

**Ўзбекистон республикаси олий ва урта махсус таълим  
вазирлиги**

**Тошкент ирригация ва кишлок хужалигини  
механизациялаш муҳандислари институти**

**Кишлоқ ва сув хужалигини электрлаштириш ва  
автоматлаштириш факультети**

**5311000 «Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни  
автоматлаштириш ва бошқариш» бакалавриат йуналиши**

**«Автоматлаштиришнинг техник воситалари» фанидан**

**«Автоматик ростлагичлар»**

**мавзусида 11- маъруза (4 соат)**

**Маърузачи**

**т.ф.н., доцент Р.Т. Газиева**

**Тошкент - 2018**

## ***Фойдаланиладиган адабиётлар***

- 1. Fundamentals of automation technology. Technical book. Denkendorf, Germany, 2008 , 106 p.**
- 2. Н.Р. Юсупбеков ва бошқ. Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш. Т. Ўқитувчи, 2011й. - 576 б. , дарслик.**
- 3. . А.Х.Вахидов, Д.Абдуллаева .Автоматиканинг техник воситалари. Т.2011й.**
- 4. Р.Т.Газиева, Д.А.Абдуллаева, Б.Қ.Тўхтамишев. Автоматиканинг техник воситалари ва рақамли автоматика. Т.ТИМИ, 2014, 160 б.**
- 5. Р.Т.Газиева. Сув хўжалигида технологик жараёнларни автоматлаштириш. Т.2007й.**
- 6. Р.Т.Газиева. Автоматика асослари. Т.2012й.**
- 7. Р.Т.Газиева.Автоматика асослари ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш.Т.2014й.**

**Кириш-тематик маърузада ўқитиш технологияси  
«Автоматик ростлагичлар»**

<i>№11 мавзу. 2 соат</i>	<i>Таълим олувчилар сони: 60 кишидан ошмаслиги лозим</i>
<i>Мавзу</i>	<b>Автоматик ростлагичлар</b>
<b>Маъруза режаси (1 қисм - кириш, 2 қисм - ахборот)</b>	<b>1. «Автоматик ростлагичлар» ҳақида тушунча. Автоматик ростлаш тизимлари ҳақида тушунча 2. Автоматик ростлаш принциплари 3. Қишлоқ ва сув хўжалиги шароитларида ишлатиладиган автоматик ростлагичларини ишлатиш хусусиятлари.</b>
<b>Асосий тушунча ва атамалар</b>	<b>Автоматлаштириш тизимларида қўлланувчи ростлагичлар, автоматик ростлаш схемалари, уларнинг турлари. Автоматик ростлаш принциплари ҳақида умумий тушунчалар.</b>
<b>Ўқув машғулотнинг мақсадлари:</b>	<b>1. Ўқув предмети бўйича тўлиқ маълумот бериш, техника ютуқларини сув хўжалиги ишлаб чиқаришига тадбиқ қила олувчи муҳандис сифатида шаклланишига кўмаклашиш. 2. Автоматик ростлагичларининг хусусиятларини ўргатиш.</b>
<b>Таълим бериш воситалари.</b>	<b>Маъруза матнлари, қоғоз варақалари, компьютер технологиялари, график органайзерлар.</b>
<b>Таълим бериш усуллари ва шакллари.</b>	<b>• Маъруза, блиц-сўров; • фронтал иш, гуруҳларда ишлаш.</b>
<b>Таълим шароитлари</b>	<b>Гуруҳдаги ишларни ташкиллаштириш учун мувофиқлашган, техник ускуналар билан жихозланган аудитория</b>
<b>Талабаларнинг берилган ўқув машғулотлари учун керак бўлган билим ва таълим маҳоратлари рўйхати.</b>	<b>Автоматик ростлагичлар, ростлаш тизимлари, элементлари, схемаларининг моҳияти, мақсадлари, асосий принциплари ва вазифалари ҳақида маълумотга эга бўлиш.</b>

# Асосий тушунча ва таърифлар

## Асосий тушунча ва таъриф- лар

**Бошқариш** - бирон бир жараённи олдинга қуйилган мақсадга йўналтиришга **бошқариш** деб аталади.

**Бошқариш таъсири** деб - бу бошқариладиган жараёнларга исталган ўзгаришни кирита оладиган ҳар қандай мақсадли йўналтирилган ҳаракатга айтилади.

**Бошқариш объекти** -бошқариши амалга оширилаётган жараёнга (техник жихозлар мажмуи – механизмалар, меҳнат қуроллари ва бошқа жараённи амалга ошириш учун қўлланилган жихозлар) бошқариш объекти дейилади.

**Автоматик бошқариш объекти** -бошқариш автоматик қурилмалар орқали амалга оширилса, у холда бошқариш объектига **автоматик бошқариш объекти** дейилади.

# Асосий тушунча ва таърифлар

## Асосий тушунча ва таъриф- лар

*Автоматик бошқариш (ростлаш) - бирон бир жараёни одам иштирокисиз техник жихозлар (бошқариш қурилмалари) ёрдамида амалга оширилишига **автоматик бошқариш (ростлаш)** дейилади*

*Бошқариш (ростлаш) ни амалга оширишда қўлланилган техник қурилмаларга **автоматик қурилмалар** дейилади.*

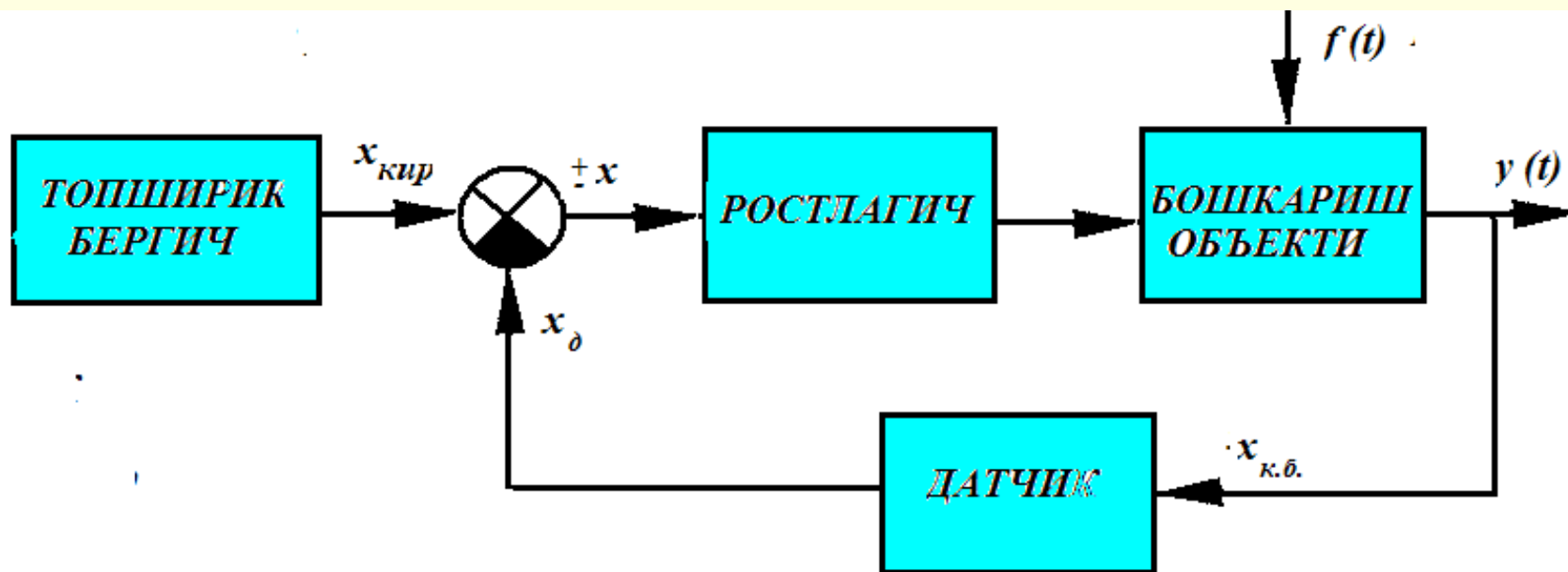
*Бошқариш жараёни босқичларининг бажарилишини таъминловчи қурилмалар тўпламига **бошқариш тизими** дейилади.*

*Барча ишчи ва бошқариш вазифаларини автоматик қурилмалар амалга ошираётган тизимга **автоматик тизим** дейилади.*

# Автоматик ростлагичлар

- **Автоматик ростлагичлар** - бу ростланаётган курсаткични белгиланган ёки маълум дастур буйича ушлаб туришга мулжалланган мосламадир.
- Куйидаги автоматик ростлаш тизимида , ростланувчи параметр бирламчи улчагич ёрдамида улчаниб, параметрнинг хар бир вақтдаги кийматига пропорционал сигнал автоматик ростлагичнинг солиштириш элементида берилиб, у ерда параметрнинг белгиланган киймати билан солиштирилади ва маълум конуният буйича ростлаш таъсир сигнали ишлаб чиқилади. Бу таъсир сигнали ижрочи курилма ёрдамида ростлаш объектига таъсир курсатиб, ростланаётган параметрни белгиланган кийматга олиб келади.

# *Ростлаш тизимларининг функционал схемаси*



*$x_{кир}$  - кириш сигнали,  
 $\pm x$  - нобаланслик сигнали,  
 $x_{к.б.}$  - кайта алока сигнали  
 $y(t)$  - чиқиш сигнали.*

## *Автоматик ростлаш тизими*

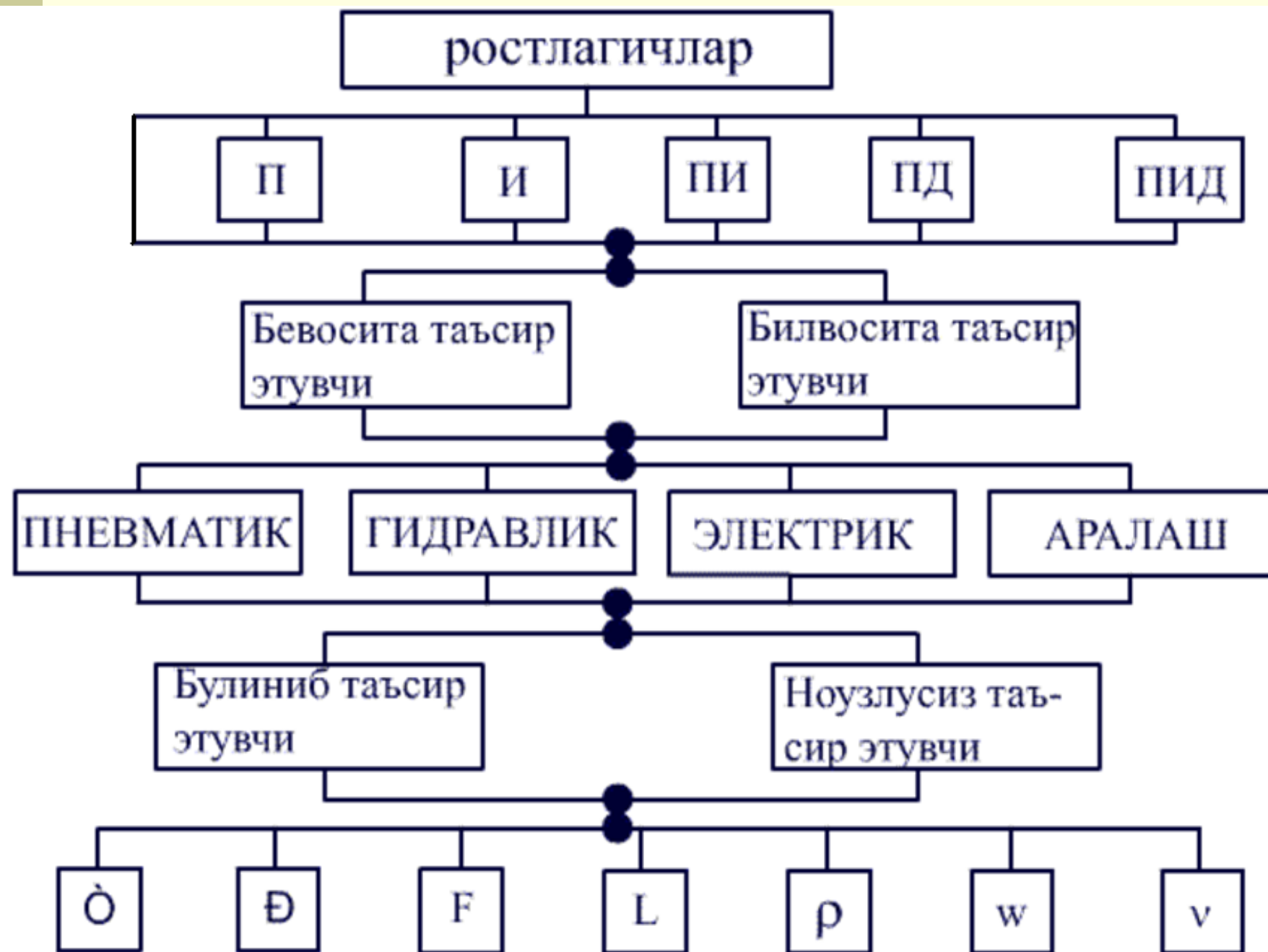
*-агар автоматик бошқариш бошқарилаётган қийматни берилган тартиб (қонун) бўйича ўгартириб (бир меъёрда ушлаб) туришига қаратилган бўлса, у холда бундай автоматик бошқаришга **автоматик ростлаш** дейилади.*

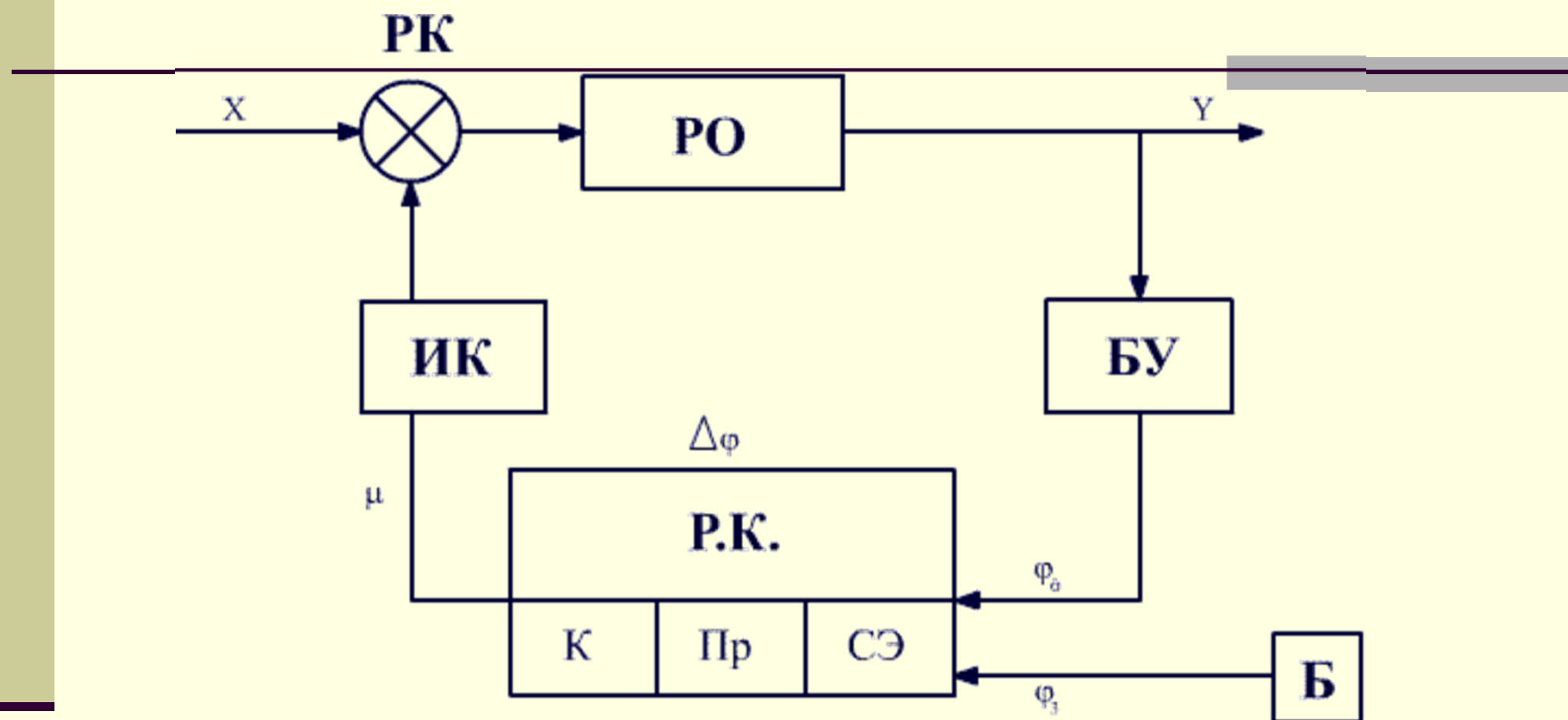


- Ростлагичлар куйидагича таснифланади:
- Ростлаш конуниятига караб:
  - позицион, пропорционал, интеграл, пропорционал-интеграл, пропорционал-дифференциал ва пропорционал-интеграл-дифференциал ростлагичларга булинади.
- Таъсир турига караб:
  - бевосита таъсир этувчи ва билвосита таъсир этувчи ростлагичларга булинади
- Ростлаш органига таъсир характерига караб узлуксиз таъсир этувчи ва даврий таъсир этувчи ростлагичларга.

# Автоматик регуляторлар







РК - ростловчи курилма; ИК - ижрочи курилма;  
 БУ - бирламчи улчагич-масофага сигнал узатувчи;  
 Б -буюртма; Пр - узгартиргич; К - кучайтиргич;  
 СЭ - солиштирувчи элемент;  $m$  - ростлаш таъсир  
 сигнали.

# Автоматик ростлаш тизимининг таркиби

Сигналларни  
узатиш  
занжирига  
нисбатан  
(АРТ)

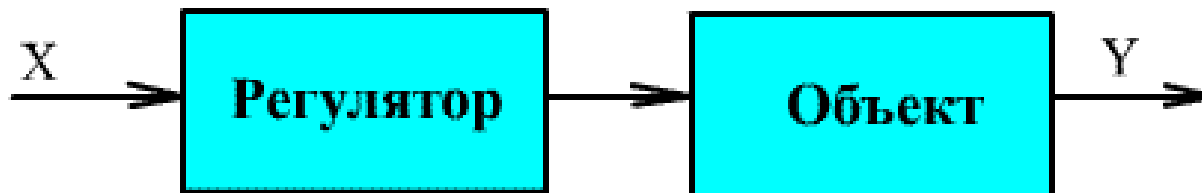
→ **Очиқ тизим**

(Дастурли  
бошқариш  
tizими)

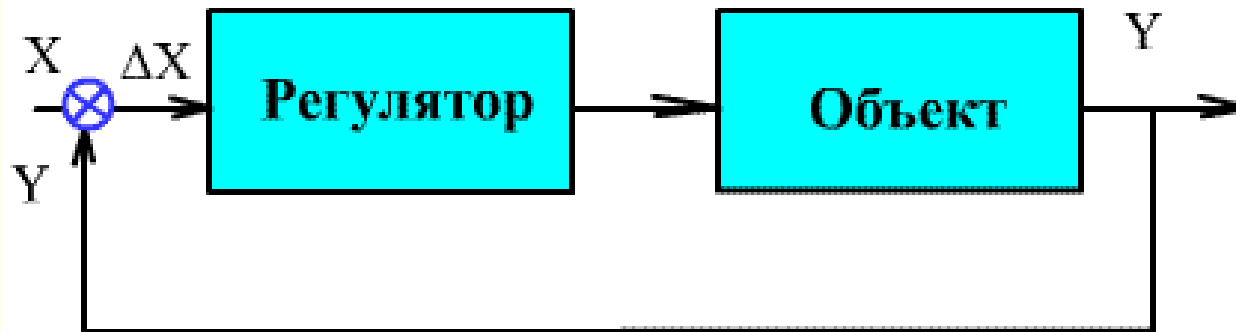
↪ **Берк тизим**

(Автоматик  
стабилловчи)

а)



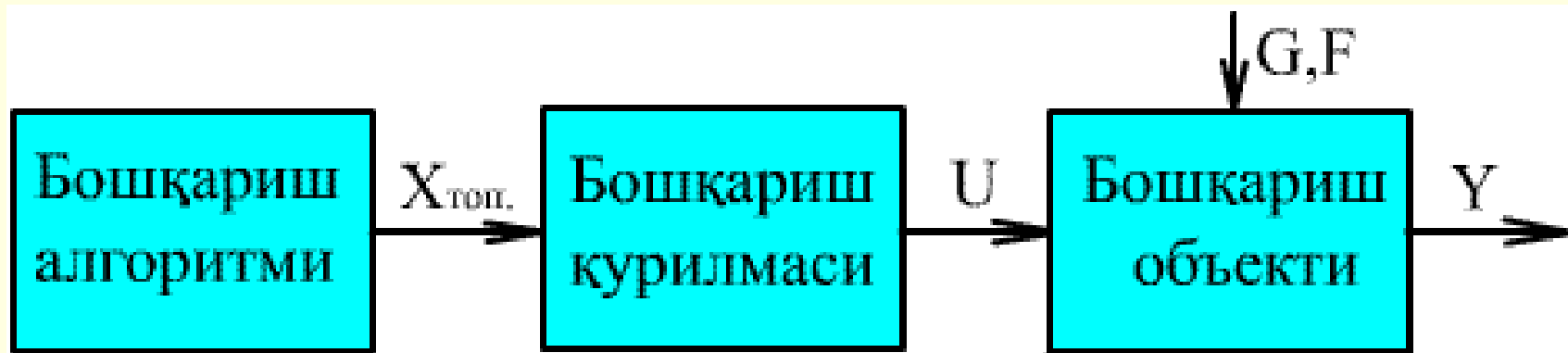
б)



## 2. Автоматик ростлашнинг асосий принциплари ва қонунлари

### Очиқ цикл бўйича ростлаш принципи

Ростлашнинг бу принципида бошқариш алгоритми олдиндан белгиланган тизимни ишлаш алгоритми асосида амалга оширилади ва бошқариш таъсирини бажарилиш даражаси назорат қилинмайди.

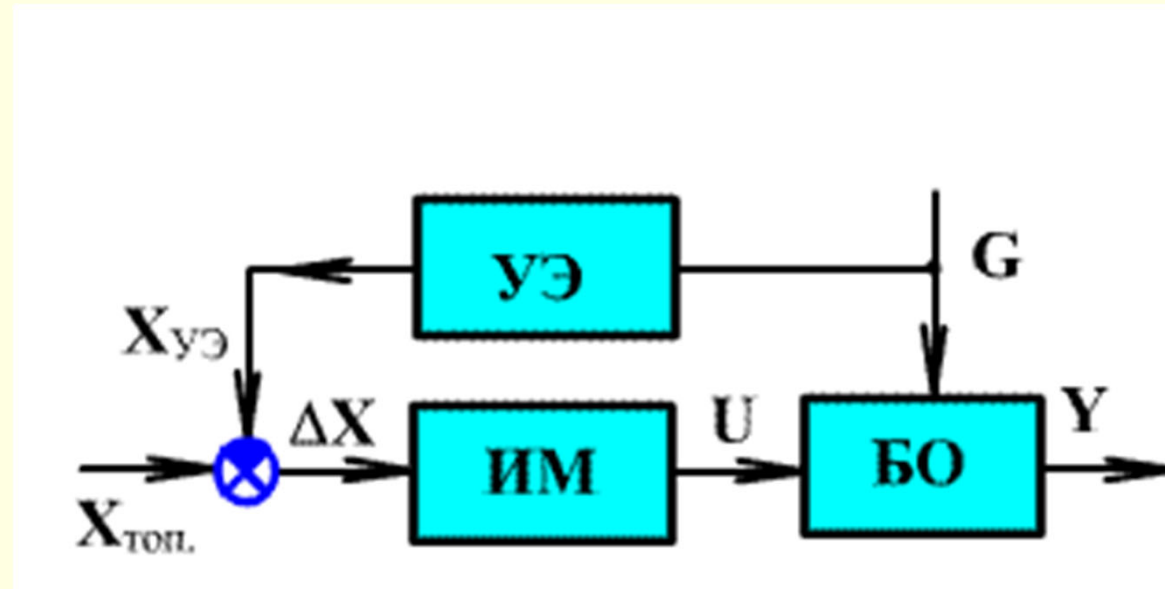


Очиқ цикл бўйича АРТ нинг функционал схемаси

## *Тойдирувчи таъсир бўйича ростлаш принципи*

Тойдирувчи таъсир (юк) буйича ростлашда таъсир (юк)ни қиймати ёки сарфи ўлчанади ва у берилган ёки шартлашилган қийматдан оғанда бошқариш таъсири хосил бўлади. Бундай тизимларда бошқариш очиқ контур орқали амалга оширилади, яъни бошқариш таъсирига нисбатан ростланаётган параметрнинг ўзгариши назорат қилинмайди. Ростланаётган параметрнинг қийматини назорат қилиш учун махсус компенсацияловчи канал бўлиб, бу канал орқали ташқи таъсир (юкни холати) назорат қилинади.

# *Тойдирувчи таъсир бўйича ростлаш принципи*



**Ўзгармас ток генератори кучланишини  
тойдирувчи таъсир бўйича ростлашнинг функционал схемаси**

УЭ – ўлчаш элементи – марказдан қочма регулятор;

ИМ – ижро механизми - генарторнинг қўзғатиш чўлғами занжири;

$X_{топ.}$ - генератор роторининг белгиланган айланишлар тезлиги -  $n_{ном}$ ;

$X_{уЭ}$ - генератор роторининг ўлчаш орқали аниқланган айланишлар тезлиги- $n_я$ ;

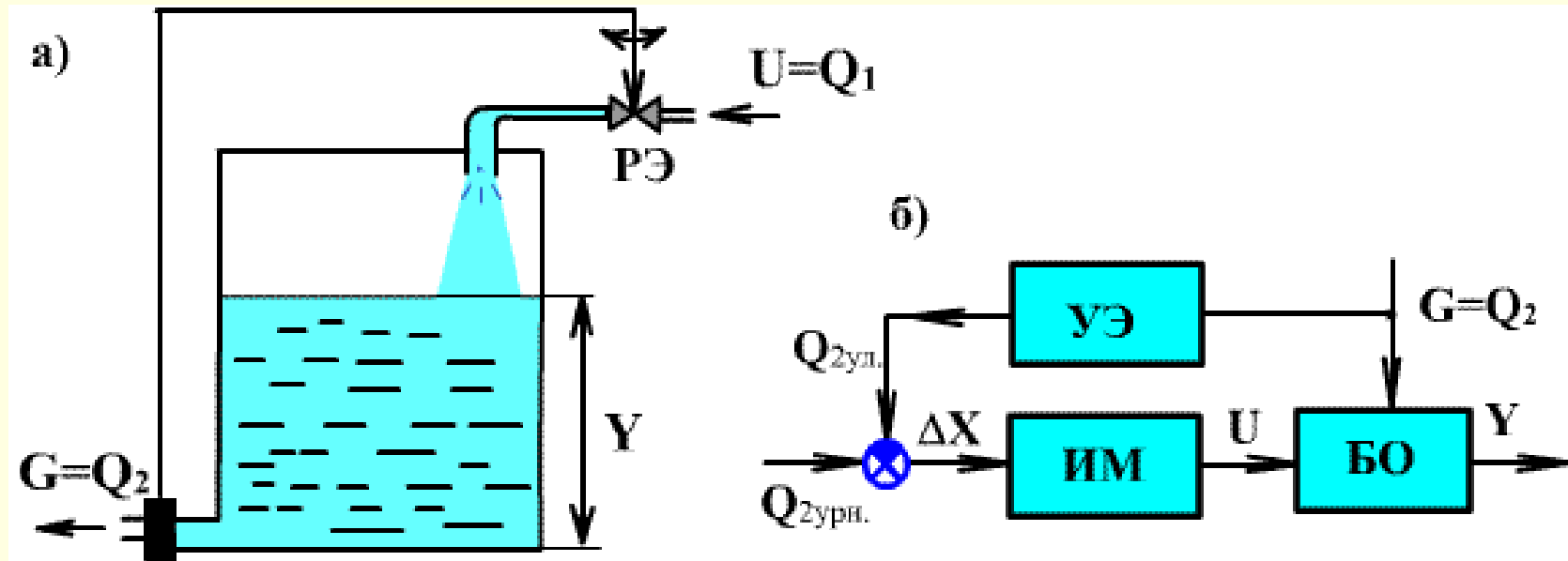
$\Delta X$ -тойдирувчи таъсир хисобига хосил бўлган фарқ – қўзғатиш чўлғами токи  $I_қ$ ;

U – бошқарувчи таъсир – қўзғатиш чўлғами магнит оқими  $\Phi_қ$ ;

Y-бошқарилаётган катталик – генараторнинг кучланиши  $U_г$ .



# Тойдирувчи таъсир бўйича ростлаш принципи



Юк бўйича ростлашга мисол

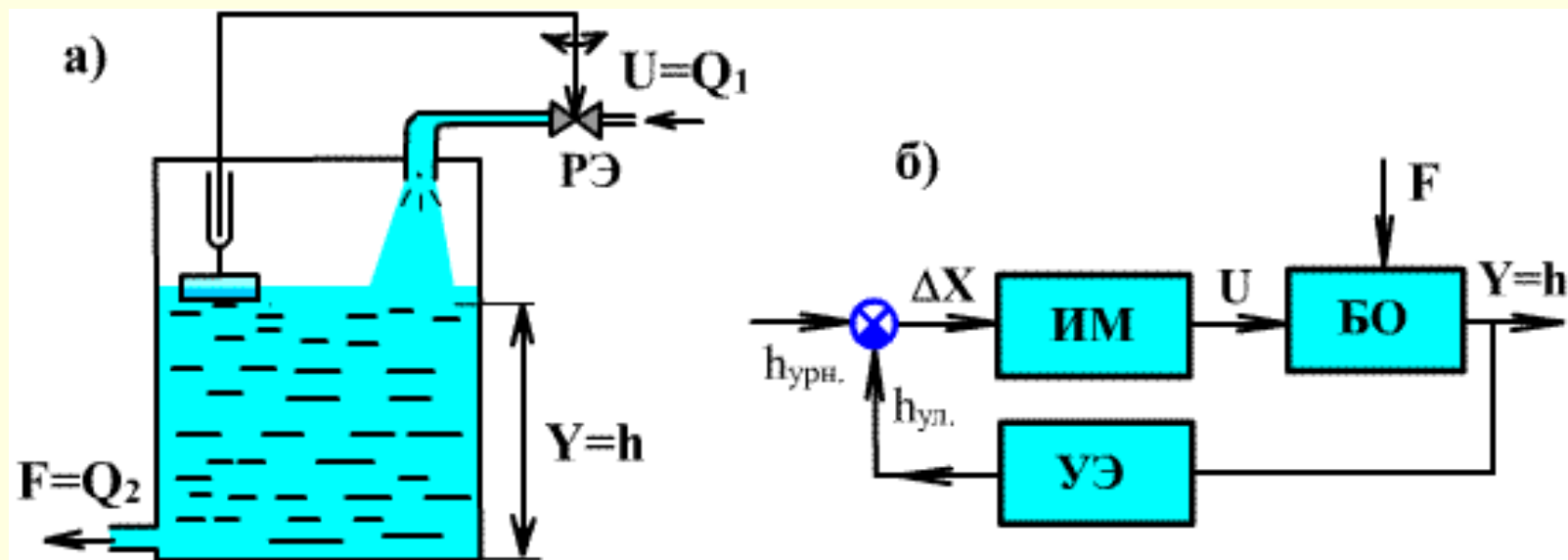
а) принципиал схема; б) функционал схема

$Q_{2\text{ул.}}$  - ўлчаш натижаси;

$Q_{2\text{урн.}}$  - идишдаги суюқлик сарфининг ўрнатилган қиймати;

$\Delta X = Q_{2\text{урн.}} - Q_{2\text{ул.}}$  идишдаги суюқлик сарфининг ўрнатилган қийматдан оғиши.

# Ростланаётган параметрнинг оғиши бўйича ростлаш принципи



Оғиш бўйича ростлашга мисол

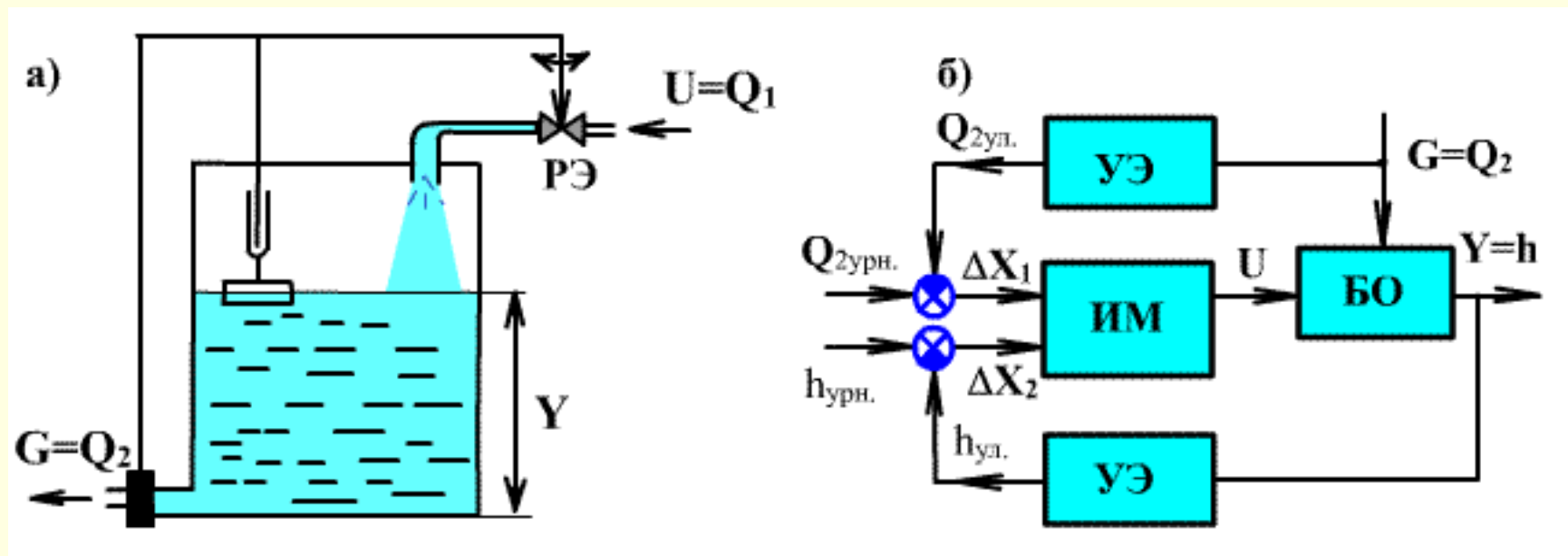
а) принципиал схема; б) функционал схема

$h_{\text{ул}}$  - ўлчаш натижаси;

$h_{\text{урн}}$  - идишдаги суюқлик сатхининг ўрнатилган қиймати;

$\Delta X = h_{\text{урн}} - h_{\text{ул}}$  идишдаги суюқлик сатхининг ўрнатилган қийматдан оғиши (ростлаш хатолиги).

# Комбинацияли ростлаш принципи



1. Ростловчи таъсирлар ва органлар

Ташқаридан бўладиган оператив бошқарув зарур бўлган ҳар қандай технологик жараён ростлаш органига, яъни бошқарув объектининг технологик катталиги ҳолатига таъсир кўрсатувчи модда ёки энергия оқимининг ҳолатини ўзгаришини амалга оширувчи қурилмага эга бўлиши лозим.

Бошқарув объектига кўрсатилувчи кирувчи ростлаш таъсири бир вақтнинг ўзида ростловчи органнинг чиқиш катталиги ҳисобланади ва жараён динамикасининг ҳолат тенгламаси орқали аниқланади:

$$X_p = X_{m.m} + \frac{1}{T} \int_{y_1}^{y_2} L dy$$

бу ерда,  $T$  – ўтиш жараёни вақти

**Турғунлашган тартибда ( $dy$ - катталиги ўзгаришсиз қолган вақтда) бу тенгламанинг иккинчи қўшилувчиси бўлмайди, бу ҳолда ростловчи таъсир ташқи таъсир орқали аниқланади. Ўтиш тартибларида сиғимларни тўлдириш вақтида ростловчи таъсир ҳам ташқи таъсирни, ҳам сиғимни компенсация қилиш керак. Агар ўтиш жараёни давомида ташқи таъсир йўқ бўлса ( $X_{т.т.}=0$ ) ростловчи таъсир фақат сиғим орқали аниқланади:**

$$X_p = (1/T) \int_{y_1}^{y_2} L dy$$



## Ростловчи таъсирлар ва органлар

Ростловчи органларнинг вақт давомида кириш ва чиқиш катталикларининг ўзгаришига боғлиқлик қурилмаларнинг конструктив катталиклари ёрдамида аниқланувчи узатиш функциялари билан аниқланади.

Қаттиқ маҳсулотлар оқимини ростловчи қурилмаларни икки гуруҳга ажратиш мумкин:

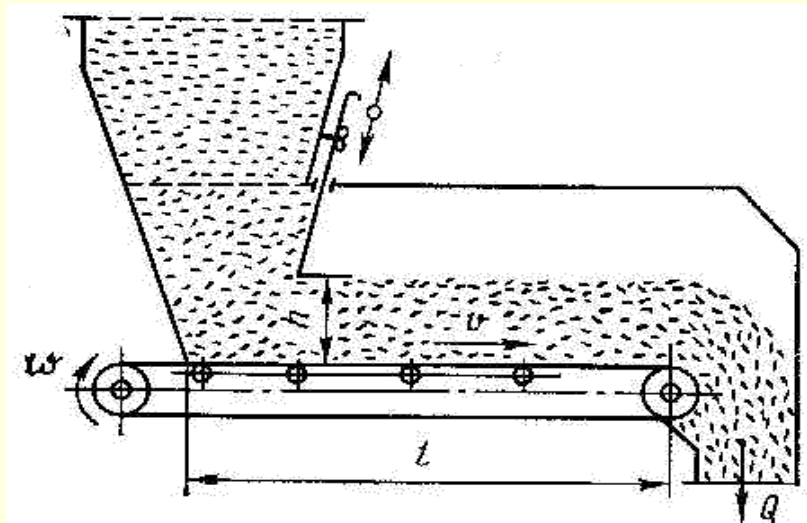
- узлуксиз ростловчи органлар;
- циклик ростловчи органлар.

- Бу ҳолда маҳсулот оқимини ростловчи қопқоқни кўтарилиш баландлигини ўзгариши натижасида ростлаш мумкин (оқим қалинлиги  $h$ ).
- Қопқоқнинг сурилиши ва оқимнинг ҳажмини ортиши бир вақтнинг ўзида тез амалга ошади. Шунинг учун бу ростловчи орган инерцияга эга эмас. Лекин бошқариш органигача ростловчи таъсир маълум кечикиш билан етиб боради.

$$r = l / v$$

$l$  - Маҳсулотнинг таъминлагичда ўтган йўли;  
 $v$  - маҳсулот ҳаракати тезлиги

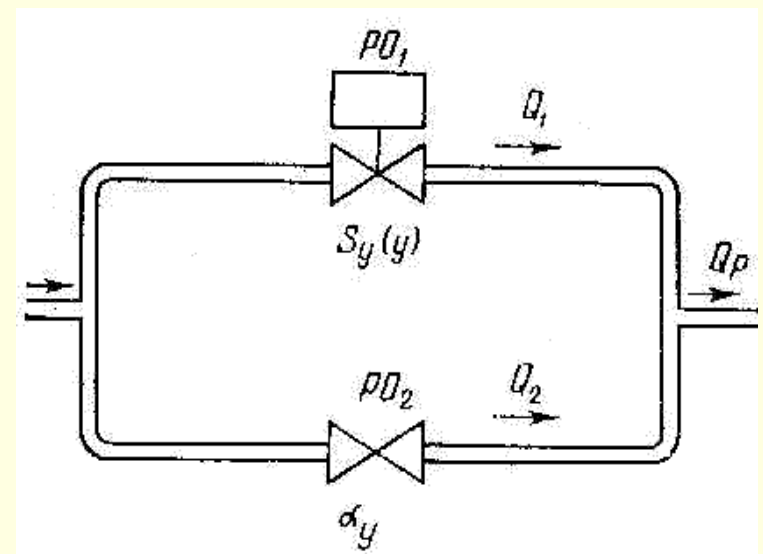
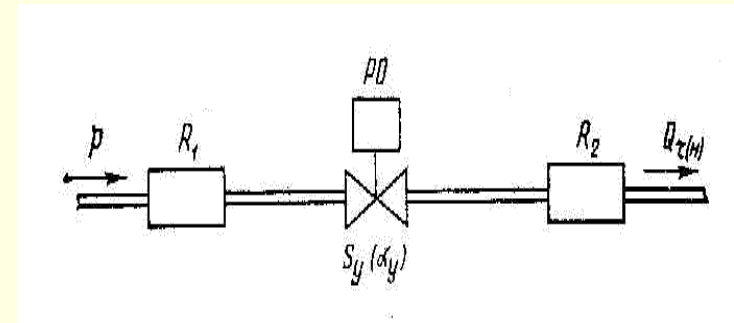
$$W_{p.o}(p) = k_{p.o} e^{-\varphi}$$



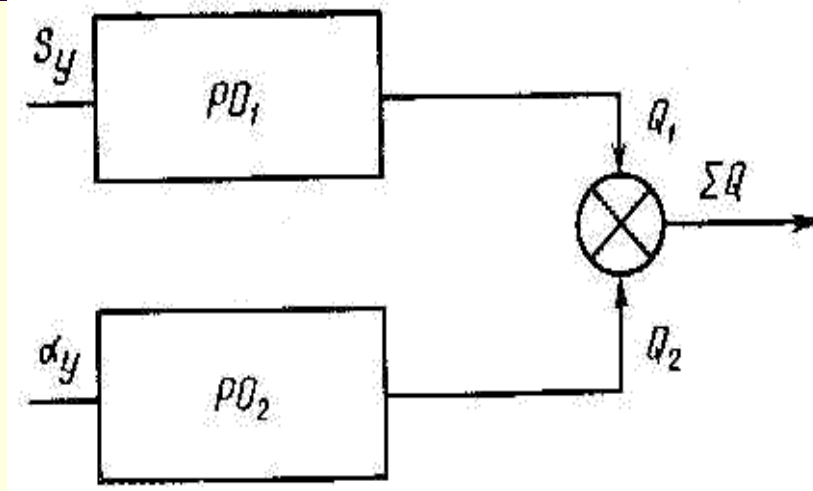
# Оддий ва мураккаб ростлаш органлари

Оқимларни клапан, сургич қопқоқлар ёрдамида ростлашда чиқиш катталиги (ростловчи орган) уларнинг очилиш даражасига қараб ўзгаради (ростловчи органнинг чиқиш координатаси)  $Q_p = f(l_{p.o})$

Агар тизимда ростланувчан ва ростланмайдиган қурилма мавжуд бўлса, бу ҳолда ҳар бир элемент алоҳида функционал ва алгоритмик звено кўринишида берилиши лозим. Ростловчи органнинг узатиш функцияси системанинг эквивалент узатиш функциясидан олинади. Клапанли ростлаш органлар учун чунки улар инерциясиз элементлар ҳисобланади

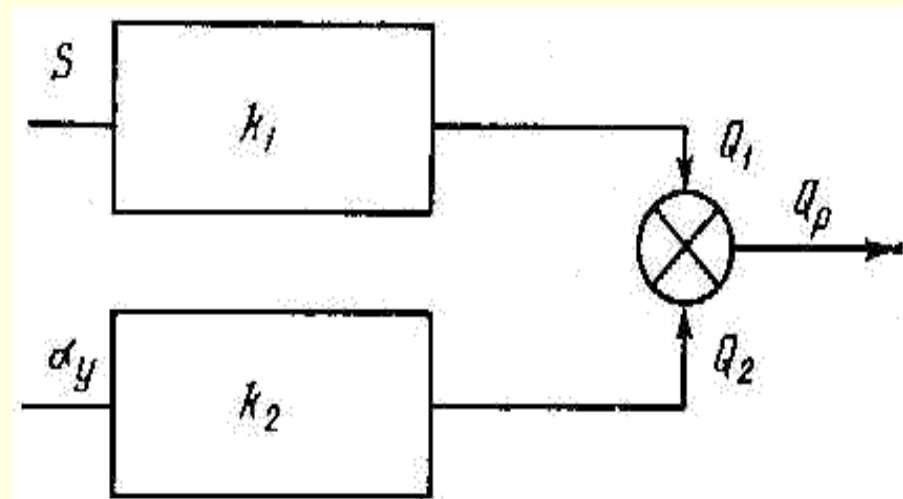






**Мураккаб ростлаш  
органнинг алгоритмик  
схемаси**

**Мураккаб ростлаш  
органининг  
функционал схемаси**





## Сарф ва босим регуляторлари

### Danfoss - сарф ва босим регуляторлари

Иссиклик таъминоти тизимларида турли технологик жараёнларни автоматик бошқариш масалаларини хал қилишда «Данфосс» қуйидаги тўғри ҳаракатли регуляторни таклиф этади :

- **босимлар фарқи регуляторлари** (регуляторы перепада давлений);
- **сарфни чегараловчи қурилмалар ва регуляторлар** (регуляторы и ограничители расхода);
- **сарфни чегараловчи босимлар фарқи регуляторлари** (регуляторы перепада давлений с ограничением расхода);
- **ҳароратни ростловчи босимлар фарқи регуляторлари билан комбинацияланган моторли клапанлар** (моторные клапаны для регулирования температуры в комбинации с регулятором перепада давлений)



**босимлар фарқи  
регуляторлари**



**сарфни чегараловчи  
қурилмалар ва регуляторлар**



**сарф регуляторлари**



**Сарфни автоматик  
чегараловчи  
комбинацияланган  
ростловчи  
клапанлар**



**пилот  
регуляторли  
клапанлар**



**Хавфсизлик функциясига  
эга бўлган регуляторлар**



Ўтказувчи клапанлар



Босим регуляторлари



Электр юритма билан таъминланган регуляторлар ростловчи клапанга эга булган тўғри ҳаракатли сарф регуляторлари ҳисобланади. Ростловчи клапандаги ишчи босим ўзгармас ҳолатда ушлаб турилади. Бундай регуляторлар марказлаштирилган иссиқ сув таъминоти тизимида сувнинг максимал ҳарорати  $150^{\circ}\text{C}$  гача қўлланилади.

**Регуляторнинг иш принципи:** диафрагма дроссел клапанидаги босимлар фаркини диафрагма пружинасида хосил бўладиган кучлар таъсирида ростлайди. Дроссел клапанини қўлда созлаш эффектив ҳажмий сарфни аниқлаб беради. Бундан ташқари электр юритма юкламага мос ҳолда минимал ёки максимал сарфда ишлайди.

---

Эътиборингиз учун  
раҳмат!



**Кириш-тематик маърузада ўқитиш технологияси**  
**Автоматик ростлагичлар.**

<i>№12 мавзу. 2 соат</i>	<i>Таълим олувчилар сони: 60 кишидан ошмаслиги лозим</i>
<i>Мавзу</i>	<i>Ростлаш қонунлари.</i>
<b>Маъруза режаси (1 қисм - кириш, 2 қисм - ахборот)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Ростлаш қонунлари</b> ҳақида умумий тушунча</li> <li>Узлуксиз ростлаш қонунлари</li> </ol>
<b>Асосий тушунча ва атамалар</b>	Узлуксиз ростлаш қонунлари : пропорционал, интеграл, дифференциал, комбинацияланган . Уларнинг ишлаш принциплари
<b>Ўқув машғулотнинг мақсадлари:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ўқув предмети бўйича тўлиқ маълумот бериш, техника ютуқларини сув хўжалиги ишлаб чиқаришига тадбиқ қила олувчи муҳандис сифатида шаклланишига кўмаклашиш.</li> <li>Ростлаш қонунларининг хусусиятларини ўргатиш.</li> </ol>
<b>Таълим бериш воситалари.</b>	Маъруза матнлари, қоғоз варақалари, компьютер технологиялари, график органайзерлар.
<b>Таълим бериш усуллари ва шакллари.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Маъруза, блиц-сўров;</li> <li>• фронтал иш, гуруҳларда ишлаш.</li> </ul>
<b>Таълим шароитлари</b>	Гуруҳдаги ишларни ташкиллаштириш учун мувофиқлашган, техник ускуналар билан жиҳозланган аудитория
<b>Талабаларнинг берилган ўқув машғулотлари учун керак бўлган билим ва таълим маҳоратлари рўйхати.</b>	Автоматик ростлагичларнинг ростлаш қонунлари, схемаларининг моҳияти, мақсадлари, асосий принциплари ва вазифалари ҳақида маълумотга эга бўлиш.

# Ростлаш қонунлари

## **Пропорционал (П) ростлаш қонуни:**

Ростланаётган қийматни берилган қийматдан оғиши ростлаш органи холатини шу оғишга пропорционал қийматда ўзгаришига олиб келувчи регуляторларга пропорционал (статик – *statos*) регуляторлар дейилади.

П регулятор автоматик тизимни оғиш катталигига пропорционал бўлган бошқариш таъсири билан таъминлайди:

$$u = k_p \cdot \varepsilon$$

# Ростлаш қонунлари

## **Интеграл (И) ростлаш қонуни:**

Ростланаётган параметрнинг битта қийматига ростлаш органининг хар хил ҳолатлари тўғри келадиган автоматик регуляторларга интеграл (астатик – *astatos*, яъни турғун эмас) регуляторлар дейилади. Бу регуляторларда бошқариш таъсири натижасида ростлаш органи ҳолатининг ўзгариш тезлиги ростланувчи параметрнинг оғишига пропорционал:

$$\frac{du}{dt} = \frac{1}{T_u} \varepsilon \quad \text{ёки} \quad u = \frac{1}{T_u} \int_0^t \varepsilon dt$$



# Ростлаш қонунлари

## Пропорционал-интеграл (ПИ)

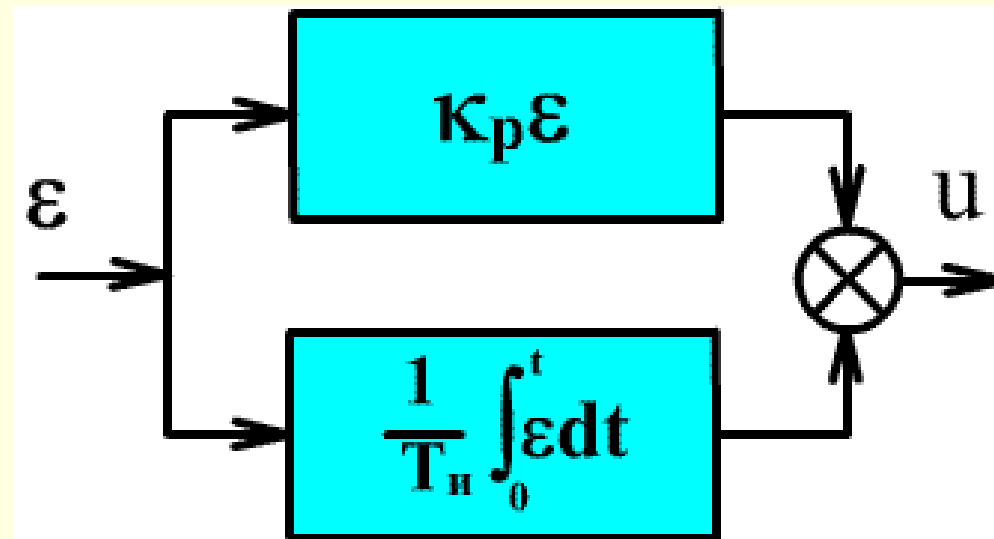
### ростлаш қонуни:

П регулятор динамик хусусияти билан, И регулятор статик хатоси йўқлиги билан ажралиб туради. Шунинг учун бошқариш объекти ҳолатини беҳато ва тез ростлашни амалга ошириш учун ПИ регулятордан фойдаланилади.

ПИ регулятор объектнинг ростлаш органига бошқарилаётган катталиқнинг оғишига пропорционал ва шу оғишнинг интегралли бўйича таъсир қилади:

$$u = k_p \cdot \varepsilon + \frac{1}{T_u} \int_0^t \varepsilon dt$$

# *Ростлаш қонунлари*



*ПИ регуляторнинг структурали  
схемаси*

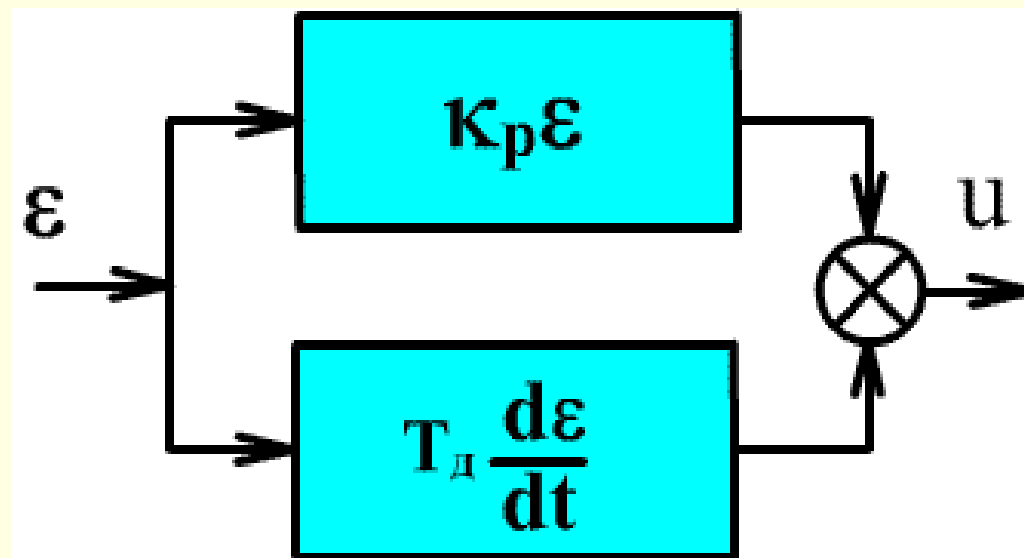
# *Ростлаш қонунлари*

**Пропорционал-дифференциал (ПД)  
ростлаш қонуни:**

**ПД қонунини амалга оширувчи регулятор бошқариш объектига бошқарилаётган катталиқнинг оғиши ва бошқарилаётган катталиқнинг ўзгариш тезлигига пропорционал таъсир килади :**

$$u = k_p \cdot \varepsilon + T_d \frac{d\varepsilon}{dt}$$

# *Ростлаш қонунлари*



*ПД регуляторнинг структурали схемаси*

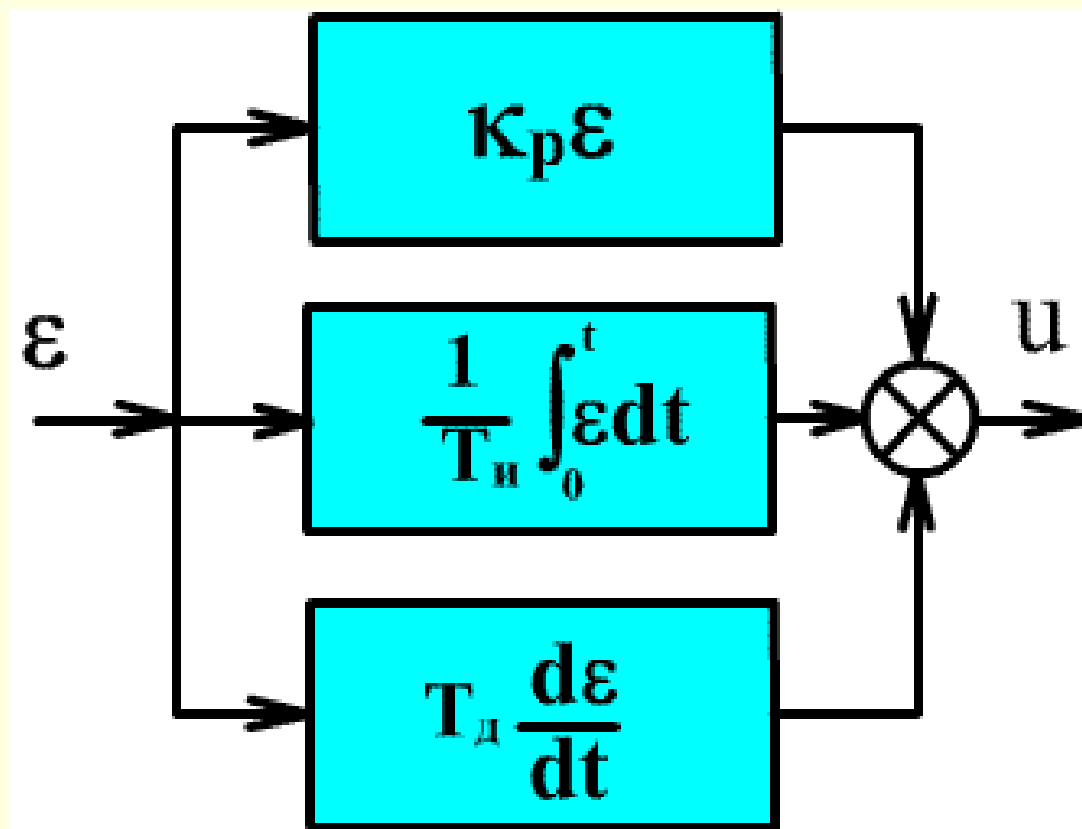
# Ростлаш қонунлари

**Пропорционал-интеграл-дифференциал (ПИД) ростлаш қонуни:**

ПИД регулятор бир вақтнинг ўзида объектга бошқарилаётган катталиқни оғишига, шу оғишнинг интегралига ва бошқарилаётган катталиқнинг ўзгариш тезлигига пропорционал таъсир қилади :

$$u = k_p \varepsilon + \frac{1}{T_u} \int_0^t \varepsilon dt + T_d \frac{d\varepsilon}{dt}$$

# Ростлаш қонунлари



**ПИД регуляторнинг таркибий схемаси**

---

Эътиборингиз учун  
раҳмат!

