
қабул қилиб олган ҳолда) алмаштирсак, у ҳолда ўзгарувчан ток бўғиннинг узатиш функциясини  
 $K(S)$ ни модуллашган сигналга нисбатан аниқлаймиз.

Агар ўзгарувчан ток бўғини частотага нисбатан тебранишда бўлса, унда эквивалент частота  
функцияси

$$K_{\text{эқв}}(jq) = K[j - (\theta + w_0)] \quad (13.12)$$

бўлади ва  $K(S)$ ни олиш масаласи енгиллашади.

Агар, бордию, айрим бўғинлар ўзларини тутиб турувчи частоталарда ишлайдиган бўлсалар ва бу  
частотада резонанс бўлмай эквивалент частота функциясини (13.11) бўйича аниқлаш мумкин  
бўлмаса, у ҳолда бир неча бўғиннинг натижавий узатиш функциясини олиш керак бўлади ва  
(13.11) бўйича оғдирувчи сигналга нисбатан эквивалент частота функциясини топилади.

Энди ўзгарувчан ток сигналини оғдирувчиси дифференциалловчи ста-тизмли идеал  
дифференциалловчи бўғиннинг частота тавсифисини кўриб чиқайлик. Оғдирувчи бўйича узатиш  
функцияси

$$K_{\text{эқв}}(S) = k(1 + T_s) \quad (13.13)$$

(13.12) ҳисобга олган ҳолда берилган бўғиннинг частота функцияси

$$K[j(q + w_0)] = k(1 + j\theta T) \quad (13.14)$$

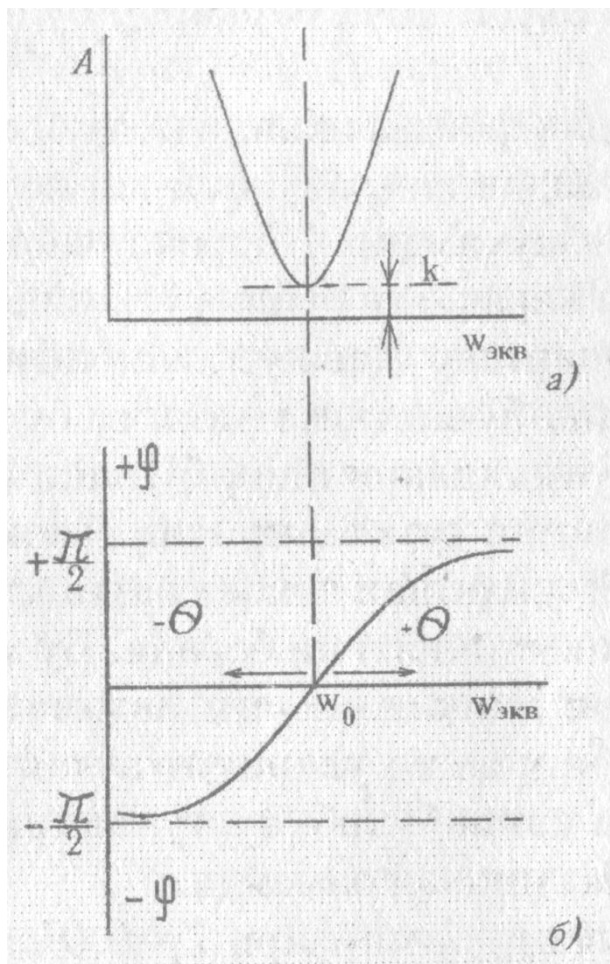
Эквивалент частота учун  $w_{\text{эқв}} = \theta + w_0$  белгилашни киритиб қуйидагини ёзиш мумкин:

$$K(jw_{\text{эқв}}) = k[1 + (w_{\text{эқв}} - w_0)T] \quad (13.15)$$

(13.15) ифода частоталар фарқи  $(w_{\text{эқв}} - w_0)$  орқали ифодаланган, оғиш бўйича статизмли идеал  
дифференциалловчи курилманинг эквивалент частота функциясини билдиради. Шунинг  
учун

$$A = |K(jw_{\text{эқв}})| = k \sqrt{1 + T^2 (w_{\text{эқв}} - w_0)^2} \quad \left. \begin{aligned} \varphi &= \arctg T(w_{\text{эқв}} - w_0) \end{aligned} \right\} \quad (13.16)$$

Охирги ифода орқали эквивалент частота  $w_{\text{эқв}}$  ўзгарган ток сигналининг оғдирувчиси  
бўйича статизмли идеал дифференциалловчи бўғиннинг амплитуда ( $a$  -расм) ва фаза ( $b$  -расм)  
тавсифиларни куриш мумкин.  $w_0 = \text{const}$  бўлганлиги учун тавсифининг кўриниши оғдирувчининг  
частотаси бўлади.



Частота тавсифиларининг кўриниши тутиб турувчи частота  $w_0$  учун, дифференциалловчи қурилманинг титратувчи хусусиятларини кўрсатади.

Оғдирувчининг частотаси  $\theta$  абцисса ўқидаги  $w_0$  қийматга мос келувчи нуқтадан бошлаб ҳисобланади.  $w_{эКВ} = w_0$  бўлганда  $\theta=0$  бўлади,  $w_{эКВ} > w_0$  да частота  $\theta > 0$ ,  $w_{эКВ} < w_0$  да частота  $\theta < 0$  қийматларга эга бўлади. Шундай қилиб, бундай тавсифиларга ўзгарувчан ток сигналинини оғдирувчиси бўйича дифференциалловчи қурилмалар эга бўлишлари керак. (13.16) тенглама, тутиб турувчи частотани силжиш даражасини ҳисобга олган ҳолда, кўриб чиқилган дифференциалловчи бўғиннинг тавсифисини ўзгарувчан ва ўзгармас токда ишлайдиганлари ўртасидаги ўхшашликларни аниқлаш им-конятини беради.

Бошқача қилиб айтганда, координата бошини ўнгга тутиб турувчи частотанинг қийматларига тенг миқдорга кўчириб ўтиш йўли билан оғдирувчига нисбатан олинган, ўзгарувчан токда ишлайдиган, кўриб чиқиладиган бўғиннинг амплитуда ва фаза частота тавсифиси ўзгармас ток бўғинининг амплитуда фаза тавси-фисидан олиниши мумкин.

Юқорида айтиб ўтилган талабларга, тутиб

турувчи частотага созланган Т-симон ; кўприксимон ва бошқа ўзгарувчан ток резонанс контурлари жавоб беради.

### Коррекцияловчи қурилмаларни улаш усуллари

Автоматик тизимларини лойиҳалаш ишларини бажарилганда кор-рекцияловчи қурилмаларни қаерга ва қандай усулда улаш жуда муҳим аҳамиятга эгадир. Коррекцияловчи жиҳозларини тизим элементлари билан кетма-кет уланганда бўғинларнинг қувватларини, параллел уланганда эса маълум бир сондаги бўғинларни қамраб олишини ҳисобга олиш зарур бўлади.

АБТ таркабида бўлган элементнинг чиқишида кучланиш қиймати катта бўлмаса, бундай ўлчагичлардан кейин электр баркорорлаштирувчи қурилмани улаш мақсадга мувофиқ бўлмайди. Чунки бундай уланиш кам турғунликка эга бўлган ўзгармас ток сезгир кучайтиргичларидан фойдаланишни тақозо этади. Энг яхшиси, турғунлаштирувчи қурилма олдида кучайтиргич улангани маъқул; негаки шу усул билан пассив қурилмалар томонидан кучсизлантирилган сигнал қуввати тўлдирилади. Асосий кучайтирувчи сифатида сезгирлиги кам бўлсада, анча барқарор бўлган ўзгармас ток кучайтиргичи ишлатилади.

Қўшимча манфий тескари боғланишлардан фойдаланилганда, тизимни бақарорлаштириш учли, шу боғланиш томонидан қамраб олиниши керак бўлган сондаги бўғинларни танлаб олиш ҳам муҳумдир. Коррекцияловчи бўғинларни қаерга, қандай тартибда уланиши кераклиги бўйича ўтказилган тадқиқот ишлари [А.З.] аниқ талаб ва шартлар мавжуд эканлигини кўрсатади. Бунинг учун эса тескари боғланиш бўғинининг типи ва бутун тизимнинг бўғинларини сони ва узатиш функциялари аниқ бўлиши керак. Автоматик бошқариш тизимларида олинган тузилиши очик ситеманинг кучайтириш коэффициентини назарий жиҳатдан чексиз катта қийматларгача турғунликни бўзмай туриб олиш имкониятини беради. Бу ҳол шундан келиб чиқадики, амалда ўта юқори аниқлиқдаги автоматик бошқариш тизимларини яратиш

зарурати бор; аммо уларнинг кучайтириш коэффициентлари критик қийматидан катта бўлиб, турғунликнинг одатдаги усуллари тизимда барқарорликни таъминлай олмайди.

Айтилганларни тасдиқлаш мақсадида вақт доимийлари  $T_1 = 0.01\text{сек}$ ;  $T_2 = 0.34\text{сек}$ ;  $T_3 = 0.1\text{сек}$ ; ва кучайтириш коэффициентлари  $k_1 = 40$ ;  $k_2 = 1$ ;  $k_3 = 15$  га тенг бўлган биринчи даражали учта бўғиндан ташкил топган автоматик тизимни [А.4.] кўриб чиқайлик. Одатдаги турғунликка текширувчи усуллар бўйича бу тизим барқарорлаштирувчи қурилмаларсиз нотурғун эканлиги аниқланган. Фараз қилайлик, бу тизимни турғунлигини таъминлаш учун узатиш функцияси

$$K_{T_0}(p) = pT_{T_0}(1 + T_{T_0}p)^{-1} \quad (13.17)$$

бўлган қўшимча манфий дифференциалловчи тескари боғланишни қабул қилганмиз. Бунда шу тескари боғланишни қаерга уланишини ва барқарор ишлашини таъминлаш учун нечта бўғинни қамраб олиши зарурлиги аниқланади. Агар барқарорлаштирувчи бўғин иккита ситема бошида жойлашган бўғиннигина ўз ичига олган бўлса, у ҳолда барқарорлаштирувчи турғунга эга бўлган бўлса ҳам, тизим ўзининг берилган параметрларида ва  $T_{T_0}$ нинг ҳар қандай қийматларида нотурғун бўлади. Бордию (13.17)дек узатиш функциясига эга бўлган барқарорлаштирувчи бўғин фақат биттагина дастлабки бўғинни ўз ичига олган бўлса ва у энг юқори  $k$  га эга бўлса, у ҳолда  $T_{T_0} = 0.5\text{сек}$  ва тизимнинг берилган параметрларида тизим турғун бўлади.

Тескари боғланишларни қаерга уланиши автоматик тизимларини лойиҳалаш ва йиғишда жуда муҳим рол ўйнайди. Бу борада маълум бир қоидаларга риоя қилинса мақсадга мувофиқ бўлади. Имконияти борича ҳар қанча бўғинни ҳам ўз ичига олса бўладиган ва ҳар қандай узатиш функциясига эга бўлган бўғинлар билан ҳам барқарорлашган тизим ола билиш маъқул.

Умумий ҳолларда турғунлаштирувчи бўғинни қаерга қандай улаш унумли эканлиги ҳақида М.В. Мееров томонидан қуйидаги муҳим қоидалар ишлаб чиқилгандир:

1. Агар тизим фақат тебранувчи бўғинлардан ташкил топган бўлса, у ҳолда (13.17)кўринишдаги турғунлаштирувчи бўғинга эга бўлган тескари боғланиш фақатгина битта тебранувчи бўғинни ўз ичига олиши мумкин. Жадаллаштирилган боғланишларда эса фақат битта тебранувчи бўғин қамраб олинмай қолинади.

2. Агар барқарорлаштирувчи бўғин пта тебранувчи бўғинни қамраб олинган бўлса, у ҳолда мураккаброқ типдагисидан фойдаланиб, унинг узатиш функциясини суратининг даражаси махражидаги қиймати даражасидан камида  $(2n-2)$  га юқори бўлиши керак бўлади.

3. Агар тизим пта интегралловчи бўғиндан ташкил топган бўлса, у ҳолда улардан  $(n-1)$  таси барқарорлаштирувчи бўғин орқали қамраб олинган бўлиши керак; бунда ҳар бир  $(n-1)$  интегралловчи бўғин манфий ишорали дағал тескари боғланиш билан қамраболинади.

Юқорида айтиб ўтилганларнинг барчаси тузилиш тузилиши жихатидан нотурғун ва кечикувчи бўғинларни барқарорлаштиришида қўлланилиши мумкин. Агар барқарорловчи бўғин кечикувчи бўғинларни ўз ичига олмаса, у ҳолда юқорида кўрсатилган кечикмайдиган бўғинларга тааллуқли хулосалар фақат чегараланмаган миқдордаги кучайтириш коэффициентига эга бўлган тизим учун ўринлидир. Агар барқарорловчи бўғин кечикувчи бўғинларни тўла-тўқис ёки бир қисмини ўз ичига олса, у ҳолда тизимнинг турғунлигини кучайтириш коэффициента  $k$  нинг қийматини чексиз ошириб таъминлаб бўлмайди.

Шу кўриб чиқилган мулоҳазалардан кўриниб турибдики, чегараланмаган кучайтириш коэффициенти эга бўлган, ҳамда кам статик хатоликка эга бўлган юқори аниқликдаги автоматик тизимга эга бўлиш учун жуда ҳам эҳтиёткорлик билан барқарорликни таъминловчи қурилмани танлаб олиш, уланиш жойини аниқлаш ва қамраб олинадиган бўғинда сонини белгилаш лозим бўлади.

Агар фақатгина тизимнинг турғунлигани таъминлаш билан бир параметрнинг ўзгариш оралигини аниқлаш талаб қилинса, у ҳолда ҳисоб-лашларда Д-бўлаклаш каби усуллардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир [А.Ми]. Тизимни барқарорлаштириш билан бир қаторда

Ўтиш жараёни сифатига қўйилган талабларни ҳам қондириш зарур бўлади. Шунинг учун коррекцияловчи қурилмаларни ҳисоблаш ўтиш жараёнининг сифатига қўйилган талабларни қондирувчи масалаларни ечиш билан биргаликда олиб борилади.

2.АМАЛИЙ КИСМ.

9- ВАРИАНТ.

>>T1=0.374

T1 =

0.3740

>> Tm=0.28

Tm =

0.2800

>> Tya=0.0625

Tya =

0.0625

>> K1=0.7

K1 =

0.7000

>> Kd=1.18

Kd =

1.1800

>> Kf=2.9

Kf =

2.9000

>> Ktg=0.424

Ktg =

0.4240

>> Keu=12.6

Keu =

12.6000

>> Mc=18

Mc =

18

>>omegad=260

omegad =

260

>>deltaomegad=3.48

deltaomegad =

3.4800

>> p=3

p =

3

>>omega=(0:0.018:0.3)

omega =

Columns 1 through 8

0 0.0180 0.0360 0.0540 0.0720 0.0900 0.1080 0.1260

Columns 9 through 16

0.1440 0.1620 0.1800 0.1980 0.2160 0.2340 0.2520 0.2700

Column 17

0.2880

>> R1k=10^4

R1k =

10000

>> R2k=1.27\*10^5

R2k =

127000

>> C=3.68\*10^-5

C =

3.6800e-005

>> Wp1=(Tya\*p+1)

Aomega1=sqrt((Tya^2).\*(omega.^2)+1)

phiomega1=atan(Tya.\*omega)

Wp2=1/(Tm\*p+1)

Aomega2=1./sqrt((Tm^2).\*(omega.^2)+1)

phiomega2=-atan(Tm.\*omega)

k0((((Kf\*Mc)/deltaomegad)-1)/(Keu\*K1\*Kd\*Ktg))

kpc=k0\*Keu\*K1\*Kd\*Ktg

Wp3=kpc/(T1\*p+1)

Aomega3=kpc./sqrt((T1^2).\*(omega.^2)+1)

phiomega3=-atan(T1.\*omega)

W1p=(0.1\*p+1)

A1omega=sqrt(0.01.\*(omega.^2)+1)

phi1omega=atan(0.1.\*omega)

W2p=1/(10\*p+1)

A2omega=1./(sqrt(100.\*(omega.^2)+1))

phi2omega=-atan(10.\*omega)

W3p=10/(1\*p+1)  
A3omega=10./(sqrt(1.\*(omega.^2)+1))  
phi3omega=-atan(1.\*omega)

Wp1 =

1.1875

Aomega1 =

Columns 1 through 8

1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000

Columns 9 through 16

1.0000 1.0001 1.0001 1.0001 1.0001 1.0001 1.0001 1.0001

Column 17

1.0002

phiomega1 =

Columns 1 through 8

0 0.0011 0.0022 0.0034 0.0045 0.0056 0.0067 0.0079

Columns 9 through 16

0.0090 0.0101 0.0112 0.0124 0.0135 0.0146 0.0157 0.0169

Column 17

0.0180

Wp2 =

0.5435

Aomega2 =

Columns 1 through 8

|        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1.0000 | 1.0000 | 0.9999 | 0.9999 | 0.9998 | 0.9997 | 0.9995 | 0.9994 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

Columns 9 through 16

|        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.9992 | 0.9990 | 0.9987 | 0.9985 | 0.9982 | 0.9979 | 0.9975 | 0.9972 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

Column 17

|        |
|--------|
| 0.9968 |
|--------|

phiomega2 =

Columns 1 through 8

|   |         |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | -0.0050 | -0.0101 | -0.0151 | -0.0202 | -0.0252 | -0.0302 | -0.0353 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|

Columns 9 through 16

|         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| -0.0403 | -0.0453 | -0.0504 | -0.0554 | -0.0604 | -0.0654 | -0.0704 | -0.0755 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|

Column 17

|         |
|---------|
| -0.0805 |
|---------|

k0 =

|        |
|--------|
| 3.1726 |
|--------|

kpc =

|    |
|----|
| 14 |
|----|

Wp3 =

|        |
|--------|
| 6.5975 |
|--------|

Aomega3 =

Columns 1 through 8

14.0000 13.9997 13.9987 13.9971 13.9949 13.9921 13.9886 13.9845

Columns 9 through 16

13.9797 13.9744 13.9684 13.9618 13.9545 13.9467 13.9382 13.9292

Column 17

13.9195

$\phi_{\omega^3} =$

Columns 1 through 8

0 -0.0067 -0.0135 -0.0202 -0.0269 -0.0336 -0.0404 -0.0471

Columns 9 through 16

-0.0538 -0.0605 -0.0672 -0.0739 -0.0806 -0.0873 -0.0940 -0.1006

Column 17

-0.1073

$W_{1p} =$

1.3000

$A_{1\omega} =$

Columns 1 through 8

1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0001 1.0001

Columns 9 through 16

1.0001 1.0001 1.0002 1.0002 1.0002 1.0003 1.0003 1.0004

Column 17

1.0004

phi1omega =

Columns 1 through 8

0 0.0018 0.0036 0.0054 0.0072 0.0090 0.0108 0.0126

Columns 9 through 16

0.0144 0.0162 0.0180 0.0198 0.0216 0.0234 0.0252 0.0270

Column 17

0.0288

W2p =

0.0323

A2omega =

Columns 1 through 8

1.0000 0.9842 0.9409 0.8799 0.8115 0.7433 0.6794 0.6217

Columns 9 through 16

0.5704 0.5253 0.4856 0.4508 0.4201 0.3930 0.3688 0.3473

Column 17

0.3280

phi2omega =

Columns 1 through 8

0 -0.1781 -0.3456 -0.4951 -0.6240 -0.7328 -0.8238 -0.8999

Columns 9 through 16

-0.9638 -1.0178 -1.0637 -1.1031 -1.1372 -1.1669 -1.1930 -1.2161

Column 17

-1.2366

W3p =

2.5000

A3omega =

Columns 1 through 8

10.0000 9.9984 9.9935 9.9855 9.9742 9.9597 9.9422 9.9216

Columns 9 through 16

9.8979 9.8713 9.8418 9.8096 9.7746 9.7370 9.6968 9.6543

Column 17

9.6094

phi3omega =

Columns 1 through 8

0 -0.0180 -0.0360 -0.0539 -0.0719 -0.0898 -0.1076 -0.1253

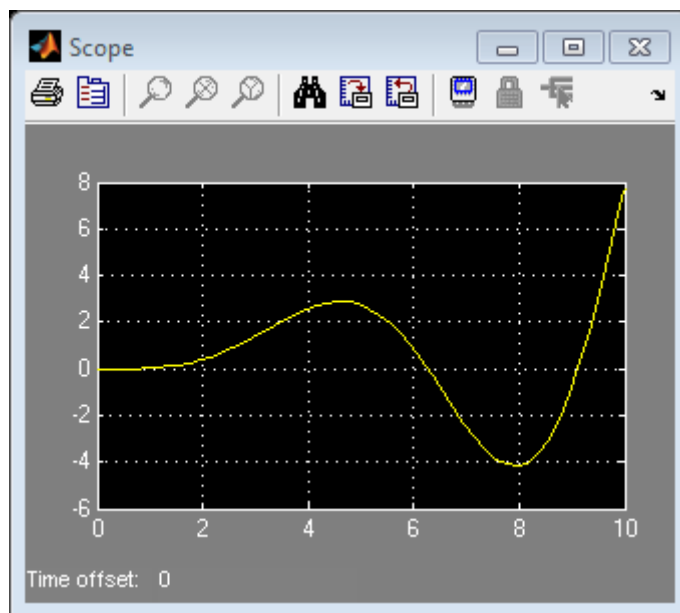
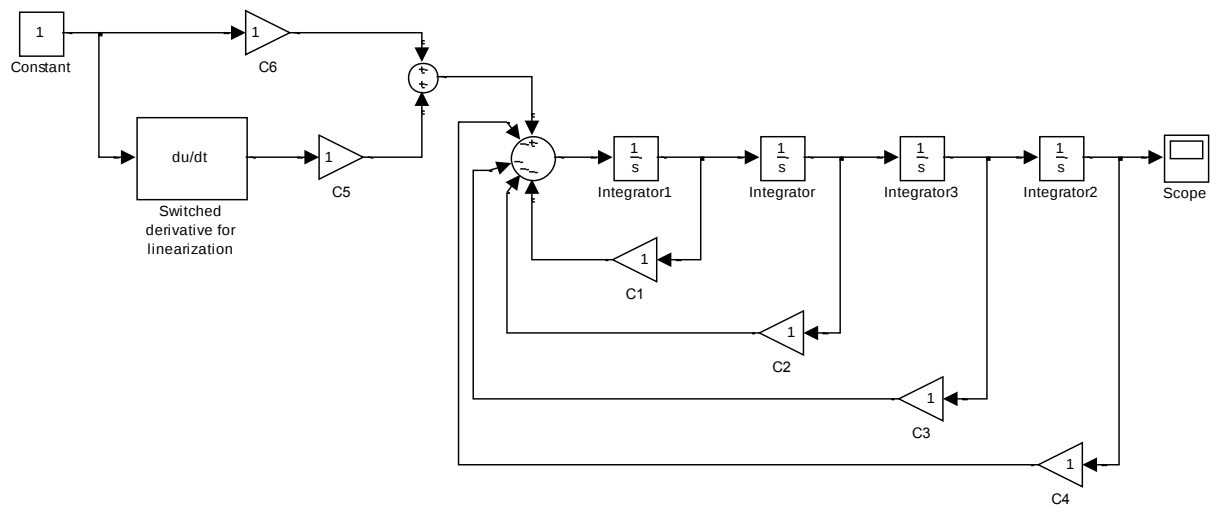
Columns 9 through 16

-0.1430 -0.1606 -0.1781 -0.1955 -0.2127 -0.2299 -0.2469 -0.2637

Column 17

-0.2804

>>simulink



```
>> w1=tf([Kd],[0.003247 Tm 1])
w2=tf([K1],[T1 1])
w3=tf([Tya 1],[0.003247 Tm 1])
```

Transfer function:

1.18

-----  
 $0.003247 s^2 + 0.28 s + 1$

Transfer function:

$$0.7$$

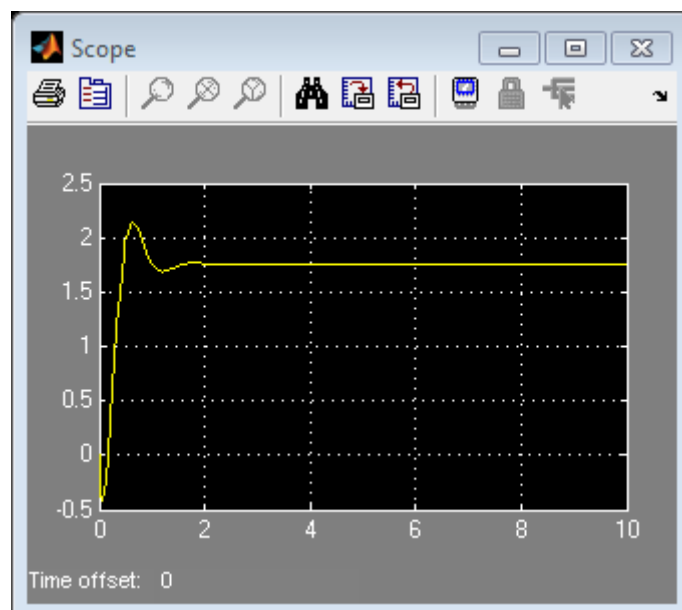
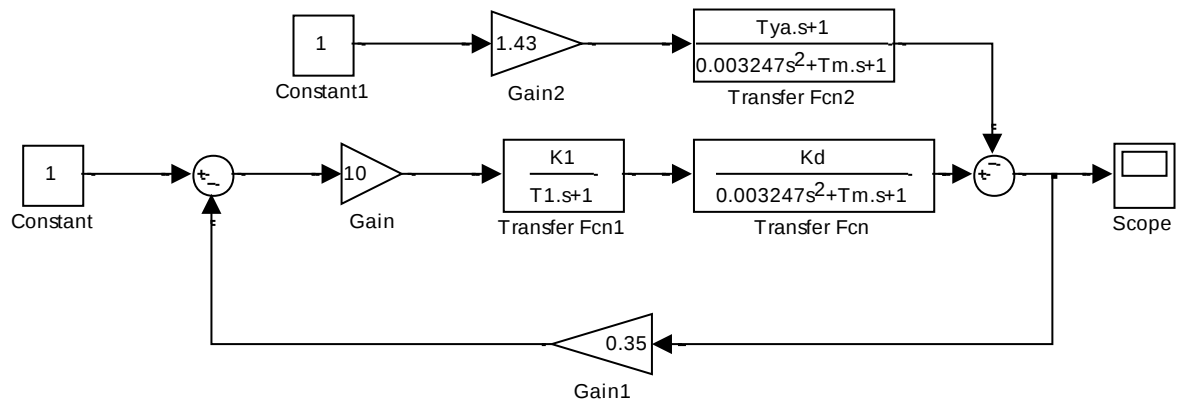
$$0.374 s + 1$$

Transfer function:

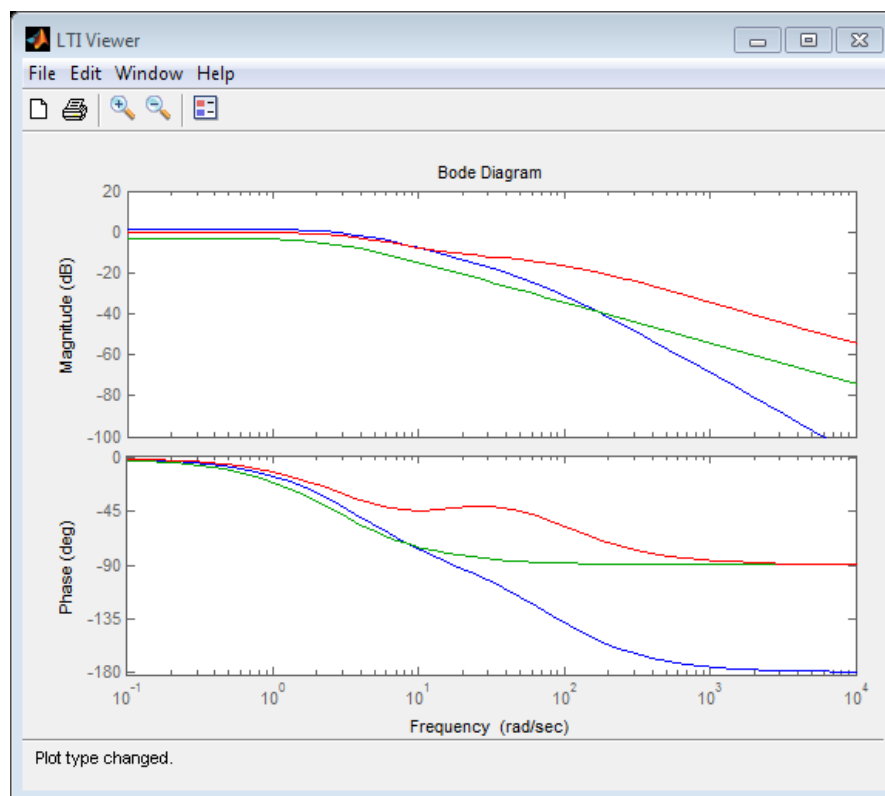
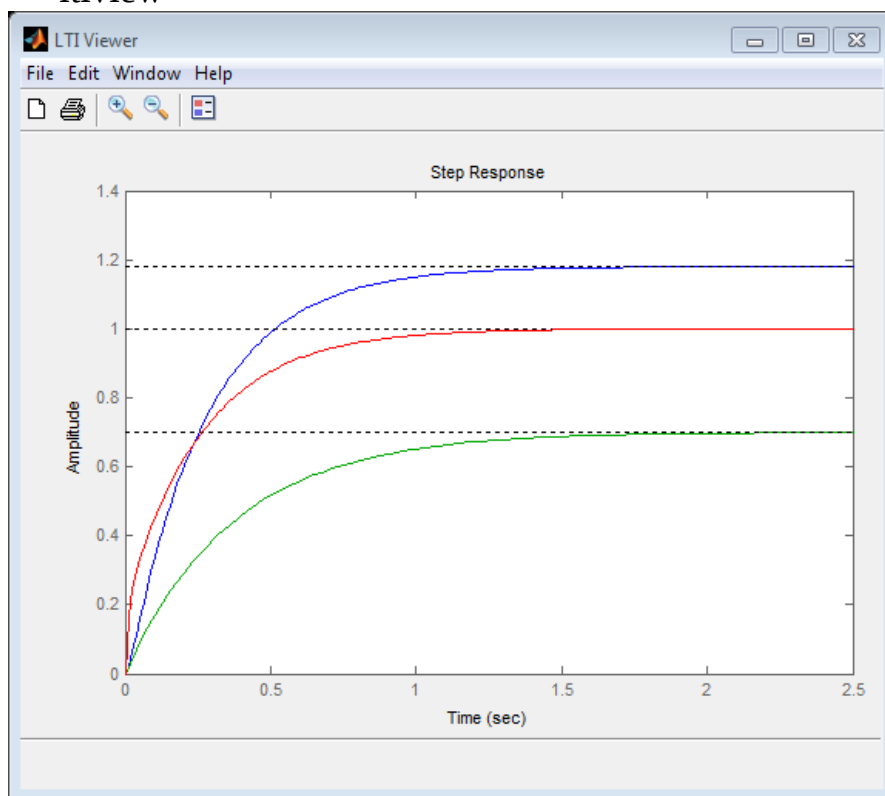
$$0.0625 s + 1$$

$$0.003247 s^2 + 0.28 s + 1$$

>>simulink

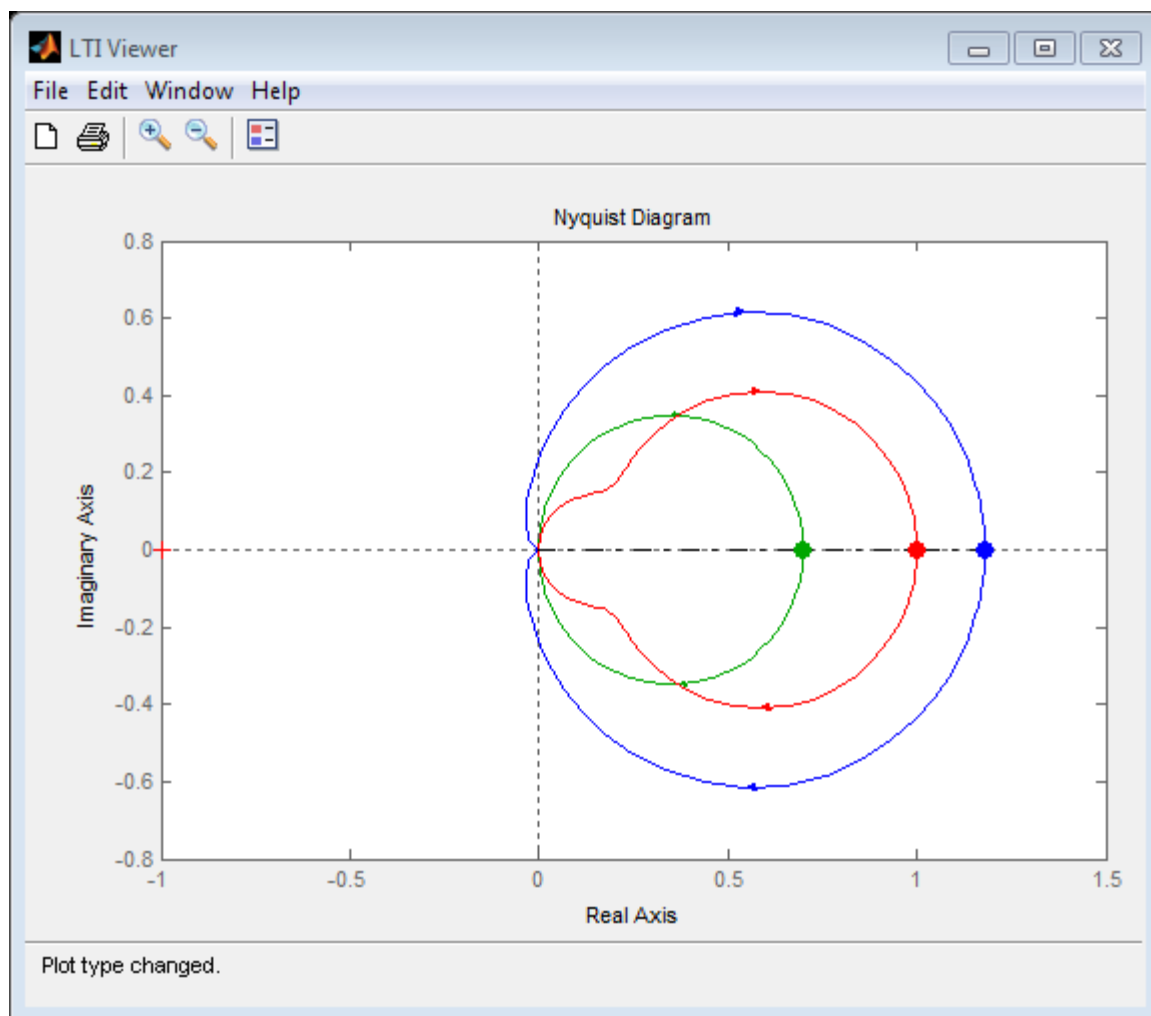


>> ltiview



ЛФХ

ЛФХ ва



**AΦЧХ**

## Фойдаланилган адабиётлар.

1. Методы классической и современной теории автоматического управления /Под.ред. К.А. Пупкова. Том 1-4 –М:МГТУ им. Баумана, 2004 г.
2. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. –М: Изд-во МЭИ, 2004. -400 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2004. -752 с.
4. Воронов А.А., Ким Д.П. Лохин В.М. и др. Теория автоматического управления. Учебник. 1,2 ч. –М.: Высш.шк., 1986.
5. Мирахмедов Д.А. Автоматик бошқариш назарияси. –Т.: Ўзбекистон, 1993, -287б.
6. Юсупбеков Н.Р., Мухитдинов Б.Э., Ғуломов Ш.М. Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш. –Тошкент: Ўқитувчи, 2011.
7. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.Э., Ғуломов Ш.М. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. –Тошкент: Ўқитувчи, 1997.
8. Технологик жараёнларни автоматлаштириш асослари. Ўқув қўлланма. 1-4 қисм. Юсубеков Н.Р., Игамбердиев Х.З., Маликов А.В.
9. Основы автоматизации технологических процессов. Учебное пособие. Част I, II. Юсубеков Н.Р., Игамбердиев Х.З., Маликов А. –Ташкент: ТашГТУ, 2007.
10. Савин М.М., Елсуков В.С., Пятин О.Н. Теория автоматического управления. Учебное пособие. –Ростов-на-Дону: Феникс, 2007.