

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIV TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI  
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI  
TASHKIL ETISH BOSH ILMIV-METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI  
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING  
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

**TEXNOLOGIK JARAYONLARNI BOSHQARISHNING  
AXBOROT-KOMMUNIKASIYA TIZIMLARI  
yo‘nalishi**

**TEXNOLOGIK JARAYONLARNI  
AVTOMATLASHTIRISH VA BOSHQARISHNING  
ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARI  
moduli bo‘yicha**

**O‘ Q U V – U S L U B I Y M A J M U A**

**TOSHKENT - 2024**

Mazkur o‘quv – uslubiy majmua Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2023 yil 25-avgustdagi 391-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv dastur asosida tayyorlandi.

**Tuzuvchilar:** BuxMTI, “Texnologik jarayonlarni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimlari” kafedarsi professori t.f.d. X.F. Djuraev  
BuxMTI, “Texnologik jarayonlarni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimlari” kafedarsi dotsenti A.U.Usmonov  
BuxMTI, “Texnologik jarayonlarni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimlari” kafedarsi dotsenti K.Z. Abidov  
BuxMTI, “Texnologik jarayonlarni boshqarishning axborot-kommunikatsiya tizimlari” kafedarsi assistenti S.K. Uvayzov.

**Taqrizchi:** BuxMTI, “Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari” kafedarsi dotsenti, t.f.n. Sh.S. Yo‘ldoshev.

O‘quv – uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2024 yil 31-yanvardagi 5-sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilib, foydalanishga tavsiya etildi.

I. Ishchi dastur

---

II. Modulni o‘qitishda foydalaniladigan interfaol ta’lim metodlari

---

III. Nazariy materiallar

---

IV Amaliy mashg‘ulot materiallari

---

V. Keyslar banki

---

VI. Glossariy

---

VII. Adabiyotlar ro‘yxati

---

## **ISHCHI O‘QUV DASTUR**

### **Modulning maqsadi va vazifalari**

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarishning zamonaviy texnologiyalari” modulining **maqsadi** – avtomatik boshqarishning asosiy tushuncha va ta’riflari, avtomatik boshqarish sistemalarini matematik modellashtirish, sistemalarning turg’unlik mezonlari va sifatini baholash usullari, chiziqli va nochiziqli sistemalarni analiz va sintez usullari bilan tanishtirish. Sohaga tegishli ilmiy-texnik yutuqlar, joriy me’yoriy, standart va ko‘rsatma hujjatlar, axborot-kommunikatsiya tizimlarining loyiha hujjatlari va ulardan foydalanish, axborot tizimlarini loyihalash, o‘rnatish va ularni sozlash, ishchi texnik loyiha-hisoblarini amalga oshirish, axborot tizimlarining ishonchliligini hisoblash, texnologik jarayonlarning avtomatlashtirish darajasini aniqlash va baholash xususidagi bilim, ko‘nikma va malakalarni shakllashtirishdan iborat.

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarishning zamonaviy texnologiyalari” modulning **vazifasi** – avtomatik boshqarish tizimlarining asosini belgilovchi sohaning boshqarish tizimlariga qo‘yilgan talab darajasidan kelib chiqib hisob-kitob qilish, to‘g‘ri tanlash, loyiha hujjatlarini tayyorlashni o‘rgatish. Axborot tizimlarini loyihlashning standartlar asosida tashkil etish prinsiplari haqida bilimlarni tizimlashtirish. Axborot tizimlarining hayotiy siklini o‘zlashtirish, shuningdek axborot tizimlarini loyihalashning instrumental vositalarini va ularni ekspluatatsiya qilish xususidagi nazariy va amaliy bilimlarni egallashdan iborat.

### **Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikmasi, malakasi va kompetentsiyalariga qo‘yiladigan talablar**

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarishning zamonaviy texnologiyalari” modulni o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

#### **Tinglovchi:**

- texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish;
- avtomatik boshqarishni nazariy asoslari;
- avtomatik boshqarish sistemalarini matematik modellashtirish;
- turg’unlik sifatini baholash;
- sistemalarni analiz va sintez usullari ;
- axborot tizimlarida loyihalash va ularni xususiyatlari;
- axborot tizimlarida ma’lumotlarini qabul qilish, saqlash, qayta ishlash va uzatish texnologiyari;
- axborot tizimlarini ishlab chiqish modellari, ularning metodologiyasi hamda bosqichlari bo‘yicha **bilimlarga ega bo‘lishi lozim.**

#### **Tinglovchi:**

- avtomatik boshqarish sistemalarini tahlil qilish;
- zamonaviy hisoblash mashinalari yordamida avtomatik boshqarish sistemalarini tadqiq etish;
- axborot tizimlarini ishlab chiqish bosqichlari va ularning asosiy prinsiplarini amaliy masalalarida qo‘llay olishi;
- axborot tizimlarida kompyuter tarmoqlarini qo‘llash ko‘nikmalariga egallashi;

- axborot tizimlarini loyihalash va ularni texnologik jarayonlarda qo‘llash bo‘yicha **ko‘nikma va malakalarini egallashi zarur.**

***Tinglovchi:***

- avtomatlashtirishgan tizimlarni yaratish, joriy etish va texnologik jarayonlarni axborot-kommunikatsiya tizimlari asosida boshqarish bo‘yicha **kompetentsiyalarga ega bo‘lishi lozim.**

**Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar**

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarishning zamonaviy texnologiyalari” moduli ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

- ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

**Modulning oliy ta’limdagi o‘rni**

Modulni o‘zlashtirish orqali tinglovchilar Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarishning zamonaviy texnologiyalar imkoniyatlarini o‘rganish, amalda qo‘llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo‘ladilar.

## Modullar bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat			
		Jami	Nazariy	Amaliy mashg'ulotlar	Ko'chma mashg'ulotlar
1	Avtomatik boshqarish to'g'risida tushuncha, uning tarixi va rivojlanishi. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning vazifalari.	4	2	2	
2	Boshqaruv tizimlarining matematik modellari, uzatish funksiyalari.	6	2	2	2
3	Boshqaruv tizimlarining turg'unligini tahlil qilish. Boshqaruv tizimlarini sintez qilish.	6	2	2	2
4	Kimyo sanoati texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish.	6	2	2	2
5	Yog'-moy sanoati texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish.	6	2	2	2
6	Gazlarni qayta ishlashdagi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish.	4	2	2	
7	Axborot tizimlarini loyihalashning xususiyatlari. CASE texnologiyalar. Zamonaviy CASE vositalar.	8	2	4	2
8	Axborot tizimini ish sozligini tekshirish, testlash va ekspluatatsiya qilishni tashkil etish.	6	2	2	2
<b>Jami:</b>		<b>46</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>12</b>

## NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

### **1-mavzu: Avtomatik boshqarish to'g'risida tushuncha, uning tarixi va rivojlanishi. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning vazifalari.**

Avtomatik boshqarish to'g'risida tushuncha, avtomatik boshqarish muammosini mohiyati, boshqarishning fundamental printsiplari. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning funktsional sxemalari.

### **2-mavzu: Boshqaruv tizimlarining matematik modellari, uzatish funktsiyalari.**

Chiziqli statsionar tizimlarning matematik ifodasi, uzatish funktsiyasi. Tizimning o'tish xarakteristikasi, o'tish jarayoni.

### **3-mavzu: Boshqaruv tizimlarining turg'unligini tahlil qilish. Boshqaruv tizimlarini sintez qilish.**

Turg'unlik tushunchasi, turg'unlikning algebraik mezonlari. Turg'unlikning chastotaviy mezonlari. Rostlash sifatini baholash. Avtomatik boshqarish tizimlarini sintez qilish.

### **4-mavzu: Kimyo sanoati texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish.**

Ammiakni sintez qilish jarayonini avtomatlashtirish, Amiakli selitra ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish.

### **5-mavzu: Yog'-moy sanoati texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish.**

Yog'ni ekstraktsiyalash jarayonini avtomatlashtirish, Mitsellani distilyatsiyalash jarayonini avtomatlashtirish, Yog'ni oqlash jarayonini avtomatlashtirish.

### **6-mavzu: Gazlarni qayta ishlashdagi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish.**

Gazni ajratish jarayonini avtomatlashtirish; Gazni regeneratsiyalash jarayonini avtomatlashtirish; Bir bosqichli separatsiyalash jarayonini avtomatlashtirish.

### **7-mavzu: Axborot tizimlarini loyihalashning xususiyatlari. CASE texnologiyalar. Zamonaviy CASE vositalar.**

Axborot tizimi va uni loyihalash asoslari. Axborot tizimlariga qo'yilgan talablar. Axborot tizimining strukturasi. Axborot tizimini loyihalashning asosiy fazalari. CASE texnologiyalar va ularning yo'nalishlari. CASE texnologiyalarni joriy etish asoslari. Loyihani muvoffaqiyatli amalga oshirish mexanizmlari. CASE vositalarni joriy etishning ayrim muammolari.

### **8-mavzu: Axborot tizimini ish sozligini tekshirish, testlash va ekspluatatsiya qilishni tashkil etish.**

Axborot tizimining sozligini sinashning tekshirish, testlash, ekspluatatsiya qilish. Axborot tizimini nazorat qilish va uning diagnostikasi. Xatoliklarni tuzatish texnologiyalari. Dasturiy majmuani sozlash texnologiyalari. Dinamik sozlashning asosiy vazifalari. Axborot tizimining ish sozligini tekshirish. Axborot tizimini sozlash

usullari. Axborot tizimini ekspluatatsiya qilishni tashkil etish. Axborot tizimini ekspluatatsiya qilish bo'yicha foydalanuvchilarni o'qitishni tashkil etish.

## **AMALIY MASHG'ULOT MAZMUNI**

### **1-amaliy mashg'ulot: Boshqaruv tizimlarining matematik modellari, uzatish funksiyalari.**

Elementar zvenolar va ularning vaqt xarakteristikalar, berk sistemalarning uzatish funksiyalarini aniqlash.

### **2- amaliy mashg'ulot: Boshqaruv tizimlarining turg'unligini tahlil qilish.**

Chiziqli sistemalarning chastotaviy va logarifmik xarakteristikalarini qurish.

### **3- amaliy mashg'ulot: Boshqaruv tizimlarini sintez qilish.**

Chiziqli tizimlarning aniqligini tahlil qilish, korrektsiyalovchi qurilmalarni sintez qilish.

### **4- amaliy mashg'ulot: Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning vazifalari va uni amalga oshirishda qo'yiladigan talablar.**

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish vositalarining shartli belgilari. Texnologik jarayonlarda suyuqlik va sochiluvchan moddalarning sarfini nazorat qilish, rostdash va boshqarish.

### **5- amaliy mashg'ulot: Yog'-moy sanoati texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish**

Absorbtsiya jarayonining avtomatlashtiri.

### **6- amaliy mashg'ulot: Gazlarni qayta ishlashdagi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish**

Tabiiy gazni seolit yordamida oltingugurt brikmalaridan tozalash jarayonini avtomatlashtirish.

### **7- amaliy mashg'ulot: Axborot tizimini ishlab chiqish texnologiyasi. Delphi komponentlar bilan ishlash.**

"ComboBox1" ro'yxatiga yangi elementlar qo'shish. "ColorBox", "Shape1", "ColorBox1" komponentalari bilan ishlash texnologiyasi. Formada "Button" tugmalari bilan ishlash. 3D kalitiga qarab ikki o'lchovli yoki uch o'lchovli versiyada grafiklarning chiqishini sozlash. Dastur ilovasining interfeysini shakllantirish.

### **8- amaliy mashg'ulot: Axborot tizimlarini loyihalashda ma'lumotlar bazasi bilan ishlash.**

Delphi komponentlaridan foydalangan holda ma'lumotlar bazasi orqali dastur ilovalarini loyihalash. Ma'lumotlar bazasi bilan ishlash uchun Delphi komponentalari qo'llash.



## **KO'CHMA MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

### **1-mavzu: Boshqaruv tizimlarining turg'unligini tahlil qilish.**

Dinamik bo'g'inlarning chastotaviy xarakteristikalarini tuzish.

### **2-mavzu: Boshqaruv tizimlarini sintez qilish.**

Chiziqli tizim uchun rostlagichni loyihalash. Simulik paketida boshqarish tizimlarini loyihalash.

### **3-mavzu: Kimyo sanoati texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish.**

### **4-mavzu: Yog'-moy sanoati texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish.**

### **5-mavzu: Axborot tizimlarini loyihalashning xususiyatlari. CASE texnologiyalar. Zamonaviy CASE vositalar.**

### **6-mavzu: Axborot tizimini ish sozligini tekshirish, testlash va ekspluatatsiya qilishni tashkil etish.**

## **TA'LIMNI TASHKIL ETISH SHAKLLARI**

Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv material mazmuni ustida ishlayotganda o'qituvchini tinglovchilar bilan o'zaro harakatini tartiblashtirishni, yo'lga qo'yishni, tizimga keltirishni nazarda tutadi.

Modulni o'qitish jarayonida quyidagi ta'limning tashkil etish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruza;
- amaliy mashg'ulot;
- ko'chma mashg'ulot.

O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

- jamoaviy;
- guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda);
- yakka tartibda.

**Jamoaviy ishlash** – bunda o'qituvchi guruhlarning bilish faoliyatiga rahbarlik qilib, o'quv maqsadiga erishish uchun o'zi belgilaydigan didaktik va tarbiyaviy vazifalarga erishish uchun xilma-xil metodlardan foydalanadi.

**Guruhlarda ishlash** – bu o'quv topshirig'ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o'quv jarayonida kichik guruhlarda ishlashda (3 tadan – 7 tagacha ishtirokchi) faol rol o'ynaydigan ishtirokchilarga qaratilgan ta'limni tashkil etish shaklidir. Yoqitish metodiga ko'ra guruhni kichik guruhlarga, juftliklarga va guruhlarga shaklga bo'lish mumkin.

*Bir turdagi guruhli ish* o'quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda tutadi.

*Tabaqalashgan guruhli ish* guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda tutadi.

**Yakka tartibdagi shaklda** – har bir ta'lim oluvchiga alohida- alohida mustaqil vazifalar beriladi, vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

## MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

Hozirgi kunda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2006 yil 10-fevraldagi 20-son qarori bilan tasdiqlangan “Oliy ta’lim muassasalariga pedagog xodimlarni tanlov asosida ishga qabul qilish tartibi to‘g‘risida” Nizomi mavjud. Ammo, mamlaktimizda o‘tkazilayotgan islohatlar OTMda chuqur kasbiy bilimlarga, ilmiy yutuqlarga, ijodiy, ilmiy salohiyatga, yuksak intellektual qobiliyat va axloqiy fazilatlarga ega bo‘lgan, Kadrlar tayyorlash milliy dasturi talablari darajasida mutaxassislar tayyorlash bilan shug‘ullanishga munosib malakali pedagog kadrlarni tanlash uslubini yaratishni ham talab etmoqda. Bu borada ma’lum ishlar mutaxassislar tomonidan olib borilmoqda. Biz ham ushbu bitiruv ishi ko‘lamida o‘z takliflarimizni berishni lozim ko‘rdik.

Jadvalda pedagog xodimlar faoliyatini baholashning yuqorida eslatilgan nizomga asosan hozirgi vaqtdagi baholash parametrlari berilgan.

1-jadval

<b>Pedagog xodimlar faoliyatini baholash va natijalari haqidagi ma’lumotlarni taqdim etish bo‘yicha Yo‘riqnomasi</b>		
<i>T/r</i>	<b>Ko‘rsatkichlar</b>	<b>Ball</b>
<b>O‘quv-metodik faoliyati (40 ball)</b>		40
1	<b>O‘qituvchilik faoliyati (20 ball):</b>	20
1.1.	Nazariy bilimlarni, amaliy ko‘nikmalarni va o‘qitiladigai fanning zamonaviy tendensiyalarini egallaganlik darajasi (ochiq mashg‘ulotlar natijalari bo‘yicha).	8
1.2.	O‘qitish sifati darajasi (talabalardan so‘rab chiqish natijalari bo‘yicha).	5
1.3.	Talabalarining o‘qituvchining yo‘llanmasi (fani) bo‘yicha olimpiadalarda, har xil tanlovlar va ilmiy grantlardagi ishtiroki.	7
2	<b>Metodik ishlar (20 ball):</b>	20
2.1.	Yil mobaynida oliy ta’lim muassasasi o‘qituvchisi tomonidan nashr etilgan darsliklar va o‘kuv qo‘llanmalar.	8
2.2.	O‘qitishda kompyuter va axborot texnologiyalaridan foydalanish darajasi, o‘kuv kursini va o‘quv-taqdimot materiallarini ishlab chiqish.	7
2.3.	Uquv jarayonida zamonaviy ta’lim texnologiyalari va talabalar bilimlarini baholashning ilg‘or usullari qo‘llanilishi darajasi.	5
<b>Tarbiyaviy faoliyati (20 ball)</b>		20
3	Talabalar bilan tarbiyaviy ish bo‘yicha tadbirlarda ishtirok etish: ma’naviy-ma’rifiy ishlar, sport klublari, ilmiy, ijodiy to‘garaklar, madaniy tadbirlar va shu kabilar.	5
4	Talabalarining akademik guruhlarida kuratorlik.	6
5	Talabalarining o‘qishdan tashqari bo‘sh vaqtlarini mazmunli	5

	o'tkazishni tashkil etishdagi ishtiroki.	
6	Idora, mintaqa doirasida bajariladigan jamoatchilik ishlari va oliy ta'limdan tashqari ishlar.	4
<b>Ilmiy faoliyati (30 ball)</b>		30
7	Ilmiy konferetssiyalar ishida ishtirok etish.	5
8	Ilmiy nashrlarda (shu jumladan xorijiy ilmiy nashrlarda) materiallar, monografiyalar e'lon qilish.	5
9	Xalkaro, ilmiy loyihalarga, xo'jalik shartnomalariga raxbarlik qilish yoki ularda ishtirok etish.	5
10	Patentlar va ixtirolar.	5
11	Katta ilmiy xodimlar-izlanuvchilarning dissertatsiya tadqiqotlariga ilmiy rahbarlik qilish.	5
12	Doktorlik dissertatsiyasi doirasida ilmiy tadqiqot olib borish.	5
<b>Oliy ta'lim muassasasini rivojlantirishga qo'shgan ulushi (10 ball)</b>		10
13	Boshqa ta'lim muassasalari: oliy ta'lim muassasalari, akademik litseylar va kasb-hunar kollejlari bilan hamkorlikni mustahkamlashda ishtirok etish (o'qituvchanlik faoliyati va ular uchun bilimlar darajasini oshirish treninglarini tashkil etish).	3
14	Xorijiy oliy ta'lim muassasalari bilan ayirboshlash dasturlarida ishtirok etish va ularni tashkil etish.	4
15.	Yangi yo'nalishni, yangi kafedrani, laboratoriyani ochish ishida, Axborot-resurs markazining elektron bazasini to'ldirishda ishtirok etish.	3
<b>Shaxsiy fazilatlari (10 ball)</b>		10
16.	Ilmiy daraja va ilmiy unvon.	3
17.	Malaka oshirish kurslaridan o'tish.	2
18.	Xorijiy tillarni egallaganlik, materiallarni ishlab chiqish va fanni o'qitishda ulardan amalda foydalanish.	2
19.	Xorijiy ta'lim muassasalari va ilmiy muassaslarda stajirovkadan o'tish.	3
<b>JAMI (eng ko'p ball - 110)</b>		110

Yuqoridagi jadvalda faoliyatning ajratib ko'rsatilgan turlari, ularga beriladigan ballar o'zgartirishni talab etishni anglatadi. Bu o'zgartirishlarni kafedra a'zolari – professor-dotsentlar va katta o'qituvchi-assistenlar bo'yicha alohida-alohida ko'rib chiqamiz (2,3-jadvallar).

2-jadval

### Professorlar, dotsentlar faoliyatini baholash - KPI

T/r	Ko'rsatkichlar	Ball
<b>O'quv-metodik faoliyati (30 ball)</b>		40
1	<b>O'qituvchilik faoliyati (10 ball):</b>	10

1.1.	O'qitish sifati darajasi (talabalardan so'rab chiqish natijalari bo'yicha).	5
1.2.	Talabalarining o'qituvchining yo'llanmasi (fani) bo'yicha olimpiadalarda, har xil tanlovlar va ilmiy grantlardagi ishtiroki.	5
2	<b>Metodik ishlar (20 ball):</b>	20
2.1.	Yil mobaynida oliy ta'lim muassasasi o'qituvchisi tomonidan nashr etilgan darsliklar va o'quv qo'llanmalari.	20
<b>Tarbiyaviy faoliyati (10 ball)</b>		10
3	Talabalar bilan tarbiyaviy ish bo'yicha tadbirlarda ishtirok etish: ma'naviy-ma'rifiy ishlar, sport klublari, ilmiy, ijodiy to'garaklar, madaniy tadbirlar va shu kabilar.	5
4	Idora, mintaqa doirasida bajariladigan jamoatchilik ishlari va oliy ta'limdan tashqari ishlar.	5
<b>Ilmiy faoliyati (50 ball)</b>		50
5	Ilmiy konferetssiyalar ishida ishtirok etish.	6
6	Ilmiy nashrlarda (shu jumladan xorijiy ilmiy nashrlarda) materiallar, monografiyalar e'lon qilish.	12
7	Xalkaro, ilmiy loyihalarga, xo'jalik shartnomalariga raxbarlik qilish yoki ularda ishtirok etish.	12
8	Patentlar va ixtirolar.	10
9	Katta ilmiy xodimlar-izlanuvchilarning dissertasiya tadqiqotlariga ilmiy rahbarlik qilish.	5
10	Doktorlik dissertasiyasi doirasida ilmiy tadqiqot olib borish.	5
<b>Oliy ta'lim muassasasini rivojlantirishga qo'shgan ulushi (10 ball)</b>		10
11	Boshqa ta'lim muassasalari: oliy ta'lim muassasalari, akademik litseylar va kasb-hunar kollejlari bilan hamkorlikni mustahkamlashda ishtirok etish (o'qituvchanlik faoliyati va ular uchun bilimlar darajasini oshirish treninglarini tashkil etish).	5
12	Xorijiy oliy ta'lim muassasalari bilan ayirboshlash dasturlarida ishtirok etish va ularni tashkil etish.	5
<b>JAMI (eng ko'p ball - 100)</b>		100

3-jadval

### Katta o'qituvchilar, assistentlar faoliyatini baholash - KPI

T/r	Ko'rsatkichlar	Ball
<b>O'quv-metodik faoliyati (30 ball)</b>		30
1	<b>O'qituvchilik faoliyati (20 ball):</b>	15
1.1.	Nazariy bilimlarni, amaliy ko'nikmalarni va o'qitiladigai fanning zamonaviy tendensiyalarini egallaganlik darajasi (ochiq mashg'ulotlar natijalari bo'yicha).	5
1.2.	O'qitish sifati darajasi (talabalardan so'rab chiqish natijalari bo'yicha).	5

1.3.	Talabalarning o'qituvchining yo'llanmasi (fani) bo'yicha olimpiadalarda, har xil tanlovlar va ilmiy grantlardagi ishtiroki.	5
2	<b>Metodik ishlar (20 ball):</b>	15
2.1.	Yil mobaynida oliy ta'lim muassasasi o'qituvchisi tomonidan nashr etilgan o'quv-uslubiy ko'rsatmalar.	5
2.2.	O'qitishda kompyuter va axborot texnologiyalaridan foydalanish darajasi, o'quv kursini va o'quv-taqdimot materiallarini ishlab chiqish.	5
2.3.	Uquv jarayonida zamonaviy ta'lim texnologiyalari va talabalar bilimlarini baholashning ilg'or usullari qo'llanilishi darajasi.	5
<b>Tarbiyaviy faoliyati (20 ball)</b>		20
3	Talabalar bilan tarbiyaviy ish bo'yicha tadbirlarda ishtirok etish: ma'naviy-ma'rifiy ishlar, sport klublari, ilmiy, ijodiy to'garaklar, madaniy tadbirlar va shu kabilar.	10
4	Idora, mintaqa doirasida bajariladigan jamoatchilik ishlari va oliy ta'limdan tashqari ishlar.	10
<b>Ilmiy faoliyati (30 ball)</b>		30
5	Ilmiy konferetssiyalar ishida ishtirok etish.	6
6	Ilmiy nashrlarda (shu jumladan xorijiy ilmiy nashrlarda) materiallar, monografiyalar e'lon qilish.	6
7	Xalkaro, ilmiy loyihalarga, xo'jalik shartnomalariga raxbarlik qilish yoki ularda ishtirok etish.	6
8	Patentlar va ixtirolar.	6
9	Doktorlik dissertasiyasi doirasida ilmiy tadqiqot olib borish.	6
<b>Oliy ta'lim muassasasini rivojlantirishga qo'shgan ulushi (10 ball)</b>		10
10	Boshqa ta'lim muassasalari: oliy ta'lim muassasalari, akademik litseylar va kasb-hunar kollejlari bilan hamkorlikni mustahkamlashda ishtirok etish (o'qituvchanlik faoliyati va ular uchun bilimlar darajasini oshirish treninglarini tashkil etish).	5
11	Xorijiy oliy ta'lim muassasalari bilan ayirboshlash dasturlarida ishtirok etish va ularni tashkil etish.	5
<b>Malaka oshirish va stajirovkalar (10 ball)</b>		10
12.	Malaka oshirish kurslaridan o'tish.	4
13.	Xorijiy ta'lim muassasalari va ilmiy muassaslarda stajirovkadan o'tish.	6
<b>JAMI (eng ko'p ball - 100)</b>		100

Taklif qilayotgan baholash parametrlari mazmuni quyidagicha: avvalambor, baholashda professor-o'qituvchilarni turi bo'yicha ajratilgan, ya'ni fan doktori, professor va yosh assistent faoliyatini bitta shkala bo'yicha baholash – metodik xatodir. Ikkinchidan, ayrim faoliyat turi, masalan, 18 punktdagi “Xorijiy tillarni egallaganlik, materiallarni ishlab chiqish va fanni o'qitishda ulardan amalda foydalanish” olib tashlandi. Bunga sabab ayrim faoliyat turlari bir necha marta

baholanish hollari mavjud, masalan, 1.2 punktdagi “O‘qitish sifati darajasi (talabalardan so‘rab chiqish natijalari bo‘yicha)” faoliyat turi yuqorida ko‘rsatilgan 18 punktdagi faoliyatni qamrab oladi va h.k.

# NAZARIY MATERIALLAR

## 1-MAVZU

Avtomatik boshqarish to'g'risida tushuncha, uning tarixi va rivojlanishi. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning vazifalari.

### REJA

1. Asosiy tushuncha va ta'riflar
2. Avtomatik boshqarishning rivojlanish va tarixi.
3. Avtomatik boshqarish muammosini mohiyati.

**Asosiy tushuncha va ta'riflar.** Boshqarish nazariyasi (BN) boshqarish to'g'risida ta'lim beruvchi ilmiy fanlar qatoriga kiradi. Avtomatik boshqarish nazariyasi – bu avtomatik boshqarish tizimi (ABT)da kechuvchi axborot jarayonlari predmetini o'rganuvchi ilmiy fandır.

BN turli fizik tabiatli boshqarish tizimining o'ziga xos umumiy qonuniyatini va bu qonuniyat asosida yuqori sifatli boshqarish tizimlarini qurish prinsiplarini ishlab chiqadi.

BNda boshqarish prinsiplarini o'rganish orqali tizimning fizik va konstruktiv xususiyatlardan abstraktlashtiriladi va real tizimning o'rniga matematik modeli adekvat bo'lgan tizim ko'riladi. BNda asosiy tadqiqot usuli matematik modellashtirish hisoblanadi. Undan tashqari ABNning uslubiyot asoslarini quyidagilar tashkil etadi: odatdagi differensial tenglamalar nazariyasi; operatsion hisoblash; garmonik tahlil; vektor- matritsali algebra.

ABN boshqarish tizimlari elementlarining ishlash nazariyasi (datchik, registr) bilan birgalikda *avtomatikani* tashkil etadi. Avtomatika texnik obyektlarni boshqarish to'g'risidagi fan bo'lib, texnik kibernetikaning bir bo'lagi hisoblanadi. Shuningdek, avtomatika texnik obyektlarni boshqarish uchun kerak bo'lgan axborotlar va ularni qayta ishlash bilan shug'ullanuvchi – *axborotlar nazariyasi* va *BN* fanlariga bo'linadi.

*Kibernetika* – murakkab tizimlar (texnik obyektlar, texnologik jarayonlar, jonli organizmlar, jamoalar, tashkilotlar va h.k.) ni optimal boshqarish to'g'risidagi fan.

*Texnik kibernetika* (yoki *avtomatik boshqarish nazariyasi*) – kibernetikaning g'oya va usullari yordamida texnik tizimlarni o'rganuvchi fan sohasi. Texnik obyektlarni boshqarishning asosiy vazifasi – jarayonga qo'yilgan talablarni bajarilishida ayni sharoitda boshqarish algoritmlarini topish va amalga oshirishdir.

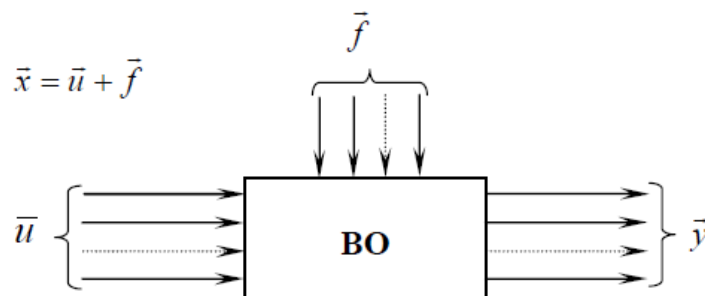
Boshqariluvchi obyekt va avtomatik boshqarish qurilmasi (rostlagich) birgalikda hamda ularni o'zaro ta'siri – *avtomatik boshqarish tizimi* deyiladi.

*ABT* – bu shunday tizimki, unda boshqarilish vazifasi avtomatik bajariladi, ya'ni inson ishtirokisiz.

*Avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi* – bu tizimda boshqarish vazifasini bir qismi avtomatik boshqarish qurilmasida bajariladi, bir qismi (ayniqsa, muhim va murakkab qismi)ni esa inson bajaradi.

*Qurilma (tizim)ning ishlash algoritmi* – bu qurilma (tizim)da texnik jarayonni to'g'ri bajarilishi haqida yetakchi buyruqlar majmui.

*Boshqarish obyekti* (BO) – texnik jarayonni amalga oshiruvchi va ishlash algoritmini amalga oshirish uchun maxsus tashkil etilgan tashqi ta'sirga muhtoj qurilma (qurilmalar majmui), moslama yoki jarayon. Boshqarish obyekti – zaruriy holatni ta'minlashi kerak (1.1-rasm).



### 1.1-rasm. *Boshqarish obyekt.*

ABNda *boshqarish obyekt* istalgan texnik obyekt, texnologik jarayon, shuningdek, sodda ABT bo'lishi mumkin.

Istalgan obyekt tashqi muhitning obyektga ta'siri, rostlagichli boshqarish signalining ta'siri, obyektning o'zida jarayonlarni belgilovchi *kattaliklar* qatorida tavsiflanadi.

*Ta'sir* deb tashqaridan obyektga ta'sir etuvchi kattaliklarga aytiladi (1.1-rasm). Ta'sirlarning ikki turi mavjud:

1. *Boshqaruv ta'siri*  $\bar{u}$  (boshqaruv signali, boshqaruvchi kirish kattaligi) – bu boshqaruvchi qurilma tomonidan ishlab chiqiluvchi (yoki inson tomonidan beriluvchi) ta'sir.

2. *G'alayon*  $\bar{f}$  – boshqarish tizimiga bog'liq bo'lmagan obyektga ta'sir. *G'alayon yuklamaga* – bu tizimning ishlashiga bog'liq bo'lgan tashqi ta'sir va *xalaqitga* – obyektga qo'shimcha ko'rinishda bog'liq bo'lgan zararli tashqi ta'sirlarga bo'linadi.

Ta'sirlar uch jihatdan quyidagilarga bo'linadi: *energetik* (energiyani o'zgartirish va uzatish), *metabolik* (kattalikning shakli va tarkibini o'zgartirish), *axborot* – energetik va metabolik hosil bo'lgan har bir ta'sirlar bir vaqtning o'zida axborot bo'ladi.

Boshqarish obyektining ishlashini tavsiflovchi o'zgaruvchilarga – *chiqish kattaliklari*  $y$  (bular barchasi fizik kattaliklar) deyiladi. Ba'zida ularni tizimning *chiqish koordinatalari* deb nomlanadi (1.1-rasm).

*Boshqarish algoritmi* – bu ishlash algoritmlarini amalga oshirish maqsadida obyektga tashqi ta'sirlar tavsifini aniqlovchi buyruqlar majmui.

*Avtomatik boshqarish* – bu boshqarish algoritmiga muvofiq ta'sirlarni amalga oshirish jarayoni.

*Avtomatik boshqarish qurilmasi* (ABQ) – boshqarish algoritmi bilan muvofiq kelishda ta'sirlarni amalga oshiruvchi qurilma.

*Boshqarish qurilmasining ishlash algoritmi* – bu mavjud boshqarish algoritmi.

ABTda jarayonlarni o'rganishda muhim jihatlardan biri bu axborotdir. Bu jarayonlar signal o'zgartirgichlar hisoblanadi.

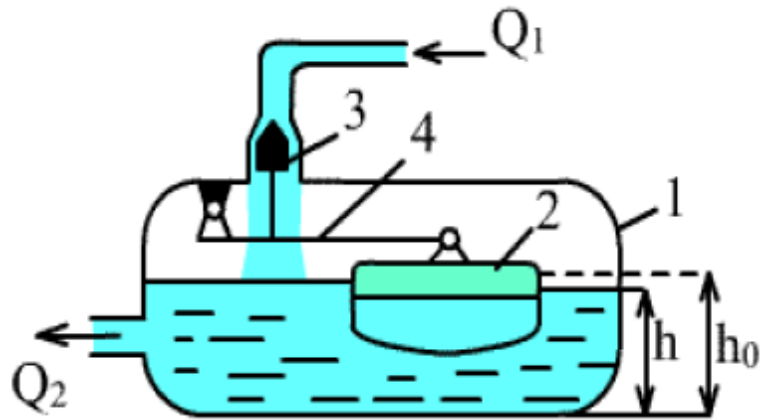
*Signal* – bu muayyan fizik kattaliklarni o'zgarishi.

Obyektning o'zida o'zgarishlarni tavsiflovchi kattaliklarga *ichki kattalik* yoki *obyekt holati* deyiladi.

Ular ichidan obyekt holatini tavsiflovchi va atayin o'zgartiriluvchi yoki doimiy ushlab turiluvchi – *boshqarish kattaligini* alohida keltirish mumkin.

***Avtomatik boshqarishning rivojlanishi va tarixi.*** Sanoatda qo'llanilishi mumkin bo'lgan eng birinchi avtomatik rostlagich rus mexanigi I.I.Polzunov tomonidan (1765 y.) yaratilgan. Bu qurilma bug` mashinasi qozonidagi suv sathi balandligini inson ishtirokisiz bir me'yorda ushlab turishga mo'ljallangan qurilma edi (1.2- rasm). Ma'lumki, qozondagi suv miqdori uning bug`ga aylanishi va sarfi sababli kamayadi, natijada undagi bug` bosimi ham kamayadi. Bu o'z navbatida bug` mashinasining yomon ishlashiga, uning tezligi o'zgarib turishiga sabab bo'ladi. Shu sababli bug` qozonidagi suv sathi balandligi va bug` mashinasining aylanish tezligini saqlab turish o'sha davrning eng muhim muammolaridan hisoblanardi. Qozondagi 1 chiquvchi suvning sarfi  $Q_2$  oshganda suv sathi  $h_0$  balandlikdan kamayadi. Richak 4 ga mahkamlangan to'siq 3 qalqovuch 2 pasayishi hisobiga ochiladi va qozonga tushayotgan suv hajmi  $Q_1$  oshadi. Suvning sathi  $h$  oshganda qalqovuch 2 ko'tariladi hamda bu o'z navbatida qozonga tushayotgan suv hajmi  $Q_1$  ni to'siq 3 orqali kamaytiradi. Polzunov yaratgan texnik vosita (rostlagich) tufayli, odam qozondagi suv sathi balandligini nazorat qilish, agar undagi suv sathi oldindan belgilab qo'yilgan suv sathi balandligidan kamaysa – suv quyib, ortib ketganda esa qozonga suv kelishini to'xtatish jarayonini boshqarib turish funksiyasini bajarishdan ozod bo'ldi.

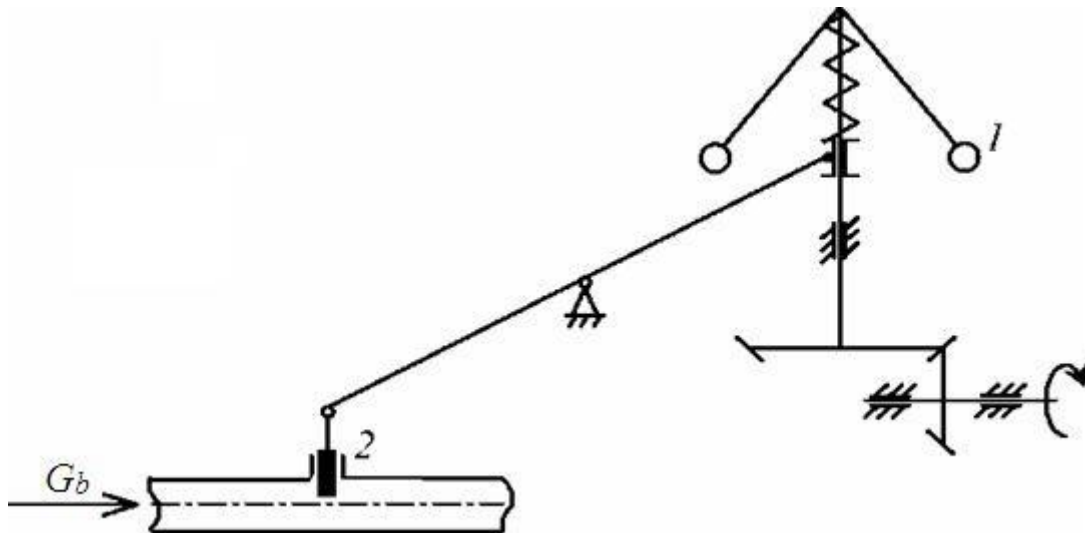




1.2-rasm. Polzunov rostagichi.

1784-yilda ingliz mexanigi Jems Uatt ikkinchi muammoni hal qildi – bug` mashinasi valining aylanish tezligini rostlay oladigan avtomatik qurilma – rostagichni yaratdi (1.3-rasm). Valning aylanish soni o`zgarsa, markazdan qochma kuchlarning ta`siri ostida yuklar 1 o`z holatini o`zgartiradi hamda rostlash organi 2 joyini o`zgartirish hisobiga bug` uzatilishi o`zgaradi. Bu o`z navbatida valning aylanishlar soniga bog`langan, faqat dastlabkiga teskari yo`nalishda.

Bu ikki texnik qurilma yordamida o`sha vaqtdagi texnologik mashinalarning ishonchli va o`zgarmas tezlikda ishlashi birmuncha ta`minlangan. Polzunov va Uattlarning rostagichlarida avtomatik rostlash tizimlarining asosiy elementlari sifatida obyekt – bug` qozoni va bug` mashinasini, rostlash qurilmasi – rostlovchi qopqoqli po`kak va markazdan qochma uzatgichlarni ko`rishimiz mumkin.



1.3-rasm. Uatt rostagichi.

Boshqarish nazariyasining asoschisi 1876-yilda «Bevosita ta`sir qiluvchi rostagichlar» to`g`risidagi ilmiy ishni chop ettirgan rus olimi va muhandisi I.A.Vishnegranskiy hisoblanadi. Ushbu ishda u rostlash obyekti va rostagichni yagona rostlash tizimda ekanligini va shuning uchun rostagich va boshqarish obyektidan o`tuvchi jarayon o`zaro aloqada bo`ladi va birgalikda ko`rib chiqilishi shart ekanligini birinchi bo`lib isbotlab berdi.

O`sha vaqtlarda ushbu yo`nalishda Maksvell ham ishlagan. Keyinchalik mashhur rus olimlari A.M.Lyapunov va N.E.Jukovskiylar avtomatik boshqariladigan mashina va mexanizmlarda kechayotgan jarayonlarning matematik nazariyasi asoslarini yaratgan.

***Avtomatik boshqarish muammosini mohiyati.*** Boshqarish fani obyektga bo'ladigan ta'sir jarayonini shakllantirish haqida izlanishlar olib borib, kibernetika, matematika, hisoblash texnikasi, informatika, huquqshunoslik, psixologiya, sotsiologiya va boshqa fanlarning yutuqlariga asoslanadi.

Texnik tizimlarda boshqarish deganda professor Yu.O.Lyubovichning quidagi ta'limini keltirib o'tish mumkin: «Keng ma'noda, boshqarish harakatda bo'lgan obyekt yoki jarayonga maqsadga muvofiq ta'sir ko'rsatib ma'lum bir miqdorga uning yo'nalishini, tezligini yoki jadalligini hamda harakatning bazi-bir tavsifini yoki parametrini o'zgartirishdir».

Boshqarish sohasida tadqiqotlar olib brogan fransuz olimi A.Fayolning (1841-1925 yillar) bergan tarifiga binoan, «boshqarish-ixtiyorda bo'lgan manbalardan maksimal imkoniyatlar tarzida foydalanib, korxonani boshqarish oldida turgan maqsad sari olib borishdir».

Fayol tadqiqodchilar orasida birinchilar qatorida boshqarishning quyidagi besh funksiyasini ta'riflagan: bashoratlash, rejalashtirish, uyushtirish, muvofiqlashtirish, nazorat. Fayolning fikricha, boshqarish shajarasining har bir sathida keltirilgan funksiyalar mavjud bo'lib, shajaraning sathi yuqori bo'lgan sari boshqarish oldidagi ma'suliyat shuncha yuqori bo'ladi.

Zamonaviy boshqarish nazariyasining rivoji XX chi asrning 20-30- yillarida Minorskiy, Naykvist, Xazenlarning maqolalarini paydo bo'lishi bilan boshlandi. Nazariy ishlar muhandislar uchun klassik usullardan foydalanib avtomatik rostlash tizimlarini kundalik loyihalash imkonini yaratdi.

So'nggi vaqtlarda klassik usullar o'zining mukammalligiga erishganda tadqiqot ishlari optimal usullarni ishlab chiqish yo'nalishiga qaratilgan edi. A.S.Pontryagin o'zining «maksimum prinsipi» ni ishlab chiqqan bo'lsa, R.Bellman va R.Kalmanlar «Avtomatlashtirilgan boshqarishning optimallik prinsiplari» ni yaratganlar. Ushbu fanning rivojiga o'zbekistonlik olimlardan N.R.Yusupbekov, M.M.Komilov, T.F.Bekmuratov, X.Z.Igamberdiyevlar o'zlarining ilmiy natijalari bilan hissalarini qo'shganlar.

## 2-MAVZU

### Boshqaruv tizimlarining matematik modellari, uzatish funksiyalari.

#### REJA:

#### 1. Dinamika va statika tenglamalari

#### 2. CHiziqlantirish.

#### 3. Laplas almashtirishi va uning asosiy xossalari.

ABSlar asosan ikkita rejimda ishlaydi: statik (barqaror) va dinamik.

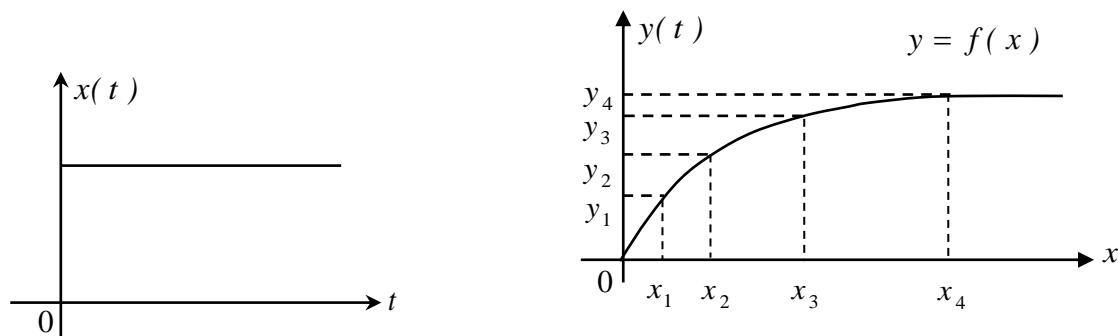
ABSleri statik (barqaror) rejimda ishlaganda:

a) Ob`ektga kiruvchi moda yoki energiya miqdori, undan chiqadigan moda yoki energiya miqdoriga teng bo`gishi kerak,  $x=y$ .

b) Rostlanuvchi yoki boshqaruvchi parametr vaqt davomida o`zgarmas bo`lishi kerak ya`ni  $y(t)=const$ .

v) ABSsining rostdlash organi harakatsiz turishi kerak.

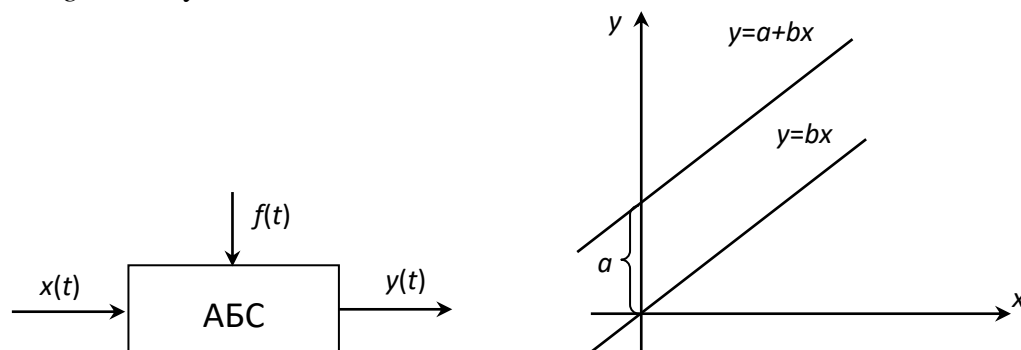
Statik rejimda kirish kattaligi bilan chiqish kattaligi grafik ko`rinishda yoki ma`lum algebraik tenglama ko`rinishida berilishi mumkin. Agar chiqish kattaligi kirish kattaligi bilan chiziqli boqlangan bo`lsa, shu boqdanishni ifodalovchi tenglama *to`g`ri chiziqli tenglama* deyiladi, ya`ni  $y=b+ax$ ,  $y=ax$ . Sistemaning turg'un holatini ifodalovchi sistemaga *statik tenglama* deyiladi.



7.1-rasm.

Sistemaning asosiy ish rejimi bu dinamik rejim hisoblanadi. Chunki bu rejimda sistemaga har xil signallar ta`sir etib, sistema harakatda bo`ladi va bu harakat differentsial tenglama orqali ifodalanadi.

Sistemaning dinamik holatini ya`ni (o`tkinchi jarayon) holatini ifodalovchi tenglamaga *dinamik tenglama* deyiladi.



7.2-rasm.

Demak dinamik rejimni ifoda etuvchi differentsial tenglama shu holatning o`zini, harakat tezligini hamda harakatning tezlanishini ifoda etadi.

$$F(y, \dot{y}, \ddot{y}, x, \dot{x}) + f = 0, \quad (8.1)$$

bunda  $x, f$  – kirish kattaligi;  $y$  – chiqish kattaligi. (8.1) tenglama dinamik rejimning tenglamasi.

Statik rejimda esa,  $y = \text{const}; x = \text{const};$

$$F(y; 0; 0; x; 0) + f = 0. \quad (8.2)$$

### CHiziqlantirish

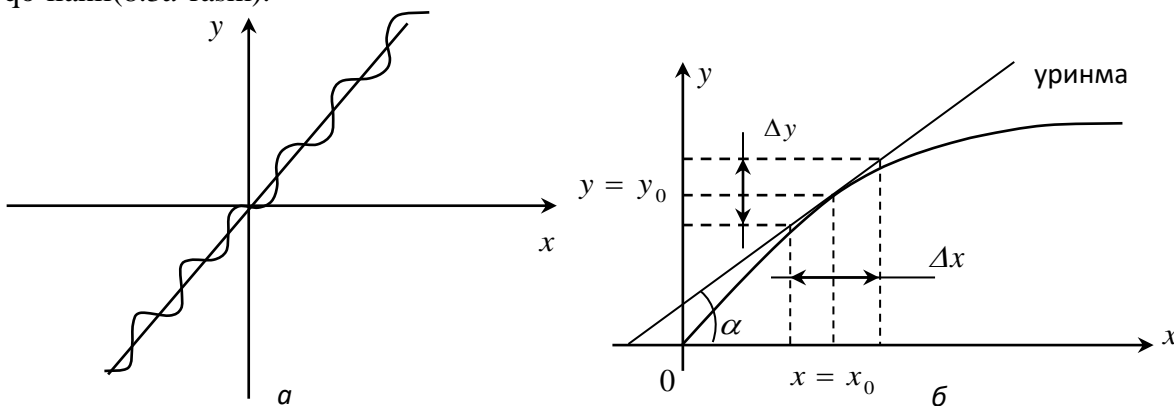
CHiziqlantirish ikki xil bo`ladi:

1. o`rtacha qiymatni olish usuli;
2. kichik oqish usuli.

Real sharoitlarda ABSlarni elementlari egri chiziqli xarakterga ega. Demak u elementlardagi jarayonlar nochiziqli differensial tenglama bilan ifodalaniladi. Nochiziqli differensial tenglamalarning umumiy echimi bo`lmaganligi sababli bu elementlarning xarakteristikalarini chiziqli differensial tenglamalar bilan almashtiriladi.

Nochiziqli differensial tenglamani chiziqli differensial tenglama bilan almashtirish chiziqlantirish deyiladi.

1. Agar egri chiziqli shunday ko`rinishda bo`lsa, *o`rtacha qiymatni olish usuli* qo`llanil(8.3a-rasm).



8.3-rasm. O`rtacha qiymatni olish usuli (a) va kichik oqish usuli (b) tavsiflari.

2. *Kichik oqish usuli.* Bu usulda elementning statik xarakteristikasi  $y=f(x)$  kirish signalining ma`lum  $x_0$  qiymatida Taylor qatoriga yoyiladi (b-rasm).

$$y = y_0 + \frac{dy}{dx} \Delta x + \frac{d^2 y}{dx^2} \Delta x^2 + \frac{d^3 y}{dx^3} \Delta x^3 + \dots$$

Agar  $\Delta x \rightarrow 0$  ikkinchi va uchinchi tartibli tenglamalar nolga teng bo`lib tenglama

$$y = y_0 + \frac{dy}{dx} \Delta x \text{ bo`li qoladi, u holda } \Delta y = y - y_0 = \frac{dy}{dx} \Delta x; \Delta y = \alpha \cdot \Delta x.$$

CHiziqlantirishning bu usullarini qo`llash shartlari:

1.  $\Delta x, \Delta y$  - juda kichik bo`lishi kerak;
2.  $y = f(x)$  - funktsiya uzluksiz funktsiya bo`lishi kerak.

### Laplas almashtirishi va uning asosiy xossalari

Quyidagi integral yordamida haqiqiy o`zgaruvchi «t» ga ega bo`lgan  $f(t)$  funktsiyasini kompleks o`zgaruvchi «p» ga ega bo`lgan  $\varphi(p)$  funktsiyaga almashtirishga *Laplas almashtirishi* deyiladi.

$$\varphi(p) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-pt} dt = L\{f(t)\},$$

bu erda  $L$  – Laplasto`g`ri o`zgartirishining belgisi;  $\varphi(p)$  – funktsiya Laplasto`zgartirish bo`yicha tasviri,  $f(t) \div \varphi(p)$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\alpha-j\infty}^{\alpha+j\infty} \varphi(p)e^{pt} dp = L^{-1}\{\varphi(p)\},$$

bu erda  $L^{-1}$  – Laplas teskari almashtirishi.

ABTlami kirish va chiqish kattaliklari orasida o‘zaro o‘matilgan aloqasini quyidagi differensial tenglama ko‘rinishida ifodalash mumkin:

$$\begin{aligned} a_0 \frac{d^n y(t)}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_n y(t) = \\ = b_0 \frac{d^n x(t)}{dt^n} + b_1 \frac{d^{n-1} x(t)}{dt^{n-1}} + \dots + b_n x(t) + c_0 f(t), \end{aligned} \quad (2.3)$$

bu yerda  $x(t)$ ,  $f(t)$  – elementning kirish kattaliklari;  $y(t)$  – elementning chiqish kattaligi;  $a_i$ ,  $b_i$  – tenglamaning koeffitsiyentlari.

(2.3) tenglamani operator formada yozishimiz mumkin. Ushbu formada yozish uchun differensiallashtirish operatsiyasini o‘rniga qisqartirilgan shartli belgilash kiritamiz:  $\frac{d}{dt} = p$ . Mos ravishda  $k$ -chi tartibli hosila

$\frac{d^k}{dt^k} = p^k$  belgilanadi. Unda (2.3) tenglamani quyidagi ko‘rinishda yozishimiz mumkin [12,14,18]:

$$\begin{aligned} a_0 p^n y(t) + a_1 p^{n-1} y(t) + \dots + a_n y(t) = \\ = b_0 p^n x(t) + b_1 p^{n-1} x(t) + \dots + b_n x(t) + c_0 f(t) \end{aligned} \quad (2.4)$$

yoki

$$\begin{aligned} (a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n) y(t) = \\ = (b_0 p^n + b_1 p^{n-1} + \dots + b_n) x(t) + c_0 f(t). \end{aligned} \quad (2.5)$$

(2.5) tenglamaga quyidagicha belgilash kiritamiz:

$$D(p) = a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n. \quad (2.6)$$

(2.6) tenglama chiqish kattaligining differensiallashtiruvchi operatori *xususiy* yoki *xarakteristik operator* deb nomlanadi. Elementning xususiy harakati, ya'ni tashqi ta'sirlar bo'lmagandagi harakati ko'phadni tavsiflagani uchun uni shartli nomlanadi [12,18].

$$K_1(p) = b_0 p^m + b_1 p^{m-1} + \dots + b_m, \quad K_2(p) = c_0. \quad (2.7)$$

(2.7) tenglama kirish kattaligining differensiallashtiruvchi operatorlari *kirish*, *g'alayon operatorlari* deb nomlanadi.

Unda (2.5) tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$D(p)y(t) = K_1(p)x(t) + K_2(p)f(t). \quad (2.8)$$

Differensial tenglamani boshqacha tatbiq qilingan formada yozish Laplas almashtirishini qo'llashga asoslangan. Differensial tenglamaga Laplas almashtirishini qo'llashda tashqi ta'sir bo'lgunga qadar tizim tinch holatda deb hisoblanadi va barcha boshlang'ich shartlar nolga teng bo'ladi,

$$(a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n)y(p) = (b_0 p^m + b_1 p^{m-1} + \dots + b_m)x(p).$$

*Uzatish funksiyasi*  $W(p)$  deb – boshlang'ich shartlari nol bo'lganida chiqish signalining Laplas tasvirini kirish signalining Laplas tasviri signali nisbatiga aytiladi.

$$W(p) = \left. \frac{y(p)}{x(p)} \right|_{t=0} = \frac{b_0 p^m + b_1 p^{m-1} + \dots + b_{m-1} p + b_m}{a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_{n-1} p + a_n}. \quad (2.9)$$

yoki

$$W(p) = \frac{K(p)}{D(p)},$$

bu yerda  $K(p) = b_0 p^m + b_1 p^{m-1} + \dots + b_{m-1} p + b_m$  -  $m$  darajali ko'phad;

$D(p) = a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_{n-1} p + a_n$  -  $n$  darajali ko'phad.

Odatdagi differensial tenglamalar bilan yoziluvchi real elementlar uchun (2.9) tenglama suratidagi ko'phad darajasi maxrajidagi ko'phad darajasidan kichik yoki teng bo'lishi kerak, ya'ni  $m \leq n$  shart bajarilishi kerak. Uzatish funksiyasining barcha koeffitsiyentlari – element parametrlarini tavsiflovchi haqiqiy sonlardir.

Tartibi yuqori bo'lmagan ( $n < 3$ ) uzatish funksiyasi bilan yoziluvchi elementlar uchun *standart formada* uzatish funksiyasini yozish qabul qilingan. Shuning uchun uzatish funksiyasi shunday yoziladiki, maxrajining erkin hadlari  $a_n$  birga teng bo'lsin [12,18,20]. Suratining erkin hadlari  $b_n$  uzatish koeffitsiyentiga teng bo'ladi va uni qovusdan tashqariga chiqaziladi

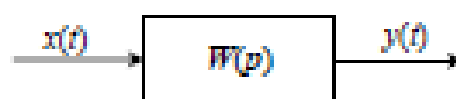
$$W(p) = \frac{k(b_0' p^n + b_1' p^{n-1} + \dots + b_{n-1}' p + 1)}{a_0' p^n + a_1' p^{n-1} + \dots + a_{n-1}' p + 1}, \text{ bu yerda } k = \frac{b_n}{a_n}.$$

Uzatish funksiyasi bir necha kompleks o'zgaruvchi  $p = \alpha \pm j\beta$  funksiya hisoblanadi. O'zgaruvchi  $p$  ning qiymatlari uzatish funksiyasi nolga aylansa, *nollari* deyiladi, cheksizga aylansa uzatish funksiyasining *qutblari* deyiladi. Boshqacha qilib aytganda, uzatish funksiyasining sur'at ildizlari uzatish funksiyasining *nollari*, maxraj ildizlari esa uzatish funksiyasining *qutblari* deyiladi.

(2.9) tenglamaga muvofiq zveno yoki tizimning chiqish signalini quyidagicha yozish mumkin:

$$y(p) = W(p) \cdot x(p). \quad (2.10)$$

Endi zveno yoki tizimning uzatish  $W(p)$  funksiyasi bilan o'tkinchi funksiyasi  $h(t)$  hamda impulsi o'tkinchi funksiyasi  $\omega(t)$  orasidagi bog'lanishni ko'rib chiqamiz (2.9-rasm).



2.9-rasm.

a) Agar kirish signali  $x(t) = 1(t)$  bo'lsa, unda uning Laplas tasviri  $x(p) = \frac{1}{p}$  bo'ladi. (2.10) formulaga muvofiq chiqish signalining Laplas

tasviri  $y(p) = W(p) \cdot \frac{1}{p}$  ga teng bo'ladi. Bundan originalga o'tsak

$$y(t) = h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} \text{ bo'ladi.}$$

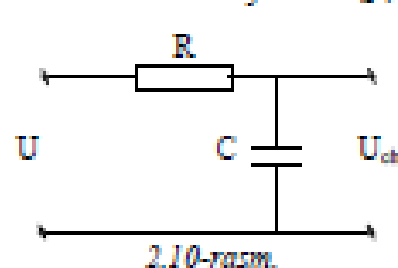
Demak, oʻtkinchi funksiya  $h(t)$  bilan uzatish funksiyasi  $W(p)$  bir maʼnoli bogʻlangan ekan.

b) Agar  $x(t) = \delta(t)$  boʻlsa, unda  $x(p) = 1$  boʻladi. (2.10) formulaga muvofiq chiqish signalining Laplas tasviri  $y(p) = W(p)$  boʻlib, uning originali impulsi oʻtkinchi funksiya boʻladi, yaʼni  $y(t) = \omega(t) = L^{-1}\{W(p)\}$ .

Demak, impulsi oʻtkinchi funksiya  $\omega(t)$  uzatish funksiyasining originali ekan.

Endi uzatish funksiyasining mohiyatini aniq misolda koʻrib chiqamiz [21-23].

**2.1-misol.** RC zanjiri berilgan boʻlsin (2.10-rasm). Ushbu zanjirining uzatish funksiyasi  $W(p)$ ni toping.



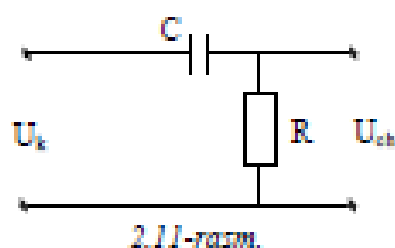
*Yechish:*

$$U_i(p) = R + \frac{1}{pC}; \quad U_a(p) = \frac{1}{pC};$$

$$W(p) = \frac{U_a(p)}{U_i(p)} = \frac{\frac{1}{pC}}{R + \frac{1}{pC}} = \frac{1}{RCp + 1} = \frac{1}{Tp + 1},$$

bu yerda,  $T = RC$  – vaqt doimiyliigi.

**2.2-misol.** RC zanjiri berilgan boʻlsin (2.11-rasm). Ushbu zanjirning uzatish funksiyasi  $W(p)$ ni toping.



*Yechish:*

$$U_i(p) = \frac{1}{pC} + R;$$

$$U_a(p) = R;$$

$$W(p) = \frac{U_a(p)}{U_i(p)} = \frac{R}{\frac{1}{pC} + R} = \frac{RCp}{1 + RCp} = \frac{Tp}{1 + Tp},$$

bu yerda,  $T = RC$  – vaqt doimiyliigi.



### 3-MAVZU

## Boshqaruv tizimlarining turg'unligini tahlil qilish. Boshqaruv tizimlarini sintez qilish.

Reja:

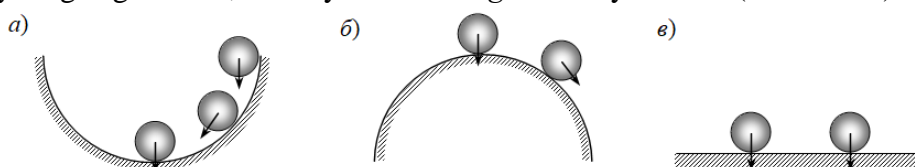
1. Turg'unlik tushunchasi.
2. Algebraik va chastotaviy turg'unlik me'zonlari
3. Barqaror rejimlarda rostdash sifatini baholash.
4. G'allayon ta'sirlardagi tizim aniqligi.
5. Teskari aloqaning rostdash sifatiga ta'siri

**Turg'unlik to'g'risida tushuncha.**

ABSlarni ishlash qobiliyatiga qo'yilgan talab, ularning turli xil tashqi qo'zg'atuvchi ta'siriga nosezgir bo'lishiga mo'ljallangan bo'lishidir.

Agarda sistema turg'un bo'lsa, unda u tashqi qo'zg'atuvchi ta'sirlarga bordosh bera oladi va o'zining muvozanat holatidan chiqarilganda yana ma'lum aniqlikda shu holatiga qaytib keladi. Agarda sistema noturg'un bo'lsa, unda u tashqi qo'zg'atuvchi ta'sir natijasida muvozanat holati atrofida cheksiz katta amplitudaga ega bo'lgan tebranishlar hosil qiladi yoki muvozanat holatidan cheksiz uzoqlashadi.

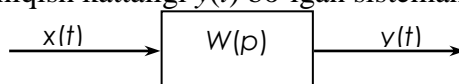
Agarda har qanday cheklangan kirish kattaligining absolyut qiymatida chiqish kattaligi ham cheklangan qiymatga ega bo'lsa, bunday sistema *turg'un* deb yuritiladi (14.1-rasm.).



11.1-rasm. a, v turg'un xolatlar; b noturg'un xolat.

**A.M.Lyapunov bo'yicha turg'unlik masalasining umumiy qo'yilishi. Birinchi yaqinlashish bo'yicha turg'unlik harakatihaqidagi A.M.Lyapunov teoremasi. CHiziqli avtomatik boshqarish sistemasining turg'unlik sharoitlari.**

Kirish kattaligi  $x(t)$  va chiqish kattaligi  $y(t)$  bo'lgan sistemani ko'rib chiqamiz (14.2-rasm).



11.2-rasm.

Sistemaning xarakat tenglamasini umumiy ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin:

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_n y(t) = b_0 \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_m x(t). \quad (14.1)$$

Sistemaning turg'un yoki noturg'unligini ko'rish uchun (1) tenglamaning echimini aniqlash kerak bo'ladi.

$$y(t) = y_s(t) + y_m(t), \quad (14.2)$$

bu erda  $y_m(t)$  – (1) tenglamaning xususiy echim bo'lib (majburiy tashkil etuvchi), sistemada muvozanat rejimini ifodalaydi;  $y_s(t)$  – (1) tenglamaning o'ng tomoni nolga teng bo'lgandagi umumiy echimi bo'lib (erkin tashkil etuvchisi), u tenglamaning o'tkinchi rejimini ifodalaydi.

$$t \rightarrow \infty \text{ bo'lganda } y_s(t) \rightarrow 0 \quad (14.3)$$

bo'lishi sistemaning turg'unligini ifodalaydi.

Agar (14.3) shart bajarilsa, unda sistema turg'un bo'ladi. (14.1) tenglamaning o'tkinchi (erkin) tashkil etuvchisi  $y_s(t)$

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_n y(t) = 0 \quad (14.4)$$

tenglamaning echimini ifodalaydi.

Bu tenglamadan ko`rinib turibdiki, uning echimi (14.1) tenglamaning o`ng tomonidagi  $b_i$  koeffitsientga va  $x(t)$  funktsiyaning o`zgarish xarakteriga bog`liqemas ekan. (14.3) shartga ko`ra, sistemaning turg'unligi yoki noturg'unligi koeffitsientlar  $b_i$  va kirish kattaligi  $x(t)$  funktsiyaga bog`liqemas ekan

Demak, istsemaning turg'unligi uning ichki xususiyati bo`lib, unga ta`sir etuvchi signallarga bog`liqemas.

(14.4) tenglamaning echimini aniqlash uchun xarakteristik tenglamani olamiz:

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n = 0, \quad (14.5)$$

bu erda  $p_1, p_2, \dots, p_n$  – (14.5) xarakteristik tenglamaning ildizlari bo`lib, ular xar xil bo`lsin, unda (14.4) tenglamaning echimini quyidagi ko`rinishda ko`rsatish mumkin:

$$y_s(t) = \sum_{i=1}^n c_i e^{p_i t} \quad (14.6)$$

$s_i$  – sistemaga quyilgan boshlang`ich shartlar bo`ytcha aniqlanadigan ixtiyoriy o`zgarmas son.

SHunday qilib, chiziqli sistemaning turg'o`nligini xarakteristik tenglamaning ildizlari aniqlar ekan. Ildizlar esa haqiqiy, kompleks va mavhum bo`lishi mumkin.

CHiziqli sistema uzatish funktsiyasi  $W(p)$  ning hamma qutblari haqiqiy qismining manfiy ishoriga ega bo`lishi uning turg'un bo`lishining zarur va etarli sharti hisoblanadi.

Uzatish funktsiyasining maxrajidagi polinom ildizlarini uzatish funktsiyasining qutblari suratidagi polinom ildizlarini uzatish funktsiyasining nollari deyiladi.

Ochiqsistema uchun

$$W(p) = \frac{P(p)}{Q(p)}. \quad (14.7)$$

Ochiqsistema uzatish funktsiyasining xarakteristik tenglamasi  $Q(p)=0$  ning ildizlari haqiqiy qismining manfiy bo`lishi ochiqsistemaning turg'o`n bo`lishining etarli va zarur shartidir.

Berk sistema uchun

$$\Phi(p) = \frac{W(p)}{1 + W(p)} = \frac{\frac{P(p)}{Q(p)}}{1 + \frac{P(p)}{Q(p)}} = \frac{P(p)}{Q(p) + P(p)} = \frac{B(p)}{A(p)}, \quad (14.8)$$

$A(p)=1+W(p)=0$  – berk sistemaning xarakteristik tenglamasi.

Berk sistema xarakteristik tenglamasi  $A(p)=0$  ildizlari haqiqiy qismining manfiy bo`lishi uning turg'un bo`lishining etarli va zaruriy shartidir.

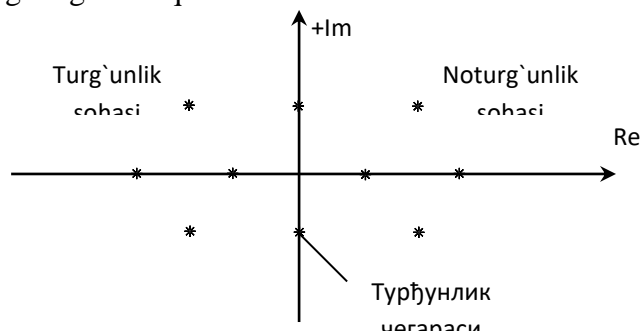
Turg'unlikning bu sharti A.M.Lyapunov tomonidan nochiziqli sistemalarning chiziqlantirilgan tenglamalari uchun isbotlandi va qo`llanildi. Quyida bu teoremani isbotsiz keltiramiz:

**1 – teorema:** Agar chiziqlantirilgan sistema xarakteristik tenglamasi hamma ildizlarining haqiqiy qismi manfiy bo`lsa, unda real sistema xam turg'un bo`ladi, ya`ni juda kichik nochiziqli hadlari sistemaning turg'unlik xolatiga ta`sir ko`rsata olmaydi.

**2 – teorema:** Agarda chiziqlantirilgan sistema xarakteristik tenglamasining birorta ildizi musbat haqiqiy qismga ega bo`lsa, unda real sistema noturg'un bo`ladi, ya`ni juda kichik nochiziqli hadlari sistemani turg'un qila olmaydi.

**3 – teorema:** Agar chiziqlantirilgan sistema xarakteristik tenglamasining ildizlari mavhum yoki nolga teng bo`lsa, unda real sistema turg'unlik chegarasida bo`ladi, bunda juda kichik nochiziqli xadlar o`tkinchi jarayon ko`rinishini tubdan o`zgartirib yuborishi, hamda real sistemani turg'un yoki noturg'un holatga keltirishi mumkin.

SHunday qilib, sistema turg'unligini tadqiqetish uining xarakteristik tenglamasi ildizlarining ishorasini aniqlashdan, ya'ni xarakteristik tenglama ildizlarini kompleks tekisligida mavhum o'qqa nisbatan qanday joylashganligini aniqlashdan iborat ekan.



Kompleks tekisligida xarakteristik tenglama ildizlarining mavhum o'qqa nisbatan joylashganligini aniqlaydigan qoidalarga *turg'unlik me'zonlari* deyiladi.

Sistemaning turg'unlik masalalarini echishda quyidagi turg'unlik mezonlaridan foydalaniladi:

- 1) Turg'unlikning algebraik mezonlari:
  - a) Gurvits mezoni;
  - b) Rauss mezoni.
- 2) Turg'unlikning chastotaviy mezonlari:
  - a) Mixaylov mezoni;
  - b) Naykvist mezoni;
  - v) Turg'unlikning logarifmik mezoni.
- 3) D – bo'linish usuli.

### Turg'unlikning algebraik mezonlari. Raus turg'unlik mezoni.

Sistemaning turg'unligi xarakteristik tenglamalarning ildizlarini hisobga olmasdan turib aniqlaydigan qoidalar turg'unlik mezonlari ekanini bildiradi.

Turg'unlikning algebraik mezoni xarakteristik tenglamaning koeffitsientlari orqali sistemaning turg'unligi haqida fikr yuritish imkonini beradi.

$$D(p) = a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n = 0 \quad (16.1)$$

Turg'unlikning algebraik mezonidan Raus va Gurvits mezonlari eng ko'p qo'llaniladi.

Xarakteristik tenglamaning hamma koeffitsientlarini musbat bo'lishi sistemaning turg'un bo'lishi uchun zaruriy shartdir.

$$a_0 > 0, a_1 > 0, \dots, a_n > 0 \quad 16.(2)$$

Raus va Gurvits mezonlari matematik jihatdan ekvivalentdir.

### Raus turg'unlik mezoni.

Rausning turg'unlik mezoni 1887 yil ingliz matematigi e.Raus tomonidan taklif qilingan. Bu mezoni quyidagi jadval orqali tushuntirish mumkin.

$r_i$ koef-ti	i qator	Ustun			
		1	2	3	4
—	1	$a_0=c_{11}$	$a_2=c_{21}$	$a_4=c_{31}$	.....
—	2	$a_1=c_{12}$	$a_3=c_{22}$	$a_5=c_{32}$	.....
$r_3 = \frac{a_0}{a_1}$	3	$s_{13}=a_2-r_3a_3$	$s_{23}=a_4-r_3a_5$	$s_{33}=a_6-r_3a_7$	.....

$r_4 = \frac{a_1}{a_{12}}$	4	$s_{14}=a_3-r_4a_{23}$	$s_{24}=a_5-r_4a_{33}$	$s_{34}=a_7-r_4a_{43}$	.....
$r_5 = \frac{a_{13}}{a_{14}}$	5	$s_{15}=c_{23}-r_5s_{24}$	$s_{25}=c_{33}-r_5s_{34}$	$s_{35}=c_{43}-r_5s_{44}$	.....
.....	...	.....	.....	.....	.....
$r_i = \frac{a_{1,i-2}}{a_{1,i-1}}$	$i$	$s_{1,i}=c_{2,i-2}-r_i s_{2,i-1}$	$s_{2,i}=c_{3,i-2}-r_i s_{3,i-1}$	$s_{3,i}=c_{4,i-2}-r_i s_{4,i-1}$	.....

Jadvalning birinchi qatoriga xarakteristik tenglama koefitsientlarindeksi oshib borish tartibida juft indeksli  $a_0, a_2, a_4, a_6, \dots$  ikkinchi qatoriga esa toq indeksli  $a_1, a_3, a_5, a_7, \dots$  koefitsientlar joylashtiriladi.

Jadvalning qolgan har bir koefitsientlari quyidagicha topiladi.

$$c_{n,i}c_{n+1,i-2} - r_i c_{n+1,i-1}, \quad (16.3)$$

bu erda

$$r_i = c_{1,i-2}/c_{1,i-1}. \quad (16.4)$$

(16.3) va (16.4) tenglamalarda  $n$  – indeks jadvaldagi ustunni nomerini  $i$  – indeksni esa qator nomerini bildiradi.

Raus jadvalini qatorlar soni xarakteristik tenglamasi darajasi  $n+1$  ga teng.

Raus jadvalini to'ldirgandan so'ng usistema turg'un yoki noturg'unligini aniqlash mumkin. Rausning turg'unligi mezonini quyidagicha ifodalanadi: ABS turg'un bo'lishi uchun Raus jadvalining birinchi ustuni koefitsientlari bir xil ishorali bo'lishi ya'ni  $a > 0$  bulganda

$$c_{11} = a_0 > 0; c_{12} = a_1 > 0; \dots; a_{i,n+1} > 0, \quad (16.5)$$

shart va etarlidir.

Agar birinchi ustun koefitsientlarining hammasi musbat bo'lmasa, sistema noturg'un bo'ladi hamda xarakteristik tenglamaning o'ng ildizlar soni Raus jadvali birinchi ustunidagi ishoralar o'zgarish soniga teng. Xarakteristik tenglama koefitsientlarining son qiymati berilgan bo'lsa, Raus mezonidan foydalanish juda oson.

**Misol.** Xarakteristik polinomi

$$D(p) = 0,104p^7 + 0,33p^6 + 5,5p^5 + 15,5p^4 + 25p^3 + 25p^2 + 19,7p + 9,5$$

bo'lgan tizimning Raus mezonini bo'yicha turg'unligini baholang.

**Yechish:** Raus mezonini bo'yicha hisoblashda 3.2-jadval ko'rinishida ifodalash qulaydir.

3.2-jadval

Parametrlar	$c_{11}=a_0$	$c_{21}=a_2$	$c_{31}=a_4$	$c_{41}=a_6$
	$c_{12}=a_1$	$c_{22}=a_3$	$c_{32}=a_5$	$c_{42}=a_7$
$r_1 = c_{11}/c_{12}$	$c_{13}=c_{21}-r_1c_{22}$	$c_{23}=c_{31}-r_1c_{32}$	$c_{33}=c_{41}-r_1c_{42}$	$c_{43}=0$
$r_2 = c_{12}/c_{13}$	$c_{14}=c_{22}-r_2c_{23}$	$c_{24}=c_{32}-r_2c_{33}$	$c_{34}=c_{42}-r_2c_{43}$	$c_{44}=0$
$r_3 = c_{13}/c_{14}$	$c_{15}=c_{23}-r_3c_{24}$	$c_{25}=c_{33}-r_3c_{34}$	$c_{35}=c_{43}-r_3c_{44}$	$c_{45}=0$
...	...	...	...	...

Berilgan tizim uchun Raus jadvali 3.3-jadval ko'rinishiga ega bo'ladi

$$D(p) = 0,104 p^7 + 0,33 p^6 + 5,5 p^5 + 15,5 p^4 + 25 p^3 + 25 p^2 + 19,7 p + 9,5$$

3.3-jadval

Parametrlar	$c_{11}=a_0=0,104$	$c_{21}=a_2=5,5$	$c_{31}=a_4=25$	$c_{41}=a_6=19,7$
	$c_{12}=a_1=0,33$	$c_{22}=a_3=15,5$	$c_{32}=a_5=25$	$c_{42}=a_7=9,5$
$r_1=0,315$	$c_{13}=0,6$	$c_{23}=17,1$	$c_{33}=16,7$	$c_{43}=0$
$r_2=0,55$	$c_{14}=6,0$	$c_{24}=15,8$	$c_{34}=9,5$	$c_{44}=0$
$r_3=0,1$	$c_{15}=15,52$	$c_{25}=15,75$	$c_{35}=0$	$c_{45}=0$
$r_4=0,386$	$c_{16}=9,7$	$c_{26}=9,5$	$c_{36}=0$	$c_{46}=0$
$r_5=1,6$	$c_{17}=0,55$	$c_{27}=0$	$c_{37}=0$	$c_{47}=0$
$r_6=0$	$c_{18}=9,5$	$c_{28}=0$	$c_{38}=0$	$c_{48}=0$

To'ldirilgan Raus jadvalining (3.3-jadval) birinchi ustun koeffitsiyentlari musbat bo'lgani uchun tizim turg'undir.

### Gurvits turg'unlik mezon.

Bu mezon 1895 yilda nemis matematigi Gurvits tomonidan taklif qiligan.

Gurvits turg'unlik mezoniga muvofiq xarakteristik tenglamaning koeffitsientlaridan Gurvitsning bosh aniqlovchisi tuziladi:

$$D(p) = a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + a_2 p^{n-2} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0 \quad (16.6)$$

Bunda quyidagi qoidalarga asoslanib koeffitsientlar  $a_0 > 0$  bo'lishi kerak:

- 1) bosh diagonali bo'yicha « $a_1$ » dan to « $a_n$ » gacha o'sish tartibi bilan yozib chiqiladi;
- 2) bosh diagonalga nisbatan qatorlarning pastga tomon indeksleri kamayuvchi, yuqoriga tomon indeksleri o'sib boruvchi koeffitsientlar bilan to'ldiriladi;
- 3) indeksleri noldan kichik qamda « $n$ » dan katta bo'lgan koeffitsientlar o'rniga nollar yoziladi;
- 4) Gurvits aniqlovchisining yuqori tartibi xarakteristik tenglamaning darajasiga teng bo'ladi;
- 5) Gurvits aniqlovchisining oxirgi tartibi  $\Delta_n = a_n \cdot \Delta_{n-1}$  ga tengdir.

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & \dots & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & \dots & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & a_n \end{vmatrix}. \quad (16.7)$$

### Gurvits mezonining ta'rifi:

Agarda  $a_0 > 0$  bo'lib, Gurvitsning qamma aniqlovchilari noldan katta bo'lsa, u qolda sistema turg'un bo'ladi, ya'ni  $a_0 > 0$  bo'lganda  $\Delta_1 > 0$ ;  $\Delta_2 > 0$ ;  $\Delta_3 > 0 \dots \Delta_n > 0$  bo'lishi kerak.  $\Delta_n = a_n \cdot \Delta_{n-1}$  bo'lishi Gurvits aniqlovchisining tuzilish strukturasiidan kelib chiqadi. SHunga ko'ra, agar  $\Delta_n = a_n \cdot \Delta_{n-1} = 0$  bo'lsa, sistema turg'unlik chegarasida bo'ladi. Bu tenglik esa ikki qolda, ya'ni  $a_n = 0$  yoki  $\Delta_{n-1} = 0$  bo'lganda bajarilishi mumkin.

Agarda  $a_n = 0$  bo'lsa, unda tekshirilayotgan sistema turg'unlik qolatining aperiodik chegarasida bo'ladi (ya'ni xarakteristik tenglamaning bitta ildizi nolga teng bo'ladi).

Agarda  $\Delta_{n-1} = 0$  bo'lsa, unda tekshirilayotgan sistema turg'unlik qolatining tebranma chegarasida bo'ladi (ya'ni xarakteristik tenglama juft mavqum ildizga ega bo'ladi).

Endi  $n = 1, 2, 3, 4$  ga teng bo'lgan tenglamalar bilan ifodalangan sistemalar uchun Gurvits mezonining shartlarini ko'rib chiqamiz.

$$a) \quad n = 1, \quad a_0 p + a_1 = 0.$$

Bunda  $a_0 > 0$ ;  $\Delta_1 = a_1 > 0$  turg'unlik sharti bo'ladi. Demak, birinchi tartibli sistemalar turg'un bo'lishi uchun xarakteristik tenglama koeffitsientlarining musbat bo'lishi etarlidir.

$$b) \quad n = 2, \quad a_0 p^2 + a_1 p + a_2 = 0.$$

Bunda turg'unlik shartlari quyidagicha bo'ladi:

$$a_0 > 0; \quad \Delta_1 = a_1 > 0; \quad \Delta_2 = a_1 \cdot a_2 > 0; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & 0 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1 a_2 - a_0 \cdot 0 = a_1 a_2 > 0$$

Demak, ikkinchi tartibli tenglama bilan ifodalangan sistemalarning turg'un bo'lishi uchun xarakteristik tenglama koeffitsientlarining musbat bo'lishi etarli shart qisoblanadi.

$$b) \quad n = 3, \quad a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 = 0$$

Turg'unlikning zaruriy shartlari:

$$a_0 > 0; \quad \Delta_1 = a_1 > 0; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0; \quad \Delta_3 = a_3 \cdot \Delta_2 > 0$$

SHunday qilib, uchunchi tartibli tenglama bilan ifodalangan sistema turg'un bo'lishi uchun xarakteristik tenglama koeffitsientlarining musbat bo'lishi etarli bo'lmay, bunda  $(a_1 a_2 - a_0 a_3) > 0$  tengsizlikning bajarilishi zarur shart qisoblanadi.

$$g) \quad n = 4, \quad a_0 p^4 + a_1 p^3 + a_2 p^2 + a_3 p + a_4 = 0$$

Turg'unlik shartlari:

$$a_0 > 0; \quad \Delta_1 = a_1 > 0; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0;$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix} = a_1 a_2 a_3 + 0 + 0 - 0 - a_0 a_3^2 - a_1^2 a_4 = a_3 (a_1 a_2 - a_0 a_3) - a_1^2 a_4 > 0;$$

$$\Delta_4 = a_4 \cdot \Delta_3.$$

To'rtinchi tartibli tenglama bilan ifodalangan sistemalar turg'un bo'lishi uchun xarakteristik tenglama koeffitsientlarining musbat bo'lishidan tashqari yana ikki  $(a_1 a_2 - a_0 a_3) > 0$ ,  $a_3 (a_1 a_2 - a_0 a_3) - a_1^2 a_4 > 0$  shartlar bajarilishi kerak.

Xarakteristik tenglamaning darajasi «n» ortgan sari yuqoridagi kabi bajarilishi kerak bo'lgan shartlar qam ko'payib boradi. SHuning uchun turg'unlikning Gurvits mezonining  $n \leq 4$  bo'lgan sistemalar uchun qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

## L'endar-SHipar turg'unlik mezoni

Bu mezon 1919 yil P.L'endar va R.SHipar tomonidan taklif qilingan.

$$D(p) = a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n = 0 \quad (16.8)$$

Bu xarakteristik tenglama nning qiymatlari kata bo'lganda Gurvits mezonining o'rniga L'endar-SHiparning turg'unlik mezonini qo'llash qulay.

Xarakteristik tenglamaning hamma koeffitsientlari musbat bo'lganda  $\Delta_1, \Delta_3, \dots$  toq indeksli aniqlovchilar musbat ekanligi va Gurvitsning  $\Delta_2, \Delta_4, \dots$  juft indeksli aniqlovchilari ham musbat va aksincha ekanligi isbotlangan.

SHuning uchun turg'unlikning zarur sharti bajarilgan holda ya'ni xarakteristik tenglamaning hamma koeffitsientlari musbat bo'lganda turg'unlik sharti Gurvits koeffitsientlari orasida

$$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_5$$

hamma juft indeksli yoki hamma toq indeksli aniqlovchilar musbat bo'lishi zarur va etarlidir.

Sistema turg'un bo'lishi uchun quyidagi tengsizlik bajarilishi zarur va etarlidir:

$$a_0 > 0, a_1 > 0, \dots, a_n > 0$$

$$\Delta_1 > 0, \Delta_3 > 0, \Delta_5 > 0 \text{ yoki } \Delta_2 > 0, \Delta_4 > 0, \Delta_6 > 0$$

bo'lganda

$$\Delta_0 > 0, \Delta_1 > 0, \Delta_2 > 0, \dots, \Delta_n > 0$$

Gurvits mezoniga nisbatan L'engar-SHipar turg'unlik mezonida kamroq sonli aniqlovchi topiladi.

### **Turg'unlikning chastotaviy mezonlari. Argumentlar printsipi. Mixaylov turg'unlik mezon.**

Turg'unlikning chastotaviy mezonlari avtomatik sistemalarning chastotaviy xarakteristikalarini ko'rishiga qarab ularning turg'unlik xolatlarini tekshirish imkonini beradi.

Turg'unlikning chastotaviy mezonlari grafoanalitik mezon bo'lib, sistemalarning turg'unligini tekshirishda juda keng qo'llaniladi. Chunki bu mezonlar yordamida yuqori darajali avtomatik sistemalarning turg'unlik holatini tekshirish ancha oson hamda ular sodda geometrik tasvirga egadirlar.

#### **Argumentlar printsipi**

Turg'unlikning chastotaviy mezonlari asosida kompleks o'zgaruvchi funktsiya nazariyasidan ma'lum bo'lgan argumentlar printsipi yotadi.

Quyida argumentlar printsipining qisqacha bayonini keltiramiz

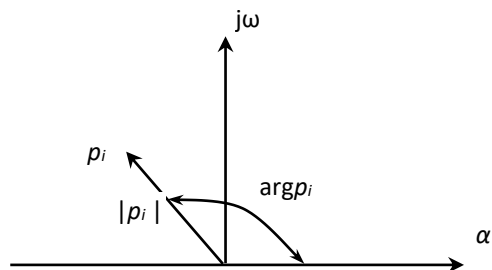
$$D(p) = a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n = 0. \quad (17.1)$$

«n» - darajali polinom berilgan bo'lsin. Bu polinomni Bezu teoremasiga asosan quyidagicha ifodalash mumkin

$$D(p) = a_0 (p - p_1)(p - p_2)(p - p_3) \dots (p - p_n), \quad (17.2)$$

bu erda  $p_1, p_2, \dots, p_n - D(p)=0$  xarakteristik tenglamaning ildizlari.

«p» kompleks tekisligida har qaysi ildizni koordinata o'qi boshidan «p» nuqtasigacha o'tkazilgan vektor orqali ifodalash mumkin (17.1-rasm).

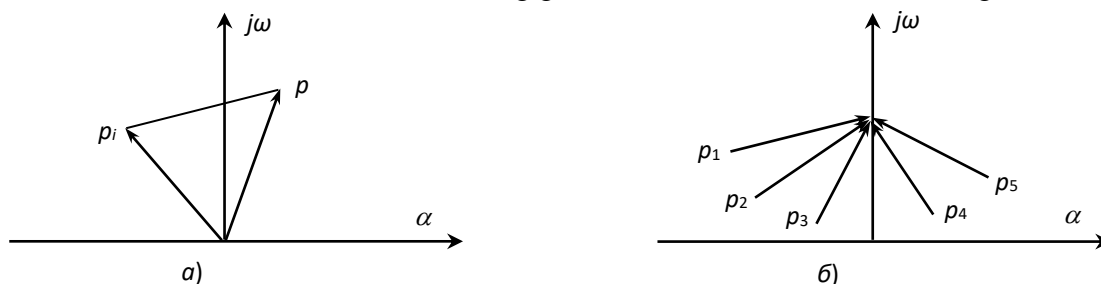


17.1-rasm.

Bu vektorning uzunligi kompleks sonning  $p_i = \alpha_i + j\omega_i$  ning moduli  $|p_i|$  ga shu vektorning musbat haqiqiy o'q bilan xosil qilgan burchagi esa  $p_i$  kompleks sonining argumentiga yoki fazasi ( $\arg p_i$ ) ga teng bo'ladi.  $(p - p_i)$  miqdorning geometrik o'rni  $p_i$  nuqtadan ixtiyoriy «r» nuqtasiga o'tkazilgan vektor orqali ifodalanadi. Xususiyl holda  $r = j\omega$  bo'lganda (2) ifodani

$$D(j\omega) = a_0(j\omega - p_1)(j\omega - p_2)(j\omega - p_3)\dots(j\omega - p_n) \quad (17.3)$$

ko`rinishida ifodalash mumkin. (17.3) ifodaning geometrik tasviri 4-rasmda keltirilgan.



17.2-rasm.

$D(j\omega)$  vektorning moduli  $(j\omega - p_i)$  elementar vektorning va  $a_0$  koeffitsientining ko`paytmasiga

$$|D(j\omega)| = a_0 |j\omega - p_1| \cdot |j\omega - p_2| \cdot |j\omega - p_3| \cdot \dots \cdot |j\omega - p_n| \cdot \dots \quad (17.4)$$

argumenti esa elementar vektorlar argumentining yig`indisiga teng bo`ladi

$$\arg D(j\omega) = \sum_{i=1}^n \arg (j\omega - p_i). \quad (17.5)$$

Chastota  $-\infty < \omega < \infty$  o`zgarganda  $D(j\omega)$  vektor argumentining o`zgarishi

$$\Delta \arg D(j\omega) = \sum_{i=1}^n \Delta \arg (j\omega - p_i) \quad (17.6)$$

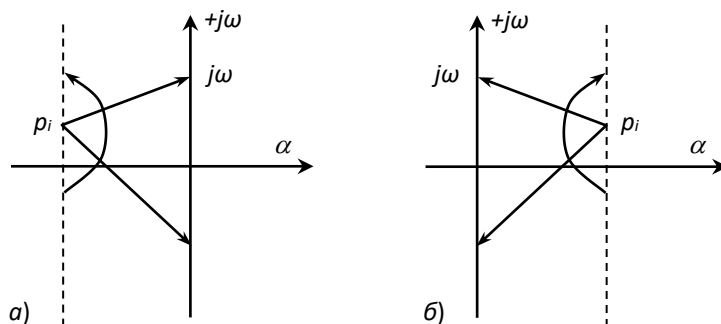
ga teng bo`ladi.

(17.6) ifodaga ko`ra  $D(j\omega)$  vektor argumentining uzgarishini hisoblash uchun  $(j\omega - p_i)$  vektorlar argumenti o`zgarishining yig`indisini hisoblash zarur. Argumentning bu o`zgarishi esa  $p_i$  ildizning kompleks tekisligining qaysi tomonida joylashganligiga bog`liq.

1.  $p_i$  ildiz kompleks tekisligining chap tomonida joylashgan bo`lsin (17.3a-rasm).

$-\infty < \omega < \infty$  o`zgarganda  $(j\omega - p_i)$  vektorning uchi mavhum o`q bo`yicha pastdan yuqoriga soat strelkasiga teskari (qarshi) yo`nalishda  $180^\circ$  burchakka buriladi, ya`ni

$$\Delta \arg (j\omega - p_i) = \pm \pi. \quad (17.7)$$



2.  $p_i$  ildiz kompleks tekisligining o`ng tomonida joylashgan bo`lsin (17.3b-rasm).

Bu holda yuqoridagi kabi fikr yuritganimizda  $(j\omega - p_i)$  vektorlari chastota  $-\infty < \omega < \infty$  o`zgarganda soat strelkasi yo`nalishi bo`yicha (manfiy)  $-\pi$  burchakka buriladi, ya`ni

$$\Delta \arg (j\omega - p_i) = -\pi. \quad (17.8)$$

$D(p) = 0$  tenglamaning «l» ildizlari kompleks tekisligining o`ng tomonida,  $(n-l)$  ta ildizlari chap tomonida joylashgan deb faraz qilaylik. Unda (17.7) va (17.8) ifodalarga asoslanib,  $D(j\omega)$  vektor argumentining o`zgarishi

$$\Delta \arg D(j\omega) = (n-l)\pi - l\pi = (n-2l)\pi \quad (17.9)$$

ga teng bo`lishini ko`ramiz.



(17.9) tenglik argumentlar printsipining ifodasini bildiradi va uni qo'ydagicha ta'riflash mumkin.

CHastota  $-\infty < \omega < \infty$  o'zgarganda  $D(j\omega)$  vektori argumentining o'zgarishi chap va o'ng ildizlar ayirmasining « $\pi$ » soniga ko'paytirilganiga teng bo'ladi.

Agarda  $0 < \omega < \pi/2$  o'zgarsa, unda

$$\Delta \arg D(j\omega) = (n - 2l) \frac{\pi}{2} \quad (17.10)$$

bo'ladi.

### Turg'unlikning Mixaylov mezoni

Mixaylovning turg'unlik mezoni o'zining mohiyati jixatdan argumentlar printsipining geometrik tasviridir.

$$D(p) = a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n = 0 \quad (17.11)$$

harakteristik tenglama berilgan bo'lsin. Bu erda  $D(p)$  polinomni xarakteristik polinom deb ataladi.

Sistema turg'un bo'lishi uchun xarakteristik tenglamaning hamma ildizlari kompleks tekisligining chap yarim tekisligida joylashishi, ya'ni o'ng ildizlar soni  $l=0$  bo'lishi kerak. U holda

argumentlar printsipiga muvofiq  $\Delta \arg D(j\omega) = n \frac{\pi}{2}$  yoki  $\Delta \arg D(j\omega) = n\pi$  shart bajarilishi kerak.

CHastota  $-\infty < \omega < \infty$  o'zgarganda  $D(j\omega)$  vektroning kompleks tekisligidagi geometrik o'rniga Mixaylov gadografi deyiladi.

$$D(j\omega) = a_0 (j\omega)^n + a_1 (j\omega)^{n-1} + \dots + a_n = U(\omega) + jV(\omega),$$

bunda  $U(\omega) = (a_n - a_{n-2}\omega^2 + a_{n-4}\omega^4 - \dots)$  haqiqiy qism bo'lib, u chastotaga nisbatan juft funktsiyadir, ya'ni  $U(\omega) = U(-\omega)$ .

Mavhum qism esa chastotaga nisbatan toq funktsiya bo'ladi.

$$V(\omega) = \omega(a_{n-1} + a_{n-3}\omega^2 - a_{n-5}\omega^4 + \dots),$$

$$V(-\omega) = -V(\omega).$$

SHunday qilib,

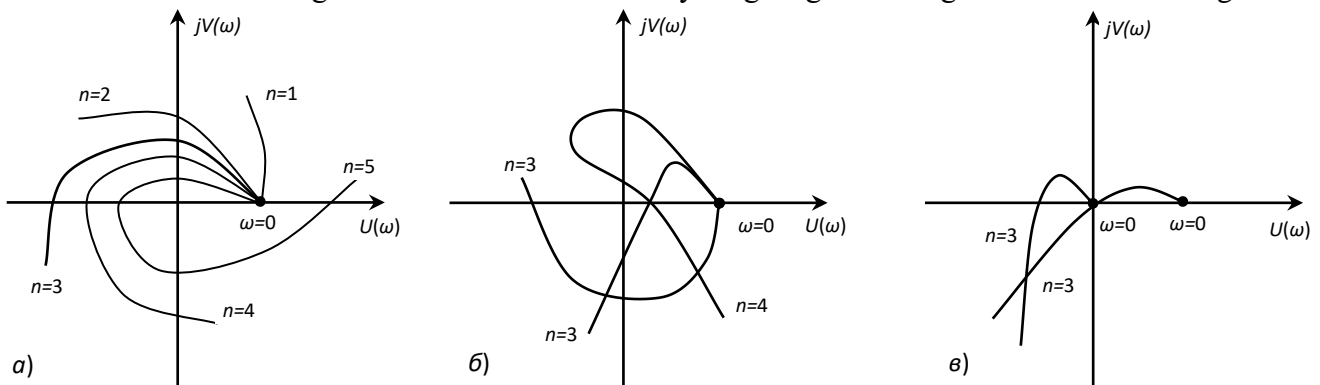
$$D(\omega) = U(\omega) - jV(\omega)$$

bo'ladi.

### Mixaylov mezonining ta'rifi:

Agar chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda Mixaylov gadografi haqiqiy musbat o'qdan boshlab koordinata boshi atrofida musbat (soat strelkasiga qarshi) yo'nalishda  $n \frac{\pi}{2}$  burchakka burilsa, u holda sistema turg'un bo'ladi (bu erda « $n$ » xarakteristik tenglamaning darajasi).

17.4a-rasmda turg'unlik shartlari uchun Mixaylov gadograflarining ko'rinishlari keltirilgan.



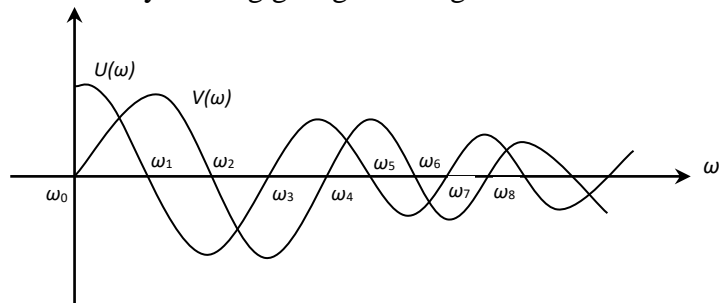
17.4-rasm. a) sistemaning turg'unlik shartlari; b) sistemaning noturg'unlik shartlari; v) sistemaning turg'unlik chegaralari shartlari uchun Mixaylov gadograflarining ko'rinishlari.

Mixaylov godografi taxlil etilganda, unda quyidagi natija kelib chiqadi.

Mixaylov godografi koordinata tekisligida kvadratlarni ketma-ket kesib o'tganda, uhaqiqiy va mavhum o'qlarni birin-ketin kesib o'tadi.

Mixaylov godografi haqiqiy o'qni kesib o'tganda, uning mavhum funksiyasi  $V(\omega)$  nolga aylanadi, mavhum o'qni kesib o'tganda esa Mixaylovning haqiqiy funksiyasi  $U(\omega)$  nolga aylanadi.

SHuning uchun godografning haqiqiy va mavhum o'qlarni kesib o'tgan nuqtalaridagi chastotaning qiymati  $U(\omega) = 0$  (a),  $V(\omega) = 0$  (b) tenglamalarining ildizlari bo'lishi kerak. 17.5-rasmda bu funksiyalarning grafifi keltirilgan.



17.5-rasm.

Bu egri chiziqlarning abtsissa o'qi bilan kesishgan nuqtalari (a) va (b) tenglamalarning ildizlarini bildiradi.

Agar  $\omega_0, \omega_2, \omega_4, \dots$  (b) tenglamaning ildizlari  $\omega_1, \omega_3, \omega_5, \dots$  esa (a) tenglamaning ildizlari bo'lib, shu bilan birga  $\omega_0 < \omega_2 < \omega_4$  va  $\omega_1 < \omega_3 < \omega_5$  bo'lsa, unda sistema turg'un bo'lishi uchun  $\omega_0 < \omega_1 < \omega_2 < \omega_3 < \omega_4 < \omega_5$  tengsizlik bajarilishi kerak.

### Naykvist turg'unlik mezoni.

Turg'unlikning Naykvist mezoni ochiq sistemaning amplituda faza xarakteristikasi (AFX) bo'yicha berk sistemaning turg'unligini tekshirish imkoniyatini beradi. Ochiq sistemaning AFXsini esa ham analitik ham tajriba yo'li bilan olish mumkin.

Turg'unlikning bu mezoni aniq ravshan fizik ma'noga ega, ya'ni bu mezon ochiq sistemaning statsionar chastotali xususiyatlarini berk sistemaning nostatsionar xususiyatlari bilan bog'laydi.

Ochiq sistemaning uzatish funksiyasi  $W(p) = \frac{P(p)}{Q(p)}$  berilgan bo'lsin. Bu erda  $Q(p) = 0$  –

ochiq sistemaning xarakteristik tenglamasi. Berk sistemaning uzatish funksiyasi:

$$\Phi(p) = \frac{W(p)}{1 + W(p)} = \frac{\frac{P(p)}{Q(p)}}{1 + \frac{P(p)}{Q(p)}} = \frac{P(p)}{Q(p) + P(p)},$$

$$A(p) = 1 + W(p) = 1 + \frac{P(p)}{Q(p)} = \frac{Q(p) + P(p)}{Q(p)} \quad (18.1)$$

Berk sistemaning xarakteristik tenglamasi:

$Q(p) + P(p)$  – berk sistemaning xarakteristik polinomini ifodalaydi.

$Q(p)$  – polinomi «n» darajaga ega;

$P(p)$  – polinom «m» darajaga ega.

Sistemani ishga tushirish uchun doimo  $m < n$  bo'lishi kerak. SHuning uchun  $Q(p) + P(p)$  polinom «n» darajaga ega bo'ladi.

Ochiq sistemaning o`zi turg`o`n va noturg`un holarda bo`lishi mumkin. Biz mana shu ikki holatda berk sistemaning turg`o`nligini tekshirib ko`ramiz.

### Ochiq sistema turg`un holatda.

Xarakteristik tenglamaning o`ng ildizlari soni  $l = 0$ . Mixaylov mezoniga muvofiq ochiq sistema xarakteristik tenglamasi argumentining o`zgarishi:

$$\Delta \arg Q(j\omega) = n \frac{\pi}{2} \cdot$$

$0 < \omega < \infty$

Endi berk sistema turg`un bo`lishini talab etamiz. Unda quyidagi tenglik bajarilishi lozim:

$$\Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] = n \frac{\pi}{2} \cdot \quad (18.2)$$

$0 < \omega < \infty$

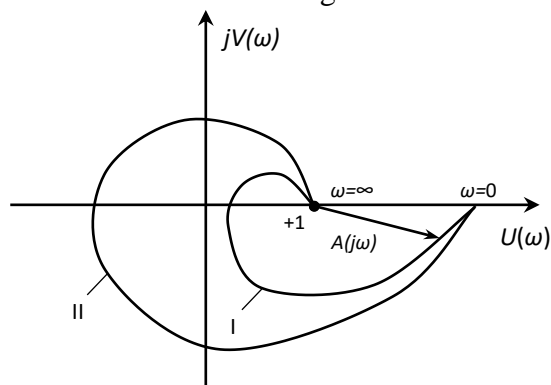
(1) ifodaga muvofiq berk sistemaning xarakteristik tenglamasining argument o`zgarishi:

$$\Delta \arg A(j\omega) = \Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] - \Delta \arg Q(j\omega) = n \frac{\pi}{2} - n \frac{\pi}{2} = 0 \cdot \quad (18.3)$$

$0 < \omega < \infty$

SHunday qilib, berk sistema turg`un bo`lishi uchun chastota  $0 < \omega < \infty$  o`zgarganda  $A(j\omega)$  vektorining koordinata o`qi atrofidagi burchak burilishi (argument o`zgarishi) nolga teng bo`lishi kerak yoki chastota  $0 < \omega < \infty$  o`zgarganda berk sistema AFXsi  $A(j\omega)$  koordinata boshini, ya`ni  $(0; 0)$  nuqtani o`z ichiga olmasligi kerak.

$A(j\omega) = 1 + W(j\omega)$  gazografining ko`rinishi 18.1-rasmda ko`rsatilgan.

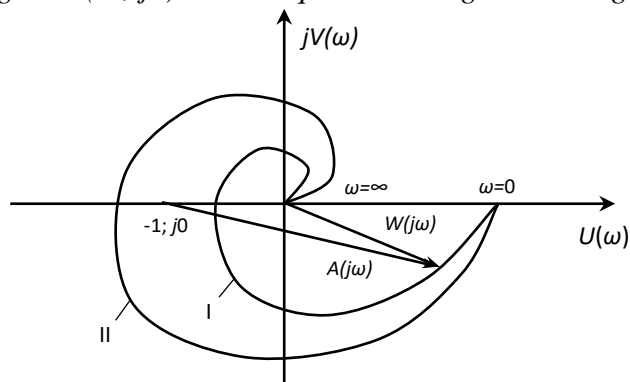


18.1 – rasm. I – berk sistema turg`un; II – berk sistema noturg`un.

Lekin sistemaning AFX  $A(j\omega) = 1 + W(j\omega)$  si ochiq sistemaning AFX  $W(j\omega)$  sidan faqat «+1» gagina.

SHuning uchun yuqorida keltirilgan Naykvist mezonining ta`rifini ochiq sistemaning AFX  $W(j\omega)$  ga tadbiq etganimizda Naykvist mezonini quyidagicha ta`riflash mumkin:

Berk sistema turg`un bo`lishi uchun ochiq sistemaning AFX  $W(j\omega)$  si chastota  $0 < \omega < \infty$  o`zgarganda  $(-1; j0)$  kritik nuqtani o`z ichiga olmasligi kerak (18.2-rasm).



18.2 – rasm.I – berk sistema turg'un; II – berk sistema noturg'un.

**Ochiq sistema noturg'un.**

Bunda ochiq sistema xarakteristik tenglamasi «l» o'ng ildizga ega, ya'ni  $l \neq 0$ , unda argumentlar printsiptiga muvofiq

$$\Delta \arg Q(j\omega) = (n - 2l) \frac{\pi}{2} \quad (18.4)$$

$0 < \omega < \infty$

bo'ladi.

Agar sistemaning turg'un bo'lishi talab etilsa, unda quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$\Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] = n \frac{\pi}{2} \quad (18.5)$$

$0 < \omega < \infty$

U holda  $A(j\omega) = 1 + W(j\omega)$  vektorining argument o'zgarishi

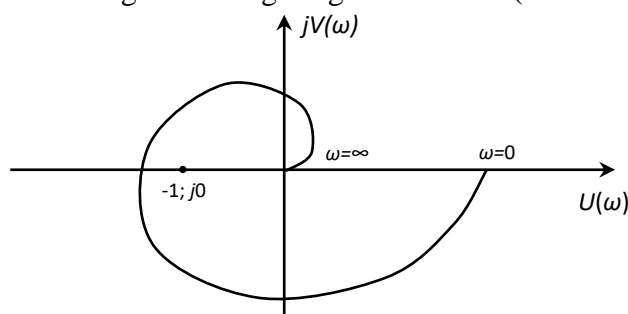
$$\Delta \arg A(j\omega) = \Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] - \Delta \arg Q(j\omega) = n \frac{\pi}{2} - (n - 2l) \frac{\pi}{2} = l\pi \quad (18.6)$$

$0 < \omega < \infty$

bo'ladi. YA'ni  $A(j\omega)$  vektorining koordinata o'qining boshi atrofidagi summar burchak burilishi turg'un berk sistema uchun « $l\pi$ » ga teng bo'lishi lozim.

Bundan Naykvist mezonining quyidagi ta'rifi kelib chiqadi:

*Berk sistema turg'un bo'lishi uchun chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda ochiq sistemaning AFX  $W(j\omega)$  si kritik nuqta  $(-1; j0)$  ni  $l/2$  marta o'z ichiga olishi kerak; bunda  $l$  - ochiq sistema xarakteristik tenglamasining o'ng ildizlar soni (18.3-rasm).*

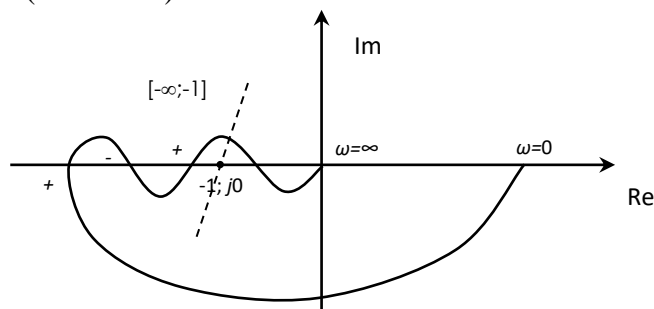


18.3-rasm.

$W(j\omega)$  gadografi  $(-1; j0)$  nuqtani bir marta o'z ichiga olyapti. SHuning uchun bunda ochiq sistemaning o'ng ildizlar soni  $l = 2$ , chunki  $l/2 = 1 \Rightarrow l = 2$ . Demak ochiq sistemaning o'ng ildizlar soni  $l = 2$  bo'lsa, berk sistema ham noturg'un bo'ladi.

Amaliy masalalarni echishda YA.Z.TSipkin taklif etgan «o'tish qoidasini» qo'llash maqsadga muvofiqdir.

$W(j\omega)$  xarakteristikani o'tishi deganda shu xarakteristikaning kompleks tekisligida manfiy haqiqiy o'qni  $(-1; j0)$  nuqtaning chap tomonini, ya'ni  $[-\infty; -1]$  kesmani chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda pastdan yuqoriga kesib o'tsa, musbat o'tish yuqoridan pastga kesib o'tsa, manfiy o'tish deyiladi (18.4-rasm).

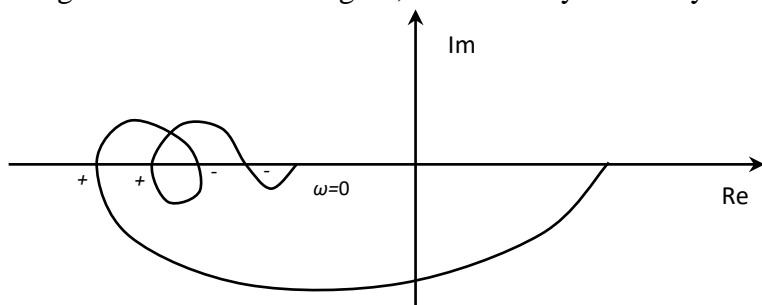


18.4 – rasm.

Yuqorida aytilganlarni e'tiborga olgan holda Naykvist mezonini quyidagicha ta'riflash mumkin:

Berk sistema turg'un bo'lishi uchun ochiq sistemaning AFXsining chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda  $[-\infty; -1]$  kesma orqali musbat va manfiy o'tishlarning ayirmasi  $1/2$  ga teng bo'lishi kerak. Bunda  $l$  - ochiq sistema xarakteristik tenglamasining o'ng ildizlar soni.

Agar ochiq sistemaning AFXsi  $\omega = 0$  bo'lganda  $[-\infty; -1]$  kesmada boshlansa yoki  $\omega = \infty$  bo'lganda shu kesmada tugasa, unda bunday o'tishni yarim o'tish deyiladi (18.5-rasm).



18.5 – rasm.

Statik ochiq sistemaning  $W(j\omega)$  xarakteristiklari chastota o'zgarganda yopiq kontur hosil qiladi.

Ideal integrallagich zvenosi bo'lgan astatik ochiq sistemalarning  $W(j\omega)$  xarakteristiklari chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda yopiq kontur hosil qilmaydi.

### Astatik sistema uchun Naykvist mezonini qo'llash.

Astatik sistemaning AFX

$$W(j\omega) = \frac{P(j\omega)}{(j\omega)^\nu Q(j\omega)}, \quad (18.7)$$

ko'rinishga ega bo'lib, yopiq kontur hosil qilmaydi.

Bunday sistemalar uchun ochiq sistemaning xarakteristik tenglamasi nol' ildizga ega bo'lib, quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin.

$$Q(p) = p^\nu Q_1(p), \quad (18.8)$$

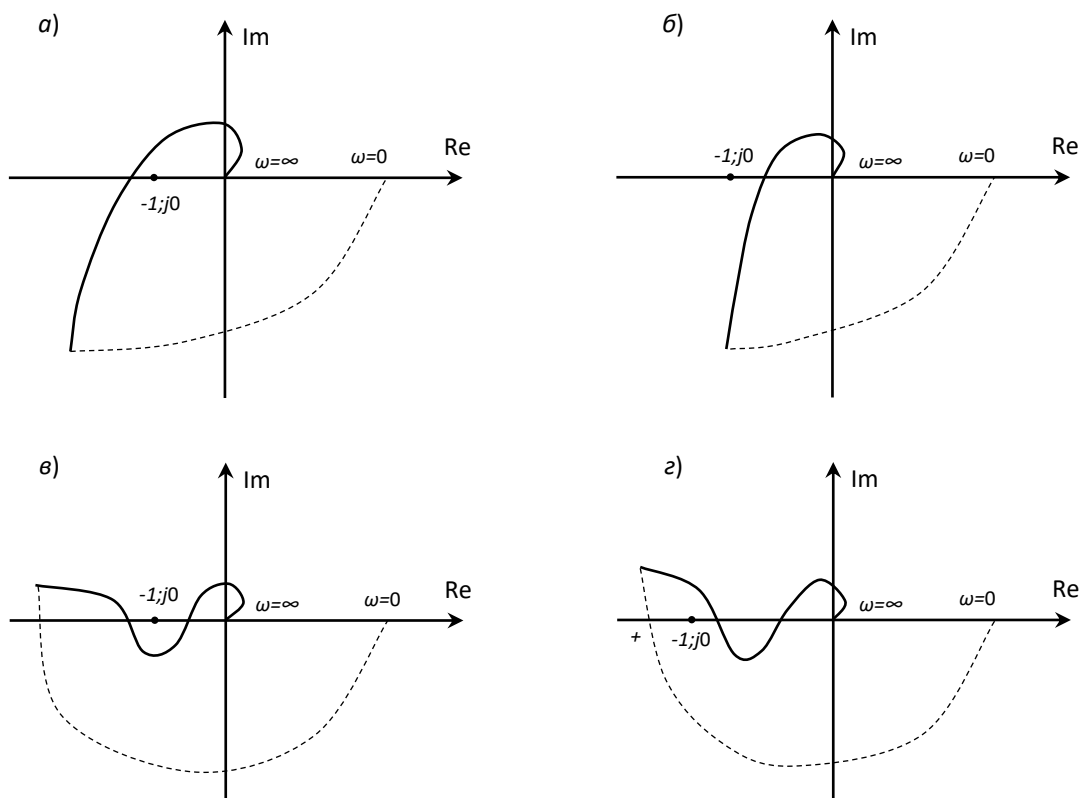
bu erda  $\nu$  - astatizm darajasi, ya'ni sistemadagi ideal integral zvenolar soni;  $Q(p)$  - nol' ildizga ega bo'lmagan polinom.

Astatik sistemalarning AFXsi (18.5) ifodaga ko'ra  $\omega = 0$  bo'lganda  $\infty$  bo'ladi. SHuning uchun kritik  $(-1; j0)$  nuqtani «kontur ichida» yoki «kontur tashqarisida» ekanligini aniqlash qiyinlashadi, ya'ni  $W(j\omega)$  xarakteristikasi  $(-1; j0)$  kritik nuqtani o'z ichiga oladimi yoki yo'qmi ekanligini aytish mumkin bo'lmay qoladi. O'z navbatida berk sistemaning turg'unlik masalalarini echish qiyinlashadi.

Sistema tarkibidagi ideal integrallovchi zvenolar chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda  $-\nu \frac{\pi}{2}$  burchak o'zgarishini beradi. Bunda  $\nu$  – ketma-ket ulangan idal integrallovchi zvenolar soni.

SHuning uchun  $\Delta \arg A(j\omega)$  ni hisoblash uchun  $W(j\omega)$  gadografi cheksiz katta radiusga ega bo'lgan aylananing yoyi bilan musbat haqiqiy yarim o'qqa qadar to'ldiriladi ( $l=0$  yoki juft son bo'lganda). Unda Naykvist mezonini quyidagicha ta'riflash mumkin:

Agar ochiq sistemaning « $\infty$ » radiusga ega bo'lgan aylaning yoyi bilan to'ldirilgan ochiq sistemaning  $W(j\omega)$  xarakteristikasi chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda kritik  $(-1; j0)$  nuqtani  $1/2$  marta o'z ichiga olsa, berk astatik sistema turg'un bo'ladi. Bunda  $l$  - ochiq sistema tarakteristik tenglamasining o'ng ildizlar soni.



18.6-rasm. a)  $\nu=1$  berk sistema noturg'un; b)  $\nu=1$  berk sistema turg'un; v)  $\nu=2$  berk sistema turg'un; g)  $\nu=2$  berk sistema noturg'un;

18.6-rasmda ochiq sistema turg'un bo'lgan ( $l=0$ ) holda berk sistemaning turg'unligini aniqlashga misollar keltirilgan.

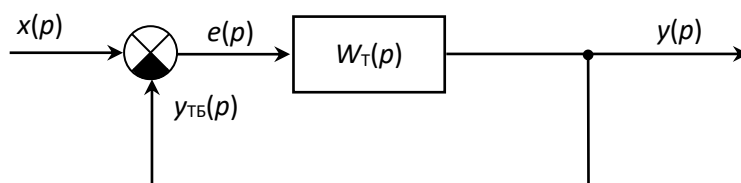
18.6-rasmda keltirilgan gadograflardan ko'rinib turibdiki, agar sistema turg'un bo'lsa, u holda kritik  $(-1; j0)$  nuqta « $\infty$ » radiusga ega bo'lgan aylananing yoyi bilan to'ldirilgan ochiq sistema AFX ning tashqarisida yotadi. Agar bu nuqta shu xarakteristikaning ichida bo'lsa, unda sistema noturg'un bo'ladi.

Agar ochiq sistema turg'un bo'lsa, ( $l=0$ ), unda AFX manfiy haqiqiy yarim o'qni  $[-\infty; -1]$  kesmada kesib o'tadi yoki bu kesmani juft marta kesib o'tadi. Agar  $[-\infty; -1]$  kesmani kesib o'tishlar soni toq bo'lsa, unda berk sistema noturg'un bo'ladi.

Ochiq sistema yoki uning tarkibidagi birorta zvenoning tenglamasi noma'lum bo'lsa-yu, lekin ochiq sistemaning  $W(j\omega)$  AFX si tajriba yo'li bilan olingan bo'lsa, unda bunday sistemaning turg'unligini tekshirish uchun faqatgina Naykvist mezonini qo'llash mumkin. Bu esa Naykvist turg'unlik mezonining boshqa turg'unlik mezonlaridan afzalligini ko'rsatadi. Bundan tashqari kechikuvchi sistemalarning turg'unligini tekshirishda faqatgini Naykvist mezonini qo'llash mumkin.

Avtomatik sistemani tekshirganda o'tkinchi jarayonning sifatini ta'minlashga doir masalalarni echishga to'g'ri keladi. O'tkinchi jarayonning aniqligini va rostdash bir tekisligini xarakterlovchi sifat ko'rsatkichlarga o'tkinchi jarayon tezkorligi (o'tkinchi jarayon vaqti) tebranishlar soni (o'tkinchi jarayonning tebranishlar soni) hamda o'tarostlash kiradi.

O'zgarmas koeffitsientli chiziqli differentsial tenglama bilan ifodalangan chiziqli sistema berilgan bo'lsin.



22.1-rasm.

Kirish kattaligi  $x(t)$  o'zgaranda sistemaning chiqishidagi  $y(t)$  kattalikni o'zgarishini quyidagicha ifodalash mumkin

$$y(t) = y_s(t) + y_m(t), \quad (22.1)$$

bunda  $y(t)$  - sistemani ifoda etuvchi tenglamaning umumiy echimi;  $y_s(t)$  - shu echimning erkin tashkil etuvchisi.

Agar  $y_s(t)$  karra ildizga ega bo'lmasa, unda  $y_s(t) = \sum_{i=1}^n C_i e^{p_i t}$

bunda  $C_i$  - sistemaning parametrlari va boshlang'ich shartlarga bog'liq bo'lgan o'zgarmas son;  $p_i$  - berk sistemaning xarakteristik tenglamasi,  $A(p) = 0$  ildizlaridir.

$y_m(t)$  - kirish signali  $x(t)$  ning o'zgarishiga bog'liq bo'lgan o'tkinchi jarayonni qaror rejimini ifodalovchi majburiy tashkil etuvchidir.

(1) tenglamadan ko'rinib turibdiki, o'tkinchi jarayonning sifatini uning  $y_s(t)$  va  $y_m(t)$  tashkil etuvchilari yordamida aniqlash mumkin shu nuqtai nazardan qaraganda rostdash jarayonining sifatini aniqlash yoki baholash ikki guruhga bo'linadi.

Birinchi guruh. O'tkinchi jarayon  $y_s(t)$  ning sifat ko'rsatkichi.

Ikkinchi guruh. Sistemaning aniqligini belgilovchi o'tkinchi jarayonning majburiy tashkil etuvchi xarakterlovchi ko'rsatkichlari.

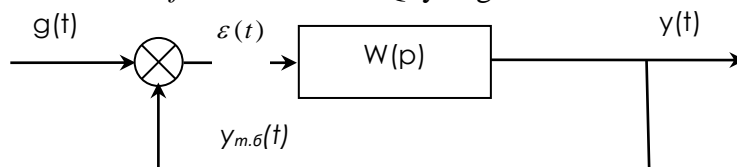
O'tkinchi jarayon egri chizig'i bo'yicha aniqlangan sifat ko'rsatkichlarini sistemaning sifatini *bevosita baholash usuli* deyiladi.

O'tkinchi jarayon egri chizig'ini tajriba hamda nazariy olish mumkin. Ayrim hollarda yuqori tartibli sistemalar uchun o'tkinchi jarayon egri chizig'ini aniqlash ancha qiyinchilik tug'diradi. SHunday hollarda o'tkinchi jarayon egri chizig'ini aniqlamasdan turib shu jarayonning sifatini baholashga imkon beruvchi usulni sifat ko'rsatkichlarini baholashning *bilvosita usuli* deyiladi.

Sifat ko'rsatkichning bilvosita usullari quyidalardir:

1. so'nish usuli;
2. interval usuli;
3. chastotaviy usul.

*Barqaror rejimda rostdash sifatini baholash.* Quyidagi blok-sxemani ko'rib chiqamiz:



$$\varepsilon(t) = g(t) - y_{m.\delta}(t)$$

$$y_{m.\delta}(t) = W(p) \cdot \varepsilon(t)$$

$$\varepsilon(t) = g(t) - y_{m.\delta}(t) = g(t) - W(p)\varepsilon(t)$$

$$\varepsilon(t)[1 + W(p)] = g(t)$$

Tasvirlarga o'tib yozamiz

$$\varepsilon(p)[1 + W(p)] = g(p)$$

$$W_{xamo}(p) = \frac{\varepsilon(p)}{g(p)} = \frac{1}{1 + W(p)}$$

$W_{xamo}(p)$  - xatolik bo'yicha uzatish funktsiyasi.

Agar  $g(t)$ ,  $0 \leq t \leq \infty$  oraliqda differentsiallovchi bo'lsa, tizimning xatoligi  $\varepsilon(t)$  ni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$\varepsilon(t) = C_0 g(t) + C_1 g'(t) + \frac{C_2}{2!} g''(t) + \dots + \frac{C_m}{m!} g^{(m)}(t). \quad (22.2)$$

Bu erda  $S_0, S_1, S_2, \dots, S_m$  – xatolik koefitsientlari deb ataladi. Xatolik koefitsienti xatolik bo'yicha uzatish funktsiyasi asosida quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$C_0 = [W_{xamo}(p)]_{p=0}$$

$$C_1 = \left[ \frac{dW_{xamo}(p)}{dp} \right]_{p=0}$$

.....

$$C_m = \left[ \frac{d^m W_{xamo}(p)}{dp^m} \right]_{p=0}$$

Agar  $g(t)=1(t)$  bo'lsa,  $S_0=[W_{xato}(p)]_{p=0}$ ,  $C_1=C_2=\dots=C_m=0$ .

Agar  $g(t)=t$  bo'lsa,  $S_0=[W_{xato}(p)]_{p=0}$ ,  $C_1 = \left[ \frac{dW_{xamo}(p)}{dp} \right]$

$S_2=S_3=\dots=C_m$  va hokazo.

$S_0$  – statik xatolik koefitsienti deyiladi.

$S_1$  – xatolikning tezlik koefitsienti.

$S_2$  – xatolikning tezlanish koefitsienti.

Statik tizimlarda  $S_0$  koefitsienti nol'dan farqli.

1 – tartibli astatizimli tizimlarda  $C_0 = 0$ ;  $C_1 \neq 0$ .

2 – tartibli astatizimli tizimlarda  $C_0 = 0$ ;  $C_1 = 0$ ;  $C_2 \neq 0$ .

Integral zvenolarning soni oshishi bilan tizimning aniqligi oshadi, lekin bu holda tizimning turg'unligi jiddiy ravishda kamayadi.

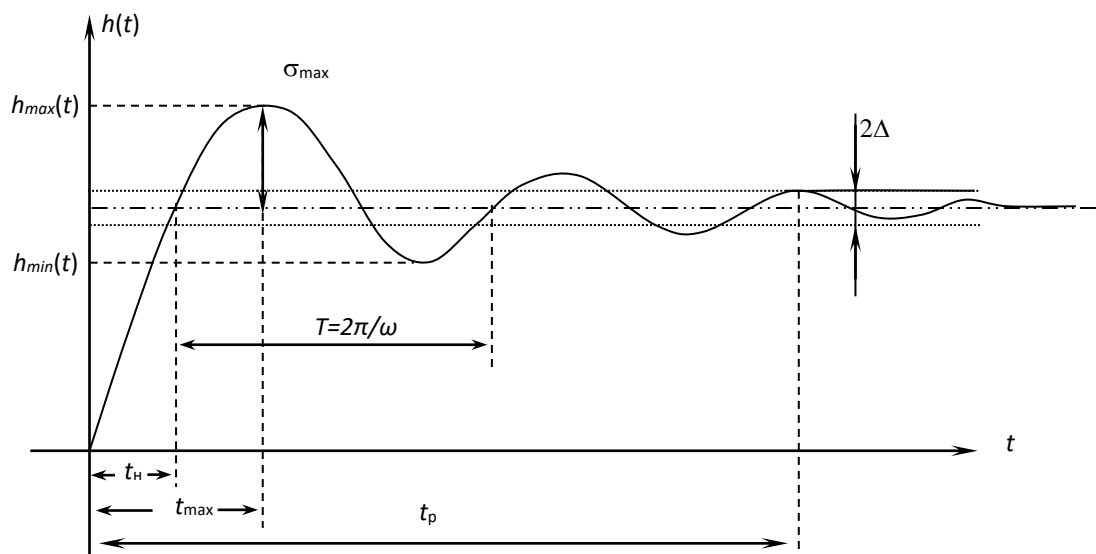
Nisbatan sekin o'zgaruvchi ta'sirlarda odatda xatolar koefitsienti usuli qo'llaniladi.



## G'allayon ta'sirlardagi tizim aniqligi.

Sistemaning pog'onali signaldan olgan reaksiyasiga o'tkinchi funktsiya deyiladi.

Sistemaning o'tkinchi xarakteristikasi bo'yicha quyidagilarga sifat ko'rsatkichini aniqlash mumkin.



1) Rostlanish vaqti yoki o'tkinchi jarayon vaqti –  $t_p$ . Bu rostlanuvchi qiymat o'zining qaror qiymatiga ma'lum  $\Delta$  darajada aniq bo'lishi kerak, ya'ni

$$|h_{\max} - h_{\text{kap}}| \leq \Delta, \Delta = (2 \div 5)\% h_{\text{kap}}$$

bu texnik qiymatda beriladi.

2) O'ta rostlash –  $\sigma$  %

$$\sigma \% = \frac{h_{\max} - h_{\text{kap}}}{h_{\text{kap}}} \cdot 100 \%$$

O'tkinchi xarakteristikani qaror qiymatdan qanchaga o'zgarganligini (og'lanligini) bildiradi. Odatda  $\sigma$  o'rta va kichik quvvatlar uchun  $\sigma = (10 \div 20)\%$ , katta quvvatli sistemalar uchun  $\sigma = (30 \div 40)\%$ .

3) Tebranishlar soni –  $\mu$ .

$h(t)$  xarakteristikani tebranishlar soni odatda  $\mu \leq (1 \div 2)$  gacha, ayrim hollarda  $\mu \leq (3 \div 4)$  gacha bo'lishi mumkin.

4) Oshish vaqti (vremya virastaniya) –  $t_r$ , bu  $h(t)$  xarakteristikani  $h_{\text{kap}}$  qiymatining birinchi uchrashgan nuqtasidir.

5) Maksimal vaqt –  $t_{\max}$ .  $h(t)$  xarakteristikaning maksimal qiymatga erishishga ketgan vaqt.

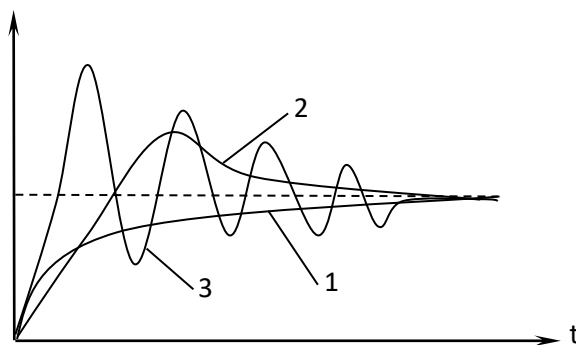
6) Tebranish chastotasi (davri) –  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  yoki  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ .

7) So'nish dekrementi –  $\chi$ ,

$$\chi = \left| \frac{h_{\max} - h_{\text{kap}}}{h_{\min} - h_{\text{kap}}} \right| \cdot 100 \%,$$

fizik ma'nosi o'tkinchi xarakteristikaning so'nish tezligini bildiradi.

Pog'onali signalda sistema uchta ko'rinish bo'lishi mumkin: monoton jarayon; aperiodik jarayon; tebranuvchi jarayon.



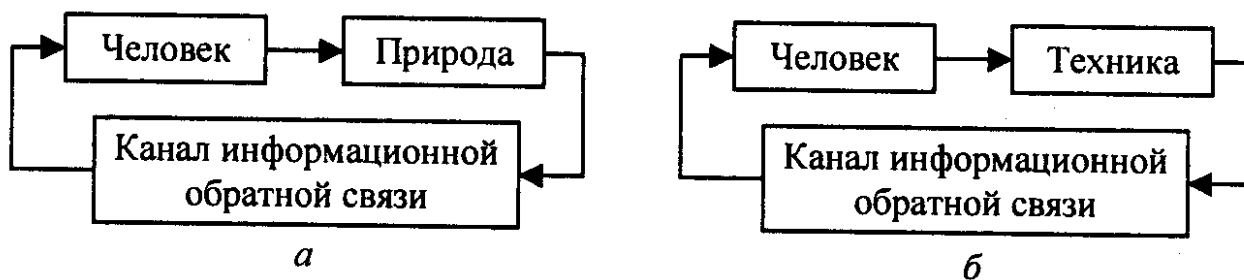
$h(t)$  ni nazariy tomondan topadigan bo'lsak,  $h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \frac{1}{p} \right\}$  orqali bajaramiz.

### Teskari aloqaning rostdash sifatiga ta'siri

Hozirgi vaqtda teskari aloqa tushunchasi, boshqa narsalar qatori, inson faoliyati bilan bog'liq bo'lgan barcha tabiiy va texnik jarayonlarni tavsiflovchi universal bo'lib qoldi [37, 120, 140]. Shunday qilib, masalan, ekologiya inson va tabiat o'rtasidagi teskari aloqa tamoyilining namoyonidir. So'nggi paytgacha odam orqa reaksiyadan xavotirlanmasdan tabiiy resurslardan foydalangan, ya'ni. ochiq tsiklda tabiatga ta'sir o'tkazdi. Endi u ushbu reaksiyani hisobga olishga va uni qayta boshqarishda qayta aloqa printsiptini amalga oshirishga majburdir (1.157-rasm, a).

Teskari aloqa printsipti insonning o'z yaratgan texnologiyasi bilan o'zaro ta'sirida ham namoyon bo'ladi: ikkinchisi odamga ta'sir o'tkazish qobiliyatini oladi. Shunday qilib, texnik inqilob boshida qo'l mehnati asosan mashinalar va ularning tizimlari (masalan, konveyerlar) tomonidan siqib chiqarildi. Keyinchalik, hisoblash texnologiyasining jadal rivojlanishi bilan bog'liq ravishda, uning aqliy faoliyati sohasida odamga bunday teskari ta'sir qilish ehtimoli sezilarli darajada oshdi. Zamonaviy texnologiyalarning inson faoliyatining ijtimoiy, mehnat, psixologik va fiziologik sharoitlariga ta'sirini nazorat qilish kerak (1.157-rasm, b).

Ilmiy-texnik taraqqiyotni boshqarish imkoniyatining qanchalik muhimligi, ayniqsa, atom energetikasini rivojlantirish misolida yaqqol namoyon bo'ladi. AES - bu fanning eng katta yutug'i. Biroq, unda baxtsiz hodisa yuz bergan taqdirda (masalan, texnik vositalarning ishonchsizligi yoki ish sharoitlarining buzilishi sababli) odamlarning o'limi kuzatilishi mumkin. Shu sababli, "odam-mashina" tizimi yoki "inson-texnika" muammosi hozirgi paytda global ahamiyatga ega bo'lmoqda.



-rasm. "Inson-tabiat" (a) va "inson-texnologiya" (b) tizimlaridagi mulohazalar

Tizimlarning axborot mohiyati avtomatik boshqaruv tizimlari tuzilishining ajralmas atributi bo'lgan ARTga salbiy teskari aloqa kiritish zarurligini keltirib chiqardi, bu esa boshqaruv signallarini ko'paytirishning aniqligiga buzilishlar va aralashuvlarning ta'sirini kamaytirishga imkon beradi.

Shunday qilib, salbiy teskari aloqa printsipti (NF) boshqaruv jarayonlarida muhim ahamiyatga ega. 1.1-banda ko'rsatilgandek, uning mohiyati shundan iboratki, jarayon, ob'ekt yoki tizim uchun qo'yilgan nazorat maqsadiga erishish uchun nafaqat boshqarish harakatlarini shakllantirish, balki ART chiqish joyida jarayon to'g'risida ishonchli ma'lumot olish zarur. OOS

printsipining texnik tatbiqi boshqaruv tizimi va ob'ekt o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri va qayta aloqa kanallarini rivojlantirishga qisqartiriladi, bu esa bezovta qiluvchi ta'sirlar va shovqinlar mavjud bo'lganda boshqaruv samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

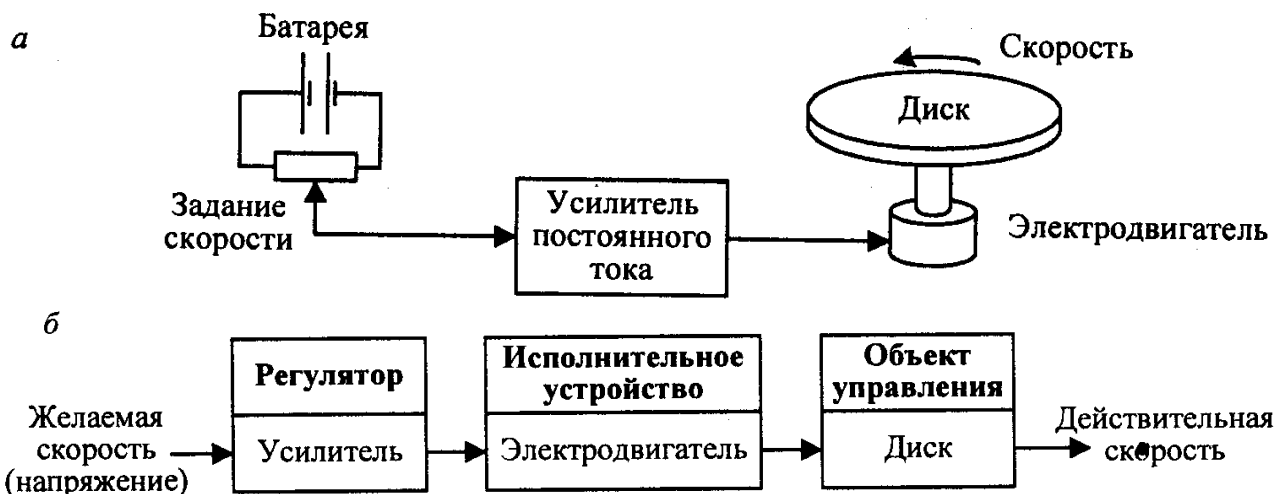
Boshqarish jarayonlari - bu tizimda sodir bo'ladigan dinamik jarayonlar, unda axborot oqimlari, shuningdek boshqarish maqsadiga erishish uchun qarorlar va harakatlar yopiq ko'chadan shaklida tizimli ravishda amalga oshiriladi, ya'ni. teskari aloqa tizimlari.

Muhokama qilinayotgan masalaning alohida ahamiyati bilan bog'liq holda biz ARTning ikkita sinfini ko'rib chiqamiz: 1. Ochiq ko'chadan tizimlar (1.158 va 1.159-rasmlar).



-rasm. Ochiq tsikli boshqarish tizimi (mulohazasiz)

Masalan, 1.160-rasmda ko'rsatilgan ABT.



-rasm. Diskning aylanish tezligini ochiq tizim orqali boshqarish tizimi (a) va tizimning funktsional diagrammasi (b)

2. Teskari aloqa printsipli asosida ishlaydigan tizimlar (1.161-rasm).



-rasm. Qayta aloqa bilan ART ning funktsional diagrammasi

Fikr-mulohazali ARTga misol qilib tizimni keltirish mumkin, uning funktsional diagrammasi shakl. 1.162, asosiy omil - salbiy teskari aloqa mavjudligi bilan.

#### 4-ma`ruza. Kimyo sanoati texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish.

##### Reja:

1. Texnologik jarayon tavsifi;
2. Ammiakni sintez qilish jarayonining asosiy texnologik parametrlari;
3. Ammiakni sintez qilish jarayonini avtomatlashtirish sxemasi.

0,3% Ar va 1 % gacha  $\text{CH}_4$  bo`lgan azot-vodorod aralashmasi (AVA) to`rt bosqichli markazdan qochma kompressorda 31,5 MPa bosimgacha siqiladi va havo sovutkichida  $40^\circ\text{C}$  gacha sovutilgandan so`ng ammiak sintezi agregatining kondensatsion kolonnasi 1 ga yo`naltiriladi (8.1-rasm). Suyuq ammiak qatlamidan o`tib, u namlik qoldiqlaridan va uglerod dioksididan yuviladi hamda kolonnaning seperatsion qismida tsirkulyatsion (aylanuvchi) gaz bilan aralashib ketadi. Gazlar aralashmasi tsirkulyatsion gazni trubalar oralig`ida sovitib,  $35\text{--}45^\circ\text{C}$  gacha qiziydi va kondensatsion kolonnadan issiqlik almashtirgichi 2 ga chiqadi. Issiqlik almashtirgichning trubalar oralig`ida gaz  $140\text{--}190^\circ\text{C}$  gacha qiziydi (trubkalar naychalar bo`ylab kelayotgan ro`para gaz bilan) va sintez kolonnasi 3 ga yo`naladi.

3,3%  $\text{NH}_2$  bo`lgan gaz aralashmasi sintez kolonnasi oldida bir nechta oqimga ajraladi. Asosiy oqim sintez kolonnasining pastki qismiga boradi, kolonna korpusi bilan katalizator qutisi orasidagi halqa oraliq bo`yicha ko`tariladi va uning ustiga joylashgan issiqlik almashgichga keladi. Issiqlik almashgichning trubalar oralig`ida gaz katalizator qutisidan chiqayotgan gaz bilan issiqlik almashinish hisobiga  $400\text{--}440^\circ\text{C}$  gacha qiziydi va katalizator zonasiga keladi, u erda azot-vodorod aralashmasidan ammiak hosil bo`ladi. 14-16% ammiakka ega bo`lgan gaz aralashmasi ketma-ket to`rt qatlam katalizatoridan o`tib,  $480\text{--}530^\circ\text{C}$  temperaturada markaziy truba bo`yicha yuqoriga ko`tariladi, issiqlik almashgich isitgichi naychalari bo`ylab o`tadi, u erda  $335^\circ\text{C}$  gacha soviydi va sintez kolonnasidan chiqib ketadi. Keyin gaz aralashmasi suv isitgichi 4 trubalari bo`yicha o`tib, u erda  $215^\circ\text{C}$  gacha soviydi, keyin esa issiqlik almashtirgich 2 trubalari bo`yicha o`tib,  $60\text{--}75^\circ\text{C}$  gacha sovib, havo bilan sovitish apparatlari 5 ga keladi.

Gaz aralashmasi  $30\text{--}40^\circ\text{C}$  gacha soviganda kondensatsiyalangan ammiak separator 6 da ajraladi va ammiak to`plagichida yig`iladi. 10-12% ammiak bo`lgan gaz aralashmasi separatoridan tsirkulyatsion kompressor 7 ga yo`naltiriladi, u erda 31,5 MPa gacha siqiladi va kondensatsion kolonna 1 hamda suyuq ammiak bug`latgichi 8 dan iborat ikkinchi kondensatsion sistemaga uzatiladi. Gaz kondensatsion kolonnaning trubalar oralig`iga yuqoridan kiritiladi, bu erda u trubalar bo`ylab yuruvchi gaz bilan  $20\text{--}25^\circ\text{C}$  gacha sovitiladi va bug`latkichga keladi, bu erda u trubalar oralig`ida  $-12^\circ\text{C}$  da qaynab turuvchi ammiak bilan  $-5\text{--}0^\circ\text{C}$  gacha sovitiladi. Sovitilgan tsirkulyatsion gaz bilan kondensatsiyalangan ammiak aralashmasi kondensatsion kolonna 1 ning separatsion qismiga uzatiladi, bu erda suyuq ammiak gazdan ajraladi. TSirkulyatsion gaz azot-vodorod aralashmasi bilan aralashiriladi va tsikl takrorlanadi. Kondensatsion kolonna 1 dan olingan suyuq agregat minus 5 -

minus 2°C temperaturada 2 MPa gacha drossellanadi va ammiak to`plagichiga jo`natiladi.

Dastlabki gaz aralashmasida bo`lgan metan va argon (inert gazlar) sintez tsiklida to`planadi. Inert gazlar konsentratsiyasini ma`lum darajada tutib turish uchun tsirkulyatsion gazning bir qismi sistemadan doimo chiqarib turiladi. Gaz 29,5 MPa bosim ostida kondensatsion kolonna 9 ga yo`naltiriladi, u erda gaz issiqlik almashgichning trubalar oralig'i bo`ylab o`tadi va bug`latkich 10 ning trubalariga tushadi, u erda esa ammiak -34°C da qaynab turadi. -28°C gacha sovutilgan gaz kondensatsion kolonna 9 ning separatsion qismiga suyuq ammiakni ajratish uchun qaytariladi va keyin foydalanishga yo`naltiriladi. Gazdagi ammiak miqdori sovutilgandan so`ng 2% gacha pasayadi. Kondensatsion kolonna 9 dan suyuq ammiak 2 MPa gacha drossellanadi va ammiak to`plagichga yo`naltiriladi.

Ammiakni sintez qilish jarayonining samaradorligi ko`p jihatdan kataliz hududida optimal temperatura rejimini yaratish bilan belgilanadi, u tsirkulyatsion gazning tarkibi, bosimi, hajmiy tezligiga va katalizatorning xossalriga bog`liq. Agar temperatura rejimi, gazlar miqdori va boshqa parametrlar ammiak bo`yicha berilgan unumdorlikni ta`minlasa, past bosim esa ammiak sintezi sistemasining yaxshi ishlashi haqida dalolat beradi.

Ammiak sintezi reaksiyasining tezligi gaz aralashmasi tarkibiga bog`liq muvozanat holatida optimal tarkib stexiometrik tarkib hisoblanadi. Ishchi sharoitida reaksiyaning maksimal tezligi  $N_2:N_2=2,5-2,8$  nisbatda kuzatiladi, bunday nisbat berilgan darajada metanning konversiyasi bosqichida havo sarfini o`zgartirish yo`li bilan tutib turiladi.

Reaktorga kirishda gazda ammiak miqdorining ortishi bosimning o`shishiga olib keladi (chunki sintez reaksiyasi tezligi pasayadi), ammiakning boshlang`ich konsentratsiyasining kamayishi esa juda yuqori darajadagi almashishlarga va shunga mos holda sistemada bosimning kamayishiga olib keladi. Bosim oshganda reaktorda temperatura ortadi, chunki aylanish darajasi va mos ravishda temperatura ortadi. Yangi sintez gazning ortiqcha miqdori kirganda bosim ortadi va mos ravishda kataliz xududida temperatura ortadi. Reaktorga kirishda inert gazlar miqdorining kamayishi jarayon tezligining va konversiya darajasining ortishiga olib keladi, buning natijasida reaktorda temperatura ko`tariladi. Sikldagi doimiy bosim gaz sarfini rostlovchi klapan 37 yordamida o`zgartirish yo`li bilan bosim rostlagich 11 orqali tutib turiladi. Yangi gaz tarkibi ishlab chiqarishning oldingi bosqichlarida rostlanadi.

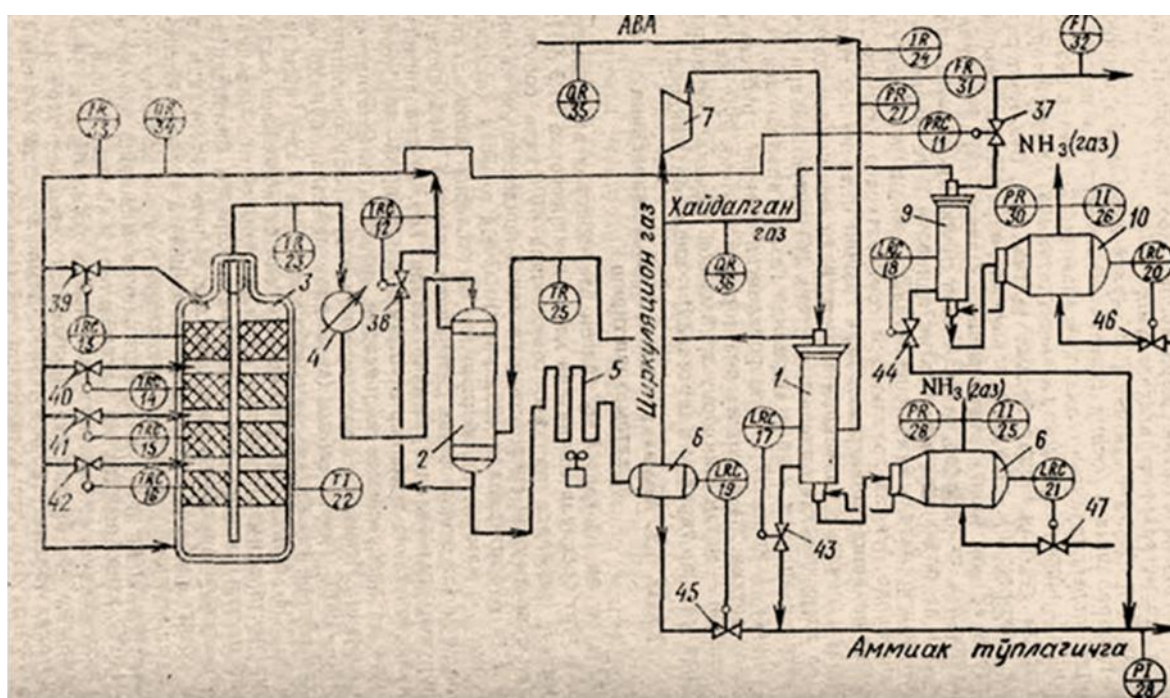
Kolonna sinteziga kirishdagi gaz temperaturasi sovuq gazni baypas chizig`ida chiqarish issiqlik almashgichi yonidan uzatuvchi rostlovchi klapan 38 ga ta`sir ko`rsatuvchi temperatura rostlagich 12 yordamida o`zgarimas qilib turiladi. Sintez kolonnasidagi temperatura rejimi har bir polkada temperatura rostlagichlari 13-16, sovuq gazni polkalarga rostlovchi klapanlar 39-42 yordamida avtomatik uzatish yo`li bilan barqarorlashtirib turiladi.

Kondensatsion kolonnalar 1 va 9 dan hamda separator 6 dan sathni rostlagichlar 17-19 va rostlovchi klapanlar 43-45 yordamida suyuq ammiakni berish bo`g`inlari rostlashning muhim bo`g`inlari hisoblanadi. Shuningdek, suyuq ammiak

bug'lanishlarida sath rostlagich 20 va 21 lar hamda rostlovchi klapan 46 va 47 lar yordamida sathlarning doimiyligini avtomatik ta'minlash ko'zda tutilgan.

Asosiy texnologik parametrlarni nazorat qilish vazifasi amalga oshirish uchun bir qator nazorat-o'lchov asboblari o'rnatish ko'zda tutilgan. Quyidagi parametrlarni o'lchovchi asboblari muhim hisoblanadi:

kolonna devori sirtining (datchik 22), kolonna chiqishida gazning (datchik 23), yangi azot-vodorod aralashmasining (datchik 24), chiqariluvchi issiqlik almashgich kirishidagi tsirkulyatsion gazning, bug'latkichlar chiqishida gazsimon ammiakning temperaturalari (datchiklar 25 va 26); yangi azot-vodorod aralashmasining (datchik 27), suyuq va gazsimon ammiakning (datchiklar 28-30) bosimlari; yangi azot-vodorod aralashmasi (datchik 31), tozalangan gaz (datchik 32), tsirkulyatsion gaz (datchik 33) sarfi; tsirkulyatsion (datchik 34), yangi (datchik 55) va haydalgan (datchik 36) gazlarning tarkibi.



3-rasm. Ammiakni sintez qilish jarayonini avtomatlashtirish sxemasi.

### Sinov savollari

1. Texnologik sxemani tavsiflang
2. Ammiakni sintez qilish jarayoni boshqarish ob'yektini izohlang.
3. Ammiakni sintez qilish jarayonining optimal ish rejimiga erishish uchun tavsiya etiladigan avtomatlashtirishning funksional sxemasini tushuntiring.

## 5-ma`ruza. Yog`-moy sanoati texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish.

### Reja:

1. Yog`ni ekstraktsiyalash ajratish jarayonining tavsifi;
2. Yog`ni ekstraktsiyalash jarayonining asosiy texnologik parametrlari ;
3. Yog`ni ekstraktsiyalash jarayonini avtomatlashtirishning funksional sxemasi.

Moy xomashyosidan o`simlik yog`ini olish uchun sanoatda ketma-ket yog`sizlantirish usuli bilan uzluksiz ekstraktsiyalash juda keng qo`llanilmoqda. Bu usul erituvchining va ekstraktsiyalanuvchi materialni qarama-qarshi yo`naltirish printsipiga asoslangan. Ketma-ket yog`sizlantirish usulining qo`llanilish jarayonini bitta apparatda olib borishga, kontsentratsiyalangan mistsella olishga, ekstraktsiyalashning davom etish vaqtini qisqartirishga, energiya sarflarini va eritkich isrofini ancha kamaytirishga imkon beradi. Uzluksiz ekstraktsiyalash jarayoni masalan, ekstraktsiyalanuvchi materialni karama-qarshi oqimda harakatlanuvchi eritkichga botirish usuli bilan amalga oshirilishi mumkin. Bunday turdagi ekstraktorlarga ND-1250 vertikal shnekli ekstraktorlar kiradi.

Botirish usuli bo`yicha uzluksiz ekstraktsiyalashning texnologik jarayonini 1-rasm ifodalaydi. ekstraktsiyalanuvchi material transportyor V vositasida ekstraktor VI yuklash kolonnasiga uzatiladi, keyin yuklash kamerasining shnek bilan ekstraktorning gorizont shnekigacha pastga uzatiladi. Gorizont shnek materialni ekstraktsion kolonnaga uzatadi, bu erda xam u shnek yordamida eritkichning qarshi oqimi vositasida yuqoriga ko`tariladi.

Eritkich idishi I dan nasoslar II yordamida eritkich benzosuv ajratkich III orqali issiqlik almashgich IV ga uzatiladi, u erda isitiladi va ekstraktsion kolonnaning yuqori qismiga keladi.

Ekstraktsiyalashning texnologik jarayonini taxlil etish shuni ko`rsatadiki, uni avtomatlashtirish sxemasi ekstraktorga berilayotgan eritkichning sarfini va temperaturasini avtomatik roslashni; ekstraktorning yuklanish kolonnasida ekstraktlanuvchi material sathini roslashni; ekstraktorning yuklanish oqimida eritkichning, ekstraktsiyalanuvchi materialning, toster changlaridan va namlovchi shnekdan chiqishdagi shrotning, kollektorlardagi bug`ning temperaturalarini avtomatik nazorat qilishni; ekstraktorning yuklanish kolonnasi yuqori qismida, skrubber gaz yo`lida siyraklanishlarni roslashni; nasoslar ishlaydigan liniyada, suv ajratkichda, eritkich isitkichiga bug` uzatish liniyasida bosimlarni nazorat qilishni; ikkilamchi eritkich bakidagi sathni nazorat qilishni; eritkichning havodagi va shrotdagi foiz hisobidagi miqdorlari haqida avtomatik signal berishni nazarda tutishi kerak.

Eritkich sarfini barqarorlashtirishniig avtomatik sistemasi DKN turidagi diafragma Ia dan, 13 DD11 turidagi difmanometr Ib dan, PV 10. 1E turidagi ikkilamchi asbob Iv dan, unga boshqarish stantsiyasi Id kiritilgan (sxemada shartli ravishda alohida ko`rsatilgan) PR3-31 turidagi rostlovchi blok Ig dan va 25 g 30 NJ (V3) turidagi rostlovchi membrana klapani Ie dan iborat bo`lib, bu klapan eritkichning idishga qaytib tushish liniyasida o`rnatilgan.

Sistema quyidagicha ishlaydi. Ikkilamchi asbob *1a* ga kiritilgan zadatchik (topshirgich) yordamida, eritkich sarflashning berilgan qiymati o`rnatiladi. Rejimlar almashlab ulagich (pereklyuchateli) avtomatik rostlash xolatiga o`tkaziladi. Sarflashning berilgan qiymatiga proporsional pnevmatik signal va difmonometr *16* o`lchagan sarfining oniy qiymatiga proporsional pnevmatik signal rostlagich *1g* ga keladi. Bu signallar orasida muvozanat buzilganda rostlagich klapan *1e* ni ochishga yoki yopishga mos tegishli pnevmatik signalni ishlab chiqadi.

Ikkilamchi asbobga kiritilgan boshqarish stantsiyasi klapani qayta ulagich va dastaki topshirgich yordamida masofadan turib qo`lda boshqarish imkonini nazarda tutadi.

Eritkich temperaturasini avtomatik barqarorlashtirish sistemasi termoballon *Za* li 13TD73 turidagi manometrik termometr *3b* dan, PV 10 1E turidagi ikkilamchi asbob *Zv* dan, PRZ-31 turidagi rostlovchi blok *Zg* dan va 25 ch 30 NJ turidagi rostlovchi membrana klapani *Ze* dan iborat.

Ikkilamchi asbob rostlanuvchi parametрни yozish va kattaligini ko`rsatishni, shuningdek rostlanuvchi parametrning berilgan qiymatini ko`rsatishni ko`zda tutadi. Asbob ichiga ulangan boshqarish stantsiyasi *Zd* da topshirgich bor, u ijrochi mexanizmni masofadan turib qo`lda boshqarishni ta`minlaydi va masofadan turib qo`lda boshqarishdan avtomatik boshqarishga va aksincha silliq o`tishni ta`minlaydi.

Agar eritkichning temperaturasi g`alayonlanish ta`sirida berilgan qiymatdan yuqoriga ko`tarilsa, u holda truboprovodda issiqlik almashgichdan keyin o`rnatilgan termoballon bu o`zgarishlarni qabul qiladi va manometrik termometrغا o`rnatilgan pnevmatik o`zgartkich uni pnevmosignalga aylantiradi, bu signal ikkilamchi asbobga va rostlagichga keladi. Rostlagichda bu signal topshirgichdan keladigan signal bilan taqqoslanadi va moslik bo`lmaganda rostlagich rostlovchi klapaniga ta`sir ko`rsatib, uni yopadi va issiqlik almashgichga uzatilayotgai issiqlik uzatishni issiqlik almashtirgichdan keyingi eritkich temperaturasi berilgan qiymatga teng bo`lmaguncha kamaytirib turadi. Agar eritkich temperaturasining pasayishi sodir bo`lsa, rostlagich teskari tomonga ishlaydi.

Ekstraktorning yuklanish kolonnasidagi ekstraktlanuvchi material sathini barqarorlantirishning avtomatik sistemasi MESUN-1V turidagi uchta signalizatorlar komplektidan iborat bo`lib, ular yorug` va tovush signalizatsiyalari sistemasiga va ekstraktorlarni blokirovkalash, quritish guruhidagi apparatlar va transport elementlari elektr sxemasiga ulangan.

YUqori sath ogohlantiruvchi, o`rtadagi normal, pastkisi avariya sathidir.

Sistema ishining ishonchligini oshirish uchun yuqori va pastki sathlar mikroqayta ulagichli bayroq turidagi datchiklar bilan takrorlanishi mumkin. Portlashdan himoya qilingan tarzda ishlangan DE-4 turidagi signalizator datchiklari *14a*, *15a*, *16a* ekstraktorning yuklash kolonnasi yuqori qismi o`rniga yoki yuklanish oqimida o`rnatiladi. Signalizatorlar bloklari *14v*, *15v*, *16v* markaziy shitda o`rnatiladi.

Sathni barqarorlashtirish sistemasi quyidagi tarzda ishlaydi. Rejimni tanlash kalitlar *13b*, *17b* yordamida avtomatik blokirovka qilingan rejimi yoki masofadan turib qo`lda boshqarish rejimi tanlanadi. Kalitlar masofadan turib qo`lda boshqariladigan holatda turganda blokirovka qilingan agregatlarni ishga tushirish va to`xtatish pul`tdan turib, knopka *13v*, *17v* li postlar yordamida istalgan ketma-



ketlikda amalga oshirilishi mumkin. Bunda to`xtatish knopkalari *13g*, *17g* joyiga o`rnatiladi.

Kalitlarning holati avtomatik blokirovka qilingan boshqarish rejimida bo`lganda agregatlar va transport elementlarini ishga tushirish materialning texnologik oqimi harakatga teskari tartibidagina va ekstraktor yuklanish kolonnasida materialning o`rtacha normal sathi mavjud bo`lgandagina amalga oshirilishi mumkin. Biror agregat to`xtatilganda oldingi hamma agregatlar va texnologik oqim bo`yicha transport elementlari to`xtaydi. SHunday qilib, texnologik qurilmani material bosib ketishi va ortiqcha bo`lishining oldi olinadn.

Sistemaning avtomatik blokirovka qilingan rejimda ishlashi quyidagi tarzda kechadi. O`rtacha sathda qurilma normal rejimda ishlaydi, bu haqida tablo *15g* signal beradi. Material sathi yuqoridagi datchikkacha ko`tarilganda signal tablosi *14g* yonadi va ogohlantiruvchi tovush signallari *NA1*, *NA2* ulanadi. Berilgan vaqt o`tgandan so`ng yurgizib yuborgich *13a* ishlab ketadi va transportyor 5 hamda u bilan blokirovka qilingan hamma transport elementlari uziladi.

Sath pasaygandan so`ng ishga tushirishdan oldingi signalizatsiya ulanadi va keyin transport elementlari avtomatik ishga tushiriladi.

Material sathi pastki datchikka pasayganda avariya signali *16g* va tovush signallari *NA1* va *NA2* ulanadi, yurgizib yuborgich *17a* ishga tushadi va ekstraktor uziladi. SHundan so`ng navbatchi xodimlar signalni o`chirish tugmachasini bosib, tovush signalini o`chiradi va material sathining avariya gacha pasayish sababini bartaraf qiladi. Keyin ekstraktorning yuklash kolonnasi normal sathgacha to`ldiriladi. Material o`rtadagi datchik elektrodiga etgan paytda kuchlanish bloki *15v* relesi ishga tushib, ishga tushirishdan oldingi signalizatsiya ulanadi, yurgazib yuborgich *17a* cho`lg`amiga tok beriladi, yuritma 6 avtomatik ulanadi va ekstraktor yuklanish bo`yicha me`yordagi rejimda ishlashda davom etadi.

Eritkich temperaturasi ARS ishini kuzatish va davriy nazorat qilish qulay bo`lishi uchun termobalon *5a* li TK-100 turidagi takrorlovchi-ko`rsatuvchi dilatometrik termometr *5b* o`rnatiladi.

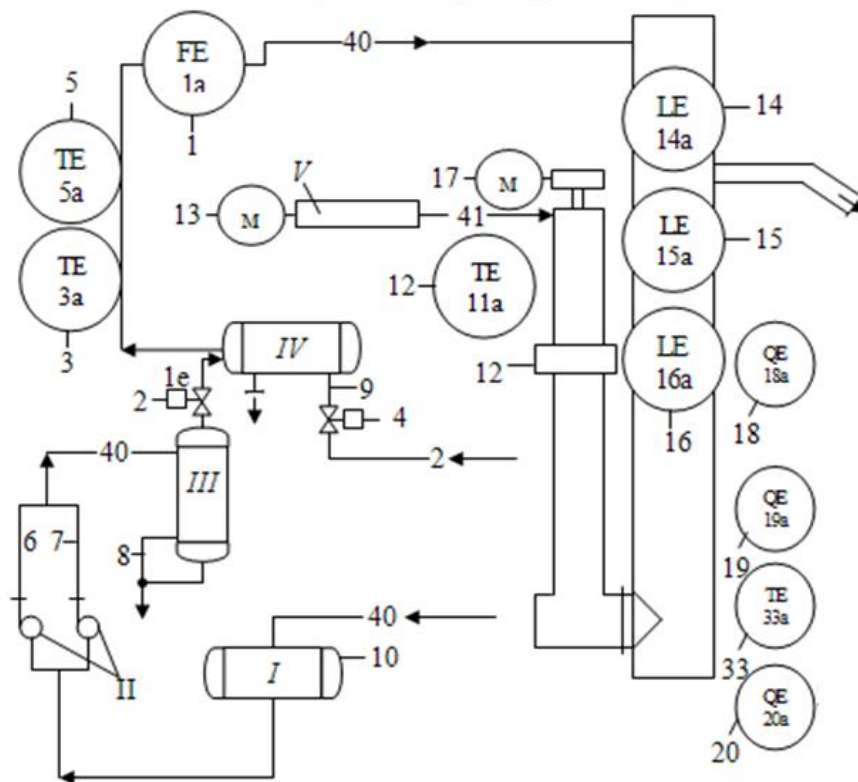
Avtomatik suv ajratkichdagi va bug` uzatuvchi quvurdagi bug`ni issiqlik almashgichga uzatishda nasoslarning uzatish tizimida bosim MP4-U turidagi oddiy texnik manometrlar *6a-9a* bilan amalga oshiriladi.

Ikkilamchi eritgich idishida (sxemada shartli ravishda bitta idish ko`rsatilgan) sathni o`lchash PV11 turidagi ko`rsatuvchi pnevmatik ikkilamchi asboblari *10b* komplektidagi UB-P10 turidagi boykali sath o`lchagich *10a* yordamida amalga oshiriladi.

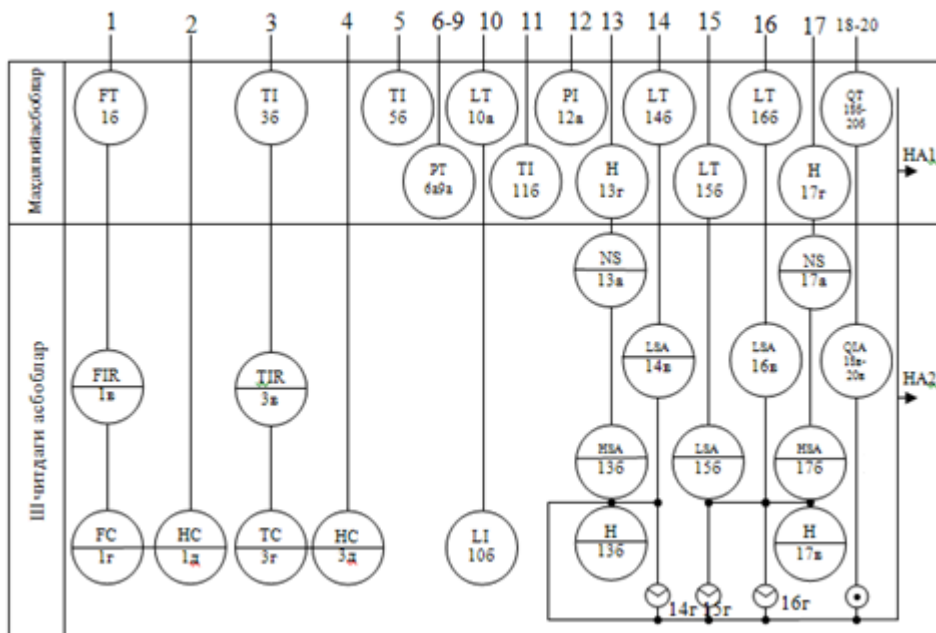
Ekstraksiyalanuvchi materialning ekstraktorning yuklanish nuqtasidagi temperaturasini nazorat qilish termobalon *11a* li TK-100 termometr *11b* bilan oshiriladi. TK turidagi termometrlarning farq qiluvchi konstruktiv xususiyati shundaki, ular termobalon bilan tutashtiruvchi kapilyarsiz bir butun qilib bajarilgan. ekstraktorning yuklanish kolonnasi yuqori qismidagi siyraklanish gazni ajratib olib ketuvchi quvurda o`rnatilgan TM-P1 turidagi o`lchagich *12a* yordamida nazorat qilinadi.

Havoda eritkich bug`larining konsentratsiyasini nazorat qilish uchun yonuvchi gazlar signalizatorlari o`rnatiladi. Agar qurilma geksan fraktsiyali ekstraksiyon

benzinda TU381 013 03-73 bo`yicha ishlasa, u holda SXT IV4 signalizatoridan foydalanish tavsiya etiladi. Signalizator DXT 102 U4 datchikdan va ta`minot hamda BSP-106U4 signalizatsiyadan iborat.



4-rasm. Ekstraksiya jarayonini avtomatlashtirish sxemasi



5-rasm. Ekstraksiya jarayonini avtomatlashtirishning funksional sxemasi

### Sinov savollari

1. Yog`ni ekstraksiyalash va kunjarani erituvchidan ajratish jarayonining texnologik sxemasining tavsiflang

2. Yog`ni ekstraktsiyalash va kunjarani erituvchidan ajratish jarayoni boshqarish ob`yektini izohlang
3. Yog`ni ekstraktsiyalash va kunjarani erituvchidan ajratish jarayonining avtomatlashtirishning funksional sxemasini tushuntiring.

#### **4-Ma`ruza. Kunjarani erituvchidan ajratish jarayonini avtomatlashtirish.**

##### **Reja:**

- 1. Kunjarani erituvchidan ajratish jarayoni tahlili;**
- 2. Kunjarani erituvchidan ajratish jarayoni asosiy texnologik parametrlari;**
- 3. Kunjarani erituvchidan ajratish jarayonini avtomatlashtirish.**

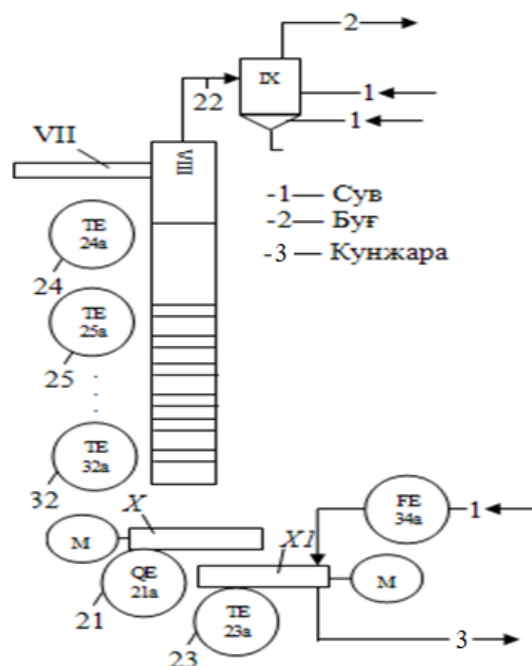
Yog`sizlantirilgan material - kunjara (shrot) ekstraktsion kolonnaning yuqori qismida joylashgan chiqaruvchi qurilma VII yordamida toster VIII ga uzatiladi, unda shrotdan eritkich haydaladi. eritkich va suv bug`lari skrubber IX orqali kondensatorlarga keladi, shrot esa chiqaruvchi shnek X yordamida namlovchi shnek XI va pnevmotrasportyor bilan shrot elevatoriga uzatiladi.

Qabul qilgich qurilmalar (datchik) o`zgartkichlar 18a, 19a, 20a lar, 18b, 19b, 20b bilan birga ekstraktsion tsexning xonasida turli otmetkalarda, eritkich bug`lari bo`lish ehtimoli eng ko`p bo`lgan joylarda o`rnatiladi. Ta`minot va signalizatsiya bloklari 18v, 19v, 20v markaziy shitda o`rnatiladi. Havoda eritkich bug`larining kontsentratsiyasi portlovchanlikning quyi chegarasidan 20% yuqori ko`tarilsa, 18g, 19g, 20g yorug`lik signali NA1, NA2 tovush signali beriladn.

Eritkichning kunjaradan to`la haydalishini nazorat qilish uchun va tosterni ishga tushirish vaqtida kunjaraning eritkich bilan birga o`tib ketishining oldini olish uchun STX-IV4 yonuvchi gazlar signalizatoridan foydalaniladi. Maxsus qabul qiluvchi qurilma 21a chiqarish shneki X ga ulanadi. O`zgartkich 21b joyida o`rnatiladi, ta`minlovchi va signallovchi blok 21v markaziy shitda o`rnatiladi.

Eritkich kunjaradan qoniqarsiz haydalganda shnek X da turli kontsentratsiyadagi eritkich bug`lari ajralib turadi. Signalizator shunday sozlanadiki, bunda kunjarada eritkichning me`yorida ortiq paydo bo`lishi haqida signal beradi. Bu holda yonuvchi gazlar signalizatori ishlab ketadi va yorug`lik 21g va tovush signallari NA1 hamda NA2 ni ulaydi, ularga ko`ra navbatchi xodimlar kunjaradan eritkichning qoniqarsiz haydalishining sabablarini aniqlash va yo`qotish choralari ko`rishi kerak.

Kunjarani namlashga sarflanadigan suv miqdori RPM—0,2e J turidagi pnevmatik rotometrlar 34a, 34b, va PV4 1E turidagi ikkilamchi asbob 34v yordamida nazorat qilinadi. Skrubber IX yonidagi gaz yo`lidagi siyraklanish TPM-1 turidagi asbob 22a bilan o`lchanadi.



6-rasm. Kunjarani erituvchidan ajratish jarayoni sxemasi

## 5-ma`ruza. Mitsellani distillyatsiyalash jarayonini avtomatlashtirish.

### Ma`ruza rejasi:

1. Mitsellani distillyatsiyalash jarayoni tahlili;
2. Mitsellani Distillyatsiyalash jarayoni asosiy texnologik parametrlari;
3. Mitsellasni distillyatsiyalsh jarayonini avtomatlashtirish.

Distillyatsiya uch bosqichli sxema bo'yicha boradi. Konsentratsiyasi 12-20%, xarorati 40-60°C bo'lgan mitsella mitsella yig'ichdan nasos (1) yordamida trubkali issiqlik almashgich (2) (isitish yuzasi 20 m<sup>2</sup>) orqali I bosqich distelyatorga qaynash temperaturasigacha isitilib (70°C) beriladi. Bunda mitsella birlamchi plyonkali distelyator (3) ning korpusidagi patrubkaga beriladi. Patrubka kirayotgan mitsellani aylanma xarakatini ta'minlash maqsadida korpus aylanmasiga urinma xolatida joylashtirilgan. Xarorati 85°C bo'lgan 55-60% gacha bug'latilgan mitsella birlamchi distelyator separatorining ostki qismiga yig'iladi va nasos (10) orqali tuzilishi I bosqich distelyatori bilan bir xil bo'lgan II bosqich distelyator (4) ga beriladi. Yopiq bug' parametrlari ikkala bosqich distelyatorida bir xil, ya'ni xarorati 180-200°C va bosimi 0,3 MRa gacha bo'ladi.

I va II bosqich distillatorlari atmosfera bosimida ishlaydi. Yuqori konsentratsiyali misella (90-95%) II bosqich distillator (4) da 100°C chiqib nasos yordamida isitgich (9) orqali vakuum ostida ishlaydigan III bosqich distillatori (5)ga 110 °C da purkagichlariga beriladi. Vakuum kondensator (8) orqali ikki bosqichli bug' ejektor yoki vakuum-nasos yordamida hosil qilinadi. Qaytaruvchi truba orqali olinayotgan ekstrakcion moy uzluksiz ravishda oraliq qabul qilgich (15) ga tushib turadi. Oraliq qabul qilgich (15) da sath rostlovchi po'kakli klapan mavjud bo'lib, u moyni doimiy satxda ushlab turadi. Po'kakli klapan moy nasosi (12) bilan avtomatik

bog'langan bo'lib, bu nasos tayyor moyini uzluksiz ravishda sovutgich (13) ga uzatib turadi. Sovitilgan moy, yuqori qismi distillyator (5) ning dezodoratsiya kamerasiga bog'langan sig'im (14) ga kelib tushadi. Agar qabul qilgich (15) dagi moy satxi po'kakli klapan yuqorigi nuqtasidan past bo'lsa, moy so'rilishi to'xtatiladi. Nasos (12) ishlashi davom etadi, moyini qabul qilgich (15) ga qaytaradi, shu sababli, uzluksiz ishlaydi. Qabul qilgich (15) ning mavjudligi tayyor ekstraktsiya moyini distilyatordan nasos yordamida uzluksiz so'rilishiga imkon yaratadi. Distilyator (3) dan chiqayotgan benzin bug'lari mitsella isitgichdan keyin kondensator (6) ga keladi, distilyator (4) dagi bug'lar esa kondensator (7) ga boradi. Kondensatsiyalangan benzin bug'lari kondensatorlardan sovutkich orqali suv ajratgichga yuboriladi. Distilyator (5) dagi bug'-gaz aralashmasi vakuum ostida ishlovchi kondensator (8) ga yuboriladi. Bu erda kondensatsiyalangan benzin bug'lari U-simon barometrik truba orqali kondensat sovutgichga va undan suv ajratgichga beriladi. Kondensator (6) va (7) dagi xavo va kondensatsiyalanmagan benzin bug'lari ekstraktsiya sexining umumiy xavo bug' aralashmalari liniyasiga yuboriladi.

Texnologik jarayonni avtomatlashtirishning funksional chizmasi va bayoni

Filtrlangan mitsella mitsellani saqlash idishidan isitgichda isitilib birinchi old distillyatoriga beriladi. Isitilish harorati harorat elektr chiqish signaliga ega bo'lgan SITRANS TR200 markali manometrik termometr (poz.1-1) orqali 4-20 mA tokli signal ko'rinishida PLK63-R-M markali kontrollerga uzatiladi. SHuningdek joriy qiymatni bosmaga chiqarish va xotirada saqlash mumkin. Taxminan 70°C gacha isitilgan mitsella birinchi old distillyatorga beriladi. Distillyator atmosfera bosimida ishlaydi. Birinchi distillyatorda mitsella 85°C gacha isitilib, konsentratsiyasi 35% gacha ko'tarilishiga erishiladi. Buning uchun birinchi old distillyator chikishidagi harorat rostlanadi.harorat elektr chiqish signaliga ega bo'lgan SITRANS TR200markali manometrik termometr (poz.2-1) orqali 4-20 mA tokli signal ko'rinishida PLK63-R-M markali kontrollerga uzatiladi. Kontrollerga uzatilgan boshqaruv signali avvaldan dasturlangan PI rostlash qonuniga asoslangan dastur orqali ishlab chiqiladi. Kontrollerdan chiqayotgan boshqaruv signali, SITRANS TF2 markali elektr signal o'zgartirgich (poz.2-2) ga beriladi. Signal o'zgartirgich orqali elektr signalga aylantirilib, rostlash ta'sir signali elektrik rostlash klapaniga (poz. 2-3) uzatiladi vaharorat rostlanadi. Birinchi distillyatordan konsentratsiyasi 35%ga etgan mitsella nasos yordamida ikkinchi distillyatorga xaydaladi. Nasosning elektr yuritkichini boshkarish uchun magnit yuritkich PM12 (poz.3-1), univrsal yoqib-o'chirgich 3SB3 1 NR1 NZ (poz.3-2), boshkarish tugmasi PKE-212 (poz.3-3) va signal lampa WEG W22 (poz.Z-4)dan foydalaniladi. Birinchi distillyatordagi elektr chiqish signaliga ega bo'lgan manometr (poz.4-1) orqali 4-20 mA tokli signal ko'rinishida PLK63-R-M markali kontrollerga uzatiladi. SHuningdek joriy qiymatni bosmaga chiqarish va xotirada saqlash mumkin. Ikkinchi distillyatorda mitsella 95-100°Cgacha isitilib, konsentratsiyasi 85-90% gacha ko'tariladi. Buning uchun ikkinchi old distillyator chikishidagi harorat rostlanadi. harorat elektr chiqish signaliga ega bo'lgan SITRANS TR200markali manometrik termometr (poz.5-1) orqali 4-20 mA tokli signal ko'rinishida PLK63-R-M markali kontrollerga uzatiladi. Kontrollerga uzatilgan boshqaruv signali avvaldan dasturlangan PI rostlash qonuniga asoslangan dastur orqali ishlab chiqiladi.

Kontrollerdan chiqayotgan boshqaruv signali, SITRANS TF2 markali elektr signal o'zgartirgich (poz.5-2) ga beriladi. Signal o'zgartirgich orqali elektr signalga aylantirilib, rostdash ta'sir signali elektr rostdash klapaniga (poz. 5-3) uzatiladi va rostdanadi. Ikkinchi distillyator vakuumda ishlaydi. bosim elektr chiqish signaliga ega bo'lgan SITRANS Z Compact 3051S markali manometr (poz.6-1) orqali 4-20 mA tokli signal ko'rinishida PLK63-R-M markali kontrollerga uzatiladi. Kontrollerga uzatilgan boshqaruv signali avvaldan dasturlangan PI rostdash qonuniga asoslangan dastur orqali ishlab chiqiladi.

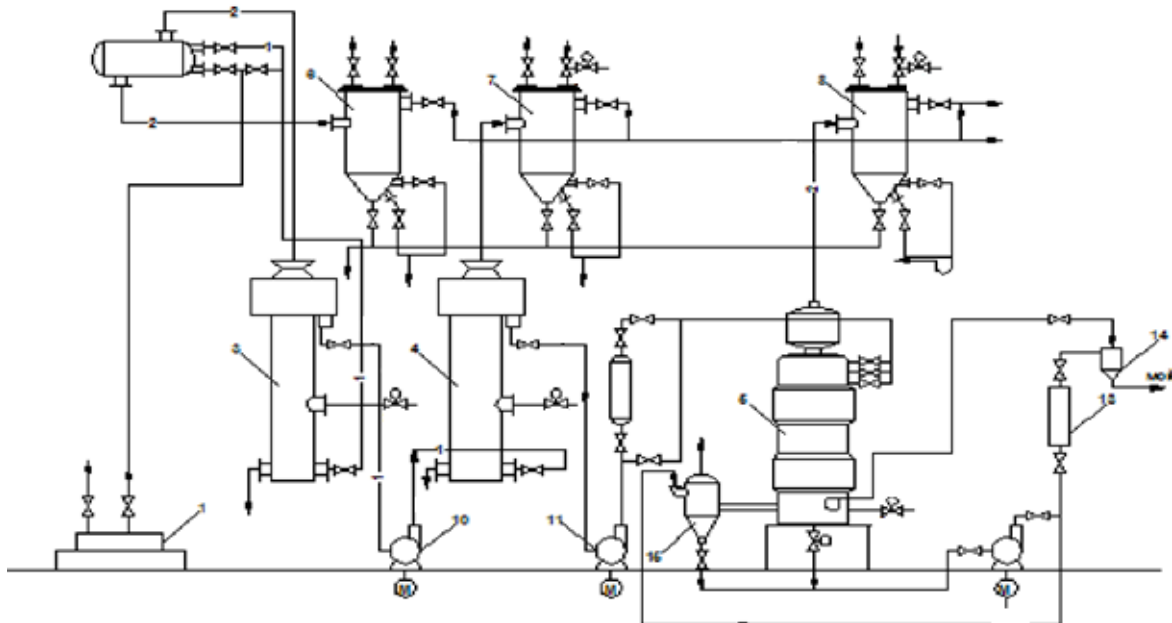
Kontrollerdan chiqayotgan boshqaruv signali, SITRANS Z Compact markali elektr-pnevmatik signal o'zgartirgich (poz.6-2) ga beriladi. Signal o'zgartirgich orqali elektr signalga aylantirilib, rostdash ta'sir signali elektr rostdash klapaniga (poz. 6-3) uzatiladi va bosim rostdanadi.

Uchinchi distillyatorga mitsella o'ta kizdirgichda 110°Cgacha kizdirilib beriladi. Nasosning elektr yuritkichini boshkarish uchun magnit yuritkich PM12 (poz.7-1), univrsal yoqib-o'chirgich 3SB31 NR1 NZ (poz.7-2), boshkarish tugmasi PKE-212 (poz.7-3) va signal lampa WEGW22 (poz.7-4)dan foydalaniladi. Haroratni rostdash uchun elektr chiqish signaliga ega bo'lgan SITRANS TR200 markali manometrik termometr (poz.8-1) orqali 4-20 mA tokli signal ko'rinishida PLK63-R-M markali kontrollerga uzatiladi.

Kontrollerga uzatilgan boshqaruv signali avvaldan dasturlangan PI rostdash qonuniga asoslangan dastur orqali ishlab chiqiladi. Kontrollerdan chiqayotgan boshqaruv signali, SITRANS TF2 markali elektr signal o'zgartirgich (poz.8-2) ga beriladi. Signal o'zgartirgich orqali elektr signalga aylantirilib, rostdash ta'sir signali elektr rostdash klapaniga (poz. 8-3) uzatiladi va rostdanadi. Tugal distillyator kubidagi yog' satxini texnologik reglamentda belgilangan 600mm darajada ushlab turish kerak. Buning uchun satxni elektr chiqish signaliga ega bo'lgan elektr sath o'lchagich (poz.9-1) orqali 4-20 mA tokli signal ko'rinishida PLK63-R-M markali kontrollerga uzatiladi. Kontrollerga uzatilgan boshqaruv signali avvaldan dasturlangan PI rostdash qonuniga asoslangan dastur orqali ishlab chiqiladi. Kontrollerdan chiqayotgan boshqaruv signali, elektr signal o'zgartirgich (poz.9-2) ga beriladi. Signal o'zgartirgich orqali elektr signalga aylantirilib, rostdash ta'sir signali elektr rostdash klapaniga (poz. 9-3) uzatiladi va sath rostdanadi.

Tugal distillyator xam vakuumda ishlaydi. Vakuumni rostdash uchun bosim elektr chiqish signaliga ega bo'lgan SITRANS Z Compact 3051S markali manometr (poz.10-1) orqali 4-20 mA tokli signal ko'rinishida PLK63- R-M markali kontrollerga uzatiladi. Kontrollerga uzatilgan boshqaruv signali avvaldan dasturlangan PI rostdash qonuniga asoslangan dastur orqali ishlab chiqiladi. Kontrollerdan chiqayotgan boshqaruv signali, SITRANS Z Compact markali elektr-pnevmatik signal o'zgartirgich (poz.10-2)ga beriladi. Signal o'zgartirgich orqali elektr signalga aylantirilib, rostdash ta'sir signali elektr rostdash klapaniga (poz. 10-3) uzatiladi va bosim rostdanadi.

Mitsella nasos yordamida rafinatsiya sexiga yuboriladi. Nasosning elektr yuritkichini boshkarish uchun magnit yuritkich PM12 (poz.11-1), univrsal yoqib-o'chirgich 3SB31 NR1 NZ (poz.11-2), boshkarish tugmasi PKE-212 (poz.11-3) va signal lampa WEGW22 (poz.11-4)dan foydalaniladi.



22-rasm. Distiyatsiyalash jarayoni sxemasi

## 7-ma`ruza. Yog`ni oqlash jarayonini avtomatlashtirish

### Ma`ruza rejasi:

1. Yog`ni oqlash jarayoni tahlili;
2. Yog`ni oqlash jarayoni asosiy texnologik parametrlari;
3. Yog`ni oqlash jarayonini avtomatlashtirish.

Yog`larni rafinatsiya qilish uchun davriy va uzluksiz sxemalar qo`llaniladi. Rafinatsiya jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat: gidratatsiya, neytralizatsiya, oqlash va xidsizlantirish – dezodoratsiya. Gidratatsiya texnologiyasi quyidagi operatsiyalardan iborat: yog`ning gidratatsiyalanuvchi agent bilan aralashuvi, fosfatidlarning koagulyatsiya jarayonini hosil qilish uchun yog`-suv aralashmasini ushlab turish, yog` va fosfatid emulsiya fazalarini ajratish, yog`ni quritish, fosfatid emulsiyalarini quritish va fosfatid konsentratini olish. Gidratatsiya usuli: turli sxemalarda suv va yog`ni aralashtirish uchun reaktor - turbo`lizator ishlatiladi, yog`-fosfatid emulsiyalarni fazalarga ajratish uchun esa ajratgichlar (yoki tarelkali cho`ktirgichlar qo`llaniladi. Ishqorli rafinatsiya xam turli usullarda amalga oshiriladi. Uzluksiz sxemalarda: ajratgichlarda ajratish va sovun-ishqor muxitida rafinatsiya qilish sxemasi keng miqyosida ishlatiladi. Rafinatsiya qilinmagan paxta yog`ida 0.1 dan 2% gacha gossipol va uning birikmalari mavjud, u yog`ning rangini xiralashtiradi. Gossipol natriy bilan reaksiyaga kirishib, gossipolat natiriyini hosil qiladi. U suvda erib, osonlik bilan yog`dan ajraladi. Gossipolning o`zgarishidan hosil bo`lgan mahsulotlar sovunning (soapstok) absorbsiyasi xisobiga ajraladi. Rjexin paxta yog`idan gossipolni ajratish usulini ishlab chiqkan. Bu usulda asosan paxta yog`i antranil kislotasi bilan ishlanib yog`da erimaydigan antranilat gossipol hosil bo`ladi. Agar yog`da gossipol miqdori 0.5% dan oshsa antranilat kislotasi bilan ishlanadi. Bu jarayonni yog`da va missellada bajarish mumkin. Neytrallash usullari

davriy va uzluqsiz bo`ladi. Davriy usul – fazalarni gravitatsion maydonda ajratish, tuz-suv-asosli muhitda. Davriy usul xozirgi vaqtda rafinatsiya uchun yog`larning uncha katta bo`lmagan miqdori uchun ishlatilmoqda. Ular xajmi 5,10,20 t bo`lgan neytralizatorlarda bajariladi. Davriy usulning kamchiligi: tindirishning uzoqligi, soapstokda neytral yog` miqdorining ko`pligi va bu jarayon uzoq bo`lgani uchun neytral yog`ni sovunlaydi. Soapstok yog`ligini 30-50 % bo`ladi. Uzluqsiz usul – fazalarni markazdan qochma maydonda ajratish, ishqorsovun muxitda, uzluqsiz emulsiyali usul. Paxta yog`ining ishqorli rafinatsiyalash uchun uzluqsiz emulsiya usuli qullaniladi. Bu usulda paxta yog`i ishqor eritmasi bilan reaktor-turbulizatorida aralashtiriladi. Qurilmada ishqor eritmasi moyga mayda tomchilar xolida kushiladi. Ishqorning mayda tomchilari yog` kislotalari bilan katta kontakt yuzasiga ega va hosil bo`lgan sovunli pardaga esa buyovchi moddalar adsorbsiyalab, yog` rangi tiniqlashadi. Oqlash jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi: -adsorbentning yog`li suspenziyasini tayyorlash; -deaeratsiya, oqlash jarayoni; -adsorbenti filtr yordamida ajratib olish -oqlash jarayonida harorat 75-80 °C, oqlash apparatidagi qoldiq bosim 4 kPa (40 mm. sim. ust. atirofida) bo`ladi. Oqlash jarayoning samaradorligini yogning oqlovchi loy bilan kontakt vaqtiga va ta`sir yuzasiga bogliq. Xozirgi vaqtda yog`larni oqlash asosiy usuli adsorbentlarni qullash. Adsorbent sifatida maxsus aktivlangan loylar –bentonitlar va aktivlangan kumir qullaniladi. Bentonit loyining yog`gi shimish xususiyati yukori bulib, amalda yog yuqotishlarga olib keladi. Bundan tashqari bu adsorbent chetdan olib kelinadi. Natijada yog`ning tannarxi oshadi. Rafinatsiya jarayonining oxirgi bosqichi dezodoratsiya xidsizlantirishdir, uning maqsadi –yog`dagi noxush ta`m va xidni yukotish. Davriy xidsizlantirish jarayonida harorat 170-210°C bo`lsa, uzluqsiz jarayonda esa 230°C gacha bo`ladi. Apparatlardagi qoldiq bosim 5 mm simob ustuniga teng bo`ladi. Vakuum hosil qilish uchun ko`pbosqichli bug`ejektorlar (bug`ejektor vakuumli nasos) ishlatiladi. Yog`larni dezodoratsiya qilish uchun turli dezodoratorlar ishlatiladi: 1.Davriy (uzlukli) dezodoratorlar. 2.Uzluqsiz ishlayditgan dezodoratorlar (De-Smet, Pinch-Bamag, Olye). Dezodoratsiya qilishdan oldin yog`lar va moylar yaxshilab rafinatsiya qilinishi kerak. Dezodoratsiyani sifatini yaxshilash uchun bu jarayonda yog` va moylarga limon kislotasi eritmasi qo`shiladi.

#### Paxta moyini rafinatsiyalash texnologik sxemasi

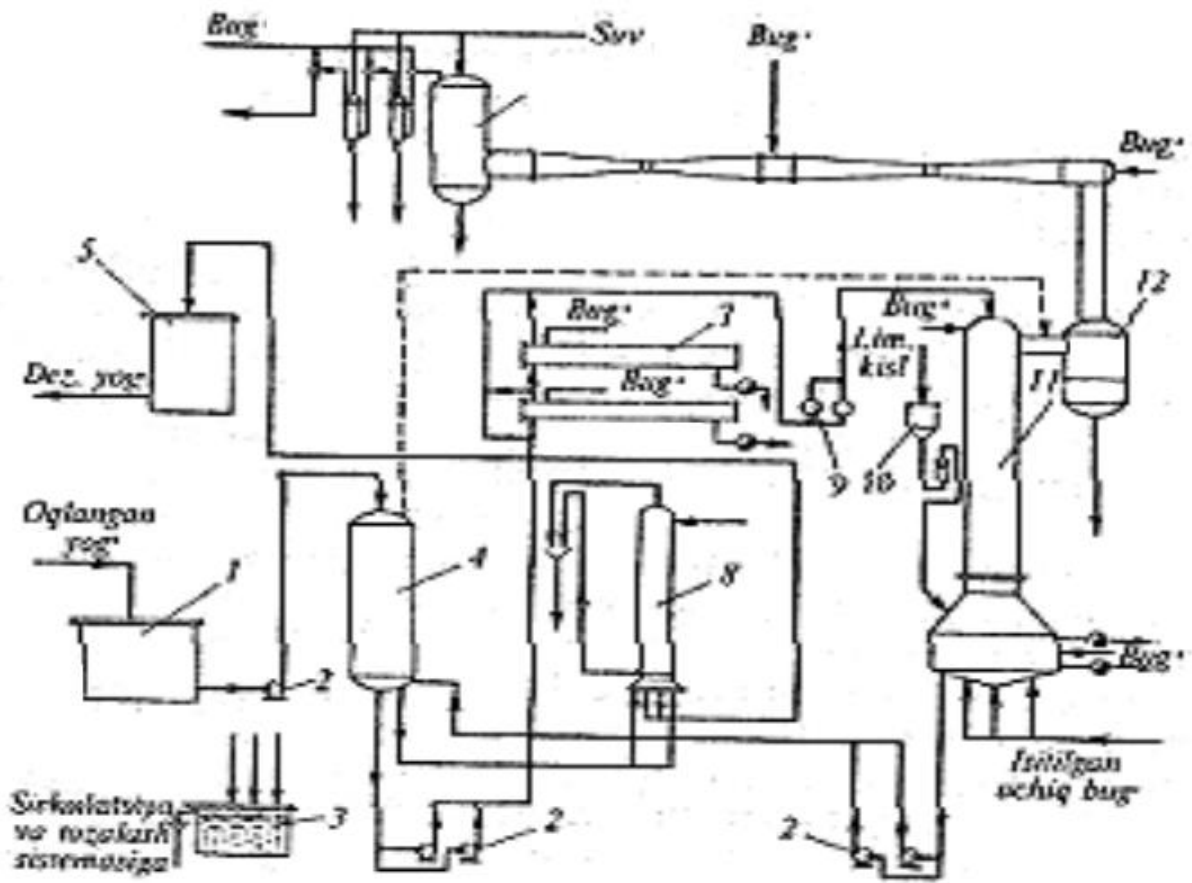
Qora moy sig`imdan 1 nasos 2 yordamida filtr 3 orqali issiqlik almashinish apparatiga 4 tushadi. Bu yerda moy 40- 60°C gacha qizdiriladi. Boshqa sig`imdan 5 moyganasos dozator orqali konsentrlangan fosfat kislota qushiladi. Moy bilan kislota aralashtirgichga 6 tushadi bu yerdan ekspozitorga 7 yuboriladi va 15- 30min ushlab turiladi. Keyin aralashma nasos yordamida issiqlik almashinish apparatidan 9 sovutkichga 10 utadi va sovutiladi. Sovutilgan aralashmaga aralashtirgichda 13 orqali nasos bilan ishqor eritmasi beriladi, bu yerdan ekspozitorga 14 yuboriladi va 2 soat cha ushlab turiladi. Bu yerdan nasos16 bilan kristallizatorga 17,18 tushadi va 10 -12 soat davomida sovutiladi. Sovutilgan moyning harorati 8 °C. Moyni sekin sovutish natijasida mumlar va mumsimon moddalar kristallanadi, kristallar ulchami yirik bo`ladi. Kristallizatoridan moy nasos 19 orqali issiqlik almashinish apparatiga 20 tushadi va 15°C gacha sovutilib separatorga 21 tushadi. Separatorida moy tarkibidagi kristallar ajratiladi. Tozalangan moy issiqlik almashinish apparatiga 24 tushadi va 70-



75 cha qizdiriladi. Aralashtirgichda 25 suv bilan aralashtirilib separatorga 26 tushadi. Bu yerdan oqlash jarayoniga yuboriladi.

#### Paxta moyini oqlash texnologik sxemasi

Neytrallangan yuvilgan va quritilgan yog` bak (17)ga kelib tushadi va nasos (16) yordamida oqlash uchun yuboriladi. Yog`ning bir qismi o`lchagich (3) orqali, isitgichni chetlab o`tib, aralashtirgichga (14) keladi, u yerda oqlovchi tuproq bilan aralashtiriladi. Oqlovchi tuproq uzluksiz ravishda shnekli dozator orqali bunker (15)dan keladi. Suspenziya vakuum yordamida oqlovchi va deaeratsiya (4) apparatiga tortib olinadi. Bu yerga o`lchagich (sarflagich) (2) va issiqlik almashigich apparati (1) orqali yog`ning asosiy qismi yuboriladi. Suspenziya apparatning pastki qismidan (4) nasos (13) bilan issiqlik almashgich apparati (5) orqali kolonna tipidagi so`nggi oqlash apparati (6) ga yuboriladi. Buerda kalqovichli rostlagich yordamida moyli suspenziyani sathi doimiy qilib ushlab turiladi. Vakuum bug`-ejektorli nasos (7) bilan hosil qilinadi oqlangan moy nasos (12) yordamida diskli filtrga (8) uzatiladi. Uzluksiz ishlash uchun unga 2 ta filtr o`rnatilgan. Filtrning birinchi xira qismi tugal oqlovchi apparatga (6) qaytariladi. Filtratning sifatini kuzatuvchi fonar (9) orqali nazorat qilinadi. Toza, tiniq yog` keyingi qayta ishlashga yuboriladi. Filtrda ma`lum miqdorda cho`kma yig`ilsa, uning ishlab chiqarish quvvati kamayadi, bosim 0.35-0.38 mPa (3.5-3.8 kgs/sm<sup>2</sup>) ga ko`tariladi, filtrlash to`xtatiladi. 2 – filtrni ishga tushirib, 1- filtr uchiriladi. Filtr tuxtatilgandan so`ng qolgan yog` bak (11) ga quyiladi. U yerdan nasos (12) bilan filtrlashga qaytariladi. Diskdagi cho`kma dastlab bug` bilan puflanadi, keyin esa cho`kmani yog`sizlantirish uchun issiq xavo bilan puflanadi. Suv – yog` aralashmasi bak (10) ga quyiladi, u yerda yog` tindiriladi. Disklardagi cho`kma bushatib turiladi.



8-rasm. Yog`ni oqlash jarayoni sxemasi

## 6-ma`ruza. Gazni ajratish jarayonini avtomatlashtirish

### Reja:

1. Gazni ajratish jarayoni tahlili;
2. Gazni ajratish jarayoni asosiy texnologik parametrlari;
3. Gazni ajratish jarayonini avtomatlashtirishning funksional sxemasi.

Qurilma namlik bilan to`yingan gazni quritish qurilmasidan keladigan sorbent – DEG (dietilen glikol') regeneratsiyalash uchun mo`ljallangan. To`yingan DEG aralashmasi regeneratsiyalash tsexi tizimi orqali degenizatsiyalash blokiga D-1 beriladi va u erda 0,6 MPa bosim va 10-20°C temperatura ostida to`yingan DEG dan eritilgan gaz ajratiladi. Sig`imda ajralgan degenizatsiya gazi kerakli sohalarga uzatiladi (yoki yoqish uchun jo`natiladi).

D-1 blokidan gabsizlangan to`yingan DEG oqimi quvur orqali fil`trlash blokiga F-1 boradi. U erda to`yingan DEG mexanik aralashmalardan va tuzlardan tozalanib, ikki oqimga ajratiladi. To`yingan DEG ning bir qismi regeneratsiyalash kolonnasining K-1 yukori qismiga, asosiy oqim esa issiqlik almashtirgich T-1 orqali R-1 ajratgichga yuboriladi.

T-1 issiqlik almashtirgichda 40-50°C gacha qizdirilgan to`yingan DEG ajratgichga tushadi, u erda mahsulotning zichligining farqi hisobiga gaz kondensatdan tindiriladi.

Kondensat yuqori quyilish teshigi orqali ajratgichning alohida qismiga tushadi va klapan orqali kondensat uchun ajratilgan drenaj sig`imiga yuboriladi.

Gaz esa kolonnaning yuqori qismidan tegishli joylarga yoki yoqishga yuboriladi.

To`yingan DEG oqimi ajratgichdan so`ng 0,35-0,5 MPa bosim 40-50°C temperatura ostida T- issiqlik almashinish apparatiga uzatiladi va u erda qarama-qarshi yo`nalishda regeneratordan keladigan DEG bilan 85-105°C gacha qizdiriladi, so`ngra olovli regeneratordan RD ga yo`naltiriladi.

Regeneratordan blogi RD ko`p funktsiyali agregat bo`lib, quyidagilardan tashkil topgan.

1. vertikal ko`rinishdagi kolonna K-1, u bug`latish qurilmasi U-1 ning yuqori qismiga bog`lovchi flanets o`rnatilgan. (kolonna setka ko`rinishdagi nasadka bilan muntazam to`ldirilgan bo`ladi).

2. Olovli bug`latgich U-1, buferli sig`im E-1 ustida metall ramali asosda gorizontol holatda o`rnatilgan. (bug`latgichning ichida injeksion gorelkali isitish trubasi mavjud)

3. Buferli sig`im E-1 gorizontol holatda o`rnatilgan bo`lib, U- simon trubalardan qurilgan

4. Bug`latgich issiqlik quvurlari chiqishiga ulangan gorizontol gaz o`tkazuvchi tutun quvurli

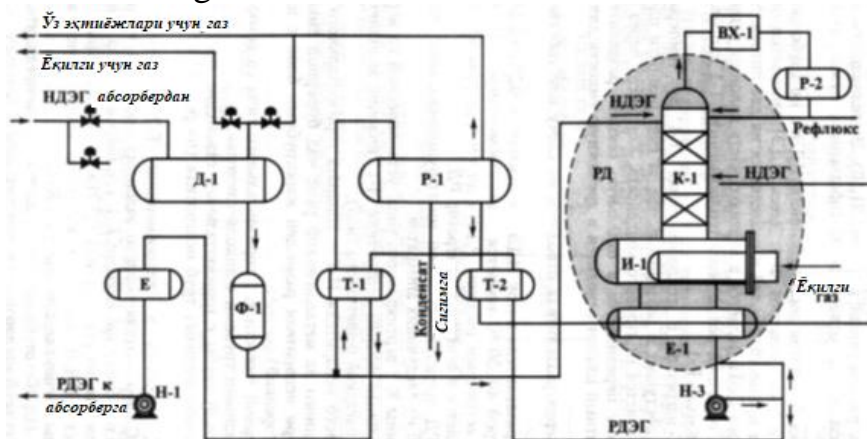
Issiqlik almashgichda T-2 85-105°C gacha (zadvijka) orqali E-1 buferli sig`imning quvurli yuzasiga tushadi va u erda regeneratordan chiqadigan DEG yordamida 140°C gacha qizdiriladi. Undan chiqqan to`yingan DEG kolonnaning pastgi qismiga beriladi.

To'yingan DEG ning bir qismi K-1 kolonnaning yuqorisidagi nasadkali sektsiyasining tasdiqlovchi tarelkasiga beriladi. Nasadkali sektsiya bo'yicha oqib tushayotgan to'yingan DEG, yuqoriga ko'tarilayotgan suv, metanol va uglevodorod bug'lari bilan to'qnashadi. Buning natijasida suyuqlik va bug' o'rtasida issiqlik – modda almashinuvi yuzaga keladi, hamda DEGning suv va metanol bug'lari bilan chiqib ketayotgan tomchilari ushlab qolinadi. Suv va metanol bug'lari hamda uglevodorod komponentlari K-1 kolonnaning yuqori qismidan chiqarib yuboriladi.

Qisman regeneratsiyalangan DEG kolonnadan bug'latgichga oqib tushadi. Bug'latgichda DEGni 158-162S gacha qizdiriladi va undagi suv, metanol bug'lari va qoldiq uglevodorodlar yakuniy bug'latiladi.

Regeneratsiyalangan dietilenglikol' 158-162S temperatura bug'latgichdan buferli sig'im E-1 ga quyiladi va u erda 12°C gacha sovitiladi. Buferli sig'imdan nasos N-3 yordamida RDEG T-2 va T-1 issiqlik almashinish apparatlariga yuboriladi. Issiqlik almashinish apparatlarida 17-3°C gacha sovitilgan RDEG sig'im e – ga tushadi. (atmosfera bosimi ostidagi sarf sig'im).

Sarf sig'imidan glikol' yuqori bosimli nasos N-1 yordamida olinadi va gazni quritish uchun absorber A-1 ga uzatiladi.



9-rasm. DEGni regeneratsiya blokining texnologik sxemasi

Suv metanol bug'lari va uglevodorod komponentlari qoldiqlari 68-78S temperaturada K-1 komponentning yuqori qismidan chiqarilib, sovitish va kondensatsiyalanish uchun havo bilan sovitish qurilmasi VX-1 ga beriladi. Kondensatsiyalangan refagoks taqsimlash bloki R-2 yuboriladi. Taqsimlash blokida zichlik hisobiga suv kondensatdan tindiriladi. Kondensat kolonnaning yuqori qismidan alohida sektsiyaga qo'yiladi, u erdan kondensat uchun mo'ljallangan sig'imga to'planadi. Refayuks – R-1 – esa nasos yordamida kolonnaning yuqori qismidan to'yintirish uchun beriladi.

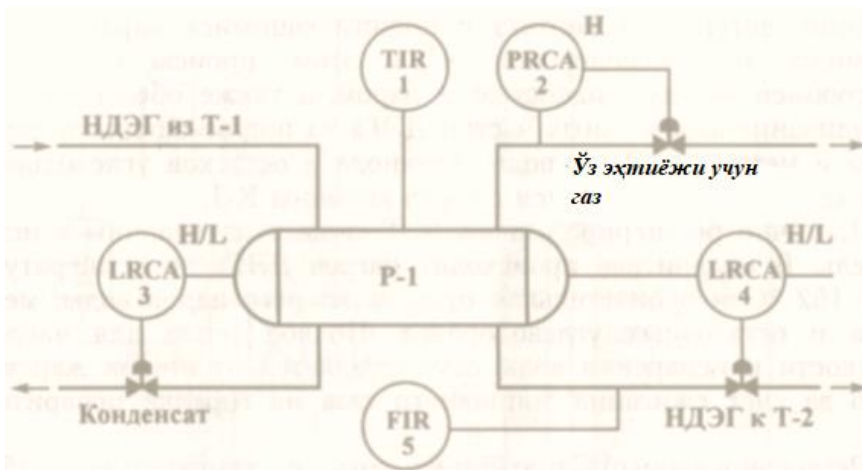
Taqsimlash blokini avtomatlashtirish quyilagi konturlardan iborat:

1. Apparatda temperaturani o'lchash va qayd qilish
2. Apparatda bosimni roslash. Qo'l bilan va avtomatik boshqarish rejimi. Bosimni o'lchash, qayd qilish va bosim ortganda ogohlantirish. Ijrochi mexanizmni masofadan boshqarish.

3. Kondensat yig`iladigan sig`imda pozitsion rostdash sath balandligi qiymatini o`lchash va qayd qilish va maksimal va minimal qiymatlarda ogohlantirish. Ishlarni masofadan boshqarish.

4. To`yingan DEG yig`ish sig`imiga satxni pog`onali rostdash. O`lchash sath qiymatini qayd qilish sathni oshishi va kamayishi to`g`risida ogohlantirish. Ishni masofadan turib boshqarish va uni holati to`g`risida ogohlantirish.

5. Taqsimlagichdan chiqadigan to`yingan dietilenglikol`ni sarfini o`lchash va qayd qilish.



10-rasm. R-1 ajratgichning avtomatlashtirilgan funksional sxemasi

#### Sinov savollari.

1. Gazni ajratish va regeneratsiyalash bloki jarayonini tushuntiring
2. Mineral suvni idishlarga quyish jarayonini boshqarish ob`yektini izohlang  
Mineral suvni idishlarga quyish jarayonini avtomatlashtirishning funksional sxemasini tushuntiring

## 7-Ma'ruza

### **Mavzu: Axborot tizimlarini loyihalashning xususiyatlari. CASE -texnologiyalar. CASE -vositalar haqida tushuncha.**

#### **Reja:**

- 1.Axborot tizimlari loyihalarining xususiyatlari
- 2.CASE-texnologiyalar
- 3.CASE-vositalar haqida tushuncha

#### **1.Axborot tizimlari loyihalarining xususiyatlari**

Zamonaviy axborot texnologiyalarining rivojlanish an'analari axborot tizimining murakkabligini doimiy oshib borishiga olib keladi.

Axborot tizimining zamonaviy yirik loyihalari quyidagi xususiyatlar bilan xarakterlanadi:

-tavsiflashning murakkabligi (ko'p sonli funksiyalar, jarayonlar, ma'lu-motlar elementi va ular orasidagi o'zaro murakkab aloqalar) murakkablik ma'lumotlarni va jarayonlarni aniq modellashtirish va tahlil qilishni talab etadi;

-o'zaro aloqador komponentalarning (quyi tizimlarning) yaqin hamkorligi-ning mavjudligi, ularning har biri lokal vazifalarga va maqsadlarga ega;

-aniq analoglarning yo'qligi, tipik loyihaviy qarorlardan foydalanish imkoniyatlarning chegaralanganligi;

-mavjud va yangi ishlab chiqiladigan ilovalarni integratsiyalash zarurligi;

-bir nechta apparat platformada bir xil bo'lmagan muhitda faoliyat ko'rsa-tishi;

-alohida guruhlarining turli malakaga, tajribaga ega bo'lishi va turli ins-trumental vositalarni qo'llash an'anasi;

-loyihaning davomiyligi va unga bog'liq bo'lgan ishlab chiquvchi guruhlar-ning imkoniyatlari va buyurtmachining axborot tizimini joriy etishga tayyorligi.

Loyihani muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun loyihalash obyekti (axborot tizimi) adekvat tavsiflanishi, axborot tizimining funksional va axborot modellari to'la qurilgan bo'lishi kerak.

Muvaffaqiyatli, bir obyekt (IT) dizayni loyahasini amalga oshirish, birinchi navbatda, yetarlicha bayon qilinishi kerak, ular to'liq va izchil faoliyati va ma'lumotlar IT modelini qurilgan bo'lishi kerak. IT dizayn sana tajribasi tajribasi u ishtirok mutaxassislar yuqori malakaga talab, qaysi mehnat talab va vaqt-vaqti ish, mantiqan qiyin ekanligini ko'rsatadi. Biroq, yaqin qadar IT dizayn san'ati, amaliy tajriba, tajriba va qimmatbaho sifatli tajriba IT operatsiya qiyoslash asosida rasmiylashtirildi usullari yordamida evristik darajada asosan amalga oshirildi. Bundan tashqari, foydalanuvchilarning axborotni yaratish va ishlash jarayonida foydalanuvchilarning axborotga bo'lgan ehtiyojlarini o'zgartirishi yoki takomillashtirilishi mumkin, bu esa ushbu tizimlarni ishlab chiqish va joriy qilishni yanada qiyinlashtiradi.

IT yaratish va quvvatlash texnologiyasini amalga oshirish, Case-vositalari - Bu omillar dasturiy ta'minot va maxsus sinf texnik vositalarini paydo bo'lishiga hissa qo'shgan. CASE terminali (Computer Aided Software Engineering) hozirda juda keng ma'noda ishlatiladi. Case muddati original ma'nosi, cheklangan avtomatlashtirish rivojlantirish masalalari faqat dasturiy ta'minot, endi umuman murakkab dizayn ishlab chiqish jarayonini o'z ichiga olgan, yangi ma'no sotib oldi. Yendi muddatli CASE-uskunalar tahlil va talablarni shakllantirish, dasturiy dizayn (ilovalar) va ma'lumotlar bazalari, kodi avlod, test, hujjatlarni, sifat kafolati, konfiguratsiya boshqarish va loyiha boshqaruvi, shu jumladan, yaratish va IT qo'llab-quvvatlash, qo'llab-quvvatlash dasturi vositalari tushuniladi, va shuningdek boshqa jarayonlar. CASE-асбоблар тизими дастурий таъминот ва аппарат билан биргаликда тўлиқ ривожланиш муҳитини яратади.

CASE-texnologiyasi va CASE-asboblarining paydo bo'lishidan oldin dasturlash metodologiyasi bo'yicha tadqiqotlar o'tkazildi. Dasturlash xususiyatlari yuqori darajada tillarda, tarkibiy va modulli dasturlash usullari, dizayn tillarda va qo'llab-quvvatlash, ularning vositalarini, tizim talablari va texnik va boshqalar rasmiy va norasmiy til tavsiflari chiqish va amalga oshirish uchun tizimli yondashuvni sotib Bundan tashqari, Case-texnologiyalar paydo bo'lishi kabi omillar sifatida hissa qo'shgan:

tahlilchilar va modulli va tizimli dasturiy ta'minot tushunchalar sezgir bo'ladi dasturchilarni tayyorlash;

samarali grafik vositalardan foydalanishga va ko'plab dizayn bosqichlarini avtomatlashtirishga imkon beradigan kompyuterning samaradorligini keng joriy qilish va doimiy ravishda oshirish;

loyiha haqida kerakli axborotni o'z ichiga olgan umumiy ma'lumotlar bazasidan foydalanib, yakka tartibdagi ijrochilarni bir dizayn jarayonida birlashtirishga imkon beruvchi tarmoq texnologiyasini joriy etish.

CASE-texnologiyasi IT dizayn bir metodologiyasi, shuningdek, taqlid foydalanuvchilar axborot ehtiyojlarini muvofiq rivojlantirish va IT qo'llab-quvvatlash va ilovalar ishlab chiqish, barcha bosqichlarida modelini tahlil qilish mavzu sohada shaklini tasavvur qilish imkonini beradi vositalari to'plamidir. diagrammadan yoki matn shaklida talablarga tuzilgan uslubiy (asosan) yoki obyekt yo'naltirilgan taxlil va loyihalash asosida mavjud CASE-vositalarini eng tashqi talablariga tasvirlash uchun, tizimi, tizim va dasturiy ta'minot me'moriy faol xulq modellari o'rtasidagi munosabatlar.

Siz CASE-vositalaridan foydalanishingiz mumkin, ta'sirini aniqlash murakkablashtirishi quyidagi omillarni sanash mumkin:

- CASE-vositalarining keng doiradagi sifati va imkoniyatlari;
- turli tashkilotlarda CASE-vositalaridan foydalanishning nisbatan qisqa muddati va ulardan foydalanish bo'yicha tajribasizlik;
- Turli tashkilotlarni joriy qilish amaliyotida keng ko'lamli;
  - Tugallangan va davom yetayotgan loyihalar uchun batafsil metrikalar va ma'lumotlar yo'qligi;

loyiha obyektlarining keng doirasi;

turli loyihalarda CASE-vositalarning turli darajadagi integratsiyasi.

Ushbu murakkabliklar tufayli real ilovalar bo'yicha mavjud axborot juda cheklangan va ziddiyatli. Bu binolar turiga, loyiha xarakteristikalariga, qo'llab-quvvatlash darajasiga va foydalanuvchi tajribasiga bog'liq. Ba'zi tahlilchilar CASE-vositalarning ayrim turlarini ishlatishning haqiqiy foydasi faqat bir-ikki yillik tajribadan so'ng olish mumkin, deb hisoblaydilar. Boshqalari, bu texnologiyaning real taraqqiyoti operatsion xarajatlarning pasayishiga olib kelishi mumkin bo'lgan holda, IT ning hayot aylanish bosqichida aslida o'zini namoyon qilishi mumkinligiga ishonishadi.

## 2.CASE-texnologiyalar

Oxirgi 10 yillar ichida dasturiy texnikada yangi yo'nalish shakllangan bo'lib, u CASE-vositalar deb nomlanadi. CASE (Computer – Aided Software/System Engineering – axborot tizimining dasturiy ta'minotini kompyuter yordamida ishlab chiqish) ma'nosini anglatadi.

Dastvvval CASE termini dasturiy ta'minotni ishlab chiqishni avtomatlashtirish masalalarida qo'llanilgan bo'lsa, hozirgi kunda yangi ma'noda, ya'ni murakkab avtomatlashtirilgan axborot tizimlarini ishlab chiqishda qo'llaniladi.

Hozirgi kunda CASE-vositalar deganda dasturiy vositalar tushunilib, ular quyidagilarga yo'naltirilgan:

- axborot tizimini yaratish va kuzatib borish jarayonlarini qo'llab-quvvatlash;
- axborot tizimini ishlab chiqishda uni tahlil etish va talablarni shakllantirish;
- amaliy dasturiy ta'minotni loyihalash;
- ma'lumotlar bazasini loyihalash;
- kodni generatsiyalash, testlash;
- sifatni ta'minlash;
- бошқаришни конфигурациялаш ва лойиҳани бошқариш.

CASE-vositalar –tizimli dasturiy ta'minot va texnik vositalar bilan hamkorlikda axborot tizimini ishlab chiqish muhitining to'liq muhitini hosil etadi.

CASE texnologiya o'zida metodologiyani akslantiradi, shuningdek predmet sohani ko'rgazmali formada modellashtirish va tahlil qilishga imkon beradigan instrumental vositalar to'plamidan iborat.

CASE –vositalarни жорий этишда қуйидагиларни инобатга олиш керак:

- 1.CASE-vositalarni joriy etishga sarflangan xarajatlar uni sotib olishga ketgan xarajatlardan oshadi.
2. CASE-vositalar ularni muvoffaqiyatli oriy etilgan taqdirdagini foyda olish imkonini beradi.
3. CASE-vositalar ularni muvoffaqiyatli joriy etilgan taqdirdagini foyda olish imkonini beradi.

CASE-vositalarни мувоффақиятли жорий этиш учун корхона қуйидаги сифатларга эга бўлиши керак.

1.Texnologiya sohasi, ya'ni chegaralangan imkoniyatlarni tushunish va yangi texnologiyani qabul qilish qobiliyati

2.Madaniyat sohasi, ya'ni jarayonlarni joriy etishga tayyor bo'lish va xodimlar orasida o'zaro munosabat.

3.Boshqarish sohasi, ya'ni to'g'ri rahbarlik va tashkilotchilik.

CASE-vositalar quyidagi yutuqlarga ega:

- avtomatik nazorat vositalari hisobidan yaratiladigan axborot tizimining sifatini oshiradi;
- qisqa vaqt ichida bo'lajak tizimning modelini (prototip) yaratish imkonini beradi;
- loyihalash jarayonini tezlashtiradi;
- ishlab chiquvchilarni og'ir ishdan ozod qiladi va ularni butkul loyiha ustida ishlash imkonini beradi;
- loyihani rivojlantirish imkonini beradi.

### 3.CASE-vositalar haqida tushuncha

Ilova talablarni tahlil qilish va shakllantirish, dasturiy taminot dasturlari (dasturlari) va malumotlar bazalari dizayni, kod ishlab chiqarish, sinov, hujjatlar, sifatni taminlash, konfiguratsiya boshqaruvini o'z ichiga olgan ATni yaratish va qo'llab-quvvatlashni qo'llab-quvvatlovchi dasturiy taminot degan manoni anglatadi. loyiha, shuningdek boshqa jarayonlar. CASE-asboblar tizimi dasturiy taminot va apparat bilan birgalikda to'liq AT rivojlantirish muhitini yaratadi.

Loyiha muvaffaqiyatli amalga oshirilganligi uchun, obyekt etarli tarzda tariflanishi kerak. Funktsional va axborot modeli yaratilishi kerak. 70-80-yillarda. Rivojlanishda tizimli metodologiya qo'llanilgan. Grafik uslublarga asoslangan edi. Grafika sxemalari va diagrammasi ishlatilgan. Biroq, bu sxemalar qo'lda bajarildi, shuning uchun quyidagi muammolar mavjud edi:

1. Talablarning yuqoridagi spetsifikatsiyasi
  2. Dizayn qarorlaridagi xatolar aniqlanmasligi
  3. Hujjatlar sifati yomon
  4. Uzun sikl va qoniqarli sinov natijalari
- "Case" iborasining dastlabki manosi avtomatlashtirish masalalari bilan cheklangan.

Case vositasidan foydalanishga bog'liq holda quyidagilarni hisobga olish kerak:

1. Case vositalar bajarilishning bevosita ta'sirini bermaydi
2. Case vositalarini realizatsiya qilishning haqiqiy xarajatlari sotib olish narxidan oshib ketadi
3. Case vositalari muvaffaqiyatli amalga oshirilganidan keyin foyda olish imkoniyatini beradi.

Case vositalarini muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun tashkilot quyidagi xususiyatlarga ega bo'lishi kerak, ayniqsa quyidagi sohalarida:

Texnologiyalar maydoni, yani. cheklangan imkoniyatlar va yangi texnologiyalarni qo'llash qobiliyatini tushunish

Madaniyat maydoni, xodimlar o'rtasida yangi jarayonlarni va munosabatlarni joriy etishga tayyor

Tekshirish maydoni, yani. aniq yetakchilik va tashkilotchilik

Tashkilot kamida bitta sifatga ega bo'lmasa, uni amalga oshirish bo'yicha yo'riqnomaga rioya qilishning qat'iyligiga qaramasdan, amalga oshirilmaydi..

Case vositalarini qo'llashda bir qator muammolarni qayd etish kerak:

Tashkilotda ishlatiladigan va qo'llanadigan usullar va usullar o'rtasidagi to'liq yozishmalarning yo'qligi.

Bazi bir Case vositalari kichik loyihada foydalanishni oqlash uchun juda ko'p kuch talab qiladi.

Xodimlarning yangi ish fondlaridan foydalanishga bo'lgan salbiy munosabati

Strukturaviy metodologiyani avtomatlashtirishga va natijada tizim va dasturiy injiniring zamonaviy usullarini qo'llash imkoniyatlaridan tashqari, Case -vositalari quyidagi asosiy afzalliklarga ega:

Avtomatik boshqaruv (birinchi navbatda loyiha nazorati) orqali yaratilgan IP sifatini yaxshilash;

qisqa vaqt ichida kelajakdagi tizimning prototipini yaratishga imkon beradi, bu dastlabki bosqichda kutilgan natijani taxmin qilish imkonini beradi;

loyihalash va ishlab chiqish jarayonini tezlashtirish;

ishlab chiquvchini ayrim ishlardan ozod qilib, uni butunlay rivojlanishning ijodiy qismiga qaratishga imkon berish;

Qayta ishlashni qo'llab-quvvatlash va rivojlantirish;

qo'llanilgan komponentini qayta ishlatish uchun qo'llab-quvvatlash texnologiyalari.

Ushbu mablag'lar asosli bo'lgan asosiy texnologiyani tushunmasdan CASE-vositalarini muvaffaqiyatli qo'llash mumkin emasligini tushunish kerak. O'z-o'zidan, dasturiy vositalar - axborot tizimlarini loyihalash va qo'llab-quvvatlash jarayonlarini avtomatlashtirish vositalari hisoblanadi. ATni ishlab chiqish metodologiyasini tushunmasdan CASE -vositalarini ishlatish mumkin emas.



## Nazorat savollari

1. Axborot tizimining zamonaviy yirik loyihalari qanday xususiyatlar bilan xarakterlanadi?
2. CASE-vositalar deganda nimani tushunasiz?
3. CASE-vositalar tarkibini belgilang.
4. CASE-vositalar qaanday ishlarni bajarishga yo'naltirilgan?
5. Loyiha muvoffaqiyatli bajarilishi uchun nimaga e'tibor berish kerak?
6. Case vositalarini qo'llashda qanday muammolar bo'lishi mumkin?
7. CASE-vositalarning qanday imkoniyatlarini bilasiz?
8. CASE-vositalarga misollar keltiring.

## **8-mavzu: Axborot tizimining ish sozligini tekshirish, testlash va ekspluatatsiya qilishni tashkil etish**

### **Reja:**

1. Axborot tizimining ish sozligini tekshirish
2. Dasturiy majmuani sozlash bosqichlari
3. Dinamik sozlashning asosiy vazifalari
4. Axborot tizimining ish sozligini tekshirish
5. Dasturiy majmuani sozlash bosqichlari

### **1.Axborot tizimining ish sozligini tekshirish**

Axborot tizimi disk raskadrovka rejimida ham, ish paytida ham tekshiriladi. Tekshirish asboblari va dasturlarning texnik holati to'g'risida xulosalar ishonchligi bilan tavsiflanadi. Tekshirish xarajatlari, tekshirish vaqtlari va uskunalarning resurslarini o'lchash xarajatlari bilan tavsiflanadi.

Sinov jarayonida AT parchalanadi va simulyatorlar ham qo'llaniladi. Tasdiqlash usullari va ishlash mezonlarini ishlab chiqishda ikkita yondashuv qo'llaniladi: funksional va apparat. Funksional usul ATning har bir funksiyasini, asosan, asosiy va asosiy funksiyalarni tekshiradi. Muayyan funksiyalarni to'g'ri bajarish uchun tizim butunlay ishlaydi deb hisoblaydi.

Uskuna yondashuvidan foydalanganda, tekshiriladigan yoriqlar sinfi ko'rsatilgan. Ushbu uslubning ahvoriga tushgan kamchiliklar sinfi hisoblanadi, bu esa sinov to'liqligining pasayishiga olib keladi.

Funksional yondashuv axborotni qayta ishlash vositasi sifatida ATni o'rganishga qaratilgan. Uskuna yondashuvi apparatni o'rganishga yo'naltirilgan.

AT ning ishlashi test dasturlari yordamida tekshiriladi.

Sinov dasturlari quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) sozlash;
- 2) nazorat qilish;
- 3) diagnostika.

Kuzatuv test dasturlari ATni murakkab o'rnatishning yakuniy bosqichida va tizimlarning ishlashi vaqtida tekshirishga xizmat qiladi. Ushbu dasturlar hududlarning kengayishi prinsipiga muvofiq ishlab chiqilgan bo'lib, ular bo'yicha sinovlarda ishlatiladigan asbob-uskunalar va dasturiy taminotning testlash.

Diyagnostik test dasturlari ATni bartaraf etishga xizmat qiladi va ushbu jarayonni avtomatlashtirishni taminlaydi. Dastur komplekslarini disk raskadrovka qilish dasturiy taminot ishlaydigan, texnik topshiriqni bajarish talablariga javob beradigan, xatolar aniqlanadigan va bartaraf etilganligini aniqlash maqsadida amalga oshiriladi. Ushbu ish o'rinlari dasturiy taminotni ishlab chiqish umumiy xarajatlarining 35% ini tashkil etadi.

Xatolarni tuzatish quyidagi to'rt usul yordamida amalga oshiriladi:

- 1) Dasturlarni qurish uchun rasmiylashtirilgan qoidalar tizimi bilan dasturlarning qondirilishini tekshirish usuli bo'yicha strukturaviy nazorat va xatolarni aniqlash. Usul asosan dastur iyerarxiyasini pastki darajasida ishlatiladi. Ёзиш / ўқиш

o'zgaruvchilari, muayyan turlari, qulflangan va mavjud bo'lmagan joylardagi xatolar va dasturlarning tuzilmasini tuzish qoidalarini buzish imkonini beradi.

2) Xususiy deterministik testlarni amalga oshirishda disk raskadrovka qilinadi. Bu usul oraliq mahsulotlar tayyorlash va asosiy ma'lumotlar, ayrim deterministik majmui bilan dasturning ishlashi natijasida funksiyalar va standart funksiyalarni solishtirishga o'z ichiga oladi. Statik disk raskadrovka dasturlari ishlashni tekshirishni va dasturlarning aniqligini tekshirishni o'z ichiga oladi.

3) Tizimning dinamikada ishlashini tekshirish bilan dastlabki o'zgaruvchilar o'zgarishining butun doirasidagi disk tekshiriladi.

4) Sinovlarni amalga oshirishning statistik xususiyatlariga ko'ra disk raskadrovka. Natijalar ularning tarqatish qonunlariga va ushbu qonunlarning parametrlariga muvofiq tekshiriladi. Haydash jarayonida dasturlarning dinamik xususiyatlari ularni bajarish vaqtiga, ijro etilish tartibiga, xotiradan foydalanishga va boshqa ko'rsatkichlarga qarab tekshiriladi. Ushbu disk tekshirilganda asosiy, algoritmik va tizimli xatoliklar juda aniq ko'rinadi.

Xatolarni tuzishning asosiy prinsipi- vazifalarning izchil iyerarxik asoratlari, bir vaqtning o'zida ishlaydigan dasturlarning hajmini oshirish, aylantiriladigan ma'lumotlarning hajmi hisoblanadi.

## **2.Дастурий мажмуани созлаш босқичлари**

Murakkablik darajasi, haqiqiy vaqt o'lchovi va real uskunalarning ishlashi darajasida, AT dasturlari kompleksini disk raskadrovka qilish jarayoni to'rt bosqichga bo'linadi:

1) avtonom statik va avtonom dinamik ishlash vazifalari;

2) dastur kompleksining statik va dinamik nosozligi tekshirish obyektiga ulanmasdan amalga oshiriladi;

3) real resurslar va axborotni oluvchilar bilan dastur kompleksini disk raskadrovka qilish;

4) dasturlarni statistik tekshirish.

Dasturlarning avtonom nosozliklarini tuzatish dasturi va tuzatishlar dasturlarini tekshirishni taminlaydi. Bu erda biz mantiqiy qarorlar qabul qilish sxemasini tekshirib ko'ramiz, yarim soniyali miqdorlarning konvertatsiya qilinishining to'g'riligi, foydalaniladigan ma'lumotlarning tarkibi va aniqlanadigan ma'lumotlar. har bir dastur yo'nalishi uchun marshrutni bajarish vaqti va ehtimoli ko'rib chiqiladi. Statik disk raskadrovka bilan, dasturlarning kirish parametrlarining individual qiymatlari uchun javoblari tekshiriladi. Ish natijalari ma'lum natijalar bilan taqqoslansa, muammoni hal etishning aniqligi taxmin qilinadi. Dinamik disk raskadrovka bilan, kirish parametrlarining o'zgaruvchan diapazoni simulyatorlar tomonidan belgilanadi va chiqish ma'lumotlari ma'lumotlarni qabul qilish simulyatorlariga o'tkaziladi.

Haqiqiy vaqtli tizimlarni murakkab nosozliklarni tuzatish maqsadli vazifalarni dispatcherlik dasturining nazorati ostida sinovdan o'tkazishga qaratilgan.

Бундай ҳолда ахборот манбалари ва қабул қилувчилар симуляция қилинади. Статик комплексли диск раскадровка икки хусусиятга эга:

- Dasturni dispatcher tomonidan yoqilganda haqiqiy vaqtni hisobga olmaganda;
- boshqa paytlarda dispatcher tomonidan kiritilgan boshqa dasturlar va quyi tizimlar bilan real vaqtdagi shovqinlarni zaif ko‘rish.

Dinamik kompleksli disk raskadrovka dasturi real vaqtda o‘zgarishlarni hisobga olgan holda dastur guruhlarining o‘zaro tasirini tekshiradi. Tashqi abonentlar maxsus dastur yoki simulyator yordamida simulyatsiya qilinadi.

### **3. Dinamik sozlashning asosiy vazifalari**

Dinamik disk raskadrovka asosiy vazifalari:

- 1) Dastur paketini ishga tushirish uchun dastlabki rejimni tekshirish.
- 2) Dasturlarning eng xavfli va manba malumotlarini ishlatish qiyin bo‘lganini tekshirish.
- 3) Ixtiro qurilmalaridagi uzilishlar va noto‘g‘ri holatlarda, asosiy malumotlarning buzilishi bilan dastur kompleksining ishlashining barqarorligini tekshirish.
- 4) AT ning funksional boshqaruv dasturlari kompleksining samaradorligini tekshirish.

Dinamik murakkab nosozliklarni bartaraf etishda to‘ldirish bufer xotiralar dinamikasi, dasturlarni ulash dinamikasi, davriy dasturlarni ulash uchun signalni ishlab chiqish, xizmat ko‘rsatish va nazorat qilish dasturlarining ishlashi tekshiriladi. Dasturlarning funksional guruhlari ketma-ket ulanishi va hajmining oshishi ikki strategiyadan biri bo‘yicha amalga oshiriladi:

- 1) Birinchidan, boshqa algoritmlar tomonidan ishlab chiqarilgan malumotlardan deyarli mustaqil dasturlarning ishlab guruhlari dispatcherga bog‘langan. Bundan tashqari, boshqa funksional algoritmlardan axborotni ishlatadigan algoritmlar ketma-ket ravishda o‘rnatiladi.
- 2) Funksional dasturlar kiruvchi xabarlariga yoki ishlab chiqarilgan ilovalarga bog‘liq holda tabiiy chaqiruv tartibida bog‘lanadi. Shu bilan birga, simulyatorlar yordamida barcha kerakli tashqi malumotlar.

Funksional vazifalar orasida axborot almashish jarayonini nazorat qilish qiyin. Murakkabligi tashqi obunachilarning kelgan tasodifiy oqimlari, malumotlarning buzilishi va yo‘qolishi, algoritmlarning ishlash jarayonining tasiri bilan bog‘liq.

Haqiqiy obyekt bilan murakkab disk raskadrovka haqiqiy boshqaruv obyektining xususiyatlarini hisobga olgan holda AT disk raskadrovka jarayonining bajarilishini nazorat qilishga xizmat qiladi.. Ushbu bosqichda boshqarish jarayonlarining xususiyatlari aniqlanadi, ATning ishlab boshqaruvi tizimlari, malumotlarni uzatish tizimlarini monitoring qilish algoritmlari disk raskadrovka qilinadi, shovqin daxlsizligi va dastur kompleksining ishlashi ishonchligi tekshiriladi.

Statistik dasturlar sinovlari disk raskadrovkasi bo‘yicha eng uzoq bosqichni ifodalaydi. Sinovlar statistik testlar yordamida amalga oshiriladi. Hisoblash natijalarining statistik tavsiflari tekshirilishi kerak. Kirish o‘zgaruvchilaridagi tasodifiy o‘zgarishlarni kiritish mumkin bo‘lgan holatlar oralig‘ini kengaytiradi, unga ko‘ra, malumotlarning mantiqiy qayta ishlash yo‘nalishlarini kiritish mumkin. Bu

esa, tasdiqlangan mantiqiy marshrutlar sonini determinant testlar bilan tasdiqlanganlarga nisbatan kengaytirish imkonini beradi.

#### **4.Axborot tizimining ish sozligini tekshirish**

Axborot tizimini tekshirish sozlash rejimida va uni ekspluatitsiya qilish rejimida tekshiriladi. Tekshirish apparat vositalarining va dasturlarning texnik xolatining xakkoniyligi bilan xarakterlanadi.

Axborot tizimining ish sozligi test dasturlari asosida amalga oshiriladi.

Test dasturlari uch turga bulinadi:

- 1) sozlovchi;
- 2) nazorat kiluvchi;
- 3) diagnostik.

Nazorat kiluvchi test dasturlari axborot tizimini yakuniy boskichida kompleks sozlash davrida tekshirishda xizmat qiladi.

Diagnostik test dasturlari axborot tizimining nosozligini kidirish uchun xizmat kiladi. Unda dasturiy ta'minotning texnik topshirikka mosligi va ishlash kobiliyatiga ega ekanligi tekshiriladi.

Axborot tizimini sozlash kuyidagi 4 ta usulni qo'llash orkali bajariladi:

- 1) Strukturali nazorat va xatolarni topish- dasturni formallashtirgan tartibda ishlashni kondirishini tekshirish usuli. Ushbu usul asosida uzgaruvchilarni yozish/ukish xatoliklari, dasturning sikklanib kolishi va ortikcha uchastkalarining mavjudligi tekshiriladi.
- 2) Oralik va natijaviy kiymatlarga ega bulishni tekshirish. Unda dasturning boshlangich kiymatlar buyicha oralik va natijaviy kiymatlarni olish vaularning etalon bilan masligi tekshiriladi.
- 3) Boshlangich uzgaruvchilarning barcha diapazonda ishlashini sozlash va tizimning dinamik xolatda funksiyalanishini tekshirish.
- 4) Statik xarakteristikalar buyicha sozlash testlarini kullash. Unda natijalar parametrlarning uzgarish konunlari asosida tekshiriladi. Bunday sozlash prinsipial, algoritmik va tizimli xatolarni topishga qaratiladi.

Sozlashning asosiy prinsipi masalani ketma-ket iyerarxik murakkablashtirib borish, bir vaktida faoliyat ko'rsatadigan dasturlar xajmini oshirish borishdan iboratdir.

#### **5.Dasturiy majmuani sozlash bosqichlari**

Murakkablik darajasi buyicha, real vakt masshtabi bilan aloka buyicha va real apparaturaning funksiyalanishi buyicha axborot tizimini uchun kompleks dasturni sozlash jarayoni turt bosqichga bo'linadi:

- 1) funksiyalanuvchi masalalarni avtonom statik va avtonom dinamik sozlash;
- 2) Boshqarish obyektiga ulamasdan butun kompleks dasturni statik va dinamik sozlash;
- 3) Kompleks dasturni real axborot manbalari orkali sozlash;

4) dasturni statik tarzda sinovdan utkazish.

Axborot tizimini ekpluatatsiya qilishni tashkil etish

Axborot tizimidan samarali foydalanish tizimni tugri ekspluatatsiya kilishga va unga xizmat kursatishga bogliqdir.

Loyixalash jarayonida kuyidagi masalalar yechilishi kerak:

- 1) Axborot tizimining texnik vositalari xolatini nazorat kilish.
- 2) Axborot tizimini ish sozligini tiklash.
- 3) Ekspluatatsiya kilish sharoitlarini ta'minlash.
- 4) xizmat kursatuvchi personal malakasini oshirish

### 1. Texnik tizim holatini tekshirishni rejalashtirish

Uskunani nazorat qiluvchi axborot tizimlarida paydo bo'lgan xatolar texnik vositalar bilan aniqlanmasa, vaziyatlar paydo bo'lishi mumkin. Shu munosabat bilan dasturiy taminotni boshqarish zarur bo'ladi. Nazorat dasturlarini tasodifiy vaqtlarda yoki tizimlarda tez-tez ishlatiladigan oldindan belgilangan vaqtlarda yoqish mumkin. (8.1) munosabatidan, tekshirish bosqichi tugaganidan so'ng darhol hal qilinadigan vazifalar maksimal ishonchliligiga erishilganligi va minimal vazifa tekshirish bosqichidan oldin hal etilishi.

Cheklangan bo'lgani uchun, keyin  $Q(\Delta t)$  TPI davri bilan davriy funksiya.  $Q(\Delta t)$  qiymati o'zgaradi:

$$0 < Q(\Delta \square t) < Q(TPI).$$

TPni qisqartirish vazifalarni hal qilishning ishonchliligini oshiradi, lekin nazoratni tashkil etishning nisbatan tezligi oshadi, bu AT ko'rsatkichining pasayishiga teng. Shuning uchun tekshiruvlarning ratsional davriyligini tanlash muammo tug'diradi.

### Nazorat sasollari

1. Axborot tizimining ish sozligi qanday tekshiriladi?
2. Dasturiy majmuani sozlash bosqichlarini belgilab bering.
3. Dinamik sozlashning asosiy vazifalari nimalardan iborat?
4. Axborot tizimining ish sozligi nimalarga bog'liq?
5. Dasturiy majmuani sozlash bosqichlarini belgilab bering.
6. Axborot tizimini sozlashda qandaay usullardan foydalaniladi?
7. Axborot tizimlarida xatolarni tuzatish usullarini belgilang?
8. Axborot tizimlarining sinov dasturlari qanday turlarga bo'linadi?

# AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

## 1 - Amaliy mashg'uloti.

### Elementar zvenolar va ularning vaqt xarakteristikalar, berk sistemalarning uzatish funktsiyalarini aniqlash.

**Ishdan maqsad:** Avtomatik boshqarish tizim bo'g'inlarining o'tish xarakteristikalarini qurish. Avtomatik boshqarish tizimlarining struktura sxemalarini o'zgartirish.

#### NAZARIY QISM

Real tizimlarda jarayonlarni tadqiq qilish uchun ideallashtirilgan sxemalardan foydalaniladi. Bu sxemalardan matematik aniqlik bayon etiladi va signalarning berilgan sohasida tizimning real bo'g'inlarini taqriban tavsiflaydi.

ABT da tipik bo'g'inlar tushunchasi kiritiladi, bu bo'g'inlarning uzatish funktsiyasi chastotalarning ma'lum sohasida boshqarish tizimining real bo'g'inlariga mos tushadi. Birinchi va ikkinchi tartibli chiziqli differentsial tenglamalar bilan bayon etiluvchi tipik bo'g'inlar qatorini ajratib ko'rsatish mumkin.

a) oddiy: proporsional, integrallovchi va differentsiallovchi bo'g'inlar;

b) birinchi tartibli bo'g'inlar: inertsiya, inertsiya-differentsiallovchi;

v) ikkinchi tartibli tebranuvchi modellar. Hamma tipik bo'g'inlar ratsional kasrni ifodalovchi uzatish funktsiyasiga ega.

$$W(p) = \frac{K(p)}{D(p)} \quad (1)$$

$w(p)$  bo'g'inning uzatish funktsiyasi deb, boshlang'ich nol shartlarda, kiritishdagi signal tasvirining chiqishdagi signal tasviriga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$h(t)$  bo'g'inning (tizimning) o'tish funktsiyasi deb, tizimning bo'g'inini birlik pog'onali ta'siriga bo'lgan javobi (reaktsiyasi)ga aytiladi.

Impul's o'tish funktsiyasi yoki tizim bo'g'inining 5 tipdagi funktsiya ta'siriga bo'lgan javobi (reaktsiyasi) ga aytiladi.

Ancha murakkab chiziqli bo'g'inlar tipik bo'g'inlarning birlashishiga olib kelinishi mumkin.

Mazkur ishda bo'g'inlarning dinamik xossalari "razgon" egri chiziqlarini olib tashlash va ular asosida o'tish funktsiyalarini qurish yo'li bilan bog'lik:

$$h(t) = \frac{X(t)}{A} \quad (2)$$

bu erda  $h(t)$  - o'tish funktsiyasi;

$X(1)$ -chiqish miqdorining vaqtdagi o'zgarishi ("razgon" egri chizig'i);

$A$  - g'alayonlantiruvchi ta'sirning amplitudasi.

ABT tipik bo'g'inlari quyidagi tavsiflarga ega:

Proporsional bo'g'in. Chiqish miqdori kirish miqdoriga to'g'ri proporsional bo'lgan bo'g'in eng oddiy bo'g'in deyiladi. Bunday bo'g'in tenglamasi:  $y = k \cdot x$ , bu erda  $k$ - bo'g'inning kuchayish koeffitsienti. Kuchlanish, bo'luvchisi, doimiy tok kuchaytirgichi, richagli uzatish, reduktorni uzatish va h.k. lar proporsional bo'g'incha misol bo'ladi.

Proportsional bo`g`inlar inertsiyasiz deyiladi, chunki signalning kirishdan chiqishga uzatilishi bir lahzada, hech qanday inertsiyasiz amalga oshiriladi, deb hisoblanadi.

Proportsional bo`g`inning uzatish funktsiyasi:

$$W(p) = k, \quad (3)$$

bu erda k- uzatish (kuchaytirish) koeffitsienti p- Laplas operatori.

O`tish funktsiyasi:

$$h(t) = k * 1(t) \quad (4)$$

Vazn funktsiyasi:

$$w(t) = k * \delta(t). \quad (5)$$

Integrallovchi bo`g`in. Chiqish miqdori vaqt bo`yicha kirish miqdorining integraliga teng yoki unga proportsional bo`lgan bir qator bo`g`inlar mavjud. Bu bo`g`inlar quyidagi ko`rinishdagi tenglamalar bilan bayon etiladi:

$$y = k \int_0^t x(t) * dt + y_0 \quad (6)$$

o`tish funktsiyasi:

$$h(t) = k * t * 1(t) \quad (7)$$

vazn funktsiyasi:

$$w(t) = k * 1(t) \quad (8)$$

**Differentsial bo`g`in.** Chiqishda ixtiyoriy kirish signalidan hosila hosil qilmaydigan real element mavjud emas. Lekin tizimning strukturasi sxemasini tuzishda, uni bo`g`inlarga shunday ajratish mumkin bo`ladiki, bunda differentsiallovchi bo`g`in tushunchasining kiritilganligi to`la asoslangan bo`ladi. Bunday holda chiqish miqdori kirish miqdoriga hosila sifatida bog`lik bo`ladi:

$$y(t) = k * \frac{dx}{dt} \quad (9)$$

bu erda k -proportsionallik koeffitsienti.

Differentsiallovchi bo`g`inning uzatish funktsiyasi:

$$W(p) = p * k \quad (10)$$

O`tish funktsiyasi:

$$h(t) = k \delta(t) \quad (11)$$

Vazn funktsiyasi:

$$w(t) = k \frac{d\delta(t)}{dt} \quad (12)$$

Inertsiyali bo`g`in. ABT ning eng keng tarqalgan bo`g`inlaridan biri - inertsiyali bo`g`indir. U quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$y + T \frac{dy}{dt} \delta = kx \quad (13)$$

bu erda k va T - mos ravishda kuchaytirish koeffitsienti va bo`g`inning vaqt doymiyisi.

Inertsiyali bo`g`inning uzatish funktsiyasi:

$$W(t) = \frac{k}{1 + pT} \quad (14)$$

o`tish funktsiyasi:

$$h(t) = k * (1 - \exp^{-t/T}) * 1(t) \quad (15)$$

vazn funktsiyasi:



$$w(t) = \frac{dh}{dt} = \frac{k}{T} * \exp^{(-t/T)} * 1(t) \quad (16)$$

Egallovchi bo`g`in. Quyidagi differentsial tenglama bilan ifodalanuvchi bo`g`in egallovchi bo`g`in deyiladi:

$$y = k * (x + T * \frac{dx}{dt}) \quad (17)$$

Bunday bo`g`in proporsionap va differentsial yoki inertsiyali bo`g`inlarni har xil parallel birlashtirish natijasida hosil bo`ladi.

Egallovchi bo`g`inning o`tish funksiyasi:

$$W(p) = k*(1+pT) \quad (18)$$

Egallovchi bo`g`inning o`tish va vazn funksiyalari oddiy bo`g`inlarning tegishli funksiyalari yig`indisi ko`rinishida bo`ladi:

$$h(t) = k * 1(t) + k * T * (t); \quad (19, 20)$$

$$w(t) = k * (t) + kT * \frac{d\delta}{dt}$$

Inertsiali-differentsiallovchi bo`g`in. Quyidagi differentsial tenglama bilan ifodalanuvchi bo`g`in real differentsiallovchi yoki inertsiyali-differentsiallovchi bo`g`in deyiladi.

Egiluvchan gidravlik bog`likli mexanik tizim va mos tarzda yoqilgan reaktiv qarshiliklarga ega tur kutblilar bunday bo`g`inga misol bo`la oladi.

Inertsiali-differentsiallovchi bo`g`inning uzatish funksiyasi:

$$y + T * \frac{dy}{dt} = k * \frac{dx}{dt} \quad (21)$$

Inertsiali-differentsiallovchi bo`g`inning uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{kp}{1 + pT} \quad (22)$$

o`tish funksiyasi

$$h(t) = \frac{k}{T} * \exp^{(-t/T)} * 1(t) \quad (23)$$

vazn funksiyasi

$$w(t) = \frac{k}{T} * (t) - \frac{k}{T^2} * \exp^{(-t/T)} * 1(t) \quad (24)$$

Inertsiali-egallovchi bo`g`in. Quyidagi eng umumiy ko`rinishdagi birinchi tartibli differentsial tenglama bilan ifodalanuvchi bo`g`in inertsiyali-egallovchi (yoki qattiq) bo`g`in deyiladi.

$$y + T * \frac{dy}{dt} = k * (x + T_0 * \frac{dx}{dt}) \quad (25)$$

o`tish funksiyasi

$$h(t) = k * (1 + (\frac{T_0}{T} - 1) * \exp^{(-t/T)} * 1(t)) \quad (26)$$

vazn funksiyasi

$$\omega(t) = \frac{k}{T} * (1 - \frac{T_0}{T}) * \exp^{(-t/T)} * 1(t) + k * \frac{T_0}{T} * (t) \quad (27)$$

Ikkinchi tartibli davriy bo`g`in. Ikkinchi tartibli davriy bo`g`in uchun differentsial tenglama va uzatish funksiyasi quyidagi ko`rinishga ega bo`ladi:

$$T_2^2 * \frac{dx^2}{dt^2} + T_1 * \frac{dx}{dt} + x = k * Y \quad (28)$$

$$W(p) = \frac{k}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1} \quad (29)$$

Bunda  $T_1$  va  $T_2$  vaqt doimiylari urtasida

$$T_2 < 0,5 * T_1 \quad (30)$$

munosabat saqlanishi kerak.

Agar bu shart bajarilsa, ikkinchi tartibli davriy bo`g`in tebranish bo`g`inga aylanadi.

**Tebranish bo`g`in.** Tebranuvchi bo`g`in  $0 < C < 1$  chegarada yotuvchi  $C$ , o`rish darajasidagi ikkinchi tartibli tenglama bilan bayon etiladi:

$$y + 2\xi T \frac{dy}{dt} + T^2 \frac{d^2y}{dt^2} = kx. \quad (31)$$

Tebranish bo`g`inining vaqt doimiysi uning rezonans chastotasi bilan kuydagi munosabat orqali bog`lik:

$$q = \frac{1}{T} \quad (32)$$

Tebranish bo`g`inining uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{k}{1 + 2\xi T p + T^2 p^2} \quad (33)$$

o`rish funksiyasi

$$h(t) = k \left[ 1 - e^{-\gamma t} \left( \cos \lambda t + \frac{\gamma}{\lambda} \sin \lambda t \right) \right] * 1(t) \quad (34)$$

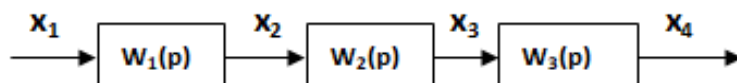
vazn funksiyasi

$$w(t) = \frac{kq^2}{\lambda} e^{(-\gamma t)} * \sin \lambda t * 1(t) \quad (35)$$

Turli avtomatik boshqarish tizimlarni (ABT) hisoblashda, bu tizimlar eng avvalo dinamik bo`g`inlarga bo`linishi kerak. Dinamik bo`g`in deganda, konstruktiv jihozlangan va istalgan fizik ko`rinishdagi qurilma tushuniladi, hamda ular aniq differentsial tenglama ko`rinishida ifodalanadi.

Ko`p hollarda, ABTni aniq tipik uzatish funksiyasiga ega bo`lgan dinamik bo`g`inlarning kombinatsiyasi sifatida qarash mumkin. Bo`g`inlarning ko`p tarqalgan quyidagi aloqadorlik ko`rinishlarini uchratish mumkin.

Bo`g`inlarning ketma-ket ulanishi.



1-Rasm.

Bundan ko`rinib turibdiki, bunday bo`g`inlarning natijaviy uzatish funksiyasi, har bir alohida bo`g`inning uzatish funksiyasi ko`paytmasiga tengdir:

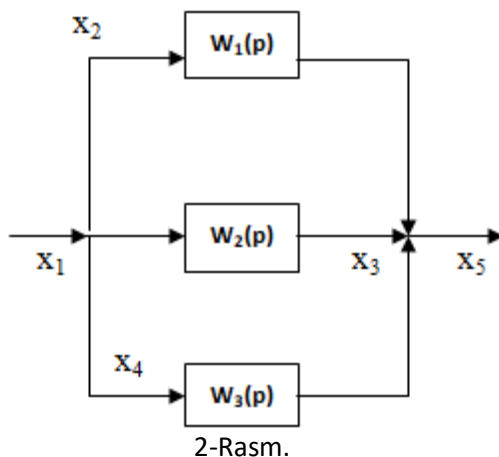
$$W_p(p) = W_1(p) * W_2(p) * W_3(p) \quad (1)$$

Bu ifodani quyidagi ko`rinishda yozish mumkin:

$$W_p(p) = \prod_{i=1}^n W_i(p)$$

Shuni ta'kidlash lozimki, bunday ifoda faqat yo`nalish xarakteriga ega bo`lgan bo`g`inlar uchun o`rinlidir (signal faqat bir tomonga utadigan hollar uchun).

**Bo`g`inlarning parallel ulanishi.**



Bu erda barcha bo`g`inlardan chiqadigan signallar qo`shilishi sababli, tizimning uzatish funksiyasi, bo`g`inlarning uzatish funksiyasi yig`indisiga tengdir:

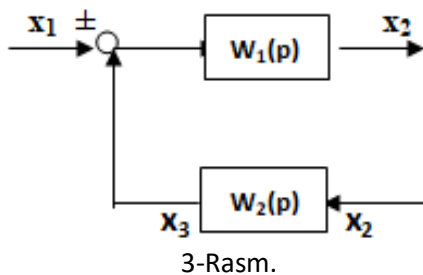
$$W_1(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p) \dots \dots \quad (2)$$

ya`ni:

$$W_p(p) = \sum_{i=1}^n W_i(p).$$

**Teskari aloqali bo`g`inlar.**

Bunday ulangan bo`g`inlarning ko`rinishi quyidagi rasmda tasvirlangan:



Teskari aloqa musbat bo`lishi uchun, ikkinchi bo`g`inning chiqish yo`lidan olinadigan  $x_3$  signali, kirish yo`lidagi  $x_1$  signali bilan qo`shilishi kerak, aks holda, agar  $x_3$  signali undan ayrilsa, y holda teskari aloqa manfiy bo`ladi.

Bunday bo`g`inlarning kombinatsiyasidan tashkil topgan bo`g`inlarning natijaviy uzatish funksiyasini aniqlash uchun quyidagi munosabatlar qo`llaniladi:

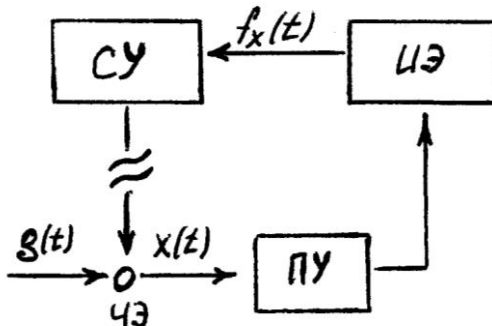
$$\begin{cases} x_2 = W_1(p)[x_1 + x_3], \\ x_3 = W_2(p)x_2 \end{cases}$$

Bu erda "+" ishorasi musbat teskari aloqaga tegishli bo`lsa - ishora esa manfiy ko`rinishdagi teskari aloqaga tegishlidir.

$x_3$  ga nisbatan bu tenglamani birgalikda ishlagan taqdirda, natijaviy uzatish funksiyasini topish mumkin:

$$W_p(p) = \frac{W_1(p)}{1 \pm W_1(p)W_2(p)} \quad (3)$$

Yuqorida ta'kidlaganimizdek, bu erda ham "+" ishorasi musbat teskari aloqaga tegishli bo'lsa, "-" ishorasi esa, manfiy teskari aloqaga tengishlidir. Dinamik bo'g'inlar qo'llanilganda, eng oddiy hollarda, odatda ochiq tizimning uzatish funksiyasi topiladi (4-rasm).



4-Rasm.

Bu erda sezuluvchan element (SE) boshqarish ob'ektidan (BO) ajratilgandir. Keyingi bosqichda quyidagi formulalardan ABC ning barcha tenglamalari topiladi:

$$Y(t) = \frac{W(p)}{1 + W(p)} g(t) \quad (4)$$

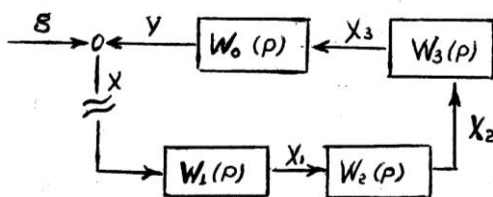
$$X(t) = \frac{g(t)}{1 + W(p)}$$

bu erda  $x(t)$  - xatolik signali;

$g(t)$  - boshqarish ta'siri;

ABC ni tahlil qilganda uning strukturaviy sxemasini qurish talab kilinadi. Bunday strukturaviy sxemalar dinamik bo'g'inlarning o'zaro aloqadorligini ifodalaydi.

5-rasmda ochiq ABT ning strukturaviy sxemasi keltirilgan bo'lib, unda boshqarish zanjiri ketma-ket ulangan bo'g'inlardan tashkil topgan hol o'z aksini topgan.



5-Rasm.

Bunday hol uchun ochiq tizimning uzatish funksiyasi quyidagicha ifonaladi;

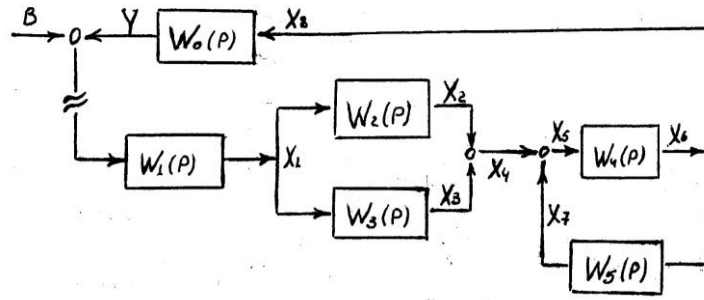
$$W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p) \cdot W_0(p) \quad (5)$$

Bu erda  $W_0(p)$ ,  $W_1(p)$ ,  $W_2(p)$ ,  $W_3(p)$  - ABT ga tegishli bo'lgan alohida bo'g'inlar va boshqarish ob'ektining uzatish funksiyasini belgilaydi.

5- rasmdagi strukturaviy sxemadan va uning uzatish funksiyasidan ko'rinib turibdiki, ochiq tizimning uzatish funksiyasini aniqlash uchun, tizimni istalgan joyidan ochish mumkin.

Demak, 5-rasmda keltirilgan hol majburish SHK darajasiga da'vogarlik qila olmaydi.

Endi nisbatan murakkabroq bo'lgan strukturaviy sxemani ko'rib chiqamiz:



6-rasm.

Ochiq ABT ning bunday strukturaviy sxemasining uzatish funksiyasi quyidagicha ifodalanadi:

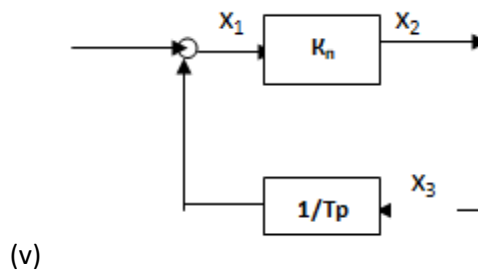
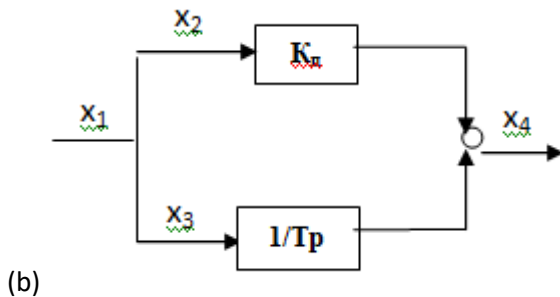
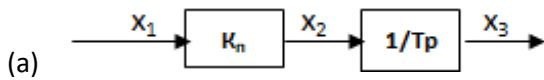
$$W(p) = W_1(p)W_2(p)W_3(p) + \frac{W_4(p)}{1 + W_4(p)W_5(p)}W_0(p)$$

Bu misolimizda ham, ochiq tizimning uzatish funksiyasini aniqlash uchun, tizimni boshka joydan ochib ifodalash mumkin.

5 va 6 - rasmlarda keltirilgan tizimlar uchun, ochiq tizimning uzatish funksiyasi  $W(r)$  ni bo`lgan holda, (4) formulaga asosan, simvolli formada yozilgan xatolik va sozlash qiymatlari uchun differensial tenglamalarni topish mumkin.

### Analiy mashg`ulot topshiriqlari.

**1-Topshiriq.** 7-rasmda keltirilgan a, b, v ko`rinishidagi boshqarish tizimlarning uzatish funksiyalari ifodalarini aniqlang (Parametrlarning sonli qiymatlari 1 - jadvalda keltirilgan).



7-Rasm.

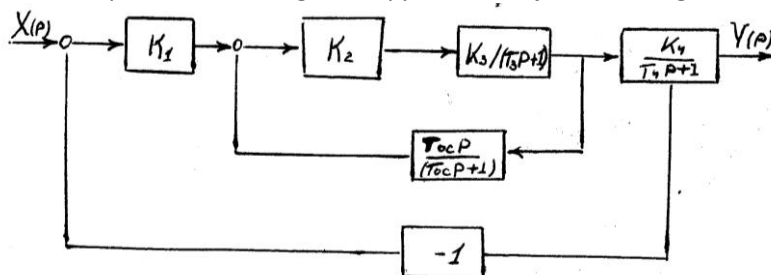
### 1-jadval.

Variant	PARAMETRLAR		
	K (1/c)	T (sek)	Tezkari aloqa ishorasi

1	10	0,5	+
2	20	0,5	+
3	30	1	-
4	40	2	-
5	50	1	+
6	100	0,5	+
7	10	1	-
8	100	2	-
9	1000	2	+
10	10000	2	+
11	500	2	+
12	60	1	-
13	100	2,5	-
14	100	1	+
15	10	2	+
16	1000	1	-
17	100	1,5	+
18	500	1	-
19	60	2	-
20	10	1,5	+

**2 - Topshiriq.** 8-rasmda tasvirlangan yopik boshqarish tizimning strukturaviy sxemasini yoying va uning uzatish funksiyasini aniqlang.

Topshiriq variantlari va parametrlarining sonli qiymatlari 2- jadval keltirgan.



8-Rasm.

2-jadval.

Var.	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0s</sub>
1	2	100	100	2,5	0,05	0,07	0,2
2	2	50	100	2,5	0,05	0,07	0,2
3	1	100	10	2,5	0,08	0,05	0,1
4	2	10	100	1,5	0,08	0,07	0,2
5	3	100	10	1,5	0,03	0,08	0,1
6	1	100	100	2	0,05	0,05	0,3
7	2	100	50	2	0,04	0,01	0,2
8	4	10	50	1	0,06	0,05	0,2
9	2	50	10	3	0,06	0,04	0,4
10	2	50	1	3	0,05	0,05	0,3
11	3	10	50	1	0,07	0,01	0,7
12	5	100	100	2,5	0,05	0,01	0,7
13	6	50	100	4	0,08	0,03	0,8
14	2	100	100	3	0,04	0,02	0,5
15	3	50	50	2	0,03	0,05	0,7

16	4	100	100	5	0,09	0,06	0,3
17	2	50	50	6	0,07	0,05	0,2
18	3	10	10	4	0,02	0,04	0,3
19	4	100	100	3	0,04	0,02	0,5
20	5	50	50	2,5	0,01	0,01	0,5

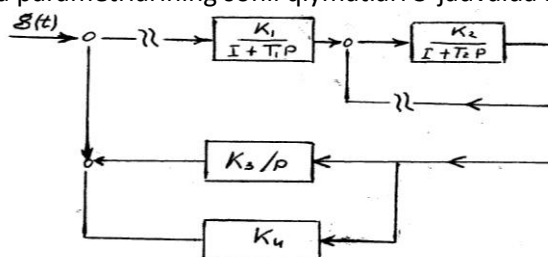
**3 - Topshiriq.** 9-rasmda keltirilgan ko'p konturli ABT ning uzatish funktsiyasi ifodasini aniqlang.

Buning uchun tizimni oldindan quyidigicha oching:

A) birinchi bo'g'inning kirish yo'lidan;

B) ikkinchi bo'g'inning teskari aloqa zanjiridan.

Topshiriq variantlari va parametrlarining sonli qiymatlari 3-jadvalda keltirgan.



Rasm 9.

3-jadval.

Var.	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
1	2	100	100	2,5	0,05	0,07
2	2	50	100	2,5	0,05	0,07
3	1	100	10	2,5	0,08	0,05
4	2	10	100	1,5	0,08	0,07
5	3	100	10	1,5	0,03	0,08
6	1	100	100	2	0,05	0,05
7	2	100	50	2	0,04	0,01
8	4	10	50	1	0,06	0,05
9	2	50	10	3	0,05	0,04
10	2	50	10	3	0,05	0,05
11	3	10	50	1	0,07	0,01
12	5	100	100	2,5	0,05	0,01
13	6	50	100	4	0,08	0,03
14	2	100	100	3	0,04	0,02
15	3	10	50	2	0,03	0,05
16	4	50	100	5	0,09	0,06
17	2	100	50	6	0,07	0,05
18	3	10	10	4	0,02	0,04
19	4	100	100	3	0,04	0,02
20	5	50	50	2,5	0,01	0,01

### Nazorat savollari.

1. Bo'g'inning uzatish funktsiyasi deb nimaga aytiladi?
2. Har bir bo'g'in uchun o'tish tavsiflarining analitik ifodalarini keltiring.
3. K- koefitsientning o'sishi (kamayishi) har bir bo'g'in o'tish tavsifiga qanday ta'sir qiladi?

4. Bo`g`in o`tish tavsifi ko`rinishiga ko`ra uning uzatish funksiyasi parametrlarini qanday aniqlash mumkin?
5. Dinamik bo`g`in nima?
6. Bo`g`inlar bir-biri bilan qanday ulanadi?
7. Bo`g`inlarning qanday mosliklarini bilasiz?
8. Avtomatik boshqarish tizimi (ABT) tasnif sxemasini ixtiyoriy joyda tutashtirish mumkinmi?



## 2 - Amaliy mashg'uloti.

### Chiziqli sistemalarning chastotaviy va logarifmik xarakteristikalarini qurish.

**Ishdan maqsad:** Avtomatik boshqarish tizimlarining quyidagi xarakteristikalarini qurishni o'rganish:

- amplitudaviy - fazali  $W(j\omega)$ ,
- amplitudaviy - chastotali  $A(\omega)$ ,
- fazali chastotali  $\varphi(\omega)$
- haqiqiy chastotali  $U(\omega)$
- mavhum chastotali  $V(\omega)$ .

#### Nazariy qism

Dinamik bo'g'inlarning asosiy xarakteristikalaridan biri, uning chastotali uzatish funksiyasidir.



1-Rasm.

Kirish yo'lga  $x = x_{\max} \cos \omega t$ , garmonik ta'sir berilgan dinamik bo'g'inni ko'rib chiqamiz (1-rasm):

Bu erda:  $x_{\max}$  - amplituda;

$\omega$  - berilgan ta'sirning burchak chastotasi;

Bu chiziqli bo'g'inning chiqish yo'lida barqaror rejimda ham o'sha chastotali garmonik funktsiya hosil bo'ladi, ammo umumiy holda, kirish qiymatiga nisbatdan  $\varphi$  burchakka faza bo'yicha siljish sodir bo'ladi. SHunday qilib, chiqish qiymati  $y$  quyidagicha yozish o'rinlidir:

$$y = y_{\max} \cos(\omega t + \varphi)$$

Chastotali uzatish funksiyasi  $W(j\omega)$  kompleks son bo'lib, uning moduli, chiqish qiymati amplitudasining kirish amplitudasi nisbatiga tengdir, argumenti esa - chiqish qiymati fazasi siljishining, uning kirish yo'lidagi qiymati nisbatiga tengdir:

$$\begin{aligned} \text{mod } W(j\omega) &= |W(j\omega)| = \frac{y_{\max}}{x_{\max}} \\ \arg W(j\omega) &= \varphi \end{aligned} \quad (1)$$

Chastotali uzatish funktsiya quyidagi ko'rinishda ifodalanishi mumkin:

$$W(j\omega) = A(\omega) * e^{j\varphi} = U(\omega) + jV(\omega) \quad (2)$$

Bu erda:  $A(\omega)$  - chastotali uzatish funksiyasining moduli;

$\varphi(\omega)$  - argument yoki faza;

$U(\omega)$  i  $V(\omega)$  - chastotali uzatish funksiyasining mos ravishdagi haqiqiy va mavhum tashkil etuvchilari.

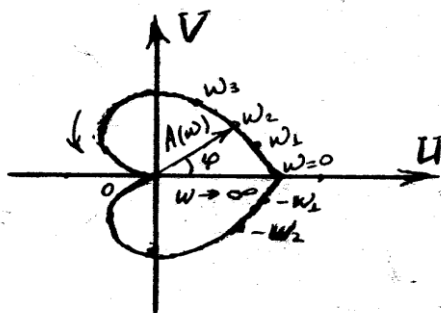
Umumiy hollarda, har qanday ko'rinishdagi kirish signali uchun, chastotali uzatish funksiyasini, chiqish va kirish qiymatlarining Fur'e tasvirlash nisbati deb ifodalash mumkin:

$$W(j\omega) = \frac{Y_{\max}(j\omega)}{X_{\max}(j\omega)} = W(p) \Big|_{p = j\omega} \quad (3)$$

Bo'g'inning chastotali xossalari ko'rgazmali ifodalash uchun, uning chastotali xarakteristikalari qo'llaniladi.

Amplitudaviy - fazali chastotali xarakteristika (AFCHX) kompleks tekislikda quriladi. U chastotali uzatish funktsiyaga mos bo'lgan vektorning geometrik tugash joyini (gadograf) tasvirlaydi.

2 -rasm,  $W(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$  ifodaning  $\omega$ -ning o'zgarishi 0 dan  $\infty$  gacha bo'lgan grafik ko'rinishi ko'rsatilgan.



2 -rasm.

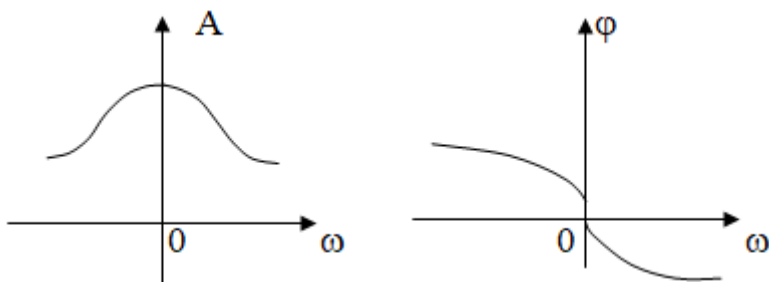
Abstsissa  $U(\omega) = \text{Re } W(j\omega)$  ning haqiqiy qismi ko'chiriladi, ordinata o'qida esa,  $V(\omega) = \text{Im } W(j\omega)$  ning mavhum qismi joylashtiriladi. Kompleks tekislikdagi har bir chastota uchun nuqta belgilanadi. Belgilangan nuqtalar ravon qiyshiq chiziq kuoinishida birlashtiriladi.

AFCHX nafaqat musbat chastotalar uchun, balki manfiy chastotalar uchun ham quriladi. AFCHX ni manfiy chastotasini qurishda, uning musbat chastotasini haqiqiy uqqa nisbatan akslantirish yo'li bilan hosil qilish mumkin. 2 - rasmda AFCHX nimg manfiy  $\omega$  uchun ko'rilgan grafigi punktir chiziqqlar orqali ifodalangan. Tanlangan chastotaga mos keladigan va koordinata boshidan AFCHX nuqtasigacha o'tkazilgan vektor uzunligi, chastotali uzatish funksiyasi moduliga tengdir.

Burchak vektor va soat strelkasiga qarama - qarshi hisoblanadigan haqiqiy o'qning musbat yo'nalishi, chastotali uzatish funksiyasining argumentiga yoki fazasiga teng bo'ladi.

SHunday qilib, AFCHX avvalambor bo'g'inni kirish ta'sirining har bir chastotasi uchun, amplitudaning kirish va chiqish qiymatlari va ular orasidagi fazalar siljishipi ko'rgazmali ifodalashga imkon beradi.

SHuni ta'kidlash lozimki, AFCHX o'rniga alohida amplituda - chastotali xarakteristikani va fazali chastota xarakteristikalarini qurish mumkin. Bunday xarakteristikalarini qurish tartibi 3 - rasmda ko'rsatilgan.

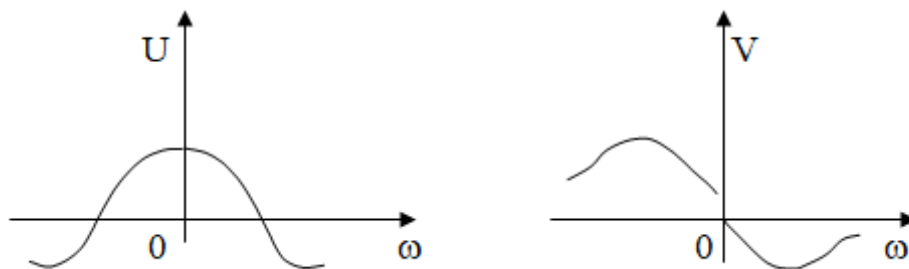


3-Rasm.

Amplituda chastotali xarakteristika, bizga bo'g'inning har xil chastotali signallarni qanday o'tkazishini ko'rsatadi. Kirish va chiqish amplitdolari qiymatlarining nisbati, signallarni baholashga imkon beradi.

Fazali chastota xarakteristika esa, turli chastotalarda bo'g'in kiritadigan fazali siljishlarni ko'rsatadi.

$U(\omega)$  va  $V(\omega)$  funktsiyalar uchun alohida haqiqiy va mavhum chastota xarakteristikalarini ham qurish mumkin. Bunday yondashuv yordamida ko'rilgan xarakteristikalar 4-rasmda ko'rsatilgan.



Rasm.4

Edi barcha fikrlarni inobatga olib misol ko'rib chiqamiz.

Uzatish funksiyasi:

$$W(p) = \frac{K}{1 + Tp}, \text{ bo'lgan va } K=3; T=0,2$$

uchun operiodik bo'g'inning quyidagi chastota xarakteristikalarini qurish talab qo'yilsin:

- kompleks  $W(j\omega)$ , chastota xarakteristikasi;
- amplituda  $A(\omega)$  chastota xarakteristikasi;
- fazali  $\varphi(\omega)$  chastota xarakteristikasi;
- haqiqiy  $U(\omega)$  chastota xarakteristikasi;
- mavhum  $V(\omega)$  chastota xarakteristikasi;

Echish: Oddiy uzatish funksiyasi  $W(p)$  ga  $p=j\omega$  ni qurish orqali  $W(j\omega)$  ni oson hosil qilish mumkin:

$$W(p) = \frac{K}{1 + Tp}$$

Ifodadan ko'rinib turibdiki, maxrajda mavhum qiymat hamroh bo'lgan. SHuning uchun, surat va maxrajni kompleks kettalikka ko'paytirish yo'li bilan maxrajdagi mavhum qiymatdan ozod qilamiz. SHuningdek, haqiqiy  $U(\omega)$  va mavhum  $V(\omega)$  qismlarga bo'lish yo'li bilan quyidagilarni hosil qilamiz:

$$W(j\omega) = \frac{K}{1 + Tj\omega} = \frac{K(1 - j\omega T)}{(1 + j\omega T)(1 - j\omega T)} = \frac{K - jKT\omega}{1 + \omega^2 T^2};$$

$$W(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega).$$

$$U(\omega) = \frac{K}{1 + \omega^2 T^2}; \quad V(\omega) = \frac{KT\omega}{1 + \omega^2 T^2};$$

$$A(\omega) = \sqrt{U^2(\omega) + V^2(\omega)}, \quad \text{va}$$

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{V(\omega)}{U(\omega)}$$

formulalar orqali chastotali uzatish funksiyasining modulini va argumentini hosil qilamiz.

Bizning misolimiz uchun:

$$A(\omega) = \frac{K}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}}; \quad \varphi(\omega) = \arctg \omega T.$$

Noldan cheksizlikkacha oraliqda chastotaga har xil qiymatlar berib,  $U(\omega)$ ,  $V(\omega)$ ,  $A(\omega)$  va  $\varphi(\omega)$  larni hisoblash mumkin. Natijalarni jadvalga yozganda quyidagilarni hosil qilamiz.

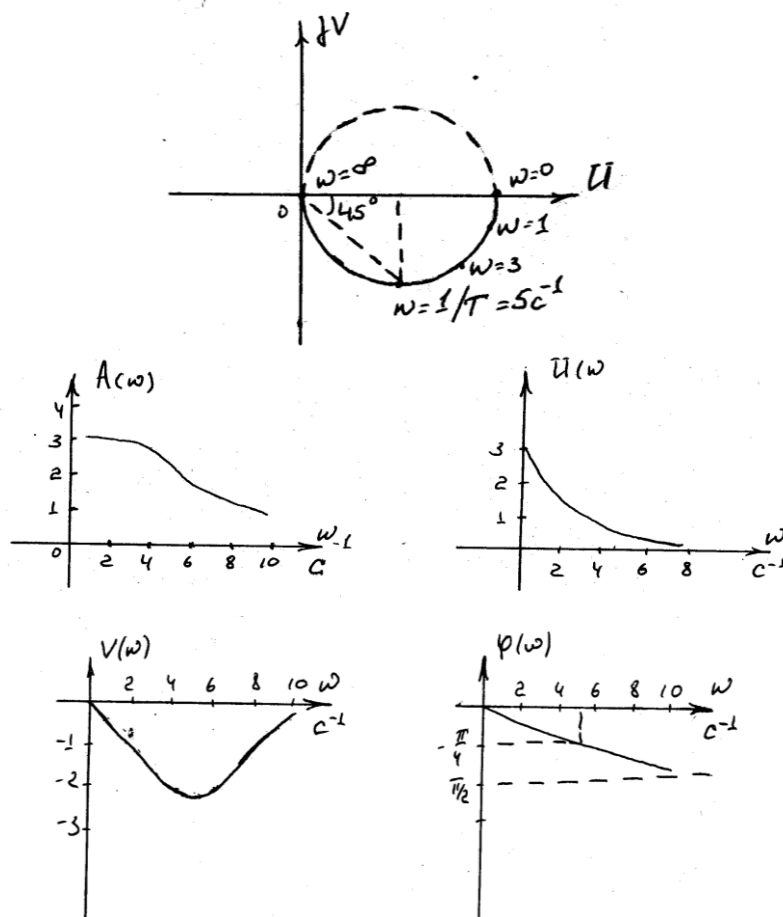
$$W(j\omega) = \frac{3}{1 + 0,2\omega};$$

$$U(\omega) = \frac{3}{1 + 0,04\omega^2}; \quad V(\omega) = \frac{0,6\omega}{1 + 0,04\omega^2};$$

$$A(\omega) = \frac{3}{\sqrt{1 + 0,04\omega^2}}; \quad \varphi(\omega) = -\arctg 0,2\omega.$$

$\omega$	$A(\omega)$	$\varphi(\omega)$	$U(\omega)$	$V(\omega)$
0	3	0	3	0
5	2,15	-45°	1,5	-1,5
10	.....	.....	.....	.....
$\infty$	0	-90°	0	0

$W(\omega)$ ,  $A(\omega)$ ,  $\varphi(\omega)$ ,  $U(\omega)$  va  $V(\omega)$  ning grafiklarini quramiz:



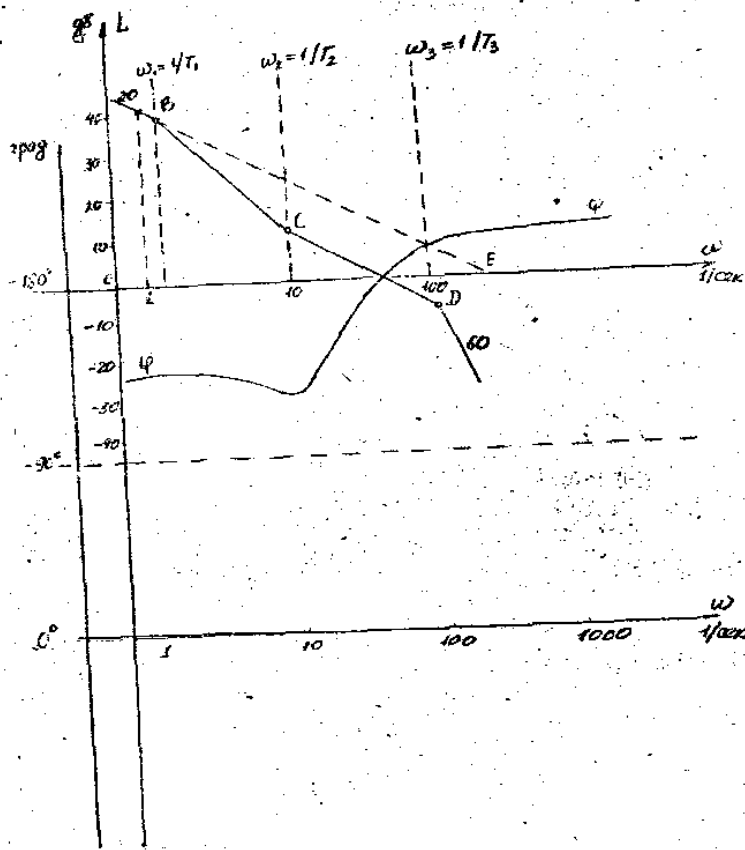
5-Rasm.

Amaliy maqsadlarda o`nlik logarifmlardan foydalanish qulay bo`lib, alohida logarifmik faza chastotali xarakteristikalarini (LACHX) qurish mumkin.

LACHX ni qurish uchun quyidagi kettalik topiladi:

$$L(\omega) = 20 \lg |W(j\omega)| = 20 \lg A(\omega)$$

LACHX va LFCHX larni qurish uchun standart tur qo`llaniladi (6 -rasm). Bunda, obtsissa o`qida logarifmik masshtabda burchak chastota belgilanadi, ya`ni  $\lg \omega$  ga mos ravishda bo`linadi va har bir belgi oldida esa  $\omega$  chastotaning mos qiymati rad/sek birliklarda yoziladi.



6-rasm

Ordinata o`qida detsibel (db) birligida modul belgilanadi. SHu maqsadda o`qda bir tekisda masshtab etkiziladi. Obtsissa o`qi 0 db nuqtadan o`tishi kerak va bu modul qiymatining  $A(\omega) = 1$  bo`lishiga tengdir (chunki  $\lg 1 = 0$ ).

Ordinata o`qi, obtsissa o`qini (chastotalar o`qini) ixtiyorii joydan kesib o`tishi mumkin.

SHuni nazarda to`kish lozimki,  $\omega = 0$  nuqta chastotalar o`qining chap tomonida cheksizlikda joylashgan, chunki  $\lg = \infty$ . SHuning uchun ordinata o`qini shunday qurish kerakki undan o`ng tomonda LACHX ning barcha o`zgarishlarini ko`rsatish imkoniyati mavjud bo`lsin.

SHu maqsadda, ordinata o`qini LACHX ning eng kichik chastotasi tutashgan joydan chaproqda qurish kerak. LFCHX ni qurish uchun esa, obtsissa o`qini (chastotalar o`qini) qo`llash lozim. Ordinata o`qida chiziqli masshtab olinib, graduslarda faza belgilanadi. Amaliy hisob ishlarida 0 db nuqtani hamda faza 180° bo`lgan nuqtalarni o`zaro birlashtirish maqsadga muvoffiqdir. Faza bo`yicha manfiy siljishlar ordinata o`qining yuqori qismida belgi:shansa, musbat siljish esa pastki qismida belgilanadi.

LACHX ning afzallik tomonlari shundan iboratki, uni hisob ishlarii bajarmasdan qurish imkoniyati mavjudligidir. Bu ko`rinish, og`ma to`g`ri chiziqdan iborat bo`lgan oraliqlarning birlashmasi bo`lib, ular 20 db/sek katgalik bilan takrorlanib keladi.

Oddiy qurishni hosil qilish uchun, ochiq tizimning uzatish funksiyasini quyidagi ko`rinish orqali ifodalash yo`li bilan erishish mumkin:

$$W(p) = \frac{K \prod_{j=1}^m (1 + T_j p)}{P^r \prod_{i=1}^{n-r} (1 + T_i p)} \quad (4)$$

$p = j\omega$  o`zgartirish kiritib quyidagini hosil qilamiz:

$$L(\omega) = 20 \lg \frac{K_r}{\omega^r} * \frac{\prod_{j=1}^m \sqrt{1 + \omega^2 T_j^2}}{\prod_{i=1}^{n-r} \sqrt{1 + \omega^2 T_i^2}} \quad (5)$$

CHastotali uzatish funksiyasi fazasi (argumenti) quyidagiga ifodalanadi:

$$\varphi(\omega) = -r * 90^0 + \sum_{j=1}^m \arctg \omega T_j - \sum_{i=1}^{n-r} \arctg \omega t_i \quad (6)$$

(5) va (6) ifodalar asosida qo`shimcha hisob ishlarimiz asimptotik LACHX qurish mumkin. Buning uchun standart turning (1-rasm) tutash chastotalarida vertikal to`g`ri chiziqlar o`tkaziladi:

$$\omega_j = \frac{1}{T_j} \quad \omega_i = \frac{1}{T_i}$$

**Misol:** Ochiq tizimning uzatish funksiyasi, birinchi tartibli astatizmi bilan quyidagi ko`rinishga ega bo`lsin:

$$W(p) = \frac{K_1(1 + T_2 P)}{P(1 + T_1 P)(1 + T_3 P)^3} \quad (7)$$

Ifoda modul uchun logarifmik birlikda quyidagiga mos keladi:

$$L(\omega) = 20 \lg \frac{K_r}{\omega} \frac{\sqrt{1 + \omega^2 T_2^2}}{\sqrt{1 + \omega^2 T_1^2} (1 + \omega^2 T_3^2)} \quad (8)$$

Arap  $T_1 > T_2 > T_3$  shart bajariladi deb qabul qilsak, unda tutash chastotalar uchun  $\omega_1 < \omega_2 < \omega_3$  shart bajariladi.

Asimptotik LACHX ni qurish past chastotali atrof sohasida boshlanadi.

Agar chastota, birinchi tugash chastotadan kichik bo`lsa ( $\omega < \omega_1$ ), unda (8) ifoda quyidagi ko`rinishni oladi:

$$L(\omega) \approx 20 \lg \frac{L_r}{\omega} \quad (9)$$

Bunday ifodaga, manfiy bo`lgan 20 db/dek og`ma to`g`ri chiziqli, koordinatalari  $\omega=1$  dek.  $^{-1}$  bo`lgan va A nuqtadan o`tuvchi  $L(\omega)=20 \lg K_r$  hamda  $\omega=K_r$  bo`lgan E nuqtadan o`tuvchi  $L(\omega)=0$  ko`rinishlar mosdir.

Bu to`g`ri chiziqni (birinchi asimptota) past chastotali sohada, birinchi tutash chastotaga qadar (B nuqta) o`tkazish kerak.

Agar bu tutash chastota (5) ning maxrajida joylashgan doimiy vaqtga tegishli bo`lsa, y holda LACHX ni 20 db/dek pastga «sindirish» lozim, ya`ni keyingi asimptotani 20 db/dek qiymatga o`zgartirib og`ma o`tkazish kerak. (8) ifodaga asosan, ko`rilayotgan misol uchun B nuqtada LACHX ni 20 db/dek qiymatga pastga «sindirish» kerak bo`lsa, C nuqtada 20 db/dek qiymatga yuqoriga, D nuqtada esa 40 db/dek pastga o`zgartirish kerak. SHunday qilib, oxirgi yuqori chastotali asimptota 60 db/dek bo`lgan manfiy qiyshiq chiziqqa teng bo`ladi.

SHunga o`xshash LACHX ni istagan tartibli astatizm uchun qurish mumkin. Ular faqatgina  $g*20$ db/dek. qiymatga teng bo`lishi shart bo`lgan birinchi past chastotali asimptotaning og`masi bilan farq qilishi kerak. Bu asimptotani  $\omega=1$ sek $^{-1}$  va  $L(\omega)=2 \lg K_r$  koordinatalarga ega bo`lgan bir nuqta bo`ylab yoki  $\omega = \sqrt[2]{K_r}$  i  $L(\omega)=0$ . koordinatalarga ega bo`lgan asimptotaning chastota o`qi bilan kesishgan nuqtasi bo`ylab qurish mumkin.

Fazali siljish ifodasi (6), bizning misolimizda quyidagi ko`rinishni oladi:

$$\varphi(\omega) = -90^0 - \arctg \omega T_1 + \arctg \omega T_2 - 2 \arctg \omega T_3 = 90^0 + \varphi_1 + \varphi_2 + 2\varphi_3$$

Bu erda  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  burchaklarning har biri birinchi tartibli operiodik bo`g`inning fazali siljishini qurish kerak. Qolgan qo`shiluvchilarni hosil qilish uchun, bu fazali xarakteristikani shunday siljitish kerakki, mos chastotalarda 45° fazali siljishga ega bo`laylik. Bunda har bir qo`shiluvchining ishorasini inobatga olish zarur.

Izoh. Tizimni uzatish funksiyasining surati yoki maxraji kompleks ildizlarga ega bo`lsa (masalan, ketma-ket ulangan oddiy zanjirdagi tebranuvchi bo`g`in). ochiq tizimning logarifmik xarakteristikalarini (5) ifodaga kelmasligi ham mumkin. Bunday hollarda LACHX ni qurish uchun kompleks ildizlarga ega bo`lgan hadlarni ajratish qulaydir.

### Amaliy mashg`uloti topshirig`i.

#### 1. Uzatish funksiyasi:

$$W(p) = \frac{10 + 5p}{Tp + 1}$$

ko`rinishidagi tizimning chastotali xarakteristikasini ko`ring. T-ning son qiymatini 1- jadvaldan variantlar bo`yicha tanlang:

**1-jadval.**

Variant	1	2	3	4	5
T	0,2	2	0,5	5	5

2. Uzatish funksiyasi:

$$W(\omega) = \frac{8}{(1 + T_1 p)(1 + T_2 p)}$$

ko`rinishidagi tizimning chastotali xarakteristikasini ko`ring. T<sub>1</sub> va T<sub>2</sub> - larning son qiymatlarini. 2 - jadval variantlar bo`yicha tanlang.

**2-jadval.**

Variant	6	7	8	9	10
T <sub>2</sub>	10	20	40	50	80
T <sub>1</sub>	4	6	8	10	12

3. Uzatish funksiyasi:

$$W(p) = \frac{K}{T^2 p^2 + 2\xi Tp + 1}$$

ko`rinishidagi tizimning chastotali xarakteristikasini ko`ring. K va T larning son qiymatlarini 3 - jadvaldan variantlar bo`yicha tanlang.

**3-jadval.**

Variant	11	12	13	14	15
K	2,5	3	2	1,5	2
T	0,5	1	0,5	0,5	1
ξ	0,5	0,2	0,2	0,2	0,5

4. Uzatish funksiyasi:

$$W(p) = \frac{K(1 + 0,15p)}{P^2(1 + 0,05p)}$$

ko`rinishidagi tizimning chastotali xarakteristikasini ko`ring. K ning son qiymatlarini 4 - jadvaldan variantlar bo`yicha tanlang:

**4-jadval.**

Variant	16	17	18	19	20
K	5	50	100	150	200

### Amaliy mashg`uloti topshirig`i.

Parametrlari birinchi jadvalda keltirilgan va uzatish funksiyasi quyidagi:

$$W(p) = \frac{K \prod_{j=1}^m (1 + T_j p)}{p^r \prod_{i=1}^{n-r} (1 + T_i p)} \quad (10)$$

ko`rinishdagi avtomatik boshqarish tizimining LACHX va LFCHX larini ko`ring.

1-jadval.

№ var.	K Qiymati	Suratdagi doimiy vaqt			Maxrajdagi doimiy vaqt			Astatizm tartibi
		1	2	3	1	2	3	
1	10	1	0,2	-	0,1	10	0,5	0
2	10	1	0,5	-	10	0,1	-	1
3	40	-	-	0,5	0,1	0,3	-	1
4	100	-	-	-	0,01	0,1	-	2
5	100	0,1	-	-	0,5	0,3	-	1
6	100	0,1	-	1	10	-	-	2
7	1	0,2	0,5	-	0,01	0,05	-	0
8	100	0,1	0,1	-	0,2	0,02	1	0
9	0.1	-	-	1	0,5	-	-	2
10	50	0,5	-	-	0,8	2	-	1
11	1	-	-	0,2	0,4	0,05	2	0
12	40	-	-	-	10	-	0,1	1
13	10	1	-	1	2	0,1	-	0
14	20	0,5	0,2	-	10	-	-	1
15	30	-	1	1	0,2	1	-	2
16	40	0,1	-	1	10	1	-	2
17	60	0,2	1	-	0,01	0,05	-	0
18	10	1	1	-	0,5	0,3	-	0
19	80	-	-	1	2	0,8	-	1
20	50	-	1	1	10	-	-	1

**Nazorat savollari**

1. Bo`g`inning chastotali tavsifi nima?
2. Chastotali tavsifning qanday ko`rinishlarini bilasiz?
3. Bo`g`inlarning chastotali tavsiflarini qanday hisoblash mumkin?
4. Amplituda-faza chastotali tavsif nima?
5. LACHX nima?
6.  $L(\omega)$  qanday o`lchov birliklarida o`lchanadi?
7. LACHX ning bosh ahamiyati nimada?
8. Faza-chastotali tavsif nimani ko`rsatadi?



#### 4-amaliy mashg'ulot

### Chiziqli tizimlarning aniqligini tahlil qilish, korrektsiyalovchi qurilmalarni sintez qilish.

**Ishning maqsadi :** Baholash usullari va chiziqli tizimlarning barqaror holatli sistematik xatolarini o'lchash usullarini o'rganish. Ketma-ket tuzatish usuli va tuzatish moslamalarini sintez qilish tartibini o'rganish.

#### Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Avtomatik tizimning aniqligini o'rganish vazifasi uning sistematik xatolarini va tasodifiy xatolarning ehtimollik xususiyatlarini aniqlashdan iborat. Ushbu maqolada faqat birinchi muammo ko'rib chiqiladi. Tizimli xatolik - kerakli (kerakli) kerakli signal va haqiqiy chiqish signali o'rtasidagi farq.

Ko'pgina tizimlarda kerakli signal  $x(t)$  tizim kirish signaliga teng deb qabul qilinadi.  $(t)$  ty f

Yopiq ACS ning uzatish funksiyasi  $F(p)$  bo'lsin. Keyin  $y(t)$  foydali signalning haqiqiy chiqishini quyidagicha topish mumkin (Maclaurin seriyasining kengayishi yordamida):

$$y(t) = \Phi(0)x(t) + \left. \frac{d\Phi(p)}{dp} \right|_{p=0} \frac{dx}{dt} + \left. \frac{1}{2} \frac{d^2\Phi(p)}{dp^2} \right|_{p=0} \frac{d^2x}{dt^2} + \dots = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\Phi^{(k)}(0)}{k!} x^{(k)}(t)$$

Ta'rifga ko'ra, barqaror holatdagi muntazam xato

$$\varepsilon(t) = y_{\text{ж}}(t) - y(t) = x(t) - y(t).$$

$Y(t)$  qiymatini  $\varepsilon(t)$  ifodasiga almashtirib, quyidagilarni olamiz:

$$\varepsilon(t) = (1 - \Phi(0))x(t) + \left. \frac{d\Phi(p)}{dp} \right|_{p=0} \frac{dx}{dt} + \left. \frac{1}{2!} \frac{d^2\Phi(p)}{dp^2} \right|_{p=0} \frac{d^2x}{dt^2} + \dots$$

Biz belgilaymiz

$$C_0 = 1 - \Phi(0); \quad C_1 = \left. \frac{d\Phi(p)}{dp} \right|_{p=0}; \quad \dots \quad C_k = \Phi^{(k)}(0)$$

Keyin

$$\varepsilon(t) = C_0 + C_1 \frac{dx}{dt} + \frac{C_2}{2!} \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{C_3}{3!} \frac{d^3x}{dt^3} + \dots = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{C_k}{k!} x^{(k)}(t).$$

$C_k$  qiymatlari xato darajasi deb ataladi. Birinchi uchta koeffitsient mos ravishda nomlanadi:  $S_0$  - statik xatolik koeffitsienti;  $S_1$  - xatolik darajasi;  $C_2$  - tezlashtirish xato darajasi.  $kC_0 C_1 C_2 C$

Bu xato tomonidan yopiq-halqa tizimini transfer funksiyasi kengaytirish yordamida xato koeffitsiyentlarini hisoblash uchun qulayroq bo'ladi  $\Phi_{\varepsilon}(p) = 1 - F(p)$  vakolatlarini oshirish bir qator  $p$ :

$$\Phi_{\varepsilon}(p) = C_0 + C_1 p + \frac{C_2}{2!} p^2 + \frac{C_3}{3!} p^3 + \dots$$

erator  $\varepsilon(p)$  sonini uning maxrajiga bo'lish orqali olish mumkin.

Xatolik stavkalarining hech biri 0 ga teng bo'lmagan tizim statik yoki astatik nolinch tartib deb ataladi.

$S_0 = S_1 = \dots S_{k-1} = 0$  bo'lgan tizim;  $C_k \neq 0$ , astatik  $k$ - tartib deb ataladi.

$k$ - darajadagi astatik tizim ( $k-1$ ) th darajadan yuqori bo'lmagan vaqtga nisbatan har qanday doimiy yoki polinomal bo'lgan har qanday signal barqaror holat xatosiz ishlaydi. Shunday qilib, ikkinchi darajali astatik tizim  $x(t) = I(t)$  va  $x(t) = tI(t)$  signallarini barqaror holat xatosiz qayta ishlaydi va  $x(t) = t^2 I(t)$  signal barqaror holatdagi xato bilan qayta ishlanadi ga teng

$$\varepsilon_{\text{yct}} = \frac{C_2}{2!} \frac{d^2x}{dt^2}.$$

Bir halqali yopiq tizim  $k$ - tartibda astatik bo'lishi uchun  $G(p)$  ochiq halqa tizimining uzatish funksiyasining *boshida*  $k$ - tartibli qutbga ega bo'lishi kifoya, ya'ni.

$$G(p) = \frac{\Phi(p)}{1 - \Phi(p)} = \frac{1}{p^k} H(p),$$

bunda

$$H(p)|_{p=0} \neq \infty \quad \text{и} \quad H(p)|_{p=0} \neq 0.$$

Bunday holda, past chastotali mintaqada logaritmik amplituda chastota reaksiyasi (LFK)  $-20$  k dB / dek qiyalikka ega .

### Ishlash uchun topshiriq

1. Fig. 10 statik (0- darajali astatik), 1-va 2-darajali astatik tizimlarning strukturaviy diagrammalarini ko'rsatadi .

Ushbu tizimlar uchun:

a) berilgan  $T_1$ -  $T_3$  qiymatlari uchun asimptotik LFK qurish ;

b)  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  xato stavkalarini hisoblang ;

c)  $t = 10$  va  $x(t) = 1(t)$ ,  $x(t) = t \cdot 1(t)$  va  $x(t) = t^2 \cdot 1(t)$  kirish signallarining barqaror holat qiymatlarini hisoblash .

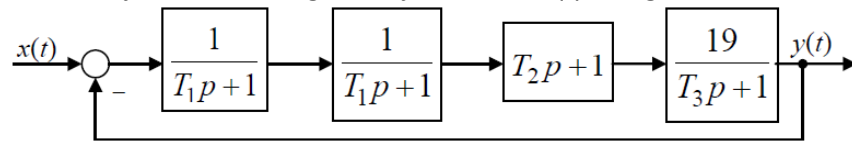
2. Simulinkda modellashtirish orqali olingan nazariy natijalarni tekshiring, buning uchun:

a) shaklda statik tizim modelini tuzing. 10,  $a$  va uning kirishiga  $x(t) = 1(t)$  signalini berib , barqaror holatdagi xatoni aniqlang ( $t = 10 T_{1da}$ );

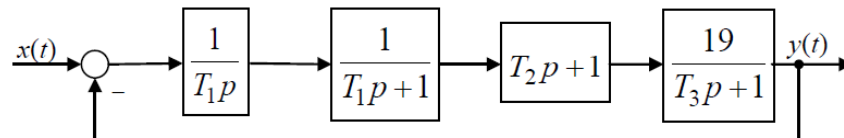
b)  $x(t) = t \cdot 1(t)$  va  $x(t) = t^2 \cdot 1(t)$  uchun a) bandni takrorlang ;

c) 1 va 2-darajali astatik tizimlar uchun a) va b) bandlarni takrorlang (10-rasm,  $b$ ,  $s$ ). Olingan jarayonlarning eskizini chizish, hisoblangan va o'lchangan xato qiymatlarini jadval shaklida taqdim etish tavsiya etiladi. 6.

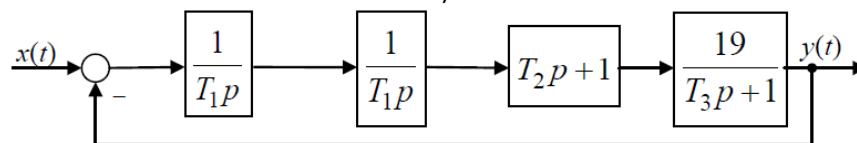
Ekspirimental natijalarni hisoblangan natijalar bilan taqqoslang.



a)



b)



v)

1-rasm. Statik ( a ), astatik 1 ( b ) va 2 ( c ) tizimlarning strukturaviy diagrammalari

Har bir variant uchun individual ma'lumotlar jadvalda keltirilgan.

Jadval

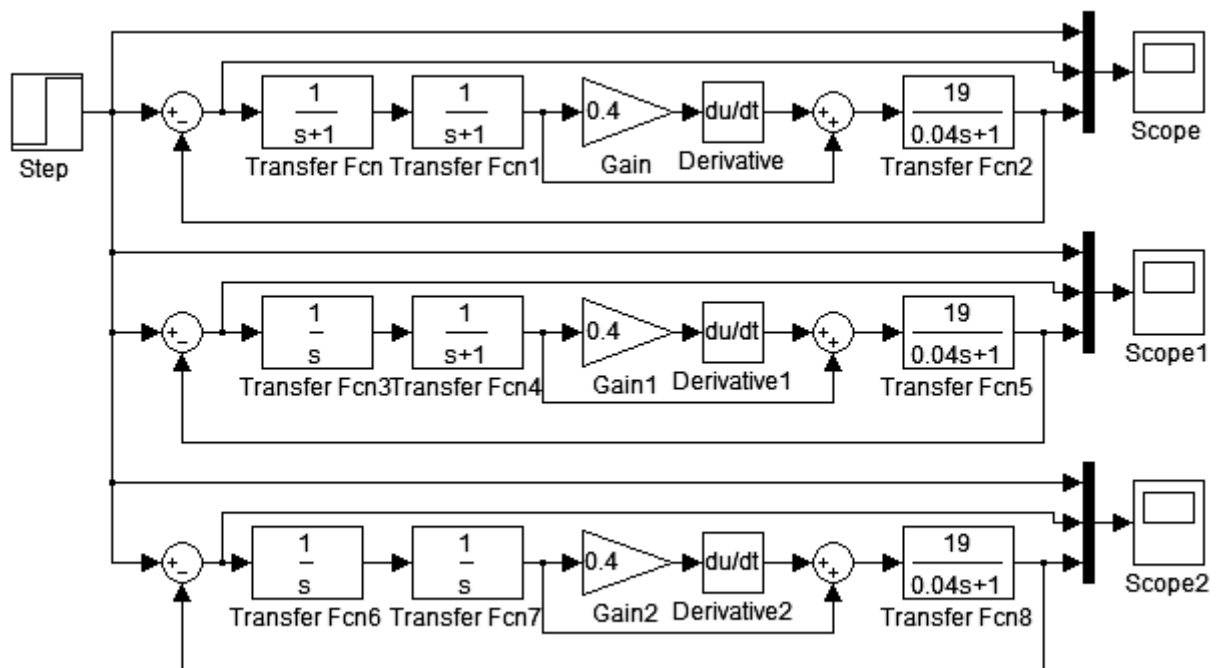
Hisob-kitoblar va tajribalar natijalari

Схема	$x(t) = 1(t)$		$x(t) = t 1(t)$		$x(t) = t^2 1(t)$	
	расч.	измер.	расч.	измер.	расч.	измер.
рис. 10, а (статическая)						
рис. 10, б (астатическая 1-го порядка)						
рис. 10, в (астатическая 2-го порядка)						

Jadval

Shaxsiy ma'lumotlar

Номер варианта	$T_1, c$	$T_2, c$	$T_3, c$
1	1,25	0,5	0,05
2	2,5	1,0	0,1
3	3,75	1,5	0,15
4	5,0	2,0	0,2
5	6,25	2,5	0,25
6	7,5	3,0	0,3
7	8,75	3,5	0,35
8	10,0	4,0	0,4
9	11,25	4,5	0,45
10	12,5	5,0	0,5



-rasm. Namunaviy diagramma

## Ketma-ket tuzatish usuli va tuzatish moslamalarini sintez qilish tartibini o'rganish.

### Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Ketma-ket tuzatish zamonaviy elektr haydovchini boshqarish tizimlarida keng qo'llaniladi. Uning mohiyati shundan iboratki, tuzatuvchi zveno (regulyator) ob'ekt bilan ketma-ket bog'langan bo'lib, unda yopiq tsikli tizim unga qo'yilgan barcha sifat va aniqlik talablarini qondiradi.

Seriya tuzatuvchi moslama uchun sintez texnikasi quyidagilarni o'z ichiga oladi:

**1-bosqich** . Ob'ektning asimptotik LFK ning ma'lum uzatish funksiyasidan qurilishi  $W_o(p)$ .

**2-bosqich** . Tizimning vaqtinchalik funksiyasining talab qilinadigan sifat ko'rsatkichlariga asoslangan ochiq-oydin tizimning kerakli LFC-ni qurish.

**3-bosqich** . Ob'ektning LFC-ni kerakli LFC-dan chiqarib, tuzatuvchi havolaning LFC-ni topish.

**4-bosqich** . Tuzatuvchi havolaning uzatish funksiyasini uning ma'lum LAFC-ga muvofiq aniqlash.

**5-bosqich** . Yopiq tizimning vaqtinchalik funksiyasi uchun sifat va aniqlikni tahlil qilish.

Ushbu maqolada yopiq tsikli tizimning belgilangan sifat ko'rsatkichlari asosida tuzatuvchi moslamani sintez qilish taklif qilingan.

### Ishlash uchun topshiriq

1. Berilgan uzatish funksiyasi uchun ob'ektning asimptotik LFKini tuzing

$$W_o(p) = \frac{k}{p(T_1p + 1)(T_2p + 1)(T_3p + 1)}$$

2. Berilgan sifat ko'rsatkichlari asosida (8-jadvalga qarang), ochiq tsikli tizimning kerakli asimptotik LFCini tuzing.

3. Tuzatish moslamasining LAFC-ni tuzing. Uni odatdagi havolalar birikmasi sifatida taqdim eting, ularning parametrlarini toping.

4. Simulink-da yopiq tizim uchun vaqtinchalik javobni yarating. Olingan xususiyatlarning belgilangan sifat ko'rsatkichlariga muvofiqligini tahlil qiling.

5. Agar olingan sifat ko'rsatkichlari ko'rsatilgan ko'rsatkichlarga mos kelmasa, 2-bosqichga qayting, ochiq tsikli tizimning kerakli LFC-ni to'g'irlang va tekshirgich hisobini takrorlang.

Har bir variant uchun individual ma'lumotlar jadvalda keltirilgan.

Jadval

Shaxsiy ma'lumotlar

Номер варианта	Параметры объекта				Требуемые показатели качества			
	$k$	$T_1, c$	$T_2, c$	$T_3, c$	$t_1, c$	$t_M, c$	$\sigma, \%$	$t_{II}, c$
1	0	0,1	0,05	0,02	0,5	0,7	5	1,5
2	0	0,2	0,1	0,04	0,8	1,1	5	2,5
3	0	0,05	0,02	0,01	0,3	0,5	10	1,2
4	0	0,08	0,04	0,02	0,4	0,7	8	1,6
5	1	0,15	0,08	0,04	0,6	0,8	20	1,8
6	5	0,25	0,1	0,04	1,0	1,3	25	2,8
7	50	0,2	0,08	0,05	0,9	1,4	10	3,0
8	25	0,15	0,05	0,025	0,6	0,9	7	1,9
9	20	0,15	0,1	0,04	0,7	1,0	15	2,1
10	40	0,08	0,05	0,03	0,4	0,7	5	1,5

Barcha variantlar uchun zarur bo'lgan astatizm tartibi **birinchi** .

### Hisobotning mazmuni

1. Ishning nomi va maqsadi, individual ma'lumotlar.

2. Ob'ektning asimptotik LFK, kerakli ATS va regulyatorning ochiq davri, grafik qog'ozga tushirilgan.

3. Sintez qilingan tekshirgichning uzatish funktsiyasi.
4. Simulyatsiya sxemasi.
5. Olingan tizimning vaqtinchalik funktsiyasi va uning sifat ko'rsatkichlari.
6. Asar bo'yicha xulosalar.

#### 4-AMALIY MASHG'ULOT:

**Mavzu: Ammiakni sintez qilish jarayonini avtomatlashtirish.**

**Ishdan maqsad:** Ammiakni sintez qilish funksional sxemasini tuzish va Ammiakni sintez qilish jarayonida nazorat qilinadigan, rostlanadigan va boshqariladigan parametrlarni o'rganish.

#### Qisqacha nazariy ma'lumot

0,3% Ar va 1 % gacha  $SN_4$  bo'lgan azot-vodorod aralashmasi (AVA) to'rt bosqichli markazdan qochma kompressorda 31,5 MPa bosimgacha siqiladi va havo sovutkichida 40°S gacha sovutilgandan so'ng ammiak sintezi agregatining kondensatsion kolonkasi 1 ga yo'naltiriladi (29.1-rasm). Suyuq ammiak qatlamidan o'tib, u namlik qoldiqlaridan va uglerod dioksididan yuviladi hamda kolonkaning seperatsion qismida tsirkulyatsion (aylanuvchi) gaz bilan aralashib ketadi. Gazlar aralashmasi tsirkulyatsion gazni trubalar oralig'ida sovitib, 35—45°S gacha qiziydi va kondensatsion kolonkadan issiqlik almashtirgichi 2 ga chiqadi. Issiqlik almashtirgichning trubalar oralig'ida gaz 140—190°S gacha qiziydi (trubkalar naychalar bo'ylab kelayotgan ro'para gaz bilan) va sintez kolonkasi 3 ga yo'naladi.

3,3%  $NN_3$  bo'lgan gaz aralashmasi sintez kolonkasi oldida bir nechta oqimga ajraladi. Asosiy oqim sintez kolonkasining pastki qismiga boradi, kolonka korpusi bilan katalizator qutisi orasidagi halqa oraliq bo'yicha ko'tariladi va uning ustiga joylashgan issiqlik almashgichga keladi. Issiqlik almashgichning trubalar oralig'ida gaz katalizator qutisidan chiqayotgan gaz bilan issiqlik almashinish hisobiga 400-440°S gacha qiziydi va katalizator zonasiga keladi, u erda azot-vodorod aralashmasidan ammiak hosil bo'ladi. 14-16% ammiakka ega bo'lgan gaz aralashmasi ketma-ket to'rt qatlam katalizatoridan o'tib, 480-530°S temperaturada markaziy truba bo'yicha yuqoriga ko'tariladi, issiqlik almashgich isitgichi naychalari bo'ylab o'tadi, u erda 335°S gacha soviydi va sintez kolonnasidan chiqib ketadi. Keyin gaz aralashmasi suv isitgichi 4 trubalari bo'yicha o'tib, u erda 215°S gacha soviydi, keyin esa issiqlik almashtirgich 2 trubalari bo'yicha o'tib, 60-75°S gacha sovib, havo bilan sovitish apparatlari 5 ga keladi.

Gaz aralashmasi 30-40°S gacha soviganda kondensatsiyalangan ammiak separator 6 da ajraladi va ammiak to`plagichida yig`iladi. 10-12% ammiak bo`lgan gaz aralashmasi separatoridan tsirkulyatsion kompressor 7 ga yo`naltiriladi, u erda 31,5 MPa gacha siqiladi va kondensatsion kolonna 1 hamda suyuq ammiak bug`latgichi 8 dan iborat ikkinchi kondensatsion sistemaga uzatiladi. Gaz kondensatsion kolonnaning trubalar oralig`iga yuqoridan kiritiladi, bu erda u trubalar bo`ylab yuruvchi gaz bilan 20-25°S gacha sovitiladi va bug`latkichga keladi, bu erda u trubalar oralig`ida -12°S da qaynab turuvchi ammiak bilan- 5-0° gacha sovitiladi. Sovitilgan tsirkulyatsion gaz bilan kondensatsiyalangan ammiak aralashmasi kondensatsion kolonna 1 ning separatsion qismiga uzatiladi, bu erda suyuq ammiak gazdan ajraladi. Tsirkulyatsion gaz azot-vodorod aralashmasi bilan aralashtiriladi va tsikl takrorlanadi. Kondensatsion kolonna 1 dan olingan suyuq agregat minus 5 - minus 2°S temperaturada 2 MPa gacha drossellanadi va ammiak to`plagichiga jo`natiladi.

Dastlabki gaz aralashmasida bo`lgan metan va argon (inert gazlar) sintez tsiklida to`planadi. Inert gazlar kontsentratsiyasini ma`lum darajada tutib turish uchun tsirkulyatsion gazning bir qismi sistemadan doimo chiqarib turiladi. Gaz 29,5 MPa bosim ostida kondensatsion kolonna 9 ga yo`naltiriladi, u erda gaz issiqlik almashgichning trubalar oralig`i bo`ylab o`tadi va bug`latkich 10 ning trubalariga tushadi, u erda esa ammiak -34°S da qaynab turadi. -28°S gacha sovitilgan gaz kondensatsion kolonna 9 ning separatsion qismiga suyuq ammiakni ajratish uchun qaytariladi va keyin foydalanishga yo`naltiriladi. Gazdagi ammiak miqdori sovitilgandan so`ng 2% gacha pasayadi. Kondensatsion kolonna 9 dan suyuq ammiak 2 MPa gacha drossellanadi va ammiak to`plagichiga yo`naltiriladi.

Ammiakni sintez qilish jarayonining samaradorligi ko`p jihatdan kataliz hududida optimal temperatura rejimini yaratish bilan belgilanadi, u tsirkulyatsion gazning tarkibi, bosimi, hajmiy tezligiga va katalizatorning xossalriga bog`liq. Agar temperatura rejimi, gazlar miqdori va boshqa parametrlar ammiak bo`yicha berilgan unumdorlikni ta`minlasa, past bosim esa ammiak sintezi sistemasining yaxshi ishlashi haqida dalolat beradi.

Ammiak sintezi reaksiyasining tezligi gaz aralashmasi tarkibiga bog`liq muvozanat holatida optimal tarkib stexiometrik tarkib hisoblanadi. Ishchi sharoitida reaksiyaning maksimal tezligi  $N_2:N_2=2,5-2,8$  nisbatda kuzatiladi,

bunday nisbat berilgan darajada metanning konversiyasi bosqichida havo sarfini o'zgartirish yo'li bilan tutib turiladi.

Reaktorga kirishda gazda ammiak miqdorining ortishi bosimning o'sishiga olib keladi (chunki sintez reaksiyasi tezligi pasayadi), ammiakning boshlang'ich konsentratsiyasining kamayishi esa juda yuqori darajadagi almashishlarga va shunga mos holda sistemada bosimning kamayishiga olib keladi. Bosim oshganda reaktorda temperatura ortadi, chunki aylanish darajasi va mos ravishda temperatura ortadi. Yangi sintez gazning ortiqcha miqdori kirganda bosim ortadi va mos ravishda kataliz xududida temperatura ortadi. Reaktorga kirishda inert gazlar miqdorining kamayishi jarayon tezligining va konversiya darajasining ortishiga olib keladi, buning natijasida reaktorda temperatura ko'tariladi. Sikldagi doimiy bosim gaz sarfini rostlovchi klapan 37 yordamida o'zgartirish yo'li bilan bosim rostlagich 11 orqali tutib turiladi. Yangi gaz tarkibi ishlab chiqarishning oldingi bosqichlarida rostlanadi.

Kolonna sinteziga kirishdagi gaz temperaturasi sovuq gazni baypas chizig'ida chiqarish issiqlik almashgichi yonidan uzatuvchi rostlovchi klapan 38 ga ta'sir ko'rsatuvchi temperatura rostlagich 12 yordamida o'zgarmas qilib turiladi. Sintez kolonnasidagi temperatura rejimi har bir polkada temperatura rostlagichlari 13-16, sovuq gazni polkalarga rostlovchi klapanlar 39-42 yordamida avtomatik uzatish yo'li bilan barqarorlashtirib turiladi.

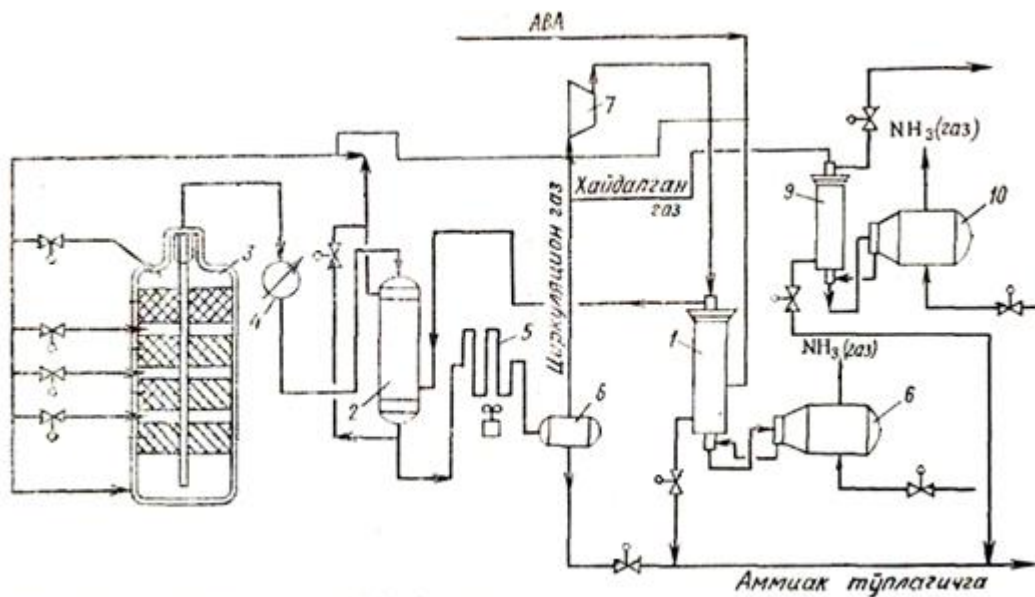
Kondensatsion kolonnalar 1 va 9 dan hamda separator 6 dan sathni rostlagichlar 17-19 va rostlovchi klapanlar 43-45 yordamida suyuq ammiakni berish bo'g'inlari rostlashning muhim bo'g'inlari hisoblanadi. Shuningdek, suyuq ammiak bug'lanishlarida sath rostlagich 20 va 21 lar hamda rostlovchi klapan 46 va 47 lar yordamida sathlarning doimiylikini avtomatik ta'minlash ko'zda tutilgan.

Asosiy texnologik parametrlarni nazorat qilish vazifasini amalga oshirish uchun bir qator nazorat-o'lchov asboblari o'rnatish ko'zda tutilgan. Quyidagi parametrlarni o'lchovchi asboblari muhim hisoblanadi:

kolonna devori sirtining (datchik 22), kolonna chiqishida gazning (datchik 23), yangi azot-vodorod aralashmasining (datchik 24), chiqariluvchi issiqlik almashgich kirishidagi tsirkulyatsion gazning, bug'latkichlar chiqishida gazsimon ammiakning temperaturalarini (datchiklar 25 va 26); yangi azot-vodorod aralashmasining (datchik 27), suyuq va gazsimon ammiakning (datchiklar 28-30) bosimlari; yangi azot-vodorod aralashmasi (datchik 31), tozalangan gaz (datchik 32), tsirkulyatsion



gaz (datchik 33) sarfi; tsirkulyatsion (datchik 34), yangi (datchik 55) va haydalgan (datchik 36) gazlarning tarkibi.



26-rasm: Ammiakni sintez qilish jarayonini avtomatlashtirish sxemasi.

### ***Mashg'ulot topshirig'i:***

1. Ammiakni sintez qilish jarayonida nazorat qilinadigan, rostlanadigan va boshqariladigan parametrlarni o'rganish.
2. Ammiakni sintez qilish jarayonining avtomatlashtirilgan funksional sxemalarini qurish.

## AMALIY MASHG`ULOT

### MAVZU: ABSORBTSIYA JARAYONINI AVTOMATLASHTIRISH

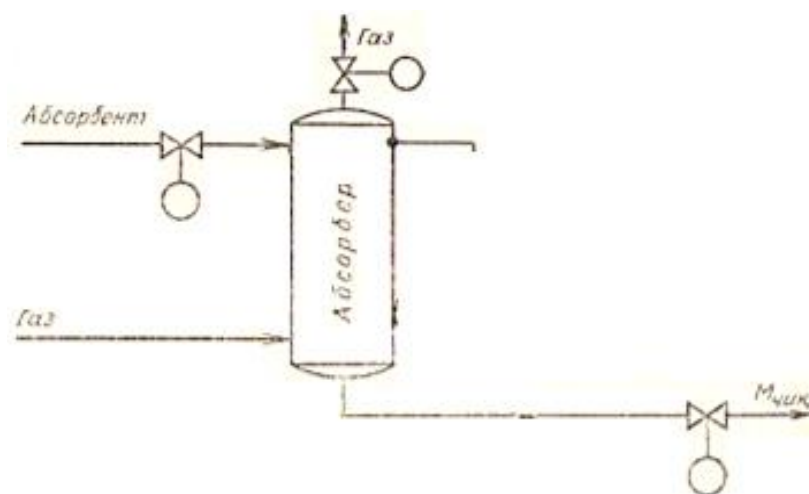
**Ishdan maqsad:** Absorbtsiya jarayonining avtomatlashtirilgan funksional sxemalarini tuzish hamda jarayonda nazorat qilinadigan, rostlanadigan va boshqariladigan parametrlarni o`rganish.

#### Qisqacha naariy ma`lumot

Absorbtsiya suyuq yutkich gazni yutadi. Absorbtsiya jarayoni sxematik tarzda rasmda ko`rsatilgan. Absorberga kelayotgan gaz kirish eritkichi – absorbent tomonidan yutiladi. Tayyor mahsulot hisoblangan chiqish eritmasi  $M_{\text{chiq}}$  absorberdan ishlab chiqarishga tanlab olinadi.

Absorberlarni avtomatlashtirishda chiquvchi eritma konsentratsiyasini, sath va bosimini rostlashni ta`minlash talab qilinadi.

Absorber avtomatlashtirish obyekti sifatida xususiy hosilali differensial tenglamalar bilan tavsiflanadi. Bu shu bilan izohlanadiki, jarayonda suyuqlikning butun hajmi ishtirok etadi. Absorbtsiya jarayonlanlari modellarini soddalashtirish maqsadida ular approksimatsiyasi o`tkaziladi, ya`ni ular odatdagi dinamik bo`g`inlar ko`rinishida tarkibiy ifodalanadi. Bu holda absorbtsiya jarayoni sof kechikuvchi ikkinchi tartibli nodavriy bo`g`in bilan tavsiflanadi. Absorberlarning o`lchamlari katta bo`lgani uchun ular “absorbent sarfi – chiqish eritmasi konsentratsiyasi” kanali bo`yicha katta inertsionligi va kechikish vaqtlari bilan ifodalanadi.



32-rasm. Absorberni avtoatlashtirish sxemasi

Absorberni avtomatlashtirish sxemasi uchun absorberdagi eritma sathini va gaz bosimini avtomatik rostlash yuqorida qarab chiqilgan sxemalarga ko`ra amalga oshiriladi.

Chiqish eritmasi konsentratsiyasi rostlash uchun ular konsentratsiya datchigi 1-1 bilan o`lchanadi, undan chiqqan signal rostlashning izodrom qonuni bilan ko`rsatuvchi va o`zi yozar asbob 1-2 ga keladi. Rostlovchi ta`sir masofadan turib boshqarish 1-3 paneli orqali absorberga absorbentni uzatish ijrochi mexanizm 1-4 vositasida o`zgartiradi.

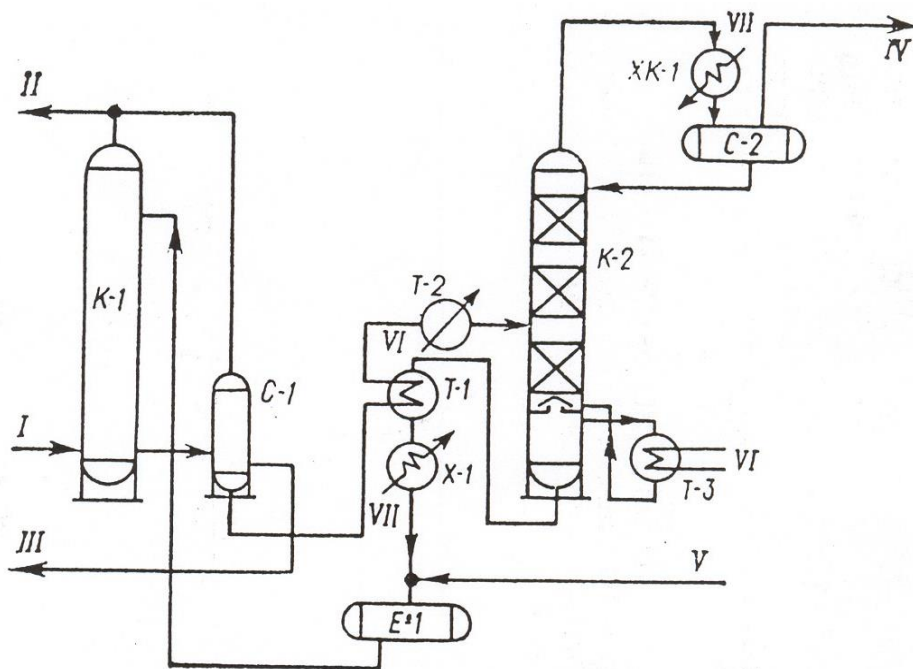
### **Neftdan ajratib olingan gazlarni tozalash texnologik tizimi.**

Jarayonni amalga oshirishdan maqsad - gazni navbatdagi qayta ishlashga tayyorlash, undan  $H_2S$  va karbonat angidridni ajratish. Gazni tozalashda adsorbtsion va adsorbtsion usullar qo`llaniladi. Adsorbtsion usulda asosan kimyoviy adsorbtsiya jarayoni amalga oshirilib, gaz tarkibidagi  $H_2S$  va  $SO_2$  moddalar turli kimyoviy brikmalar holida ajratib olinadi. Adsorbtsion usulda tozalash esa asosan aktiv ko`mir va sintetik tseolit vositasida amalga oshiriladi.

Absorbtsion usulda gaz tarkibidagi  $H_2S$  ning 99% (massa) gacha, adsorbtsion usulda esa 98% (massa) gacha ajratib olinishi ta'minlanishi mumkin. Absorbtsion usulda  $H_2S$  bilan bir vaqtda  $SO_2$  ham ajratib olinadi.

Ushbu mavzuda gazni monoetanolamin eritmasi vositasida absorbtsion tozalash texnologik tizimi ko'rib chiqiladi. Bu tizim bo'yicha jarayon quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

Gaz K-1 absorberning pastki qismidan beriladi va kolonna yuqorisidan berilayotgan 15% li monoetanolamin bilan kontaktda bo'lib, absorbtsiya jarayoni amalga oshiriladi.



33-rasm. Gazni tozalash texnologik tizimi.

*I – tozalashga berilayotgan gaz; II – tozalangan gaz; III – uglevodorod kondensati; IV –  $H_2S$ ; V – etanolamin eritmasi; VI – bug'; VII – suv.*

Tozalangan gaz kolonna yuqorisidan chiqarilsa  $H_2S$  ga tuyingan suyuqlik fazasi kolonna pastidan chiqariladi. Ushbu suyuqlik past bosimli S-1 separatorga berilib, unda suyuqlikga yutilgan uglevodorod gazlari va gaz kondensati ajratiladi. Suyuq faza

separatoridan T-1 va T-2 isitgichlar orqali K-2 desorberga uzatiladi va unda suyuqlik tarkibida yutilgan  $H_2S$  va  $SO_2$  ajratiladi. Tozalangan suyuq faza T-1 isitgich va X-1 sovitgich orqali o'tib, zarur temperaturagacha sovitiladi va E-1 sig'imga, undan esa absorberga uzatiladi. Desorber yuqorisidan chiqarilgan  $H_2S$  gazi va suv bug'lari XK-1 sovitgich-kondensator orqali o'tib E-2 sig'imga yig'iladi va undan  $H_2S$  gaz holida chiqarilib, suv bug'lari kondensati esa desorberga qaytariladi.

Texnologik rejim.

Temperatura:

Absorberda -  $35-40^{\circ} S$

Desorberda -  $115-130^{\circ} S$

***Mashg'ulot topshirig'i:***

1. Absorbtsiya jarayonida nazorat qilinadigan, rostlanadigan va boshqariladigan parametrlarni o'rganish.
2. Absorbtsiya jarayonining avtomatlashtirilgan funksional sxemalarini qurish.

**AMALIY MASHG`ULOT**  
**MAVZU: NEFT QOLDIQLARINI GIDROKONVERSIYALASH JARAYONINI**  
**AVTOMATLASHTIRISH.**

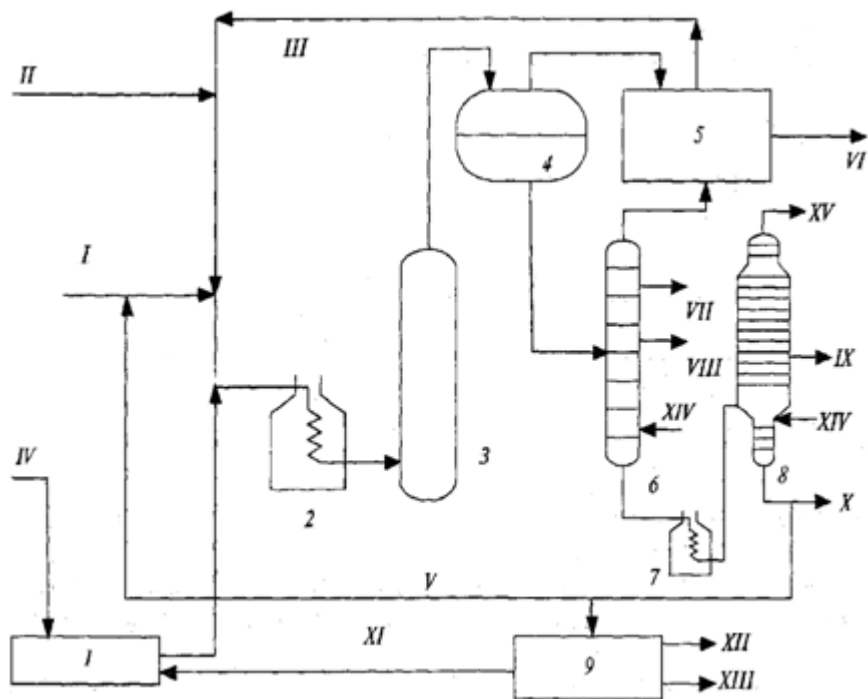
**Ishdan maqsad:** Neft qoldiqlarini tozalash jarayonining avtomatlashtirilgan funksional sxemalarini tuzish hamda jarayonda nazorat qilinadigan, rostlanadigan va boshqariladigan parametrlarni o'rganish

**Qisqacha nazariy ma`lumot**

Харакат қилувчи нанокатализатор (молибден бирикмалари) билан чуқур гидрокрекингнинг кўриниши бўлиб, ИНХСПАМ мутахассислари томонидан ишлаб чиқилган нефт қолдиқларининг гидроконверсиялаш жараёни ҳисобланади. Шўнга ўхшаган технология “Axens” ва “Eni” компаниялар томонидан ишлаб чиқилляпти. Жараённинг технологик схемаси 10.16- расмда келтирилган.

Катализатор сувга эрийдиган молибден бирикмалари бўлиб ҳисобланади. Уни блок 1 да тайёрлаб хомашёга кам миқдорда пуркайдилар. Хомашёга кам миқдорда пуркайдилар. Хомашёда катализатор майин дисперсли ҳолатда (катализатор заррачаларининг катталиги 100-200 нм ни ташкил қилади) бўлади.

Сўнгра хомашё ва катализатор аралашмасига водород сақлаган газни киритадилар, аралашмани 350-370°С гача печ 2 да қиздирадилар ва гидрокрекинг реактори 3га юборадилар, бу ичи бўш аппарат бўлиб унда 7.0-8.0 МПа босим остида ва хомашёни етказиб беришнинг ҳажмий тезлиги 1,5-3,0 с<sup>-1</sup> бўлганда реакциялар содир бўлади. Хомашё реакторнинг пастидан юқорисига ўтади. Сўнгра сеператорлар блоки 4 да водород сақлаган газни газ маҳсулотли аралашмадан ажратиб оладилар ва сўнгра газни тозалаш блоки 5 да водород сульфид ва углеводород сақлаган газлардан тозалайдилар.



Расм-36. Нефт қолдиқларини гидроконверциялаш  
қурилмасининг схемаси.

1-катализаторни таёрлаш блок; 2,7-печлар; 3-реактор; 4-сепараторлар блоки; 5-газни тозалаш блоки; 6-ректификацион устун; 8-вакуумли устун; 9-катализаторларни регенерациялаш блоки; I-хомашё II-водород III-водород сақлаган газ; IV-тоза катализаторларни сувдаги эритмас; V-рисайкл VI-газ; VII- бензин; VIII-дизелли фракция; IX- оғир газойл X- қолдиқ; XI-регенерацияланган катализатор XII- кимёвий ўғит; XIII-қўл ( никель ва ванадий); XIV- сув буғи XV- вакуумли отгон.

Газ маҳсулотли аралашмани сепараторлар блоки 4 дан атмосферали 6 ва вакуумли 8 устунларга етказиб берадилар, у ерда углеводород газни, бензинли дизелли фракциялар оғир газойл (350-500°C) ва қолдиқга ажратадилар қолдиқда катализатор, асфальтен ва оғир металллар тўпланади. Уни катализаторни регенерациялаш блоки 9 га юборадилар. Қисман эса хомашёга рециркуляция сифатида қайтариб юборадилар. регенерациялаш блокида қолдиқни қўл олиш мақсадида кўйдирадилар, бу қўл оғир металллар никель , ванадий ва молибден оксидлари билан бой. Қолдиқни ёндиргандан кейин газ олтингугурт ва азот оксидлари билан тўйинган бўлиб уларни кимёвий ўғит бўлган аммоний сульфатигача қайта ишлаш мумкин.

Қуйида гидроконверсия жараёнидаги дастлабки хомашёнинг сифат кўрсаткичлари келтирилган

Зичлиги, кг\м <sup>3</sup> .....	1,012
Олтингугуртнинг миқдори. % (мас).....	2,5
V/Ni металларнинг миқдори ppm.....	216/56

Ғарбий Сибир нефти гудрони гидроконверсиялаш жараёнининг **моддий баланси [ % (мас)]** қуйида келтирилган

*Олинган*

Гудрон.....	100
Водород.....	1,9
Жами.....	101,9

*Ҳосил қилинган*

Углеводород гази.....	9,3
Бензинли фракция ( қ.б-180 °С).....	11,6
Дизелли фракция (180-350 °С).....	49,2
Оғир газойл (350-520 °С).....	26,8
Фракция >520 °С.....	5,0
Жами:.....	101,9

Бу жараён пилот яъни синов қурилмасида синаб кўрилган. Гудроннинг гидроконверсияси нефт қолдиқларини қайта ишлашнинг анча истиқболли йўналиши бўлиб ҳисобланади. Гидроконверсия дистиллятлари қўшимча гидробойитишга муҳтождир, аммо гидроконверсия жараёни нефтни қайта ишлаш қолдиқларидан очиқ рангли ва вакуумли дистиллятларнинг юқори чиқишига имкон беради.



**Гидротермокаталитик жараёнларининг ривожланиш истиқболлари.** Нефт маҳсулотларининг экологик тавсифларига қўйиладиган талабларнинг ва қазиб олинadиган нефтнинг оғирлашуви билан гидротермокаталитик жараёнлар нефтни қайта ишлашда катта рол ўйнайди ва нефтни қайта ишлашда муҳим аҳамиятга эга. Шу сабабли гидротермокаталитик жараёнлар келажакда ҳам асосий бўлади ва уларнинг ривожланиш истиқболлари янги самарали катализаторларни, реакторларнинг мукамал ички қўрилмаларини танлаш, капитал маблағларни арзонлаштириш ва эксплуатацион сарфларни пасайтиришдан иборат.

***Mashg`ulot topshirig`i:***

1. Neft qoldiqlarini tozalash jarayonida nazorat qilinadigan, rostlanadigan va boshqariladigan parametrlarni o`rganish.  
Neft qoldiqlarini tozalash jarayonining avtomatlashtirilgan funksional sxemalarini qurish.

## 7-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

**Мавзу: Delphi дастурида ахборот тизимларини ишлаб чиқиш технологияси**

**Ишдан мақсад:** Талабалар Delphi дастурида ишлаш кўникмасига эга бўлиш билан бирга, дастурнинг имкониятларини ўрганиш ва Delphi иловасини яратишда амалий кўникмаларга эга бўлиш.

### ***Ишнинг мазмуни:***

**Delphi** - Windows муҳитида ишлайдиган дастур тузиш учун қулай бўлган восита бўлиб, компьютерда дастур яратиш ишларини автоматлаштиради, хатоликларни камайтиради ва дастур тузувчи меҳнатини енгиллаштиради. *Delphi* дастури замонавий визуал лойиҳалаш технологияси ҳисобланади

**Delphi** - бир неча муҳим аҳамиятга эга бўлган технологиялар комбинациясини ўзида мужассам этган:

- юқори даражадаги машинали кодда тузилган компилятор;
- объектга мўлжалланган компоненталар модуллари;
- дастур иловаларини визуал тузиш;
- маълумотлар базасини тузиш учун юқори масштаби восита.

### ***Дастурлаш муҳитининг асосий ташкил этувчилари.***

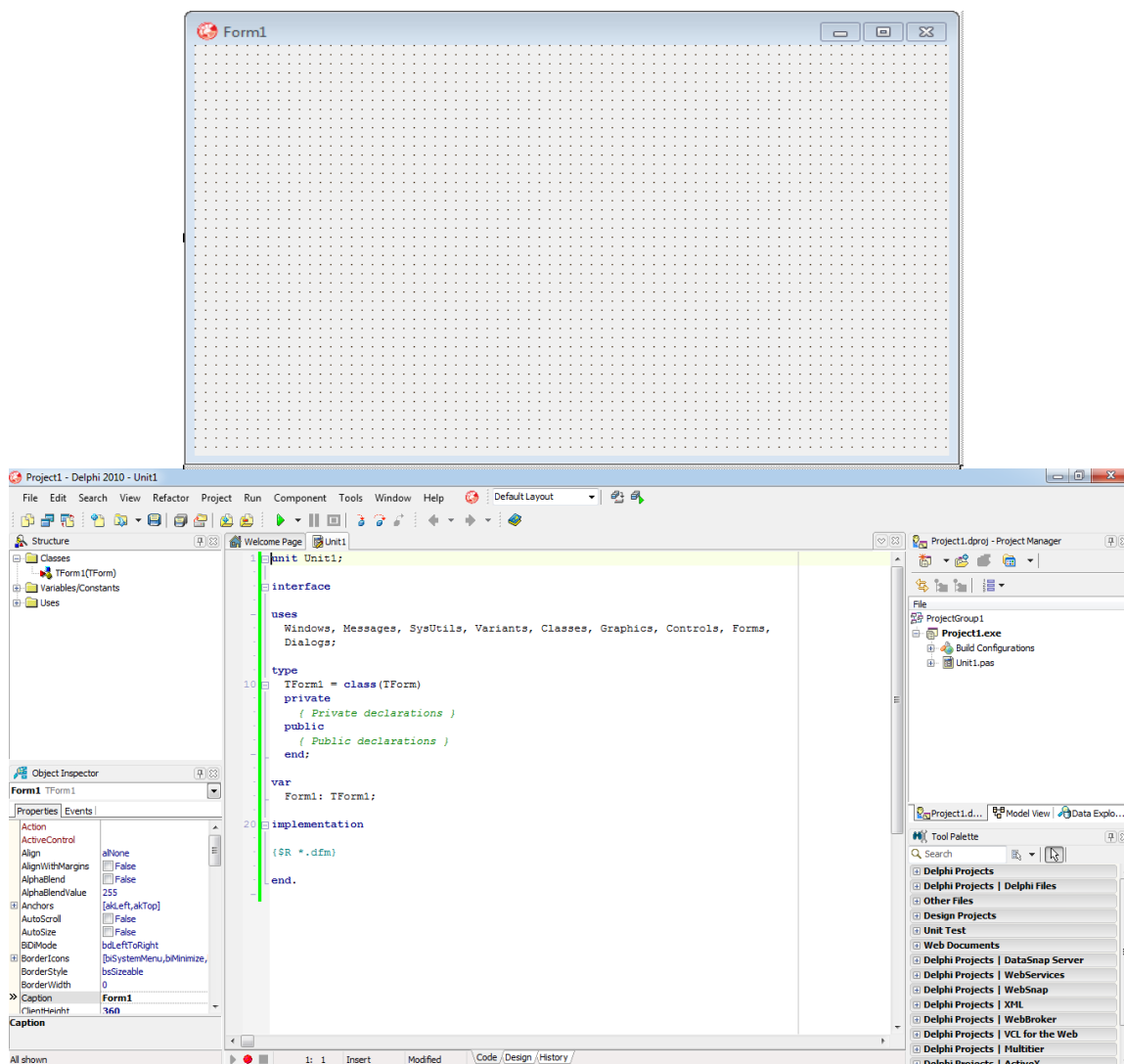
Қуйида Delphiнинг асосий ташкил этувчилари келтирилган:

1. Формалар дизайнери (Form Designer)
2. Дастур матни муҳаррири (Editor Window)
3. Компонентлар тўплами (Component Palette)
4. Объектлар инспектори (Object Inspector)

Delphiнинг булардан ташқари сизга дастурлаш муҳити ва дастурни созлаш учун хизмат қилувчи тизим менюси, ускуналар чизгичи каби бошқа воситалари ҳам бор.

Delphida dasturчилар kўp вақtlarini Formalar dizayneri va Dastur matni muharriri orasida ўtish bilan ўtkazadilar. Siz dasturlashni boshlashdan oldin shu ikki muhim elementni ajrata olishingizga ishonch hosil qiling. Formalar dizayneri 1-rasmда, Dastur matni muharriri 2-rasmда keltilirilgan.

1-rasm. Formalar dizayneri.

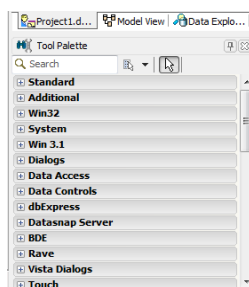


2-rasm. Dastur matni muharriri

Delphidagi Formalar dizaynerining tuzilishi shu qadar oddiyki, dasturning tashqi kўrinishini yaratish bolalar ўyinigа ўxshab ketadi. Formalar dizayneri dastlab oddiy bўsh oynadan iborat bўladi va siz uni keyinchalik komponentlar tўplamidan olingan ob'ektlar bilan tўldirishingiz mumkin.

Формалар дизайнерининг муҳимлигига қарамасдан, дастурчиликнинг кўп вақтлари Дастур матни муҳарририда кечади. Чунки бу ерда дастурнинг асосий коди (иш бажарувчи қисми) ёзилади.

Компонентлар тўплами сизга формалар дизайнерига ўрнатиш ва дастурнинг ташқи кўринишида иштирок этувчи объектларни танлаш учун хизмат қилади. Компонентлар тўпланидан фойдаланиш учун аввал керакли объект устига сичқончани босинг ва сўнгра формалар дизайнерига сичқончани босиш билан танланган объектни формага қўйишингиз мумкин.

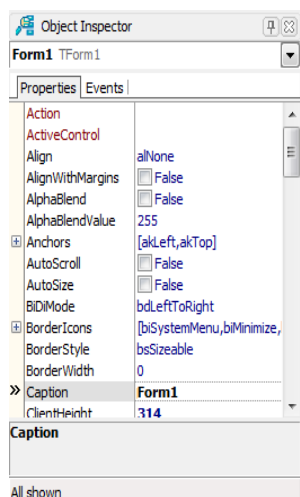


3- расм. Компонентлар тўплами.

Компонентлар тўпламида объектлар гуруҳлар бўйича алоҳида саҳифаларга бўлинган. Тўпланда Standard, Additional, Dialogs ва ҳоказо саҳифалар йиғилган. Агар сиз бу номларнинг ихтиёрийсини боссангиз, шу гуруҳ объектлари жойлашган саҳифага ўтишингиз мумкин.

Масалан, сиз формага TEdit объектini ташладингиз; сиз уни бир жойдан иккинчи жойга кўчиришингиз ва унинг ўлчамларини ўзгартиришингиз мумкин. Бошқа кўпчилик объектлар билан ҳам худди шундай ишларни амалга ошириш мумкин. Лекин, дастур бажарилишида формада кўринмайдиган (TMenu ёки TdataBase каби) объектлар ўз кўринишини ўзгартирмайди.

Формалар дизайнеридан чап томонда сиз объектлар инспекторини кўришингиз мумкин. Бу ойнадаги маълумотлар формада танланган объектнинг типига қараб, ўзгариб боришига эътибор беринг. Ҳар бир компонент бу объектдир, ва унинг кўриниши ҳамда ҳаракатини объектлар инспектори ёрдамида ўзгартириш мумкинлигини унутманг!



4- расм. Объектлар инспектори.

Объектлар инспектори жорий объектнинг ҳаракатларини аниқлаш учун икки саҳифадан ташкил топган. Биринчи саҳифа - хусусиятлар рўйхати бўлса, иккинчиси объектнинг ҳолатлари рўйхатидир. Жорий объектнинг бирор томонини ўзгартириш керак бўлса, сиз албатта Объектлар инспекторига мурожаат қилишингиз керак. Мисол учун сиз TLabel элементининг номини ўзгартиришингиз, ёки унинг Caption, Left, Top, Height, ва Width каби хусусиятлари ёрдамида жойлашишини ўзгартиришингиз мумкин.

Объектлар инспектори ойнасининг қуйи қисмидаги саҳифа номларидан объектларнинг хусусиятлари ва ҳолатлари ойнасига ўтиш мумкин. Ҳолатлар саҳифаси дастур матни муҳаррири билан бевосита боғлиқ бўлиб, ундаги ҳолатларнинг ихтиёрийсига сичқончани икки марта боссак, объектнинг шу ҳолатига тегишли дастур сарлавҳаси муҳаррирда пайдо бўлади ва сизга шу ҳолатда бажариладиган ишларни дастур кўринишида ёзиш имконияти берилади. MDelphi бу имкониятини кейиноқ тўлиқ кўриб ўтаемиз.

#### Қўшимча элементлар

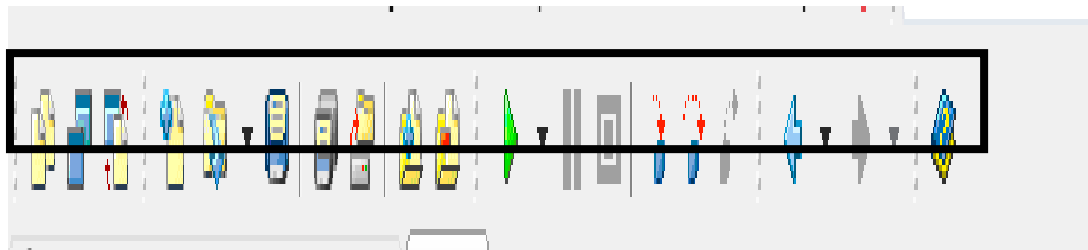
Бу бўлимда биз асосан дастурлаш учун ёрдамчи ҳисобланган учта қўшимча элементлар ҳақида гапирамиз:

- Меню (Menu System)
  - Тезкор мурожаат тугмалари (SpeedBar)
 

Меню Delphining енг тезкор ва мослашувчан воситасидир, чунки, ундаги буйруқларни тезкор тугмалар ёрдамида ҳам бажариш мумкин.

Менюнинг қулайлиги шундаки, бу эрда тугмачалар ва белгилардан фарқли равишда аниқ сўзлар ишлатилади.

SpeedBar бевосита менюниг қуйи қисмида, компонентлар тўпламидан чап томонда жойлашади.



6- расм: Тезкор мурожаат тугмалари (SpeedBar)

Буйруқлар менюси қуйидагиларни ўз ичига олган:

- File (файл) бўлими файллар устида иш бажариш учун керакли буйруқларни ўз ичига олган;

- Edit (таҳрир) бўлими файл ичидаги маълумотларни таҳрирлаш учун керакли буйруқлами ўз ичига олган:

- Search;
- View;
- Refactor;
- Project
- Run формани ишга тушириш;
- Component;
- Tools сервис хизматидан фойдаланиш;
- Window
- Help ёрдам чақириш.

Форма ойнасида иловалар яратилади. Object Inspector ойнаси объект хоссаларини таҳрирлаш учун хизмат қилади. Объект хоссалари бу объектга берилган характеристика бўлиб, унинг кўриниши, жойлашиши ва ҳолатидир. Масалан, Width ва Height хоссалари форма ўлчамини, Top ва Left эса форманинг экрандаги ҳолати, Caption - сарлавҳа матнини аниқлайди.

Оддий дастур иловасини яратиш кетма-кет File=> New=> VCL Forms Application-Delphi буйруғини бериш билан бошланади. Бу буйруқни беришдан олдин иккита асосий ишни бажариш лозим:

- папка ташкил этиш;
- тизимни тўғрилаш.

Папка тузинг, масалан, **My\_Delhp** номли. **My\_Delhp** папкаси ичида яна ўз дастурингизни сақлаш учун папка очиш, масалан, *Менинг дастурим 1*.

Delphi дастурлаш муҳитида ишлаш жараёнида қуйидаги кенгайтмали файллар ишлатилади:

- лойиҳа файли, кенгайтмаси **.dpr**;
- Delphi лойиҳа файли, кенгайтмаси **.dproj**;
- Компановка файли, кенгайтмаси **.exe**;
- паскал модули файли, кенгайтмаси **.pas**;
- компоненталар жойлашган файл, кенгайтмаси **.de"**;
- формалар жойлашган файл, кенгайтмаси **.dfm**;
- маълумотлар базаси файли, кенгайтмаси **.dbf**.

Тайёрланган Delphi дастур учта асосий этапдан ўтади:

- компиляция;
- компоновка;
- бажариш.

Компиляция этапида тайёрланган дастур матни Object Pascal тилига ўтказилади. Компановка босқичида эса керакли қўшимча ёрдамчи дастурлар ва остдастурлар унга бирлаштирилади. F9 тугмасини босиш билан дастур компиляция қилинади, бу пайтида Delphi системаси pas, dfm ва dcu кенгайтмали модуллар тузади. . pas кенгайтмали файл кодларни ёзиш ойнасига киритилган дастур матнини, .dfm форма ойнаси ташкил этувчиларини, .dcu кенгайтмали файл эса .pas ва .dfm кенгайтмали

файлларнинг биргаликдаги машина кодига ўтказилган вариантлари сақлайди. Бу .dcu кенгайтмалари файл компилятор томонидан ташкил қилинади ва ягона ишчи (бажарилувчи) .exe кенгайтмалари файл ташкил қилишга база яратади.

**Савол ва топшириқлар:**

1. Delphi дастури қандай ишга туширилади.
2. Янги форма қандай яратилади.
3. Delphi кенгайтмаларини тушунтириш.
4. Дастурлаш муҳитининг асосий ташкил этувчиларини айтиш.

**Топшириқ лойиҳасини қуйидаги тарзда бажаринг:**

- 1) ComboBox1 рўйхатига янги элементлар қўшиш: тўртбурчак, эллипс ва бу шаклларни кўрсатиш имкониятини кўриб чиқиш;
- 2) расмнинг бўйлигини дастурлаш Shape1 компонентда танланган ранг ColorBox1;  
Shape1 шакли соясини ColorBox1 компонентида танланган ранг билан дастурлаш
- 3) Формага иккита Button1 ва Button2 тугмаларини қўшиш.  
Button1 тугмасини босганда, Shape1 компонентининг ўлчамлари икки баробарга чиқади ва Button2 тугмасини босганингизда улар икки баравар катталашади



## 8-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

### Мавзу: Ахборот тизимларини созлаш

**Ишдан мақсад:** Яратилган ахборот тизимларини созлашда талабаларда кўникма ҳосил қилиш

#### ***Ишнинг қисқача мазмуни:***

Хато ҳақида қўшимча маълумотни олиш учун қўшимча тестларни бажариш ёки махсус усуллар ва воситалардан фойдаланиш мумкин:

- созловчи чиқариш;
- интегралли созлаш воситалари;
- мустақил созловчилар.

**Созловчи чиқариш.** Усул бириктирув нуқталарида қўшимча созловчи чиқариш дастурга қўшилишини талаб этади. Дастурнинг асосий ўзгарувчанлари ўз ифодаларини ўзгартирадиган алгоритм нуқталари бириктирув нуқталари ўз аксини топади. Масалан, айрим ифодалар массивининг ўзгариш синкли бошлангунга қадар ва шу цикл якунлангандан сўнг созловчи чиқаришни назарда тутиш лозим бўлади. (Агар созловчи чиқариш циклда назарда тутилса, одатда тафтиши мураккаб бўлувчи ортиқча кўп ифодалар чиқарилади). Бунда назарда тутиладики, чиқарилган ифодаларнинг таҳлилини бажаргач, дастурчи нотўғри ифодалар олинган пайтни аниқлаштиради ва хатонинг сабаби ҳақида хулоса чиқариши лозим.

Мазкур усул жуда самарали эмас ва ҳозирги вақтда ундан амалда фойдаланилмаяпти, чунки созлаш жараёнининг мураккаб ҳолатларида катта миқдордаги чиқариш-кўплаб ўзгарувчанларнинг ҳар бир ўзгаришда чиқариладиган ифодалари “трассалари” талаб қилиниши мумкин. Бундан ташқари, дастурга қўшимча операторларнинг киритилиши хато намоён бўлиши ўзгаришига олиб келиши мумкинлиги, бу гарчи унинг табиати ҳақида муайян хулоса чиқаришга имкон берса-да, номақбулдир.

***Эслатма.** Дастурга қўшилишда ғойиб бўладиган хатолар ёки дастурдан қандайдир “беозор” операторларни йўқотиш, қоидага кўра, хотирадан ўчириш билан боғлиқдир. Операторларни қўшиш ёки йўқотиш натижасида ўчириш соҳаси бошқа жойга кўчиши мумкин ва хато ёки намоён бўлишини тўхтатади, ёки бошқача тарзда намоён бўла бошланди.*

**Интегралли созлаш воситалари.** Аксарият замонавий дастурлаш муҳитлари (Delphi, Builder C++, Visual studio ва ҳ.к.) максимал самарадор созлашни таъминловчи созлаш воситаларини ўз ичига олади. Улар қуйидагилар учун имкон беради:

- дастурни қадамлар бўйича бажариш, бунга тагдастурга кириш биргаликдагиси ҳам, уларни яхлит бажариш ҳамкиради;
- тўхтатув нуқталарини кўзда тутиш;
- курсор билан кўрсатилган операторгача бўлган дастурни бажариш;
- қадамли бажаришда ҳар қандай ўзгарувчанларнинг борлигини аксеттириш;
- хабарлар оқимини кузатиб бориш ва ҳ.к.

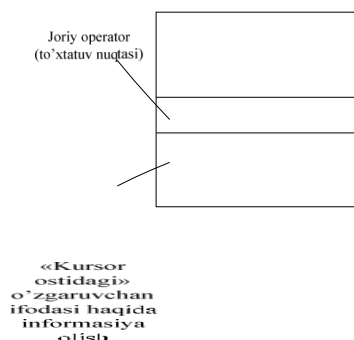
9.1 – расмда дастурнинг Delphi тўхтатув нуқтасига етгунга қадар қадамли бажариш тартибига ўтиши пайтидаги кўриниши тасвирланган. Дастурчи худди шу пайтда ўзини қизиқтирувчи ўзгарувчанлар ифодасига қараб чиқиш имкониятига эга бўлади.

Муҳит доирасида интегралли воситаларни қўллаш этарлича содда, хатоларнинг намоён бўлишларига боғлиқ равишда турли йўллардан фойдаланилади. Агар хато ҳақида хабар олинса, у ҳолда аввало дастурнинг қайси оператори бажарилиши ҳақида хабар олинганлиги аниқлаштирилади. Бунинг учун хато намоён бўладиган фрагмент бошланишига тўхтатув нуқтаси ўрнатилади ва хато намоён бўлгунга қадар қадамли тартибда операторлар томонидан бажарилади.

Компютер “осилиб қолиши” да ҳам шундай иш кўрилади.

Агар нотўғри натижалар олинса, хатони локаллаштириш одатда моҳиятан мураккаблашади. Мазкур ҳолатда дастлаб бажарилишида нотўғри натижалар олинаётган фрагмент аниқланади. Бунинг учун

бириктирув нуқталарида қизиқтирувчи ифодалар кетма-кет текширилади. Кутилаётганларидан фарқланувчи ифодалар топилгач, қадамлар бўйича бажарилиши нотўғри натижа бераётган операторни аниқлангунча тегишли фрагмент трассаланади.



**9.1 – расм.** Delphi тўхтатув нуқтасига етгунга қадар қадамли бажариш тартибига ўтиш (рамкада “курсор остидаги” ўзгарувчининг ифодаси кўрсатилган)

Хато табиатини аниқлаш учун машинавий кодларни, байроқларни таҳлил қилиш ҳамда дастурни ва хотира ифодаларини 16-лик тарзда тақдим этиш мумкин.

Хато сабабини кўриб чиқилган усуллардан бирдан фойдаланган ҳолда белгиланади. Бунда гипотезаларни текшириш учун интегралли созлаш воситаларидан ҳам фойдаланиш мумкин.

### **9.1. Мустақил созловчилардан фойдаланган ҳолда созлаш.**

Дастурларни созлашда баъзан махсус созловчи-дастурлардан фойдаланиладики, улар қадамли тартибда дастурнинг ҳар қандай фрагментини бажаришга ва дастурчини қизиқтирувчи ўзгарувчанларнинг борлигини текширишга имкон беради. Бундай созловчилар, қоидага кўра, дастурни фақат 16-лик кодда тақдим етилган машинавий буйруқларда созлашга имконият яратади.

## 9.2. Дастурий таъминлашни созлашнинг умумий методикаси

Барча юқорида айтилганларни умумлаштириб, MSDOS ва Win 32 опеарацион тизимларини бажариш учун универсал дастурлаш тилларида ёзилган

Дастурий таъминотни созлашнинг қуйидаги методикасини таклиф этиш мумкин:

*1-босқич* – хатонинг намоёиш бўлишини ўрганиш – агар қандайдир хабар берилган ёки нотўғри ёхуд нотугал натижалар берилган бўлса, уларни ўрганиш ҳамда қандай хато шундай намоён бўлиши мумкинлигини тушунишга ҳаракат қилиш зарур. Бунда созлашнинг индуктив ва дедуктив усулларидадан фойдаланилади. Натижада хато характери тўғрисида версиялар илгари сурилади ва уларни текшириш зарур. Бунинг учун хато ҳақида қўшимча ахборот олишнинг усуллари ва воситаларини қўллаш мумкин.

Агар хато топилмаса ёки тизим “осилиб қолса”, иккинчи босқичга ўтилади.

*2-босқич* – хатони локаллаштириш – бажарилишида назарда тутилган ҳисоблаш жараёнидан оғиш юз берган муайян фрагментни белгилаш. Локаллаштириш қуйидагича бажарилиши мумкин:

- дастур қисмларини кесиш йўли билан, бунда дастурнинг айрим қисмини кесишда хато йўқолиб қолса, бу хатонинг шу қисм билан боғлиқлигини ҳам, киритилган ўзгартириш хато намоён бўлишини ўзгартирганини ҳам англатади;

- бизни қизиқтирувчи дастурнинг қадамли тартибдаги фрагментини бажаришга ҳамда хатонинг намоён бўлиш жойи ва характери ҳақида қўшимча ахборотни олишга, масалан кўрсатилган ўзгарувчанлар борлигини аниқлашга имкон берувчи созлаш воситаларидан фойдаланиш билан биргаликда.

Бу борада агар нотўғри натижалар олинган бўлса, у ҳолда қадамли тартибда тегишли, натижанинг шаклланиши жараёнига хос калит нуқталар текширилади.

Айнан юқорида таъкидланганидек, хатога у пайдо бўлган жойда йўл қўйилмаган бўлиши ҳам мумкин. Муайян ҳолатда шундай бўлса, кейинги босқичга ўтилади.

*3-босқич* – хато сабабини аниқлаш – иккинчи босқич натижаларини ўрганиш ва хатонинг еҳтимолли сабаби версияларини шакллантириш. Мазкур версияларни текшириш зарур, эҳтимол бунда операторлар кетма-кетлигини ёки ўзгарувчанларнинг ифодаларини кўриб чиқиш учун созлаш воситаларидан фойдаланилиши мумкин.

*4-босқич* – хатони тузатиш, биргаликда бажарилиши, хатога олиб келган барча операторларга тегишли ўзгаришларни киритиш.

*5-босқич* – такрорий тестлаш – барча тестларни аввал – бошидан такрорлаш, чунки аниқланган хатоларни тузатишда дастурга кўпинча янгилари киритилади.

Назарда тутиш лозимки, созлаш жараёнини дастурлашга тузилмавий ёндашувнинг асосий тавсияларига эргашган ҳамда жиддий равишда соддалаштириш зарур:

- дастурни “юқоридан-қуйига”, интерфейсдан ишлаб берувчи тагдастурларга уни тагдастурлар қўшилиши давомида тестлаган ҳолда кучайтириш лозим;
- фойдаланувчига у киритган маълумотларни текшириш учун чиқариш ва уларни киритилгандан сўнг дарҳол йўл қўйилиши бўйича текшириш керак;
- алгоритмнинг барча бириктирув нуқталарида (тармоқларда, тагдастурлар чақирувиди) асосий маълумотларнинг чиқарилиши кўзда тутиш зарур.

Бундан ташқари, хатолар аввалроқ аниқланган дастурий таъминот фрагментларини янада батафсил текшириш лозим, чунки статистика бўйича ушбу жойларда хатолар эҳтимоли юқоридир. Бунинг қуйидаги сабаблари бор: Биринчидан, мураккаб жойларда ва амалга оширилувчи операцияларига спецификациялар етарлича ишланмаган ҳолатларда кўпинча хатоларга йўл қўйилади. Иккинчидан, хатолар дастурчи чарчаганлиги, чалғиганлиги ёки ўзини ёмон ҳис қилаётганлиги натижаси бўлиши ҳам мумкин. Учинчидан, юқорида эслатиб ўтилганидек хатолар

кўпинча олдин топиб улгурилган хатоларни тузатиш натижасида пайдо бўлади. Одатда маълумотларни белгилаш хатоларини ва хатоларининг жойланиши хатоларини излаш энгилроқ бўлади: уларнинг сабаблари намоён бўлиш жойида локаллашган. Мантиқий хатоларни излаш анчагина мураккаб. Бунда лойиҳалашда хатоларни аниқлаш аввалги босқичларга қайтишни ва лойиҳага тегишли ўзгартиришлар киритилишини талаб этади. Кодлаштиришдаги хатолар инициаллаштирилган ўзгарувчандан фойдаланиш каби ҳам содда, ҳам хотира ўчирилиши билан боғлиқ хатолар сингари ғоят мураккаб бўлади.

Айрим маълумотнинг оператив хотирада ўз жойига қўйилмаганлиги натижасида маълумотлар фрагментлари ёки ҳатто дастур буйруқлари ўчиб кетишига олиб келувчи хатолар хотира ўчирилиши деб номланади. Бундай хилдаги хатолар одатда хато ҳақидаги хабар пайдо бўлишини юзага келтиради. Шу боисдан бажарилишида хато намоён бўладиган фрагментни аниқлаш қийин эмас. Бироқ хотирани ўчираётган дастур фрагментини белгилаш- мураккаб масала, бунда дастур қанча узун бўлса, мазкур хилдаги хатоларни топиш шунчалик мураккаблашади. Айнан шундай ҳолатда кўпинча, гарчи бу дастурнинг қайси қисмида хато борлиги саволига ягона жавобни таъминламаса-да, дастурдан қисмларни йўқотиш чораси қўлланилади. Маълумотларни хотирага номи бўйича эмас, манзили бўйича ёзадиган, бинобарин уларни кетма-кет текширадиган операторни аниқлашга ҳаракат қилиш самаралироқдир. Бу борада хотиранинг маълумотларга ўринни тақсимланишига алоҳида эътибор қаратиш лозим.

### **Савол ва топшириқлар:**

Қандай жараён созлаш дейилади? Унинг мураккаблиги нимада?

Хатоларнинг асосий типларини айтинг. Дастурни бажаришда улар қандай намоён бўлади?

Созлашнинг асосий усулларини санаб кўрсатинг. Улар ўртасидаги тафовут нимадан иборат? Хатолар мавжуд ҳар қандай дастурни олиб, юқорида саналган усулларнинг ҳар биридан фойдаланган ҳолда хатони топишга интилинг. Қандай усул сиз учун содда ва табиийроқ ҳамда бунинг сабаби нимада?

Хатолар ҳақида қўшимча ахборот олишнинг қандай воситаларини биласиз? Қандай хатоларни ҳаммадан кўпроқ излаганингизни эсланг ва нима учун? Қўшимча ахборот қандай ҳолларда хатони топишга имкон беради?

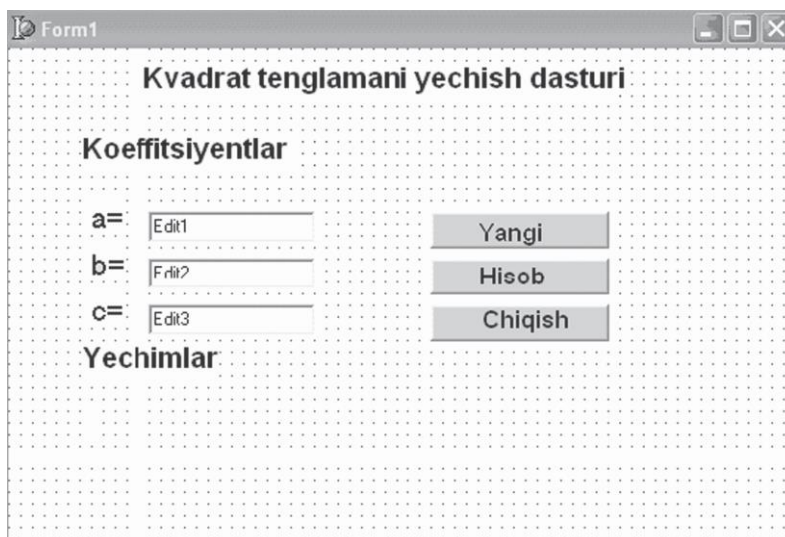
### **Мисол 1.**

Delphi ning imkoniyatlarini va uning vizual loyi xalash vositasi texnologiyasini namoyish etish uchun misol tariqasida kvadrat tenglama echimlarini topish dasturini yaratishni qaraylik. Buning uchun loyi xaning bo shlan gich elementlarini yaratishdan bo shlaylik. Delphi foydalanuvchiga Form1 nomli standart formani taklif etadi. Foydalanuvchi forma xossalari ni Object Inspector o ynasidan u zgartirish imkoniga e ga. Forma xossalari uning ekranda gi ku rinishini aniqlaydi. Xossalar r uyxatini ob yektlar inspektori (Object Inspector) o ynasining pastki qatorida gi Properties ni (xossalarni) aktivlashtirish bilan ku rish mumkin. O ynaning chap ustunida xossalar nomlari, u ng ustunida xossalarning joriy qiymatlari berilgan. Xossa qiymatini u zgartirish uchun mos xossa e zilgan maydonni sichqonchada chi qillatilib, natijada xosil bu lgan u ng tomondagi unga mos xossa qiymati aniqlanadi, ya ni u zgartiriladi. Masalan, caption (sarlavxa) xossasi qiymatini u zgartirish uchun, oldin caption sichqonchada chi qillatilib keyin «Form1» xossa qiymati klaviaturadan Backspace tugmasini bosi sh bilan u chirilib, u rninga «Kvadrat tenglamani echi sh dasturi» matni kiritiladi.

Masalan, kvadrat tenglamani echi sh dasturchi uchun birinchi uchta piktoграмма керак булади. Бу piktoграммаларни формага жойлаштириш uchun компоненталар палитрасида ги керакли piktoграмма икки марта sichqonchada chi qillatiladi va keyin форма maydonida xosil bu lgan kiritish belgisi e ki tugmacha керакли жойга жойлаштирилadi.

Berilgan misol uchun формага ishlanadigan ilova ga o ltita metka ku yi sh керак булади. Birinchi Label1 tenglama y echimlarini chi qari sh uchun, ikkinchi Label2 форма bo shida maълумot beri sh uchun (masalan, tenglama koefitsiyentlari:) va qolgan uchasi Label3, Label4, Label5 taхрирлаш maydoniga tushuntiri sh beri sh uchun (masalan, koef. a) формага ku yiladi.

Формага янги ҳисоб ва чиқиш tugmachalarini жойлаштириш uchun standart компоненталар палитрасидан «Ok» piktoграммаси uch марта икки мартадан chi qillatilib, formaning керакли жойларига ku yiladi va keyin улар nomlari, ya ni, qiymatlari xossadan aniqlanadi. Natijada ku yida gi формага e ga bu lina di.



**Ҳодиса ва уни қайта ишлаш.** Яратилган форма илованинг қай тарзда ишлашини кўрсатиб беради. Формадаги буйруқ тугмачалари бирор иш бажариши учун улар сичқончада кўрсатилиб чиқиллатилади. Сичқончада тугмачани чиқиллатиш (босиш) ҳодисага мисол бўлиб, у илованинг ишлаш жараёнида ҳосил бўлади. Бу йерда ҳодиса сўзини юз берадиган жараён деб тушуниш керак.

Ҳодисаларга жавоб Delphiда уларнинг қайта ишловчи процедуралар кўринишида ташкил қилинади. Turbo Pascal тилида ёзиладиган бу процедуралар ҳодиса қайта ишловчиси деб аталади.

Delphi автоматик равишда қайта ишловчига иккита қисмдан иборат ном беради. Биринчи қисм номи формани, объектга кирувчиларни ўз ичига олиб, иккинчи қисм номи еса айнан объект ўзини ва қайта ишловчини акс еттиради. Бизнинг мисолимизда форма номи — Form1, биринчи буйруқ тугмасининг номи «ҳисоб» — Button1, қайта ишловчи номи еса — Click. Енди Begin ва End орасига қайта ишловчи бажарувчи Пассал тилидаги операторларни қуйидаги процедурага киритиш мумкин. Бу процедура «ҳисоб» тугмасини икки марта тез-тез чиқиллатиш билан экранга чақирилади.

```
Procedure TForm1.Button1click(Sender:Tobject);
```

```
Var
```

```
  A,B,C:Real;
```

```
  D:Real;
```

```
  X1,X2:Real;
```



```

S1,S2:String[7];

Code:Integer;

Begin

    Val(Edit1.Text,a,Code);

    Val(Edit2.Text,b,Code);

    Val(Edit3.Text,c,Code);

    If a=0 Then

        Label6.Caption:='Xato! '+Chr(13)

            +'Noma'lum ikkinchi darajasi koeffitsiyenti'

                +Chr(13)+'nolga teng'

    Else Begin

        d:=b*b-4*a*c;

    If d<0 then label 6. Caption :=`Yechim mavjud emas` Else Begin

        x1:=(-b+Sqrt(d))/(2*a); x2:=(b+Sqrt(d))/(2*a);

        Str(x1:7:3,S1);

        Str(x2:7:3,S2);

        Label6.Caption:=`Denglama ildizlari:`

            +Chr(13)+'x1='+S1+

        +Chr(13)+'x2='+S2;

        End;

        End;

    End;

```

Келтирилган дастур матнида Turbo Pascalнинг оддий Read ва Write (Киритиш ва чиқариш) операторлари ишлатилмаган. Ўзгарувчилар қийматини киритиш таҳрирлаш майдонидан Text хоссасига мурожаат қилиш билан амалга оширилади. Киритилган ўзгарувчилар қиймати матн бўлгани учун улар Val функцияси ёрдамида рақамга ўтказилади. Квадрат тенгламанинг илдизлари x1 ва x2 қийматлари Str функцияси орқали мос равишда s1 ва s2 ўзгарувчиларга матнли қилиб узатилади. Натижани экранга матн кўринишида бериш учун Label6. Caption меткасига қиймат қилиб юборилади.

Худди шундай «янги» ва «чиқиш» тугмачалари учун ҳам қайта ишловчи процедураларини ташкил қилиш керак. Уларнинг матнлари қуйидаги кўринишга эга.

```
Procedure TForm1.Button2Click(Sender:Tobject);
```

```
Begin
```

```
Edit1.Text:= ' ';
```

```
Edit2.Text:= ' ';
```

```
Edit3.Text:= ' ';
```

```
Label2.Caption:= ' ';
```

```
Edit1.SetFocus;
```

```
End;
```

```
Procedure TForm1.Button3click(Sender: Tobject);
```

```
Begin
```

```
Form1.Close;
```

```
End;
```

### **Лойиҳани сақлаш. Иловани компиляция қилиш ва ишга тушириш.**

Лойиҳани сақлашда Delphi бир неча файлни ташкил қилади. Айримлари бутун лойиҳани тавсифлашни, бошқалари форма ва дастур модулини тавсифлашни ўз ичига олади. Агар ҳали сақланмаган лойиҳа бўлса Файл (File) менюсидан (Save Project) буйруғи берилади ва кейин дастур модули ва проект номи берилади.

Лойиҳани боғлаб бўлгандан сўнг Compile менюсидан сомпиле буйруғи берилади. Агар дастурда синтаксис хато бўлмаса экранда компиляция тўғри ўтганлиги ҳақида хабар берилади. Агар компиляция дастурда қандайдир хатони топса, хато ҳақида экранга маълумот беради. Компиляциядан тўғри ўтган дастур учун махсус — .exe кенгайтмали файл тузиб беради ва у файлни Delphi тизимсиз ишлатиш мумкин.

Delphi тизимидан чиқмасдан туриб иловани ишга тушириш мумкин, бунинг учун Run менюсининг Run буйруғини ёки F9 тугмачасини босиш кифоя бўлади. Юқоридаги мисол учун илова ишга туширилиб а, б ва с қийматлари киритилиб «ҳисоб» тугмаси босилса дастур қуйидаги натижани экранга чиқаради.

Form1

**Kvadrat tenglamani yechish dasturi**

**Koeffitsiyentlar**

a=

b=

c=

**Yechimlar**

**Tenglama ildizlari**

x1= 0.871

x2= 2.871

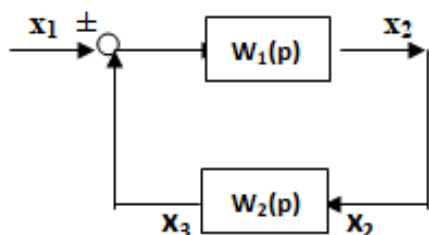
Protsedura TForm1.Button2Click «янги» тугмачасини сичқончада чиқиллатиш билан ишлайди ва таҳрирлаш майдонига курсорни коэффициент қийматларини киритиш учун олиб келиб қўяди.

Protsedura TForm1.Button3Click «тамом» тугмачасини сичқончада чиқиллатиш билан ишлайди ва формани ёпади.

## KEYSLAR BANKI

### Topshiriq №1

Quyidagi rasmda keltirilgan tizimning umumiy uzatish funksiyasini aniqlang.



### Topshiriq №2

Uzatish funksiyasi quyidagicha berilgan tizimning chastotaviy xarakteristikasini aniqlang:

$$W(p) = \frac{K}{1 + Tp}, \text{ bo'lgan va } K=3; T=0,2$$

### Topshiriq №3

Xarakteristik polinomi

$$D(p) = 0,104p^7 + 0,33p^6 + 5,5p^5 + 15,5p^4 + 25p^3 + 25p^2 + 19,7p + 9,5$$

bo'lgan tizimning Raus mezonini bo'yicha turg'unligini baholang.

### Topshiriq №4

Quyida berilgan xarakteristik tenglamalarni Gurvits mezonini bo'yicha baholang

$$1) 12 \cdot p^3 + 10 \cdot p^2 + 8 \cdot p + 10 = 0$$

$$2) 0,1 \cdot p^4 + 6 \cdot p^3 + 4 \cdot p^2 + p + 4 = 0$$

### Topshiriq №5

Mixaylov mezonini yordamida quyidagi xarakteristik tenglama orqali ifodalangan tizimning turg'unligini tekshiring.

$$2 \cdot p^3 + 6 \cdot p^2 + 10 \cdot p + 15$$

### Topshiriq №6

Ochiq tizimning uzatish funksiyasi quyidagicha berilgan:

$$W(s) = \frac{k}{(T_1s + 1) \cdot (T_2s + 1) \cdot (T_3s + 1) \cdot (T_4s + 1)}$$

bunda:  $k = 20$ ;  $T_1 = 1.25$ ;  $T_2 = 0.6$ ;  $T_3 = 0.02$ ;  $T_4 = 0.01$ .

Tizimning turg'unligini logarifmik xarakteristika bo'yicha tekshiring.

### Topshiriq №7

Berik tizimning xarakteristik tenglamasi quyidagicha:

$$D(s) = (1 + T_1s) \cdot (1 + T_2s) \cdot (1 + T_3s) + K = 0$$

bunda,  $K$  – ochiq tizimning kuchaytirish koeffitsienti;

$T_1, T_2, T_3$  – dinamik bo'g'inlarning vaqt doimiylari.

Ochiq tizimning  $K$  kuchaytirish koeffitsienti tekisligida tizimning D-bo`linish chegaralarini aniqlang.

### **Topshiriq №8**

Kechikishli ochiq tizimning uzatish funksiyasi quyidagicha berilgan:

$$W_{\tau}(s) = \frac{K \cdot e^{-s\tau}}{1 + Ts}$$

Kritik kechikish vaqtini  $\tau_{kp}$  aniqlang.

## GLOSSARIY

<b>№</b>	<b>Kalit soʻz</b>	<b>Izohi</b>
1.	Avtomatlashtirish	Texnologik jarayonlarni odam ishtirokisiz boshqaradigan texnik vositalarni joriy etish
2.	(ABS) avtomatlashtirilgan boshqarish sistemasi	Axborotlarni avtomatlashtirilgan holda yigʻish va qayta ishlashni taʼminlovchi hamda inson faoliyatining turli sohalardagi optimal boshqarish uchun zarur boʻlgan inson-mashina sistema.
3.	Avtomatik nazorat	Texnologik jarayonlarda tezkor maʼlumotlarni avtomatik ravishda qabul qilish va uni qayta ishlash uchun kerakli boʻlgan sharoitlarni taʼminlaydi
4.	Avtomatik rostdash	Texnologik jarayonlarning tegishli parametrlarini avtomatik rostlovchi asboblari yordamida talab qilingan sathda saqlanishini nazarda tutadi. Bu holda odam faqat avtomatik rostdash tizimining (ART) toʻgʻri ishlashini nazorat qiladi
5.	Avtomatik boshqarish	Texnologik operatsiyalarni belgilangan ketma-ketlikda avtomatik ravishda bajarilishini va boshqaruv obʼektiga nisbatan boʻladigan taʼsirlarning muayyan muttasilligini ishlab chiqishdan iborat.
6.	Texnologik jarayon parametrlari	Oʻzgaruvchan fizikaviy va kimyoviy kattaliklar (bosim, sarf, harorat, namlik, konsentratsiya va hokazo)
7.	Rostlanuvchi kattalik	Qiymatini barqarorlash yoki bir tekisda oʻzgarishini taʼminlash zarur boʻlgan parametr.
8.	Xozirgi qiymati	Rostlanuvchi kattalikning ayni paytda oʻlchangan qiymati.
9.	Berilgan qiymati	Rostlanuvchi kattalikning texnologik reglament boʻyicha ayni vaqtda doimiy saqlanishi shart boʻlgan qiymati
10.	Gʻalayonlanishlar	Texnologik jarayonning maqsadga muvofiq ravishda oqib oʻtishiga teskari taʼsir koʻrsatuvchi hamda tizimlardagi moddiy va energetik balansni buzuvchi oʻzgaruvchilar.
11.	Kirish parametrlari	Xom ashyoning boshlangʻich xolatini xarakterlovchi oʻzgaruvchi xamda vaqt oʻtishi bilan oʻzgaradigan uskuna parametrlari, texnologik jarayonning oqib oʻtishini aniqlovchi oʻzgaruvchilar
12.	CHiqish parametrlari	CHiqarilgan maxsulot sifatini (kimyoviy tarkib, zichlik, konsentratsiya v.b.) xarakterlovchi koʻrsatgichlar, shuningdek hisoblash yoʻli bilan aniqlanadigan texnik-iqtisodiy (uskunalarning ishlab chiqarish unimdogligi, maxsulotning tannarxi) koʻrsatgichlar.

13. Avtomatik rostlagich Rostlanuvchi kattalikning qiymatini barqarorlash yoki ma`lum qonun bo`yicha o`zgarishini amalga oshirish uchun mo`ljallangan asbob
14. Xato yoki nomoslik Ichki yoki tashqi sharoitlarning o`zgarishi sababli rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati berilgan qiymatidan chetga chiqishi orqali hosil bo`lgan qiymat.
15. Turg'unlashgan rejim Xato yoki nomoslik nol'ga teng bo`lgan texnologik jarayon.
16. Turg'unlashmagan rejim G'alayonlar ta'sirida xato paydo bo`ladigan texnologik jarayon rejimi.
17. Normal texnologik sharoit Har qanday texnologik jarayon uchun maxsulotning eng yaxshi sifati va eng kam sarf-xarajatlarda talab etilgan samaradorlikni ta'minlovchi optimal sharoit.
18. Rostlash ob`ekti Texnologik jarayon avtomatik tarzda rostlanayotgan sanoat uskunasi
19. Avtomatika elementi Mustaqil funktsiyani bajaruvchi avtomatik tizim tarkibining biror qismi.
20. Funktsional sxema Avtomatik tizim elementlarining tarkibiga kiruvchi funktsional bog`lanishni ifodalovchi sxema.
21. Tizimning struktura sxemasi Avtomatik tizimni turli dinamik xususiyatlarga ega bo`lgan va bir – birlari bilan bog`langan sodda zvenolar shaklida tasvirlovchi va zvenolarning bog`lanishini aks ettiruvchi sxema.
22. Rostlash konturi Rostlanuvchan ob`ekt va avtomatik rostlagich birligining tutash zanjirni
23. Berilgan algoritim Ishchi parametrni vaqt bo`yicha doimiy ushlab turilishini yoki vaqt bo`yicha oldindan ma`lum bo`lgan yoki ma`lum bo`lmagan qonuniyatlar bo`yicha o`zgarishini ta'minishini amalga oshiruvchi algoritim.
24. Vazifa beruvchi O`zining chiqishida rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatiga proporsional signal ishlab chiqarishga mo`ljallangan qurilma.
25. Rostlanish qonuni Rostlanuvchi kattalik bilan kirish signali o`rtasidagi funktsional bog`lanish
26. Ijro qurilma Rostlagichning kamanda signalini o`zidagi rostlovchi organining tegishli signaliga o`zgartiruvchi qurilma
27. Zveno Struktura sxemasining ajratilgan kirish va chiqishi mavjud bo`lgan element.
28. Boshqarish Qo`yilgan maqsadga etishishni ta'minlovchi biror bir jarayonni tashkil qilish .
29. Avtomatik signal berish tizimlari Xizmat ko`rsatuvchi shaxsga u yoki bu texnik qurilmaning holati, u yoki bu jarayonning kechishi haqidagi xabarni etkazish uchun xizmat qiladi.

30. Avtomatik nazorat tizimlari Insonning ishtirokisiz biror bir texnik agregatning, qurilmaning ishini yoki biror bir jarayonning kechishini tavsiflaydigan turli xil parametr va kattaliklarni nazorati (o`lchash) ni amalga oshiradi.
31. Avtomatik blokirovka va himoya tizimlari Texnik agregatlar va qurilmalarda paydo bo`lishi mumkin bo`lgan avariya holatlarining oldini olish uchun xizmat qiladi. Agar himoya qilinuvchi agregatni tavsiflovchi biror bir kattalik, o`zining kritik qiymatiga erishganda hamda avtomatik blokirovka va himoya tizimi insonning ishtirokisiz himoya qilinuvchi agregatga qisman yoki to`liq ta`sir qilib, uning ishini to`xtatib qo`yadi.
32. Statik xarakteristika Barqarorlashtirilgan rejimda tizimning chiqish signalining kirish signaliga bog`liqligini tasvirlaydi.
33. Dinamik xarakteristika Vaqt o`tishi bilan chiqish kattaligining o`zgarishi o`rnatilgan rejimning buzulish davridagi kirish kattaligining o`zgarishiga bog`liqligi
34. O`tish xarakteristikasi Rostlanuvchi kattalikning bir turg'un xolatdan ikkinchi turg'un holatga o`tish jarayoni.
35. O`tish funksiyasi Nol' boshlang'ich shartlarda ob`ektning kirishiga birlik pog`ognli signal ta`sir qilganda ob`ektning shu signalga ko`rsatadigan reaksiyasi
36. Impuls yoki vazin funksiyasi Nol' boshlang'ich shartlarda ob`ektning kirishiga birlik impul's signal ta`sir qilganda ob`ektning shu signalga ko`rsatadigan reaksiyasi
37. Elementar zveno Ma`lum bir dinamik xususiyatlarga ega bo`lgan element
38. Uzatish funksiyasi Nol' bo`lgan boshlang'ich shartlarda zvenoning chiqish signali Laplash almashtirilishining zvenoning kirish signali Laplash almashtirilganiga nisbati
39. Gurvits, Rauss mezonlari Sistema turg'unligining algebraik mezonlari
40. Mixaylov, Naykvist mezonlari Sistema turg'unligining chastotali mezonlari
41. AFCHX Amplitkda faza chastota xarakteristikalarini
42. Rostlash qonunlari  $U=f(\Delta)$  bog`liklikni aniqlaydi
43. Kaskad va kombinirlashgan ABSlar Ko`p konturli ABSlar
44. Dinamik xato O`tish jarayonidagi rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatidan maksimal chetga chiqish
45. Statik xato Rostlovchi kattalik va uning berilgan qiymati orasidagi farq bo`lib, o`tish jarayoni tugagandan keyingi qolgan xatodir



46. So`nish darajasi Tebranish jarayonining intensivligini ifodalaydi va o`tish jarayonidagi uchinchi yarim davr amplitudasining birinchi yarim davr amplitudasiga nisbatidir
47. Uzluksiz jarayon Xom ashyo, energiya, katalizatorlar berilib, boshqaruvchi ta`sir ko`rsatilishi mobaynida texnologik jarayonda uzluksiz maxsulot ishlab chiqariladigan jarayon.
48. Uzlukli yoki diskret jarayon Nisbatan qisqa vaqt oralig`ida muayyan miqdorda maxsulot ishlab chiqaradigan jarayon.
49. Statsionar sistema Ish jarayonida sistema parametrlari o`zgarmaydi
50. Nostatsionar Ish jarayonida sistema parametrlari o`zgaradi.
51. O`z-o`zidan to`g`irlanish Ob`ektning g`alayonlanish paydo bo`lgandan so`ng o`z-o`zidan muvozanat holatiga qaytish xususiyati
52. Neytral yoki astotik ob`ektlar O`z-o`zidan to`g`irlanish qobiliyatiga ega bo`lmagan ob`ektlar
53. Sig`im Berilgan vaqtda ob`ekt ichidagi modda yoki energiyaning miqdori
54. YUk Modda yoki energiyaning ob`ektdan olinishiga (oqib chiqishiga) ob`ektning ko`rsatadigan ta`siri
55. Ob`ektning kechikishi Ob`ektga g`alayonli yoki boshqaruvchi ta`sir qilganda ob`ekt chiqishidagi rostlanuvchi kattalikning bir muncha vaqt o`tgandan so`ng o`zgarishi
56. Sof kechikish G`alayonli yoki boshqaruvchi ta`sir ko`rsatilgan paytdan boshlab rostlanuvchi kattalikning ob`ekt chiqishida o`zgara boshlagan poytgacha o`tgan vaqt
57. Mexanik jarayonlar Siljitish, tashish, tarozida tortish, granullash, dozalash, maydalash, aralashtirish, kovlash, boyitish kabi jarayonlar
58. Gidradinamik jarayonlar Suyuqliklarni siljitish, gaz va suyuq xolatdagi bir jinsli bo`lmagan aralashmalarni ajratish, materiallarni aralashtirish
59. Moddaning agregat holati o`zgaradigan jarayonlar Gaz aralashmalarining bo`linishi, ekstraktsiya, bug`latish, kondensatsiya, rektifikatsiya, distilyatsiya, quritish kabi jarayonlar
60. Moddaning agregat holati o`zgarmaydigan jarayonlar Siqilish, kengayish, qizish, sovish, fil`tratsiya, ventilyatsiya kabi jarayonlar
61. Kimyoviy jarayonlar Oksidlanish, qaytarilish, neytrallashtirish, degidratsiya, gidroliz, haydash
62. Mikrobiologik jarayonlar Xom ashyoni tayyorlash, saqlash, achitish, sterilizatsiya, fiksatsiya keabilar
63. Moddaning agregat holati Moddaning bosimi va xarorati o`zgarishi natijasida uning holatinio`zgarishi.

### Adabiyotlar:

1. Norman S. Nise. Control Systems Engineering. New York, John Wiley, 7 edition, - 2015. 944 p.
2. Katsuhiko Ogata. Modern Control Engineering. Pearson Higher Ed USA. 5 edition. 2009. -912 p.
3. Cecil L. Smith, Practical process control. Tuning and troubleshooting. A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION. 2009. -443 p.
4. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians. Elsevier. 2005. -304 p.
5. М.М. Благовещенская, Л.А. Злобин, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ. Москва «Высшая школа». 2005. -772 с.
6. Yusupbekov N.R., Muhammedov B.I., G'ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish: texnika oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik. – T.: O'qituvchi, 2011.-576 b.
7. Юсупбеков Н.Р, Игамбердиев Х.З., Маликов А.В. Технологик жараёнларни автоматлаштириш асослари: Ўқув қўлланма. 1,2-қисм. – Тошкент: ТошДТУ, 2007.
8. Основы автоматизации технологических процессов. Учебное пособие, Част I, II. Н.Р.Юсупбеков, Х.З.Игамбердиев, А.Маликов. -Ташкент: ТашГТУ, 2007.
9. Sevinov J.U. Avtomatik boshqarish nazariyasi. O'quv qo'llanma. –Toshkent: Fan va texnologiyalar, 2017. -248 b.
10. Р.Дорф, Р.Бишоп, Современные системы управления: Перевод с английского Б.И.Копылова. – Москва. Юнимедистайл. 2002. -832 с.
11. С.С.Ғуломов ва бошқалар. Ахборот тизимлари ва технологиялари. – Т., ШАРҚ, 2000 й. 529-б.
12. Е.З.Имомов. Ахборот технологиялари. – Т., Молия, 2002 й. 139-б.
13. М.Арипов ва бошқалар. Ахборот технологиялари. – Т.,НОШИР, 2009 й. 368-б.
14. Т.В.Гвоздева Проектирование информационных систем. – Ростов н/Д: Феникс, 2009.
15. Вендров, А. М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем / А. М Вендров. – М., 2002.
16. В.Н. Петров. Информационные системы –СПб.: Питер, 2003. - 688с.
17. Проектирование информационных систем. Учебное пособие для студентов всех форм обучения специальности –230101 Программное обеспечение вычислительных и информационных систем / Сост. А. В. Бычков Кубан. гос. технол.ун-т. Каф. ВТ и АСУ. - Краснодар: Изд-во ГОУВПО «КубГТУ» , 2008.-82 с
18. Макаров, Р.И. Методология проектирования информационных систем: учеб. пособие / Р. И. Макаров, Е. Р. Хорошева; Владим. гос. ун-т. –Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 334 с.
19. Рыбанов А.А. Инструментальные средства автоматизированного проектирования баз данных: Учебное пособие и варианты заданий к

лабораторным работам по дисциплине «Базы данных» / ВолгГТУ, Волгоград, 2007. -232 с.

20. Raul Sidnei Wazlawick. Object-Oriented Analysis and Design for Information Systems. / Elsevier Editora Ltda, 2013. -348pp.

**Internet ma'lumotlari:**

[www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

[www.allbest.ru](http://www.allbest.ru)

[www.newlibrary.ru](http://www.newlibrary.ru)

[www.elibrary-book.ru](http://www.elibrary-book.ru)

[www.studfiles.ru](http://www.studfiles.ru)