

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

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

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI  
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY  
TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI  
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISH  
TARMOQ MARKAZI**

**“INJENERLIK EKSPERIMENTLARI VA EKSPERIMENTAL  
STATISTIKA”**

**moduli bo‘yicha**

**O‘QUV–USLUBIY MAJMUUA**

**Tuzuvchi:**

**A.Denmuxammadiyev**

**Toshkent 2023**

## MUNDARIJA

		<b>Bet</b>
<b>I</b>	Ishchi dastur.....	3
<b>II</b>	Modulni o‘qitishda foydalaniladigan interfaol ta’lim metodlari.....	8
<b>III</b>	Nazariy mashg‘ulot materiallari.....	12
	- Elektr signallari bilan o‘lchash tizimlari, qayta signallarni ishlash.....	12
	- Diskret namuna olish. Namuna olish tezligi teoremasi....	31
	- Namuna olish tezligini tanlash va filtrlash.....	43
	- Eksperimental ma’lumotlarning statistik tahlili.....	47
	- Eksperimental noaniqlik tahlili.....	57
<b>IV</b>	Amaliy mashg‘ulot materiallari.....	65
	O‘lchash tizimlarining umumiy tavsiflarini o‘rganish.....	65
	Elektr signallari bilan o‘lchash tizimlarini o‘rganish va elektr sxemalarini ishlatishga tayyorlash.....	78
	Fure o‘zgartirishi yordamida spektral tahlilni o‘rganish.....	82
	Eksperimental ma’lumotlarning o‘zaro bog‘liqligini o‘rganish.....	98
	Noaniqliklarning taqsimlanishini o‘rganish.....	108
<b>V</b>	Assisment topshiriqlari.....	114
<b>VI</b>	Testlar.....	115
<b>VII</b>	Glossariy.....	123
<b>VIII</b>	Adabiyotlar ro‘yxati.....	125

## ISHCHI DASTUR

### Kirish

Dastur O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi PF-4732-son Farmonidagi ustuvor yo‘nalishlar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u zamonaviy talablar asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi. Dastur mazmuni oliy ta’limning normativ-huquqiy asoslari va qonunchilik normalari, ilg‘or ta’lim texnologiyalari va pedagogik mahorat, ta’lim jarayonlarida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini qo‘llash, amaliy xorijiy til, tizimli tahlil va qaror qabul qilish asoslari, maxsus fanlar negizida ilmiy va amaliy tadqiqotlar, texnologik taraqqiyot va o‘quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari bo‘yicha so‘nggi yutuqlar, pedagogning kasbiy kompetentligi va kreativligi, global Internet tarmog‘i, multimedia tizimlari va masofadan o‘qitish usullarini o‘zlashtirish bo‘yicha yangi bilim, ko‘nikma va malakalarini shakllantirishni nazarda tutadi.

Ushbu dasturda intellektual o‘lchash tizimlari va ularning agroenergetika sohalariga tegishli ilmiy tadqiqot uslubi va statistik tahlilni samarali tatbiq etishda ilmiy, uslubiy yondashuv va boshqa masalalarning bayoni berilgan.

### Modulning maqsadi va vazifalari

#### **Injenerlik eksperimentlari va eksperimental statistika modulining maqsad va vazifalari:**

- intellektual o‘lchash tizimlari va asboblarida ilmiy-tadqiqot uslubi va statistik tahlil o‘tkaza olishni, olingan natijalar asosida ilmiy maqolalrni chop qilish usullarini, patent qidirish ishlari, injenerlik eksperimentlarini o‘tkazishning tahlil va rejali ko‘p faktorli tajribalarni o‘tkazish va boshqa masalalarni o‘rgatish, ularni amalda qo‘llay bilish va foydalanish kabi malakaviy ko‘nikmalarni shakllantirish.

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

Modulni o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

#### **Tinglovchi:**

- intellektual o‘lchash tizimlari uchun ilmiy-tadqiqot uslubi va statistik tahlil tizimini ishlab chiqish, zamonaviy o‘lchash tizimlarida olingan ma’lumotlarga baho berish, qayta ishlash, uzatish va aks ettirishdan foydalanish va ta’limdagi imkoniyatlarini *bilishi* kerak.

- intellektual o‘lchash tizimlari va asboblarida ilmiy-tadqiqot uslubi

va statistik tahlil o'tkaza olishni, olingan natijalar asosida ilmiy maqolalrni chop qilish usullarini, patent qidirish ishlari, injenerlik eksperimentlarini o'tkazishning tahlil va rejali ko'p faktorli tajribalarni o'tkazishdan foydalanish va tahlil etish **ko'nikmalariga** ega bo'lishi lozim.

- ma'lumotlar bazasidan olingan bosh to'plam va tanlanma(namuna) elementlari ko'rsatkichlarini hisoblash va baholash;

- respublika va xorijda injenerlik eksperimentlari va eksperimental statistika sohasida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar va ularning natijalarini bilish va tahlil etish;

- eksperimental statistikada mavjud bo'lgan dolzarb amaliy masalalarni echish uchun yangi hisoblash usullaridan foydalanib ta'lim jarayonini boshqarish **kompetensiyalariga** ega bo'lishi lozim.

### **Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar**

“Injenerlik eksperimentlari va eksperimental statistika” kursi mavzu va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

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

- mavzu 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 o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va uzviyligi**

“Injenerlik eksperimentlari va eksperimental statistika” moduli mazmuni o'quv rejadagi “Agrosanoat majmuasida energiya samaradorlik” va “Agrar sohada ishlab chiqarish jarayonlarining intellektual boshqaruv tizimlari” o'quv modullari bilan uzviy bog'langan holda pedagoglarning mobil ilovalar yaratish bo'yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

### **Modulning oliy ta'limdagi o'rni**

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar chorvachilikda qo'llanadigan texnologiyalarni va texnik vositalarni o'rganish, amalda qo'llash va ishi sifat ko'rsatkichlarini baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

### Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Auditoriya o'quv yuklamasi			
		Jami	jumladan		
			Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chma mashg'uloti
1	O'lchash tizimlarining umumiy tavsiflarini o'rganish.	2		2	
2	Elektr signallari bilan o'lchash tizimlari, signallarni qayta ishlash.	6	2	2	2
3	Diskret namuna olish. Namuna olish tezligi teoremasi.	6	2	2	2
4	Eksperimental ma'lumotlarning statistik tahlili. Eksperimental noaniqlik tahlili.	6	2	2	2
	<b>Jami:</b>	20	6	8	6

### NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

#### 1-mavzu. Elektr signallari bilan o'lchash tizimlari, signallarni qayta ishlash (2 soat)

- 1.1. Elektr signallarini o'lchash tizimlari, signallarni qayta ishlash.
- 1.2. Ko'rsatuvchi va qayd etuvchi qurilmalar.
- 1.3. Komponentlar orasidagi elektr signal uzatish.
- 1.4. Ma'lumotlarni to'plashning kompyuterlashtirilgan sistemalari.

#### 2-mavzu. Diskret namuna olish. Namuna olish tezligi teoremasi (2 soat)

- 2.1. Namuna olish tezligi teoremasi.
- 2.2. Vaqti o'zgaruvchan signallarni spektral tahlil etish.
- 2.3. Fure o'zgartirishi yordamida spektral tahlil.
- 2.4. Namuna olish tezligini tanlash va filtrlash.

#### 3.1-mavzu. Eksperimental ma'lumotlarning statistik tahlili (1 soat)

- 3.1.1. Kirish. Umumiy tushunchalar va ta'riflar.
- 3.1.2. Ehtimolliklar.
- 3.1.3. Parametrlarni baholash.
- 3.1.4. SHubhali ma'lumotlar punktlarini rad etish mezoni.
- 3.1.5. Eksperimental ma'lumotlarning o'zaro bog'liqligi.
- 3.1.6. Tasodifiy o'zgaruvchilarning chiziqli funksiyalari.

### **3.2-mavzu. Eksperimental noaniqlik tahlili (1 soat)**

- 3.2.1. Kirish.
- 3.2.2. Noaniqliklarning taqsimlanishi - umumiy mulohazalar.
- 3.2.3. Elementar xatolik manbalari.
- 3.2.4. Ko'p o'lchashli tajribalarning yakuniy natijalarida noaniqlik.
- 3.2.5. YAgona o'lchash tajribalarining yakuniy natijalarida noaniqlik.
- 3.2.6. Noaniqlikni tahlil qilishning bosqichma-bosqich tartibi.

#### **AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

**1-amaliy mashg'ulot.** O'lchash tizimlarining umumiy tavsiflarini o'rganish (2 soat).

**2-amaliy mashg'ulot.** Elektr signallari bilan o'lchash tizimlarini o'rganish va elektr sxemalarini ishlatishga tayyorlash (2 soat).

**3-amaliy mashg'ulot.** Fure o'zgartirishi yordamida spektral tahlilni o'rganish (2 soat).

**4.1-amaliy mashg'ulot.** Eksperimental ma'lumotlarning o'zaro bog'liqligini o'rganish (1 soat)

**4.2-amaliy mashg'ulot.** Noaniqliklarning taqsimlanishini o'rganish(1 soat).

#### **KO'CHMA MASHG'ULOT MAZMUNI**

**1-ko'chma mashg'ulot.** Energetika fakulteti mutaxassislik kafedralarining laboratoriya bazasi bilan tanishish (4 soat).

**2- ko'chma mashg'ulot.** Toshkent shahridagi MIR SOLAR MChJ ning ish faoliyati bilan yaqindan tanishish (2 soat).

<https://www.goldenpages.uz/uz/company/?Id=63523>

#### **O'QITISH SHAKLLARI**

Mazkur modul bo'yicha quyidagi o'qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar (ma'lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (ko'rilayotgan loyiha echimlari bo'yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
- bahs va munozaralar (loyihalar echimi bo'yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar echimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

## BAHOLASH MEZONI

№	Baholash mezon	Maksimal ball	Izoh
1	“Injenerlik eksperimentlari va eksperimental statistika” moduli bo'yicha	2.5	Loyiha – 1.5 ball Test – 0.5 ball Mustaqil ish – 0.5 ball

### MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI

#### Mustaqil ishni tashkil etishning shakli va mazmuni

Tinglovchi mustaqil ishni muayyan modulni xususiyatlarini hisobga olgan xolda quyidagi shakllardan foydalanib tayyorlashi tavsiya etiladi:

- me'yoriy xujjatlardan, o'quv va ilmiy adabiyotlardan foydalanish asosida modul mavzularini o'rganish;

- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;

- avtomatlashtirilgan o'rgatuvchi va nazorat qiluvchi dasturlar bilan ishlash;

- maxsus adabiyotlar bo'yicha modul bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;

-tinglovchining kasbiy faoliyati bilan bog'liq bo'lgan modul bo'limlari va mavzularni chuqur o'rganish.

#### Mustaqil ta'lim mavzulari

1. **Excel** da ma'lumotlarni eksport va import qilish jarayonlarini o'rganish.
2. Interpolyasiya usullari. Chiziqli interpolyasiya. O'ng tomonlama va Chap tomonlama farq bo'yicha interpolyasiya.
3. **Excel** da matritsalarini hisoblash. **Excel** da turli grafiklar bilan ilashni o'rganish.
4. Qayd etuvchi va ko'rsatuvchi asboblari. Raqamli voltmetrlar va multmetrlar. Ossilloqraflar.
5. Optimal echimni topishda **Excel** ning «**Solver**» funksiyasidan foydalanish.

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

### “SWOT-tahlil” metodi

**Metodning maqsadi:** mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo‘llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

<b>S – (strength)</b>	• kuchli tomonlari
<b>W – (weakness)</b>	• zaif, kuchsiz tomonlari
<b>O – (opportunity)</b>	• imkoniyatlari
<b>T – (threat)</b>	• to'siqlari

**Namuna:** ANOVA (dispersiyali tahlil qilish) usulini SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

<b>S</b>	ANOVA (dispersiyali tahlil qilish) usulining kuchli tomonlari	Sinov(test) ma'lumotlari korrelyasiyasining (o'zaro bog'liqligining) statistik usuli bo'lib, aniq natija olishga imkon beradi...
<b>W</b>	ANOVA (dispersiyali tahlil qilish) usulining kuchsiz tomonlari	Hisoblash ketma-ketligining murakkabligi ...
<b>O</b>	ANOVA (dispersiyali tahlil qilish) usulidan foydalanishning imkoniyatlari	Elektron jadvaldan(Excel dan) foydalanishning turli echimlari uchun imkoniyatni kengaytiradi ...
<b>T</b>	To'siqlar (tashqi)	Qimmatligi, bunday usul bilan statistik tahlil usullaridan foydalanuvchilarning kam tanish ekanligi ...



## Xulosalash (Rezyume, Veer) metodi

**Metodning maqsadi:** Bu metod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda tirklovchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma‘ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlil qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

### Metodni amalga oshirish tartibi:



Trener-o‘qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlariga ajratadi;



Trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi Zarur bo‘lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni tarqatadi;



Har bir guruh o‘ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib tahlil qilib, o‘z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo‘yicha tarqatmaga yozma bayon qiladi;



Navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o‘z taqdimotlarini o‘tkazadilar. Shundan so‘ng, trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotlar bilan to‘ldiriladi va mavzu yakunlanadi.

## Namuna:

EHM kalkulyatoridan foydalanish			
Oddiy		Injenerlik	
Afzalligi	Kamchiligi	Afzalligi	Kamchiligi

## «FSMU» metodi

**Texnologiyaning maqsadi:** Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o‘zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma’ruza mashg‘ulotlarida, mustahkamlashda, o‘tilgan mavzuni so‘rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashg‘ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

### Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

- qatnashchilarga mavzuga oid bo‘lgan yakuniy xulosa yoki g‘oya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog‘ozlarni tarqatiladi:

<b>F</b>	• fikringizni bayon eting
<b>S</b>	• fikringizni bayoniga sabab ko'rsating
<b>M</b>	• ko'rsatgan sababingizni isbotlab misol keltiring
<b>U</b>	• fikringizni umumlashtiring

- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiiy tartibda taqdimot qilinadi.

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o‘zlashtirilishiga asos bo‘ladi.

### Namuna.

**Fikr:** EHMning Elektron jadvaldan(Microsoft Excel) foydalanib hisoblash statistik ma’lumotlarga ishlov berishning eng qulay usullaridan biridir.

**Topshiriq:** Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orqali tahlil qiling.

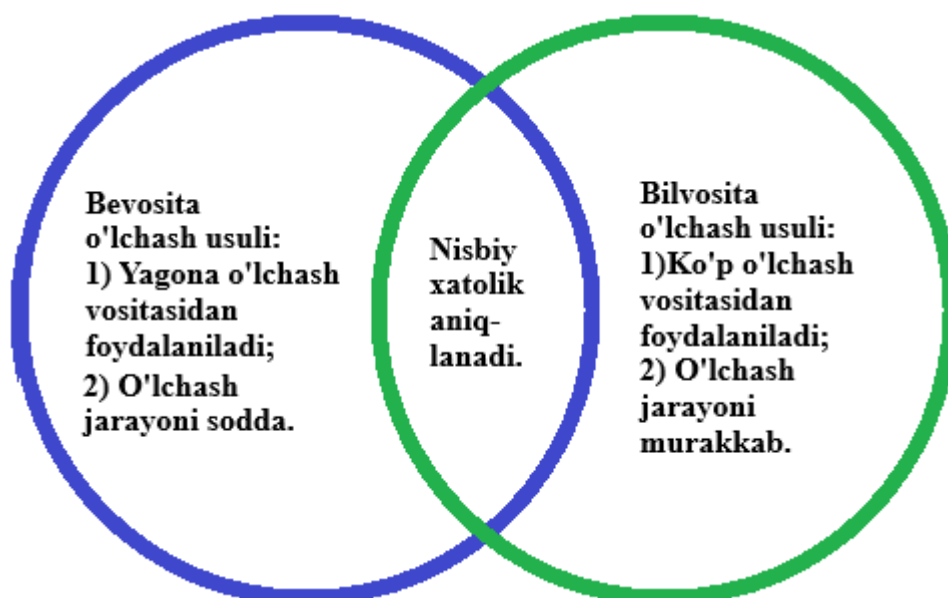
### **Venn diagrammasi metodi**

**Metodning maqsadi:** Bu metod grafik tasvir orqali o'qitishni tashkil etish shakli bo'lib, u ikkita o'zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko'rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

#### **Metodni amalga oshirish tartibi:**

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko'rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o'ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralar ichiga yozib chiqish taklif etiladi;
- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to'rt kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiriladi va har bir juftlik o'z tahlili bilan guruh a'zolarini tanishtiradilar;
- juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko'rib chiqilayotgan muammo yohud tushunchalarning umumiy(yoki farqli) jihatlarini izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

**Namuna: Bevosita va bilvosita o'lchashlarning xatoliklarini hisoblash bo'yicha**



## NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

### 1 – mavzu. Elektr signallari bilan o‘lchash tizimlari, signallarni qayta ishlash

1.1. Elektr signallarini o‘lchash tizimlari, signallarni qayta ishlash.

1.2. Ko‘rsatuvchi va qayd etuvchi qurilmalar.

1.3. Komponentlar orasidagi elektr signal uzatish.

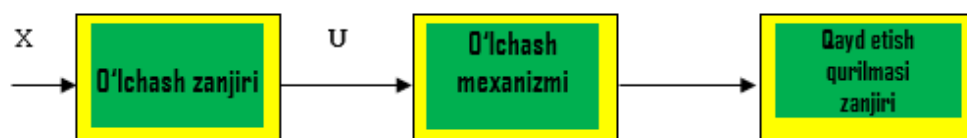
1.4. Ma’lumotlarni to‘plashning kompyuterlashtirilgan sistemalari.

**Tayanch(Kalit) so‘zlar:** elektr signallari, signallarni qayta ishlash, signal shakllantirgichlari, ko‘rsatuvchi qurilmalar, qayd etuvchi qurilmalar, signal uzatish, ossillograf, kompyuterlashtirilgan sistemalar.

#### 1.1. Elektr signallarini o‘lchash tizimlari, signallarni qayta ishlash

O‘lchash asbobi deb, o‘lchash uchun qo‘llaniladigan va me‘yorlangan metrologik xossalarga ega bo‘lgan texnik vositaga aytiladi.

Analogli o‘lchash asboblari yoki bevosita ko‘rsatuvchi asboblari elektr o‘lchashlar va umuman o‘lchash texnikasida keng o‘rin olgan asboblardan hisoblanadi. Analogli o‘lchash asbobining struktura sxemasi 1.1-rasmda tasvirlangan. Bu turdagi asboblarda ko‘rsatuv qaydnomasi uzluksiz (Funksional) ravishda o‘lchanayotgan kattalik bilan bog‘liqlikda bo‘ladi.



1.1-rasm. Analogli o‘lchash asbobining struktura sxemasi.

#### 1.1-jadval

Analog o‘lchash asboblarining turlari, tizimi.

O‘lchash asbobining tizimi	O‘lchash asbobining tizimi
Magnitoelektrik(ME)	Ferrodinamik(FD)
Elektromagnit(EM)	Elektrostatik(ES)
Elektrodinamik(ED)	Induktsion(I)


YUqorida keltirilgan 1.1-jadvalda analog o‘lchash asboblarining turlari, tizimi haqida ma’lumotlar jamlangan.


## 1.2. Ko'rsatuvchi va qayd etuvchi qurilmalar

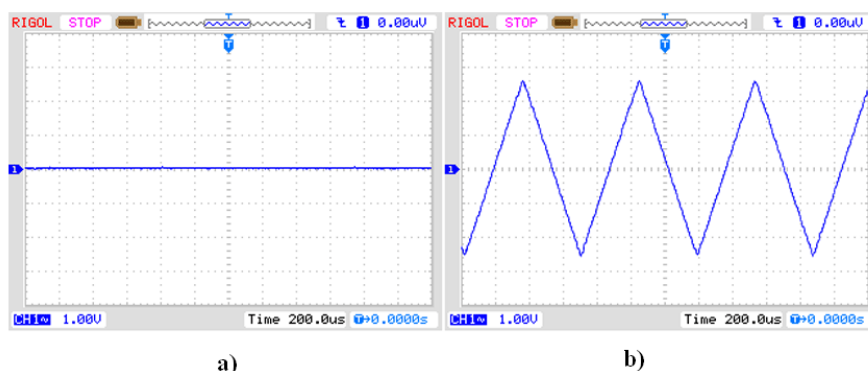
### Ossillograf bilan o'lchash

O'lchashlar visual bajariladi va ularning xatoligi ancha yuqori bo'ladi. Bunga qo'shimcha ravishda, yoyish kuchlanishining chiziqiligi past, shuning uchun chastota va fazalar siljishini o'lchashning xatoligi 5% gacha etishi(ko'tarilishi) mumkin. Xatolikni kamaytirish(minimallashtirish) uchun tasvir o'lchami ekran o'lchamining 80 dan 90% gacha bo'lishi kerak. Kuchlanishni va chastotani (vaqt oralig'ini) o'lchaganingizda, kirish signali va yoyish tezligini ravon rostdashning dastagini chekka o'ng tomonda o'rnatish kerak.


### Kuchlanishni o'lchash

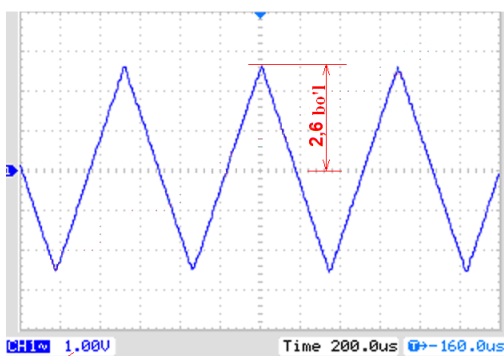
Kuchlanishni o'lchash uchun vertical bo'yicha masshtabning ma'lum bo'lgan qiymati ishlatiladi. O'lchashni boshlashdan oldin ossillografning kirish qismlari(elektrodlari)ni (yoki kirish rejimini ulab-uzgichini  holatga

o'rnatish(qo'ying)) qisqa tutashtirish kerak va  dastagi bilan yoyish liniyasini ekran to'rining gorizontaal chizig'iga(liniyasiga) to'g'irlash kerak(ossillogramning balandligini to'g'ri belgilash mumkinligi uchun). (1.2 - rasm a) tasvir). SHundan so'ng, kirishga tadqiq qilinayotgan signal beriladi(yoki kirish rejimini ulab-uzgichini ish holatlaridan biriga o'rnatiladi). Signal funksiyasining grafigi ekranda paydo bo'ladi. (1.2 - rasm b) tasvir).



1.2 - rasm. Kuchlanishni o'lchash(ossillografning ekranini skrinshotlash): a - tayyorlash; b – o'lchash.

Grafikning balandligini aniqroq o'lchash uchun ossillogramma  dastagi qo'l bilan shunday siljiriladiki, amplituda o'lchanayotgan nuqta bo'linmaning ulushlarida darajalarga ega bo'lgan markaziy vertikal yo'nalgan liniyaga tushsin(1.3 - rasm). Quyidagiga ega bo'lamiz: vertikal og'dirish kanalning sezgirligi = 1 V/bo'linma, ossillogrammaning o'lchami 2.6 bo'linma, shuning uchun signal amplitudasi 2.6 volt bo'ladi.

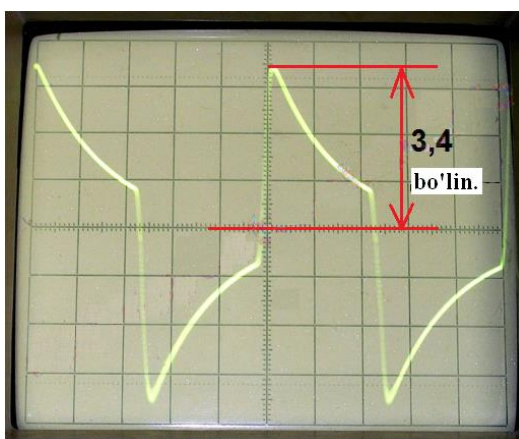


Vertikal bo'yicha masshtab, V/bo'l

### 1.3 - rasm. Signalning amplitudasini aniqlash.

Ossillografning o'zida kuchlanishni o'lchashni namoyish qilamiz. Kuchlanishning maksimal qiymati 3.4 bo'linmaga(qismga) teng (1.4-rasm). Vertikal bo'yicha masshtabni aniqlash 1.5-rasmda tasvirlangan. Dastak(tugmacha) chetki o'ng h "ravon" olatida o'rnatiladi. Sezgirlikning ulab-uzgichining darajalangan chiziqlari 0,5 volt/bo'linmani ko'rsatadi. Masshtabning ko'paytmasi x10 holatiga o'rnatiladi (tugmacha ezilgan). Natijada, o'lchanayotgan kuchlanish quyidagicha bo'ladi:

$$U_{\max} = 3,4 \cdot 0,5 \cdot 10 = 17 V$$



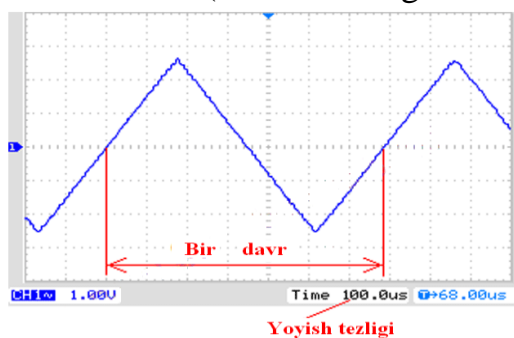
1.4 - rasm. C1-83 ossillografida amplitudani aniqlash.



1.5 - rasm. C1-83 ossillografida vertikal bo'yicha masshtabni aniqlash.

## Chastotani o'lchash

Ossillograf signal vaqt oraliqlarini, jumladan signalning davrini ham, o'lchash imkonini beradi. Signal chastotasi uning davriga teskari proporsionaldir. Signalning davrini ossillogrammaning turli qismlarida o'lchash mumkin, lekin vaqt o'qi grafigini kesuvchi nuqtasida uni o'lchash eng qulay va aniqdir. SHuning uchun, o'lchashdan oldin, yoyish chizig'ini ekran to'rining(panjaraning) markaziy gorizontaal chizig'iga o'rnatishi kerak (1.6 - rasmdagi tasvir).



**1.6 - rasm. Signalning davrini o'lchash.**

dastakdan(tugmachadan) foydalanib, davr boshi to'rning vertikal chizig'i bilan muvofiqlashtiriladi. 1.6 – rasm (davrnin boshlanishini ekranning chap vertikal chizig'i bilan muvofiqlashtirish kerak, bunda aniqlik maksimal bo'ladi). 2.6 - rasmda ko'rsatilgan signal davri 6.8 ta bo'linmaga teng. YOyish tezligi 100 mks/bo'linma(chunki, "mikro" degan yunoncha harf  $\mu$ , har doim ekran uchun mavjud emas, ko'pincha u lotincha  $u$  harfi bilan almashtiriladi). U holda signal davri:

$$T = 6,8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 680 \text{ mksek}$$

va uning chastotasi:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{680 \cdot 10^{-6}} \approx 1,47^3 = 1,47 \text{ kGts}$$

1.2 - rasm va 1.6 - rasmlarda aynan bir xildagi, ammo yoyishni tezligi turli qiymatlar bilan bo'lgan, signal tasvirlanganiga e'tibor qaratish kerak. Chastotani 1.2 - rasm bo'yicha aniqlash xatolikning qiymati katta bo'lishiga olib keladi(chastotaning aniq qiymati 1,459 kGts). SHuning uchun, tasvirni gorizontaal o'q bo'yicha maksimal cho'zila, eng aniq o'lchash olinadi. Va yana. 1.6 - rasmda signal davr vaqtining davomiyligi 6.8 bo'linmadan bir oz ko'proqdir. Signal davrining vaqti katta ekan, chastota aslida bizlar olganimizga qaraganda bir oz kichik bo'ladi: chindan ham, amalda 1.459 kGts, va bizlar olgan natija 1,47 kGts. Aslida, o'lchash xatoligi bir foizdan kam - bu yuqori aniqlik. Bunday aniqlikni yoyishi chiziqli bo'lgan raqamli ossillograf beradi. Analogli ossillografda chastotani o'lchashning xatoligi ehtimol yuqori bo'ladi.

## Fazalar siljishini o'lchash

Fazalar siljishi vaqt bo'icha ikkita tebranuvchi jarayonning o'zaro (bir-biriga nisbatan) joylashishini ko'rsatadi. Ammo u vaqt birliklarida (gorizontal o'q bo'yicha chizilgan) emas, balki signal davrining ulushlarida (ya'ni, burchak birliklarida) o'lchanadi. Mazkur holatda signallarning bir xildagi o'zaro joylashishiga aynan bir xildagi faza sijishi mos keladi, signallarning davri va chastotasidan qat'iy nazar (ya'ni, vaqtning o'qi bo'ylab grafikalarining haqiqiy masshtabiga bog'liq bo'lmasdan (qaramasdan)). SHuning uchun, agar signalning davrini butun ekran bo'ylab uzaytirilsa, eng katta o'lchash aniqligiga erishiladi.

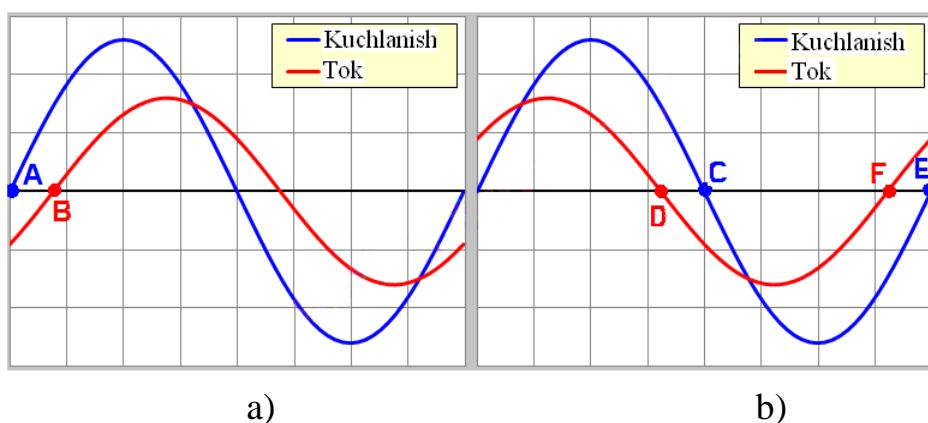
Analog Ossillografda ikkala kanalning signali grafikolari bir xil rangga va bir xil yorqinlikka (nurlanishga) ega bo'lgani uchun, ularni bir-biridan ajratib olish maqsadida turli amplitudaga ega qilish tavsiya etiladi. Mazkur holda, qurilma (asbob)ning I kanali bilan o'lchanadigan kuchlanishni yanada kattaroq qiymatda olish yaxshi – bu holda, sinxronlash tasvirni yaxshiroq "ushlab turish" imkonini beradi. O'lchashlarga tayyorlanish quyidagi tarzda amalga oshiriladi (aniqroq va ko'rgazmali bo'lishi uchun, 1.7 - rasmga qarang, unda kuchlanish va tok turli xil ranglarda tasvirlangan):



Har ikkala kanalning dastaklari (tutqichlari) bilan ularning yoyish chiziqlari ekranning o'rta chizig'ida (kirishlarda signallar bo'lmaganida) o'rnatiladi.

Fazalar siljish burchagini o'lchashdan oldin, signallarning qaysi biri (kuchlanishmi yoki tokmi) oldinda va orqada turganligini aniqlash kerak. Fazalar siljish burchagi  $\varphi$  ning o'zgarishi bunga bog'liq. 1.7 - rasm a) tasvirda tok kuchlanishdan orqada qoladi – uning davri boshlanishi kuchlanish davrining boshlanishidan (A nuqtasida kuchlanish davrining va B nuqtasida tok davrining boshlanishi) keyinroq bo'ladi. Tok keyinroq boshlanadi, shuning uchun u orqada qoladi va kuchlanish oldinlab ketadi. Bu holatga fazalar siljishining musbat qiymatlari mos keladi. 1.7 - rasm b) tasvirda tok ilgarilab ketadi, kuchlanish esa orqada qoladi. Ekranda tok davrining boshlanishi ko'rinmaydigan bo'lsa, u holda birinchi yarim davrning oxiri solishtiriladi: birinchi bo'lib nolga aynan oldin boshlangan grafik qaytadi (G nuqta B nuqtadan vaqt bo'yicha oldin keladi). Mazkur holda fazalar siljish burchagi manfiydir.





**1.7 - rasm. Tok kuchlanishdan  $\varphi > 0$  burchakka orqada qoladi (a); Tok kuchlanishdan  $\varphi < 0$  burchakka ilgarilab ketadi (b).**

Fazalar siljish burchagining  $\varphi$  moduli – bu davrning boshlanishi yoki tugashi orasidagi masofani ekran bo‘linmalarida ko‘rsatuvchi kattaligidir (musbat yarimdavrlar) (1.8 - rasm). Bundan tashqari,  $\varphi$  ning modulini har qanday tebranishning to‘liq davri 360 gradus bo‘lishi sharti bilan quyidagi proporsiyadan topish mumkin:

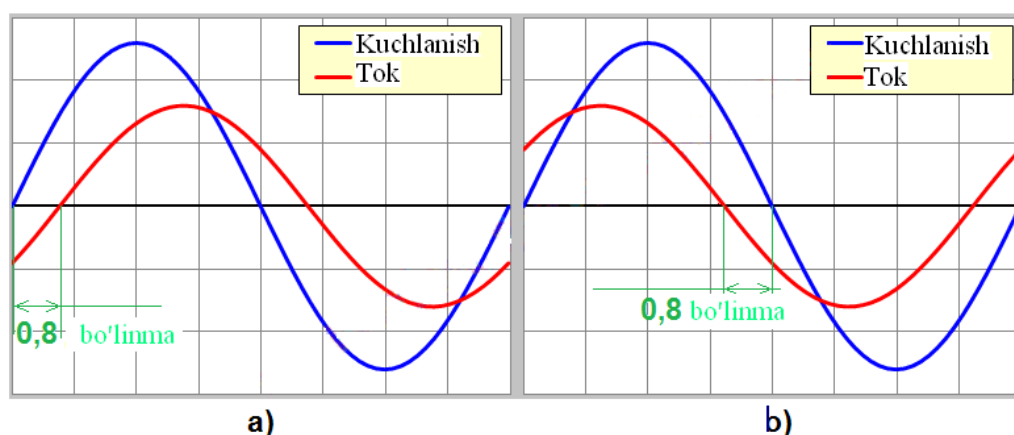
$$|\varphi| = \frac{360 \cdot \alpha}{N}$$

bu yerda  $N$  - bitta signal davri bilan band bo‘lgan to‘rning bo‘linmalari soni,  $\alpha$  - davr boshlang‘ich uchlari (musbat yarimdavrlarning oxigi uchlari) orasidagi to‘rning bo‘linmalari soni. Faza siljishini ko‘rsatuvchi rasm misolida har ikkala holatda ham  $\varphi$  ning moduli:

$$|\varphi| = \frac{360 \cdot 0,8}{8} = 36^\circ$$

SHuni nazarda tutish kerakki, passiv element uchun (kuchaytirgich yoki tranzistor emas, balki qarshilik-g‘altak-kondensator ma’nosida):

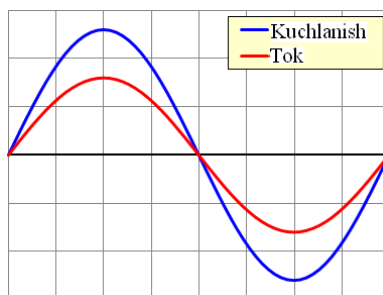
$$-90^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$$



**1.8 - rasm. Fazalar burchak siljishini o‘lchash.**

Asos sifatida, fazalar siljishining kattaligini davr oxirida ham (1.8 - rasmning D va E nuqtalarida) o‘lchash mumkin, ammo ekranning o‘ng qismida (tomonida)

kuchlanishini yoyish chizig'ini(liniyasini) ko'rish eng yomon, shuning uchun o'lchash xatoligi maksimal bo'ladi. Agarda fazalar siljishi nol bo'lsa (zanjida faqat sof aktiv yuk yoki rezonans sodir bo'lganda) kuchlanish va tok bir vaqtning o'zida boshlanadi va tugaydi(1.9 - rasm).



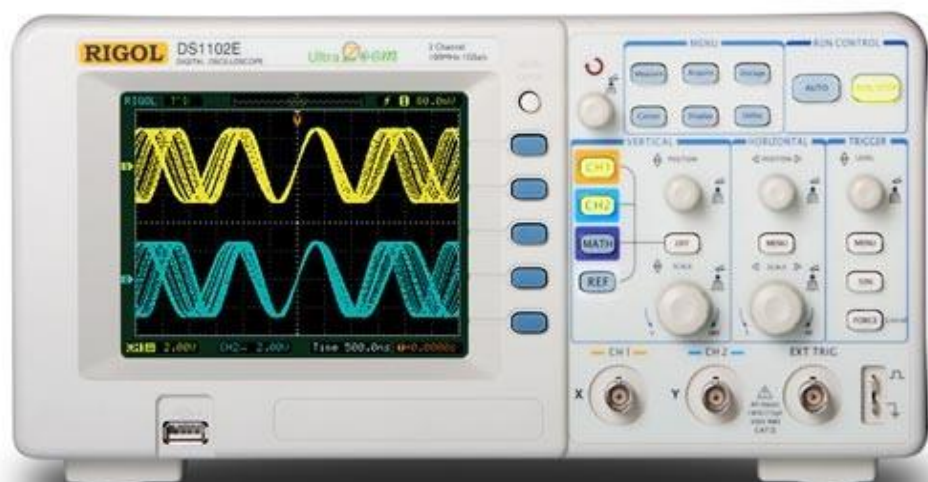
**1.9–rasm. Fazalar siljishi nolga teng bo'lgandagi ossillogramma.**

### RIGOL DS1052E raqamli ossillografi

**Rigol DS1000** rusumdagi raqamli xotirada saqlash ossillograflari bir qator to'liq(signal) shaklining parametrlarini kuzatish va o'lchash uchun maxsus imkoniyatlarga ega. Seriyali asboblardan ixcham va engil. **Rigol** rusumli **DS1000** seriyadagi ossillograflar maxsulotlarni sinash, ishlatish(xizmat qilish), tadqiqotlar va ishlanmalar uchun, analog/raqamli har qanday sxemalarning nosozliklarini tekshirish va muammolarni bartaraf etish, shuningdek, o'quv jarayoni va amaliyot uchun ideal mos keladi.

- **Rigol DS1052E** ossillografining o'tkazish poyoni(qobiliyati): 50 MGts;
- Maksimal diskretlash chastotasi: real vaqt rejimida 1 gigagersli (1 kanalli), ekvivalent(muqobil) rejimda 10 GGts li;
- Kanallar soni: 2;
- Xotira chuqurligi 1 M gacha (Ultra Zoom), vertikal o'lchamlari 8 bit.
- Vertikal og'ish koeffitsienti: 2 mV/bo'l ~ 10 V/bo'l;
- Yoyish koeffitsienti: 5 ns/ bo'l ~ 50 s/ bo'l;
- Saqlash: 10 ta ossillograflash + 10 ta ish rejimlari;
- Analog ossillograflarda bo'lgani kabi signallarning takrorlanishi to'g'risida yorituvchi ma'lumotlarning mavjudligi;
- Sinxronlash: darajasi bo'yicha, video tasviri bo'yicha, puls kengligi bo'yicha, o'sish tezligi(tikligi) bo'yicha, tashqi ishga tushirish (Ext bo'yicha);
- Ikkitalik shkaqlaning mavjudligi bir vaqtning o'zida 2 ta sinxronlanmagan signalni kuzatish imkonini beradi;
- 20 ta parametрни avtomatik o'lchash, Fure tahlili, o'rnatilgan chastota hisoblagichiga ega;
- Matematik vazifalar(funksiyalar): qo'shish, ayirish, ko'paytirish;
- MASK TESTING - signalni oldindan aniqlangan niqob(maska) bilan taqqoslashga ega;
- Raqamli filtrlar (past chastotali, yuqori chastotali, polosali(kenglikka ega) va

rejektorli(soʻndiruvchi); • Rigol DS1052E displey: rangli TFT 64K 320x234;  
 • Rigol DS1052E interfeysi: RS-232, USB qurilmasi, USB-host, Pass / Fail chiqishi (ajratilgan); • USB flash-xotirada maʼlumotlarni boshqarish uchun faylli tizimga ega.



1.10-rasm. **RIGOL DS1052E** raqamli ossilografining old koʻrinishi

1.5-jadval

**Rigol ossilografining qiyosiy xususiyatlari**

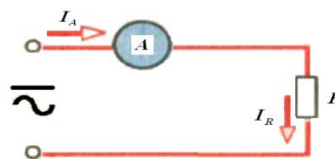
T/r	Rusumi	<b>RIGOL DS1052E</b>	<b>RIGOL DS1102E</b>
1.	Maksimal chastota	50 MGts	100 MGts
2.	Kanallar soni	2	2
3.	Diskretlash chastotasi	1 MGts	1 MGts
4.	Sezgirligi	2 mV/boʻl ~ 10 V/boʻl	2 mV/boʻl ~ 10 V/boʻl
5.	YOyish koefitsienti	5 ns/ boʻl ~ 50 s/ boʻl	5 ns/ boʻl ~ 50 s/ boʻl
6.	Xotiraning maksimal chuqurligi	1M	1M
7.	Displey	14,5 sm	14,5 sm
8.	Interfeyslar	USB-device, RS-232, USB-host	USB-device, RS-232, USB-host
9.	Seriyasi	DS1000E(Rigol)	DS1000E(Rigol)

### 1.3. Komponentlar orasidagi elektr signal uzatish

Elektr kattaliklarni o'lchash. Taqqoslash asboblari va masshtab o'lchash o'zgartgichlari.

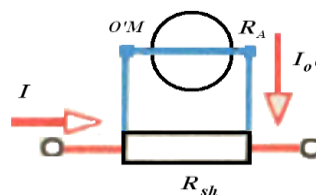
*Tokni o'lchashning uchta usuli mavjud.*

**1-usul** To'g'ridan-to'g'ri (bevosita) ulab o'lchash. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi



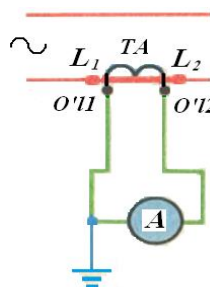
**1.11-rasm. Ampermetrni to'g'ridan-to'g'ri (bevosita) ulab o'lchash sxemasi.**

**2-usul** SHunt qarshiligini ulab o'lchash. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi.



**1.12-rasm. Ampermetrni shunt qarshiligi bilan ulab o'lchash sxemasi.**

**3-usul** Tok transformatori orqali ulab o'lchash. O'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatiladi.



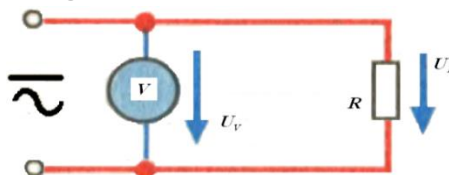
**1.13-rasm. Ampermetrni tok transformatori orqali ulab o'lchash sxemasi.**

Elektr o'lchash – bu fizik kattalikning mos o'lchash birliklarida ifodalangan (masalan, 3 A, 4 V) qiymatini (eksperimental usullar bilan) topish demakdir.

### Kuchlanishni o'lchash

*Kuchlanishni o'lchashning uchta usuli mavjud.*

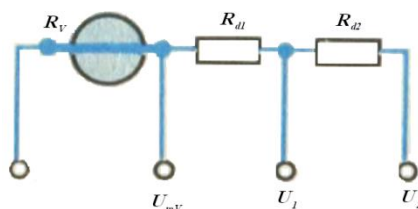
**1-usul** To'g'ridan-to'g'ri (bevosita) ulab o'lchash. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi.



**1.14-rasm. Voltmetrni to'g'ridan-to'g'ri (bevosita) ulab o'lchash sxemasi.**

## 2-usul

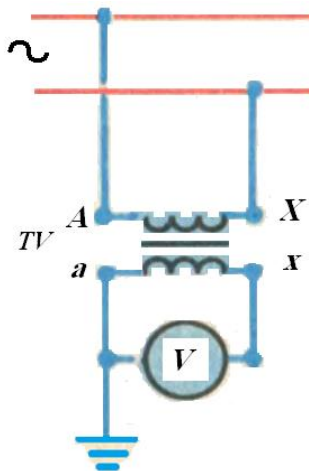
**Qo‘shimcha qarshilikni ulab o‘lchash.** O‘zgaruvchan va o‘zgarmas tok zanjirlarida ishlatiladi.



1.15-rasm. Voltmetrni qo‘shimcha qarshilik ulab o‘lchash sxemasi.

## 3-usul

**Kuchlanish transformatori orqali ulab o‘lchash.** O‘zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatiladi.

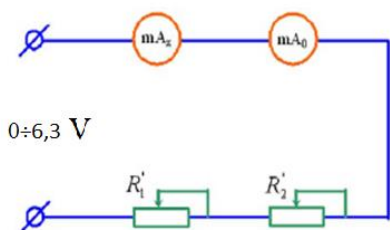


1.16-rasm. Voltmetrni tok transformatori orqali ulab o‘lchash sxemasi.

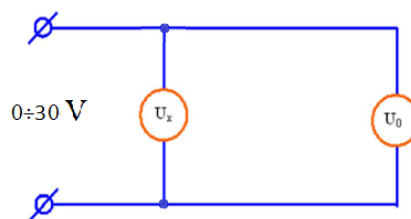
## O‘lchash asboblarning ishonchlash sxemalari

Elektr kattaliklarning o‘lchash birligi qiymatlari fizika qonunlari va mexanik kattaliklarning o‘lchash birliklariga mos ravishda xalqaro kelishuvlar bilan aniqlanadi.

### O‘lchash asboblarning ishonchlash sxemalari



1.17-rasm. Ampermetrning ishonchlash sxemasi.



1.18-rasm. Voltmetrning ishonchlash sxemasi.

Elektr kattaliklarining o‘lchash birliklarini «ushlab turish», xalqaro kelishuvlar bilan aniqlanishi qiyinchiliklar tug‘dirganligi uchun ham, ularni «amaliy» elektr kattaliklarining o‘lchash birliklari etalonlari bilan belgilash qabul qilingan. Bu kabi etalonlar ko‘pgina mamlakatlarning davlat metrologik laboratoriyalari tomonidan qo‘llab-quvvatlab turiladi.

O'lchashning mumkin bo'lgan chegaralari va ularni izohlanishi 1.6-jadvalda keltirilgan.

**1.6-jadval**




**O'lchashning mumkin bo'lgan chegaralari va ularni izohlanishi**

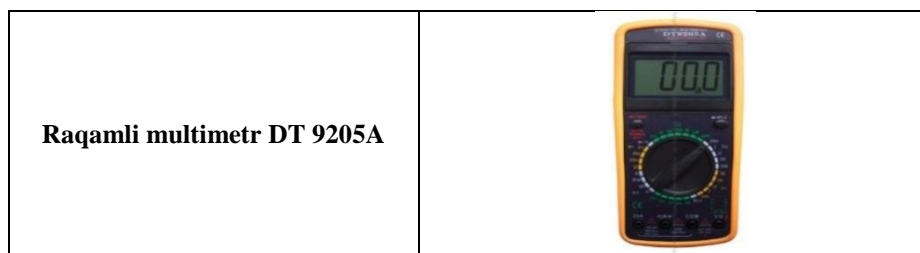
O'lchanayotgan kattalik	CHegarlarni belgilash misoli	O'lchash chegarasi
DCV	200 m	200 mV
	2	2 V
	20	20 V
	200	200 V
DCA	200 $\mu$	200 mA
	2 m	2 mA
	20 m	20 mA
	200 m	200 mA
$\Omega$ yoki Om	200	200 Om
	2 K	2 kOm
	2 M	2 MOm

Kuchlanishni, tokni, qarshilikni o'lchash uchun mo'ljallangan, shuningdek, muayyan tartibga tayyorlanganligiga qarab quyidagilarni ham o'lchash imkonini beradi: harorat, elektr sig'imi, chastota va boshqalar.

**1.7-jadval**

**Zamonaviy multimetrlarning ba'zi markalari**

Multimetr markasi	Qurilmaning umumiy ko'rinishi
Raqamli multimetr <b>IEK Master MAS838L</b>	
Multimetr <b>IEK Professional MY64</b>	
Multimetr <b>CEM DT-5505</b>	



Multimetrni ishlatishdan oldin, siz chegara tugmachasi atrofidagi yozuvni diqqat bilan ko'rib chiqishingiz kerak. Uning dastagida tanlangan chegarani ko'rsatadigan tire (yoki nuqta) mavjud. Chegaralar va kattaliklar xalqaro belgilanishlar yordamida ko'rsatilgan. Qurilmadagi o'lchangan qiymatlar diapazoni chiziqlar bilan ajratilgan. Qo'shimcha(batafsil) ma'lumotni qurilmaning ko'rsatmalaridan olish mumkin. Agar o'lchanadigan kattalik o'lchash chegarasidan oshsa, multimetr indikatorida indikatorning chap raqamida "1" aks ettiriladi. Simlarni ulash. Kuchlanishni, tokni yoki qarshilikni o'lchashda bitta sim (qora zond) umumiy COM(common - umumiy) qismasiga(raz'yomiga) (keng tarqalgan) ulanadi. Ikkinchi qismaga(raz'yomiga) kuchlanishni o'lchashda boshqa sim (qizil zond) ulanadi; ampyerdagi tokni - A qismada (raz'yomida), mikroamperlarda va milliamperlarda - mA qismada (raz'yomida); qarshilik -  $\Omega$  qismada(raz'yomida) ulab o'lchanadi. Zamonaviy multimetrlarning ba'zi markalari 1.3-jadvalda keltirilgan.

## **1.4. Ma'lumotlarni to'plashning kompyuterlashtirilgan sistemalari.**

### **Kirish**

Hozirgi kunda zamonaviy injenerning ish joyini kompyutersiz tasavvur qilish qiyin. Zamon talabi bilan bu hisoblash texnikasining imkoniyatlari mutaxassislar tomonidan to'liq o'rganilishi talab etiladi. SHuning sababli ham, kompyuterda ishlashni bilish injenerlarni ishga qabul qilishdagi asosiy talablardan biri ekani tasodifiy hol emas. Hozircha, faqat juda oddiy «elektron ofis»ning dasturiy ta'minlanishini bilish talab qilinmoqda, xolos. Ammo talablar yildan-yilga, borgan sari ortib bormoqda, chunki kompyuter istalgan sohadagi injener, iqtisodchi — moliyachi, hisobchi, rejalashtiruvchi, tahlilchi, menejer va boshqalarning asosiy ish quroliga aylandi. Iqtisodiyot sohalarida boshqaruv shakllari va usullarini takomillashtirish fan-texnika taraqqiyoti yutuqlari, elektron hisoblash mashinalari va boshqa texnik vositalar yordamida axborotlarni jamlash, qayta ishlash, uzatish qonuniyatlari va usullarini o'rganish axborot-kommunikatsion texnologiyalari to'g'risida chuqurroq bilimga ega bo'lishni taqozo etadi. Zamonaviy kompyuterlar va kommunikatsiyalarning rivojlangan vositalari asosida axborot texnologiyalarini iqtisodiyotga qo'llash sohasi juda keng qamrovli bo'lib, u xizmat yozishmalarining eng oddiy vazifalarini ta'minlashdan boshlab to qabul qilingan qarorlarning murakkab vazifalarini tahlil va qo'llab-quvvatlashgacha bo'lgan turli nuqtayi nazarlar qarashlarni o'z ichiga oladi. Kompyuterlar, lazerli va optik texnika, ommaviy axborot vositalari va kommunikatsiyalarning xilma - xil turlari, shu jumladan yo'ldoshli aloqa muassasalar, korxonalar, tashkilotlar, firmalar, ularning mehnat jamoalari va ayrim mutaxassislarga(injenerlarga) o'zlarining kasbiy manfaatlarini amalga oshirish uchun barcha zaruriy axborotlarni kerakli vaqtda va to'liq hajmda olishga imkon beradi. Axborot jarayonlari xo'jalik ishlarini yurituvchi iqtisodiy obektlarning ichki va o'zaro aloqalarining kuchlari sifatida turli xil texnologik qarorlardan foydalanish asosida ko'riladi [hamda axborotlarni mehnat](#), moddiy va moliyaviy vositalarini tejoychi muhim, qimmatli resurslar qatoriga kiritishga sharoit yaratadi.

### **Kompyuter tizimlari**

#### **Sonlarni(raqamlarni) kompyuter tizimlarida aks ettirish**

Kompyuter tizimlarida raqamlarni aks ettirish. Kundalik dunyoda ishlatiladigan raqamlar odatda 10-asosda (o'nlik) ifodalanadigan bo'lsa, kompyuterlarda 2-raqamli (ikkilik) asosda raqamlarni ko'rsatish ancha amaliydir. Kompyuterlardagi ma'lumotlar ikkita mumkin bo'lgan holatga ega bo'lishi mumkin bo'lgan triggerlar deb nomlanadigan ikkitomonlama qurilmalarda saqlanadi. Bitta holat “yoqilgan” deb belgilanadi va unga 1 raqamli qiymat beriladi, boshqa holatga esa “o'chirilgan” va unga 0 qiymat beriladi.

Raqamni ko'rsatish uchun bir qator triggerlar kerak. Masalan, 9 kasr soniga to'g'ri keladigan 1001. Ikkilik raqamini kompyuterida to'rtta trigger sifatida



ko'rsatish mumkin. Ushbu triggerlarning har biri "fets" raqamini anglatadi. Ikkilik 1001-dagi eng chap "1" raqam eng muhim bit (MSB). Eng o'ng bit eng kam ahamiyatli bit (LSB). Uzoq ikkilik sonlarni bayt deb nomlanadigan 8-bitli segmentlarga bo'lish kompyuterlarda keng tarqalgan.

Ikkilik va o'nlik sonlar o'rtasida birma-bir yozishma mavjud. Masalan, yuqoridagi 4-bitli ikkilik raqamdan 0 (0000 bilan ko'rsatilgan) dan 15 gacha (1111 bilan ko'rsatilgan) musbat o'nlik butun sonlarni ko'rsatish uchun foydalanish mumkin.

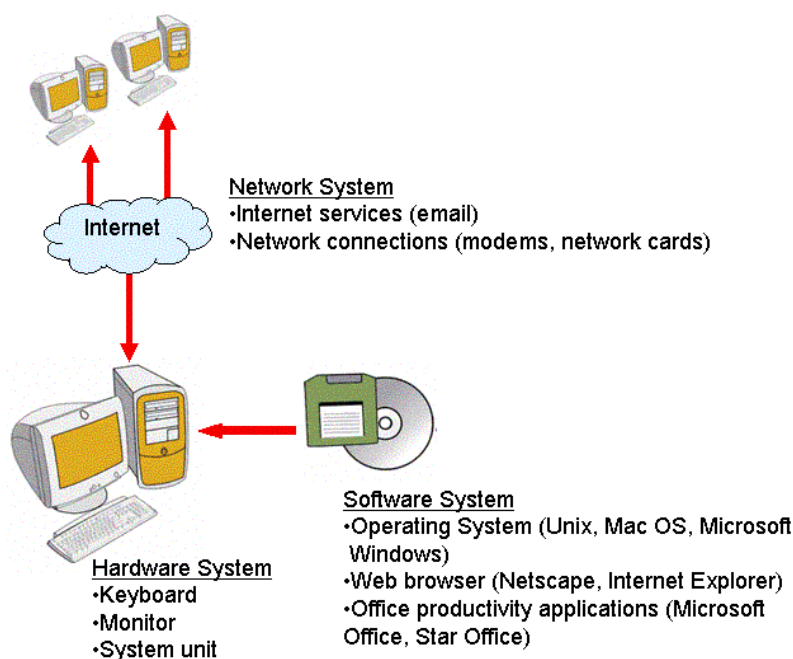
### *Kompyuter tizimining tarkibiy qismlari*

- Uskuna tizimi
- Programmali ta'minot tizimi – operatsion tizimlar va ilovalar uchun programmlar
- Tarmoqli tizim

Kompyuter – bu tegishli vazifalarni bajarish uchun programmalashtirilgan ko'rsatmalarga muvofiq kirish, ishlov berish, saqlash va chiqarishni amalga oshiradigan elektron mashina. Bir vaqtlar kompyuterlar asosan arifmetik hisoblash uchun ishlatilgan, shuning uchun atama – kompyuter (compyte – hisoblash). Kompyuterning boshlang'ich shakli – kalkulyatorni ko'rib chiqamiz. Masalan, agar operatsiyani bajarish uchun kalkulyator kerak bo'lsa – "3 + 5 =" biz raqamlar va arifmetik operatsiyalarni kiritamiz, keyin kalkulyator 3 va 5 ni qo'shib, arifmetik ifodani qayta ishlaydi, natijani – 8 ni saqlaydi va natijani ekranda namoyish etadi.

Zamonaviy kompyuter xuddi shunday ishlaydi. Kompyuterga kirish klaviatura yoki sichqoncha orqali amalga oshirilishi mumkin. Keyin kompyuter kirishni qayta ishlaydi, natijani saqlaydi va natijani monitor, karnay(dinamik), printer yoki boshqa chiqarish qurilmalarida namoyish etadi. Masalan, veb-sahifani URL-manzilini (yagona manba joylashtiruvchisini) yozib so'rasangiz, "<http://www.icarnegie.com>" kompyuter sizning kirishingizni qayta ko'rib chiqadi va Internet orqali sahifani talab qiladi. Va keyin u monitorda talab qilingan sahifani chiqish sifatida ko'rsatadi.

## Ma'lumot yig'ish komponentlari



**USKUNA TIZIMI = KLAVIATURA = MONITOR = TIZIMLI BLOK**

**PROGRAMMALI TA'MINOT TIZIMI = OPERATSION TIZIM (UNIX, MAC OS, MICROSOFT WINDOWS) = VEB-BRAUZER (MOZILLA FOREFOX, GOOGLE CHROME, INTERNET EXPLORER, OPERA VA BOSHQ.) = OFFICE ILOVALARI(DASTURLARI) (MICROSOFT OFFICE, STAR OFFICE, OPEN OFFICE)**

**TARMOQLI TIZIM = INTERNET XIZMATLARI (EMAIL) = TARMOQQA ULANISH (MODEMLAR, TARMOQ KARTALARI)**

### 1.19 – rasm. Kompyuter tizimining tarkibiy qismlari

Umuman olganda, kompyuter tizimini apparat tizimiga, programmali ta'minot tizimiga va tarmoq tizimiga ajratish mumkin. Ushbu kichik tizimlarning har biri ushbu kursning elektr modullarida batafsil ko'rib chiqiladi. Quyidagi rasmda kompyuter tizimining asosiy quyi tizimlari tasvirlangan. Endi har bir quyi tizimni va ularning asosiy funksiyalarini ko'rib chiqaylik.

#### USKUNA TIZIMI

USKUNA TIZIMI KOMPYUTERGA KIRISH MA'LUMOTLARINI QABUL QILISH VA QAYTA ISHLASH, MA'LUMOTLARNI SAQLASH VA CHIQUISHNI AMALGA OSHIRISHGA IMKON BERADIGAN TASHQI VA ICHKI FIZIKAVIY(JISMLI) QISMLARDAN IBORAT. USKUNA TARKIBIY QISMLARINING HAR BIRI 2 MODULDA BATAFSIL KO'RIB CHIQUILADI.

**Karnaylar(dinamiklar); Monitor; Printer; Tizimli blok; Klaviatura; Sichqoncha**

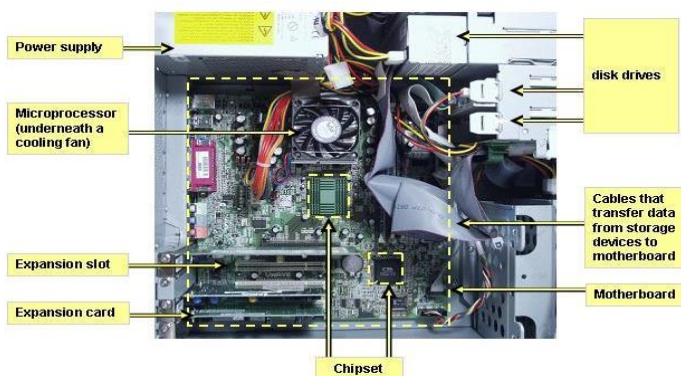
Quyidagi rasmda kompyuterning ba'zi tashqi qismlari ko'rsatilgan.



**1.20-rasm. Uskuna tarkibiy qismlari**

### **Ma'lumot yig'ish tizimining konfiguratsiyasi**

Quyidagi diagrammada tizim blokining ichidagi apparat tarkibiy qismlari ko'rsatilgan. Ushbu tarkibiy qismlarning har biri kompyuter tizimining ishlashida muhim rol o'ynaydi.



#### **Ta'minot tizimi**

**Mikroprosessor (uning yuqorisida – shamollatkich)**

**Kengaytirish uyasi**

**Kengaytirish kartasi (karta)**

**Mikrosxemalar to'plami(Chipset)**

**Disklarni boshqarish asboblari**

**Ma'lumotni saqlash qurilmalaridan ona kartaga o'tkazish uchun**

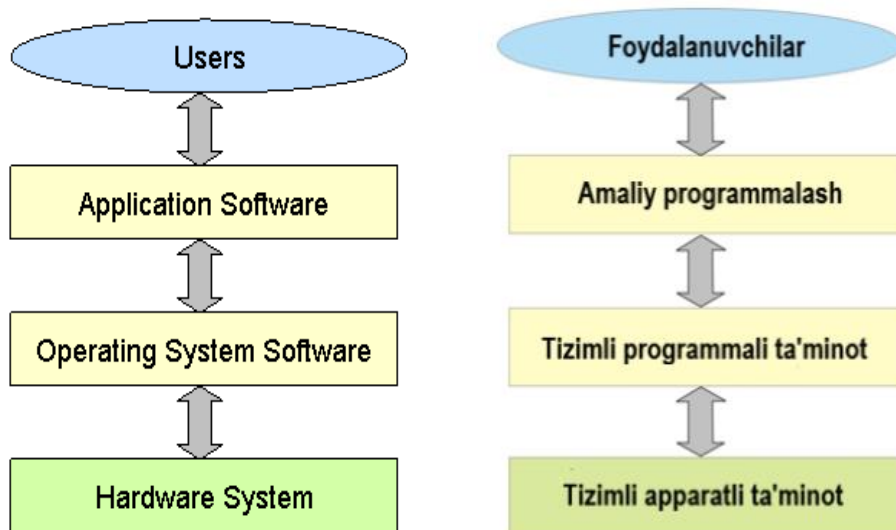
**Ona karta(asosiy karta)**

**1.21-rasm. Tizim bloki ichidagi komponentlar.**

Apparat tarkibiy qismlari kompyuter tizimiga fizik interfeysni ta'minlaydi. Ammo, ular buyruqlarsiz ishlay olmaydi. Ushbu buyruqlar -programmali ta'minot.

## Ma'lumot yig'ish tizimlari uchun programmali(dasturiy) ta'minot

**Programmali ta'minot** – tizim programmalari va amaliy programmalar. Programmali ta'minotning ikki xil turi mavjud – tizim programmalari yoki operatsion tizim (1) va amaliy programmalar (2). Quyidagi diagrammada foydalanuvchilar, amaliy programmalar, tizim programmalari va apparat tizimlari o'rtasidagi o'zaro ta'sir darajasi ko'rsatilgan.



**1.22-rasm. Apparatchi ta'minot tizimi, tizimli programmali ta'minot, amaliy programmali ta'minot va foydalanuvchilar o'rtasidagi o'zaro munosabatlar(ta'sirlashish).**

*Tizimli programmali ta'minot amaliy programmali ta'minot va apparatchi komponentlar orasida interfeys vazifasini bajaradi. Va amaliy programmali ta'minot kompyuter tizimidan foydalanuvchilar bilan o'zaro aloqada bo'ladi.*

*Tizimli programmali ta'minoti tizim komponentlari uchun buyruqlar beradi. Microsoft Windows operatsion tizimi va Macintosh operatsion tizimini misol qilib operatsion tizimlarni keltirish mumkin. Kiritish jarayoni davom etayotganda, operatsion tizim programmasi ushbu operatsiyani bajarish uchun qo'shimcha qurilmani tayinlash orqali kirish ishlashi uchun buyruqlarni beradi. Keyin natijani tegishli chiqish moslamasiga yuborish buyruqlarini beradi. Masalan, foydalanuvchi klaviaturadan foydalanganda, Microsoft Windows operatsion tizimi klaviatura orqali yuborilgan ma'lumotni qabul qiladi va yozilgan harflarni monitorda ko'rsatadi.*

Amaliy programmali ta'minoti foydalanuvchiga prezentatsiyalar yaratish, hujjatlarni tartibga solish va rasmlarni tahrirlash kabi aniq vazifalarni bajarishga

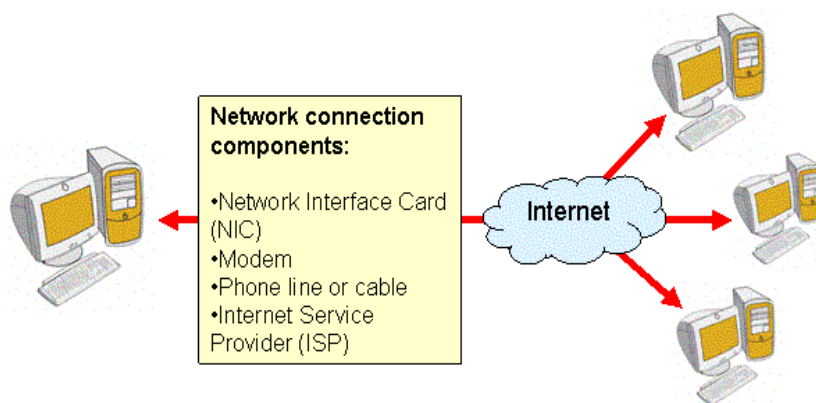
imkon beradigan buyruqlarni beradi. *Microsoft Word* va *Notepad* dasturlari orqali Amaliy programmali ta'minotni yaxshilash misolida ko'rish mumkin. Amaliy programmali ta'minot buyruqlari operatsion tizim tomonidan qayta ishlanadi. Masalan, *Microsoft Word* dan foydalanib faylni ochganingizda, programma birinchi navbatda qaysi faylni ochishni xohlayotganingizni aniqlash uchun foydalanuvchi interfeysini taqdim etadi (masalan, menyu paneli bu interfeys bo'lishi mumkin). *Faylni tanlaganingizdan so'ng, programma operatsion tizimga ma'lum bir fayl kerakligi haqida xabar beradi. Operatsion tizim faylni kompyuterning qattiq diskidan talab qiladi.* Siz "Boshlash"(Start) tugmachasini bosib va programmalarni tanlash orqali dasturiy ta'minotni kompyuteringizda ko'rishingiz mumkin. Agar siz ushbu sahifani interaktiv ravishda o'qiyotgan bo'lsangiz, ehtimol siz brauzerlardan birini – *Mozilla Firefox*, *Google Chrome*, *Internet explorer*, *Opera* yoki boshqa narsalarni, yoki *Microsoft Word* yoki *OpenOffice Write*-ni ishlatmoqdasiz.

### **Tarmoqli tizim**

Butun dunyo bo'ylab kompyuter tarmoqlari tizimi – Internet, tarmoqlar tarmog'i. Tarmoqdagi kompyuterlar Internet orqali boshqa kompyuterlarga kirishlari mumkin. Internet ma'lumotlarning bir kompyutyerdan boshqasiga o'tishiga imkon beradi.

Tarmoq tizimi ma'lumotlarning bir kompyutyerdan boshqasiga o'tishini va tarmoq tizimining tarkibiy qismlarining birgalikdagi ishlashini boshqaradi. Quyidagi diagrammada tarmoq tarkibiy qismlarining Internet orqali boshqa kompyuterlar bilan aloqada bo'lishi kerakligi ko'rsatilgan.

Tarmoq interfeysi kartasi (NIC) ma'lumotlarni kompyutyerdan tarmoq orqali yuboradi va boshqa kompyuterlar tomonidan yuborilgan kirish ma'lumotlarini to'playdi. **Modem** – bu kompyutyerdan telefon liniyalari yoki televizor liniyalari orqali uzatiladigan, Internetdagi boshqa kompyuterlarga ma'lumot uzatadigan qurilma. Ushbu tarmoq uskunalari tarkibiy qismlaridan tashqari, kompyuterga Internetga ulanishni ta'minlash uchun *America Online* kabi Internet-provayderga ham ehtiyoj seziladi.



**Tarmoqqa ulanish uchun komponentlar:**

- = Tarmoq interfeysi kartasi (NIC)
- = Modem
- = Telefon liniyasi yoki kabel
- = Internet xizmati provayderi (Internet Service Provider – ISP)

**1.23-rasm. Tarmoqli ulanishining tarkibiy qismlari.**

Veb-brauzerlar yoki Internet-brauzerlar (masalan, *Internet explorer* va *Mozilla Firefox*) va elektron pochta (masalan, *Outlook* yoki *Gmail* kabi) kabi programmali ta’minot tarmoq tizimidan foydalanishni yaxshilaydi.

**NAZORAT SAVOLLARI:**

1. Elektr signallarini uzatish bo‘yicha qanday sxemalarni bilasiz ?
2. Tizim bloki ichidagi komponentlarning qo‘llanilishi bo‘yicha tushunchangiz.
3. Ozuqalarni maydalash turlari?
4. Programmali ta’minot turlarini ayting ?
5. EHMni tarmoqqa ulanish uchun qanday komponentlar ishlatiladi ?

**ADABIYOTLAR:**

1. Radjabov. Ilmiy tadqiqot asoslari. Darslik-Toshkent, ToshDAU bosmaxonasi, 2010 y.
2. M. Toshboltayev, A. Muxammadiyev, Sh. Nurmatov, O. Parpiyev. Qishloq xo‘jaligi sohasidagi ilmiy va oliy ta’lim muassasalarining fan, texnologiyalar va innovatsiya faoliyatini baholash indikatorlari.-T.: “Fan va texnologiya”, 2013, 264 b.
3. M. Aygambaev, A. Ivanov, YU. Terexov, Основы планирования научно-исследовательского эксперимента-Tashkent, O‘kituvchi, 1993 g.
4. Michael A. An Introduction to Mathematical Modelling, 2001.
5. X. Eshmatov, M. Yusupov, Sh. Aynaqulov, D. Xodjayev. Matematik modellashtirish. (O‘quv qo‘llanma), Toshkent., TIMI, 2007, 242 b.
6. Wheeler, Anthony J. Introduction to engineering experimentation. ©2004 by Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458, - 452 p.

## 2 – mavzu. Diskret namuna olish

- 2.1. Namuna olish tezligi teoremasi.
- 2.2. Vaqti o'zgaruvchan signallarni spektral tahlil etish.
- 2.3. Fure o'zgartirishi yordamida spektral tahlil.
- 2.4. Namuna olish tezligini tanlash va filtrlash.

**Tayanch(Kalit) so'zlar:** diskret namuna, namuna olish tezligi teoremasi, signallarni spektral tahlil etish, Fure almashtirish yordamida spektral tahlil, filtrlash.

### 2.1. Namuna olish tezligi teoremasi

Ma'lumki, 1999 yilda eduard Reyn Xalqaro Ilmiy Jamg'armasi (Germaniya) Kotelnikovning birinchi matematik jihatdan aniq va hisoblash texnologiyalari jihatidan tasdiqlangan formulasi uchun "fundamental tadqiqotlar uchun" nominatsiyasida mukofot bilan mukofotlashning ustuvorligini tan oldi. Biroq, tarixiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sanoqlar teoremasi ham analog o'qishni diskret o'qishlardan tiklash imkoniyatini tasdiqlash nuqtai nazaridan, ham rekonstruksiya qilish (qayta tiklash) usuli nuqtai nazaridan ilgari ko'plab olimlar tomonidan matematik jihatdan ko'rib chiqilgan. Xususan, birinchi qism 1897 yilda Borel tomonidan tuzilgan.

Uittaker, SHennon va Naykvist kabi olimlar ham Kotelnikov teoremalari bo'yicha tadqiqotlar olib borishgan va matematik ishlanmalarini ko'plab ilmiy nashrlar va jurnallarda chop etishgan.

Kotelnikov teoremasi (ingliz adabiyotida - Neykvist - SHannon teoremasi, namuna olish teoremasi deb ham ko'rsatiladi) uzluksiz va diskret signallarni birlashtirgan raqamli signallarni qayta ishlash sohasidagi asosiy bayonotdir.

2018 yilda radiotexnika sohasidagi taniqli rossiya olimi Vladimir Aleksandrovich Kotelnikov (1908-2005) tavalludining 110 yilligi nishonlandi va shu bilan birga uning raqamli aloqa va signallarni qayta ishlash nazariyasida asosiylaridan biri deb atash mumkin bo'lgan formulali va tasdiqlangan signal namunalari teoremasining 85 yilligi nishonlandi.



Kotelnikov: 10 yoshda



24 yoshda (bu vaqtda u o'zining mashhur teoremasini yozgan edi)



keksalik davrida

### 2.1-rasm. Kotelnikov hayotidan fotoko'rinishlar

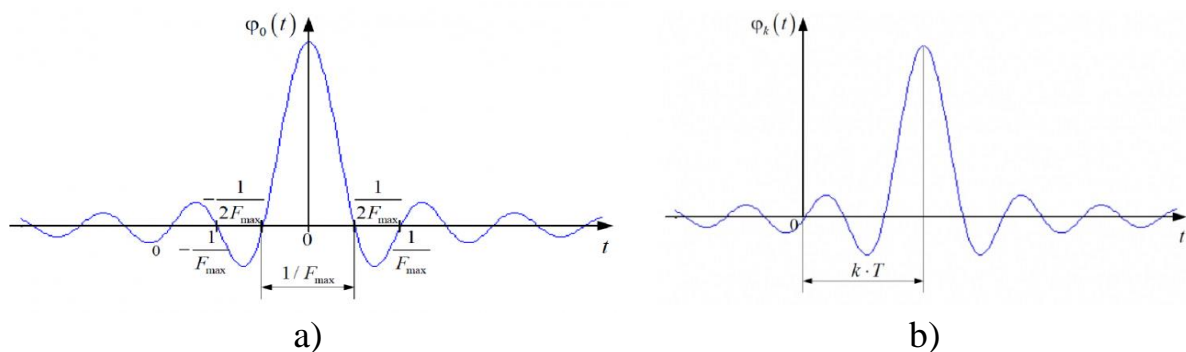
**Teorema 1.** Bir soniyada 0 dan  $f_B$  davrgacha bo'lgan chastotalardan iborat har qanday  $s(t)$  funksiyasi

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s(kT) \frac{\sin 2\pi f_B(t-kT)}{2\pi f_B(t-kT)} \quad (2.1)$$

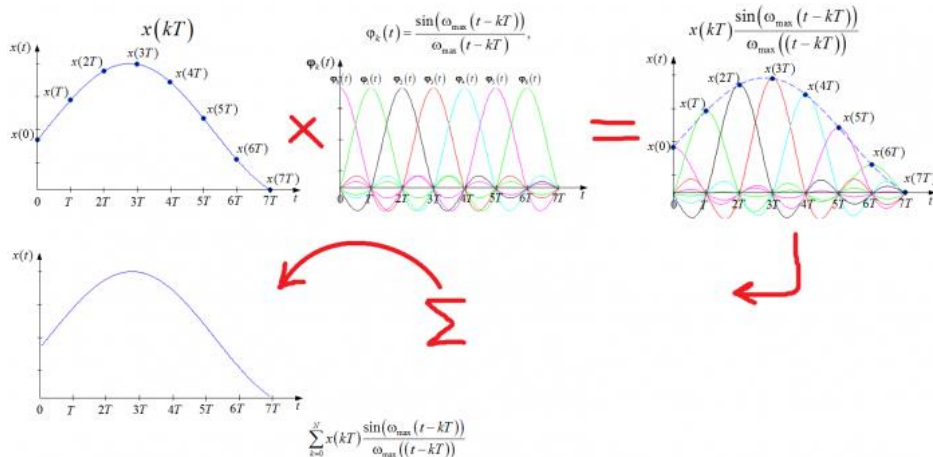
ketma-ketlik bilan ifodalanishi mumkin. Bu yerda  $k$  - butun sonlar;  $s(kT)$  - funksiyaning diskret qiymatlari,  $f_B$  - spektrning yuqori chastotasi.

Ushbu ifoda odatda Kotelnikov qatori deb nomlanadi (lekin Vuittaker-Kotelnikovni yonma-yon qo‘shib gapirish yaxshiroq).  $f(kT)$  namunalari olinadigan  $T$  vaqt oraliqlari Nyquist intervallari deb ataladi. Signal spektrining yuqori chastotasi turli yo‘llar bilan belgilanadi:  $f_b, f_{max}$  va boshqalar.

Kotelnikov qatorining hadlari  $x(kT)$  signalining diskret qiymatiga ko‘paytirilib,  $T$  qiymati bilan (2.2 b-rasm) vaqt bo‘yicha bir-biriga nisbatan o‘zgargan sanoq funksiyalarini (2.2 a-rasm) ifodalaydi. Qatorning cheklangan sonli hadlarini yig‘ish analog signalga yaqinlashadigan signalni olishga imkon beradi (2.3-rasm).



2.2-rasm. Kotelnikov qatorining hadlari ko‘rinishiga misollar



2.3-rasm. Qatorning cheklangan sonli hadlarini yig‘ish analog signalga yaqinlashadigan signalni olish imkonini berishning tasvirlari

**Teorema 2.** (Sanoqlar teoremasi). Bir soniyada 0 dan  $f_B$  davrgacha bo‘lgan chastotalardan tashkil topgan har qanday aniqlik bilan funksiya (signal)  $s(t)T = 1 / 2f_B$  soniya vaqt oralig‘ida bir-birini ta‘qib qilgan raqamlar yordamida uzluksiz uzatilishi mumkin. Batafsil ma‘lumot uchun quyidagi linkga murojaat qilsa bo‘ladi.

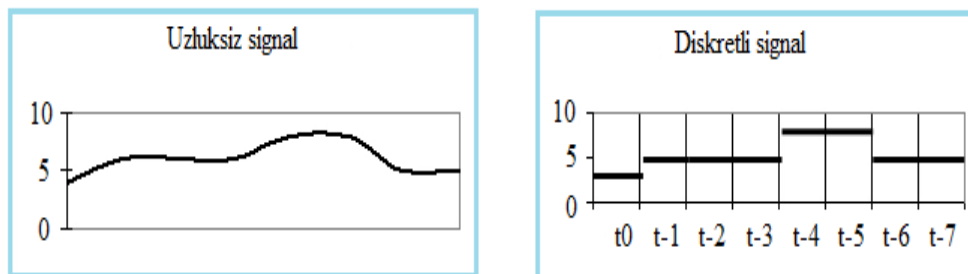
<https://nag.ru/upload/images/20181218-0028-w700.jpg>



## Tabiatdagi analog va diskret jarayonlar

Tabiatdagi jarayonlarning katta qismi uzluksiz davom etadi (tashqi havo harorati, bosim, namlik, shamol tezligining o'zgarishi, o'tkazgichdagi elektr tokining o'zgarishi, quyosh nuri va boshqalar). Nima uchun bu jarayonlarning barchasi uzluksiz? Bizningcha, vaqt uzluksiz oqadi, demak, vaqtning har bir daqiqasida havo harorati yoki o'tkazgichdagi tok qiymati yoki quyosh nuri intensivligining qiymati bo'lishi kerak. Uzluksiz jarayonlar, funksiyalar yoki signallar analog deb ataladi (analog so'zidan - o'xshash narsa, biror narsaga o'xshash narsa, ya'ni model sifatidagi funksiya qandaydir fizik jarayonga o'xshashdir). Tabiatda ko'plab uzluksiz jarayonlar kuzatilishi mumkin, masalan, manbadagi suvning uzluksiz oqimi. Suv oqimi oqib tushganda, oqimning uzluksizligini saqlab qolganligi sababli oqim bir vaqtning o'zida uzayib va torayib boradi.

Analogli signal, hatto cheklangan vaqt oralig'ida ham, cheksiz miqdordagi qiymatlar to'plamini nazarda tutadi. Biroq, yozib olish moslamalari, qoida tariqasida, cheklangan miqdordagi qiymatlarni o'rnatadi, shuning uchun biz diskret signallarni olamiz (diskretli lotincha *discretus* so'zidan ajratilgan, alohida qismlardan tashkil topgan degan ma'noni anglatadi).



2.4-rasm. Uzluksiz va diskretli signallarning tasvirlari

Diskretli jarayonlar tabiatan analog holatlar kabi ko'p. Diskretli jarayonlar ma'lum qiymatlar orasida qandaydir oraliq holatda bo'lishi mumkin emas. Keling, hayotiy misollarni keltiraylik:

- Kvant fizikasidan Borning 1-posulati: atomdagi elektron faqat ma'lum (diskret deyish mumkin) orbitalar bo'ylab harakatlanishi mumkin, bunda u energiya chiqarmaydi va yutmaydi. Atomdagi elektronlar ma'lum statsionar (ya'ni diskret) orbitalarda bo'lib, energiyaning  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$  sathlariga aniq diskret qiymatlariga va boshqalarga ega.
- Agar siz pianino chalayotgan bo'lsangiz, o'z vaqtida yangraydigan musiqa bir diskret notadan ikkinchisiga o'tishni anglatadi, ya'ni notalar alohida tanlangan diskret tovushlardir.

- Biz zinapoyaga chiqqanimizda, balandliklar o‘qi bo‘shlig‘idagi oyoq faqat ma’lum bir diskret koordinatada (qadamda) bo‘ladi.

## 2.2 Vaqti o‘zgaruvchan signallarni spektral tahlil etish

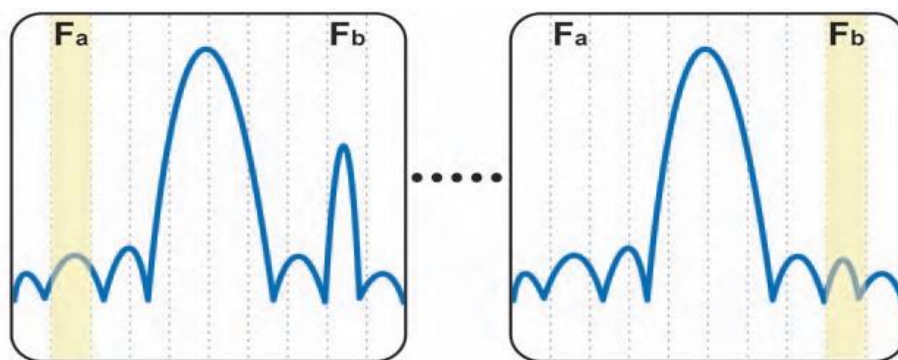
Radio signallarini o‘lchashning zamonaviy vazifalari (muammolari). Zamonaviy radiochastotali qurilmalarining ishlashini o‘rganishda qisqa va uzoq vaqt oralig‘ida chastota, amplituda va modulyasiya parametrlarining o‘zgarishini o‘rganish kerak. Bunday hollarda, taralgan spektr analizatorlari va vektor signal analizatorlari kabi an’anaviy asboblarning chastotali sohada va modulyasiya sohasida signallarning oniy tasvirlarini beradi, lekin ko‘pincha bu ma’lumot qurilma tomonidan yaratilgan dinamik radio chastotali signalni ishonchli tasvirlash uchun etarli emas.

Haqiqiy vaqt oralig‘ida signalni qayta ishlashga ega spektr analizatorlari bilan o‘lchashlarga yana bir muhim parametr - vaqt kiradi.

Bir nechta odatiy o‘lchash vazifalarini quyida ko‘rib chiqiladi.

- ▶ Nostatsionar va dinamik signallarni tutib(yozib) olish va tahlil qilish.
- ▶ Paketli uzatish, sochilishlar(emissiyalar), qayta ulanishlardagi o‘tish jarayonlarini tutib(yozib) olish.
- ▶ Faza-amplitudali chastota o‘zgartirgichi tizimining o‘rnatish vaqtini, chastota o‘zgarishini(dreyfini), mikrofon effektini aniqlash.
- ▶ Qisqa vaqtli shovqinlarni aniqlash, shovqin tahlili.
- ▶ Tarqalgan(sochilgan) spektrli va chastotani sakrashesimon qayta tiklanishli signallarini tutib(yozib) olish.
- ▶ Spektrdan foydalanish monitoring, begona uzatiluvchi(soxta) signallarni axtarib topish(aniqlash).
- ▶ Muvofiqlik testi(sinovlari), elektromagnit shovqinlar diagnostikasi.
- ▶ Analogli modulyasiyaning tahlili.
- ▶ Vaqt bo‘yicha o‘zgarishi bilan modulyasiyalash sxemalarini o‘rganish.
- ▶ Turli sohalarda sinxron ko‘rinishga(tasvirga) ega simsiz aloqa murakkab standartlarni tuzatish(rostdash).
- ▶ Modulyasiyalash sifatining diagnostikasi.

Har bir o‘lchashda RCH signallari vaqt o‘tishi bilan o‘zgaradi va bu o‘zgarishlarni ko‘pincha oldindan aytib bo‘lmaydi. Ushbu signallarni tavsiflash uchun ma’lum va oldindan aytib bo‘lmaydigan hodisalarni ishga tushiradigan, signallarni zudlik bilan ushlay oladigan va ularni xotirada saqlaydigan, so‘ngra chastota, amplituda va modulyasiya parametrlarini vaqtga nisbatan tahlil qiladigan asbob kerak.



**2.5-rasm. Yoyilgan spektr analizatori chastotalarni ketma-ket skanerlaydi. Bu ko‘pincha joriy o‘tkazish Yoyiish kengligidan tashqarida sodir bo‘ladigan muhim statsionar bo‘lmagan hodisalarni o‘tkazib yuboradi (rasmda sariq rang bilan belgilangan)**

### **O‘lchash vositalarini qurish sxemalari haqida qisqacha ma’lumot**

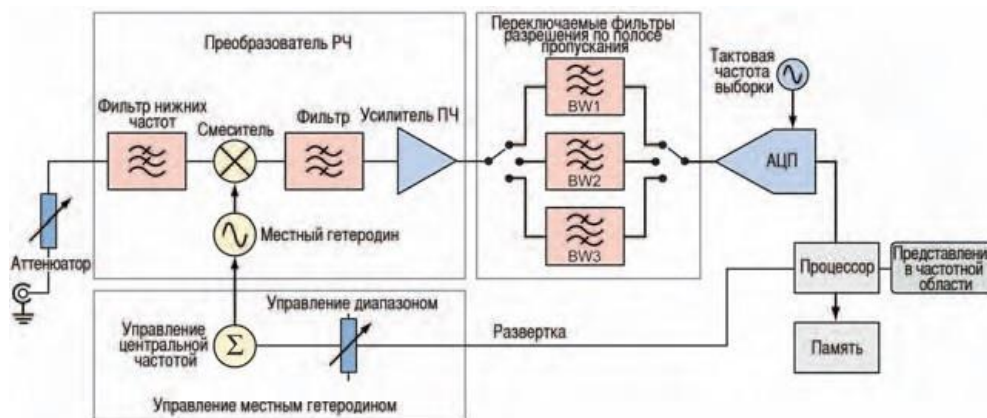
**Real Time Spectrum Analyzer** yuqorida tavsiflangan radio o‘lchashlari uchun **Tektronix** tomonidan ishlab chiqilgan yangi o‘lchash vositasidir. Haqiqiy vaqtda spektr analizatorining ishlashini tushunish va u bilan amalga oshirilgan o‘lchashlarning ahamiyatini tushunish uchun, avvalo, spektr analizatorlarining yana ikkita turini ko‘rib chiqish foydali bo‘ladi: yoyilgan(taralgan) analizator va signallarning vektorli analizatori.

#### **Yoyilgan Spektr Analizatori - chastotali sohadagi an’anaviy tahlili**

Supergeterodin spektr analizatori an’anaviy sxemaga(dizaynga) amal qiladi, bu muhandislarga o‘nlab yillar oldin chastotalar sohasida o‘lchashlarni amalga oshirishga imkon berdi. Dastlab, yoyilgan analizatorlar faqat analogli komponentlar asosida qurilgan, ammo keyinchalik ular ishlatiladigan texnologiya sohasi bilan bir xil rivojlanish yo‘lidan o‘tgan. Zamonaviy ko‘rib chiqilgan spektr analizatorlari ARO‘, raqamli signalni qayta ishlash va mikroprotessorlar kabi raqamli elementlardan foydalanadi. Biroq, asosiy yondashuv asosan o‘zgarishsiz qolmoqda va boshqariladigan statsionar signallarni o‘rganish uchun eng mos keladi.

Ko‘rib chiqilgan spektr analizatorlarida chastotaga nisbatan quvvatni o‘lchash tadqiq qilinadigan signalni pasaytirish va uni o‘tkazish qobiliyatiga ega bo‘lgan tarmoqli o‘tkazuvchi filtr orqali o‘tkazish orqali amalga oshiriladi. Tanlangan diapazonning har bir chastotasida amplitudani hisoblaydigan tarmoqli o‘tkazuvchan filtrga detektor o‘rnatilgan. Ushbu usul keng dinamik diapazonni ta’minlaydi, ammo muhim kamchilikka ega. Chunki har bir daqiqada bu amplitudalar faqat bitta nuqtada hisoblanadi. Analizatorning chastotalari diapazoni bo‘ylab yoyish ma’lum vaqtni talab qiladi, ba’zi hollarda bir necha soniyagacha. Ushbu yondashuv analizator bir nechta tozalash sikllarini amalga oshiradigan vaqt davomida o‘lchangan signal sezilarli o‘zgarishlarga duch kelmaydi degan taxminga asoslanadi. SHuning uchun nisbatan barqaror, o‘zgarimas kirish signali talab qilinadi. Signalda tez o‘zgarishlar bo‘lsa, ular o‘tkazib yuborilishi mumkin.

2.5-rasmda ko'rsatilganidek, yoyishdagi yo'nalish(yurish) paytida chastota o'qining **Fa** bir qismi ko'riladi, **Fb** bo'limida bir lahzali spektral hodisa sodir bo'ladi (chapdagi diagramma). Yoyish **Fb** hududiga etib borgunga qadar, hodisa to'xtaydi va aniqlanmay qoladi (o'ngdagi diagramma). Yoyilgan spektr analizatorlari vaqtinchalik signalda sinxronlanish ta'minlamaydi va signalning vaqtga bog'liq bo'lgan to'liq yozuvi saqlamaydi.

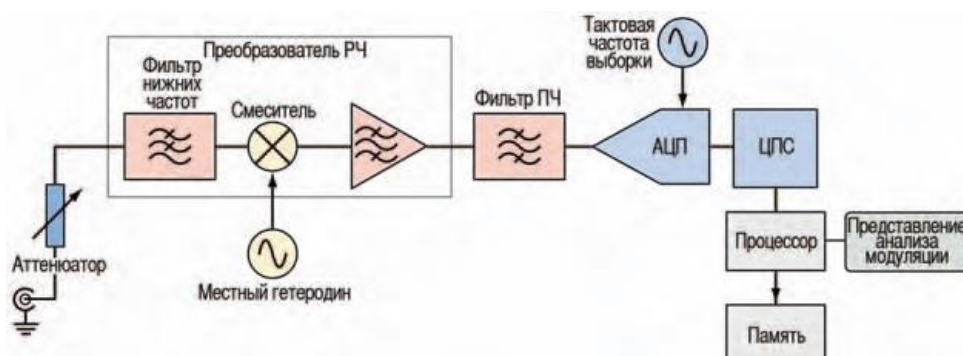


2.6-rasm. Yoyilgan spektr analizatorining tipik(andozali) sxemasi

2.6-rasmda Yoyilgan spektr analizatorining tipik(andozali) sxemasi ko'rsatilgan. Oldingi tuzulishlardan(dizaynlardan) saqlqnb(meros bo'lib) qolgan keng diapazonli analog ruxsat diapazoni filtrlariga qo'shimcha ravishda u tor diapazonli filtrlarni almashtiradigan raqamli vositalarga ega. ARO' ga filtrlash, aralashtirish va kuchaytirish **BW<sub>1</sub>**, **BW<sub>2</sub>** va **BW<sub>3</sub>** chastota diapazonlarida analog vositalar yordamida amalga oshiriladi. Agar **BW<sub>3</sub>** ga qaraganda torroq tarmoqli kengligi bo'lgan filtr kerak bo'lsa, u ARO'dan keyin raqamli signalni qayta ishlash orqali qo'shiladi. ARO' va raqamli signal protsessoriga juda yuqori talablar qo'yiladi. Etarlicha past ARO' nochiziqliligini va shovqinini ta'minlash oson ish emas, garchi u sof analog spektr analizatorlariga xos bo'lgan ba'zi xatolarni bartaraf qiladi.

### Signalni vektorli analizatorlari - raqamli modulyasiya tahlili

An'anaviy to'plangan spektr analizatorlari faqat kirish signalining amplitudasi haqida ma'lumot beradigan skalyar o'lchashlarni amalga oshiradi. Raqamli modulyasiyalangan signalni tahlil qilish uchun amplituda va faza ma'lumotlarini ta'minlash uchun vektor o'lchashlari talab qilinadi.



## **2.7-rasm. Signallarni vektorli analizatorlari andozali(tipik) sxemasi**

Signalni vektorli analizatori raqamli modulyasiyani tahlil qilish uchun maxsus mo'ljallangan. Vektorli analizatorning soddalashtirilgan blok sxemasi 2.7-rasmda ko'rsatilgan. Signallarni vektorli analizatorlari modulyasiya o'lchashlari uchun optimallashtirilgan.

Keyingi bo'limda bayon qilingan(tasvirlangan) real vaqt oralig'ida spektr analizatorlariga o'xshab, signallarni vektorli analizatorlari raqamli modulyasiya o'lchashlari uchun zarur bo'lgan amplituda va faza ma'lumotlarini olish uchun asbobning tarmoqli kengligida radio signalni to'liq raqamlashtiradi.

Biroq, aksariyat SVAlar (hammasi bo'lmasa-da) istalgan vaqt oralig'ida kirish signalining suratlarini olish uchun mo'ljallangan, bu signalning vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishi haqida ma'lumot to'plash uchun ketma-ket namunalarning uzoq rekordini saqlashni qiyinlashtiradi, va hatto bu imkonsizdir.

Yoyilgan spektr analizatorlarida bo'lgani kabi, ishga tushirish imkoniyatlari oraliq chastotada ishga tushirish va tashqi ishga tushirish bilan cheklangan.

Vektorli signal analizatorlarida ARO' yordamida raqamli shaklga o'zgartirish ChO'ning keng polosali signalida, chastotani pasaytirib o'zgartirish, filtrlash va detektirlsh esa raqamli shaklda amalga oshiriladi. Vaqt sohasidan chastotali sohaga o'tkazish FTO' algoritmi yordamida amalga oshiriladi. ARO' ning chiziqchilik va dinamik diapazoni asbob xarakteristikalarini uchun alohida ahamiyatga ega. O'lchashlarni tezda amalga oshirish uchun etarli quvvatga ega raqamli signalni qayta ishlash vositalarining mavjudligi bir xil darajada muhimdir. Vektorli signal analizatori yordamida bunday modulyasiya parametrlari xatoliklar vektorining kattaligi sifatida o'lchanadi; analizator boshqa turdagi tasvirlashlarni ham taqdim etadi, masalan, "yulduz turkumi" diagrammasi shaklida. Signallarning avtonom vektorli analizatorlari ko'pincha an'anaviy yoyilgan(taralgan) spektr analizatorlariga qo'shimcha sifatida ishlatiladi. Bundan tashqari, ko'plab zamonaviy asboblarning sxemalari bir asbobning o'zida ham chastotali sohada, ham modulyasiya sohasida o'lchashlarni bajarishga imkon beradigan (lekin bir vaqtning o'zida emas) ta'sirlangan spektr analizatori va vektor signal analizatori funksiyalarini bajarishi mumkin.

## Real vaqt oralig'ida spektri analizatorlari - sinxronlash, tutish, tahlil

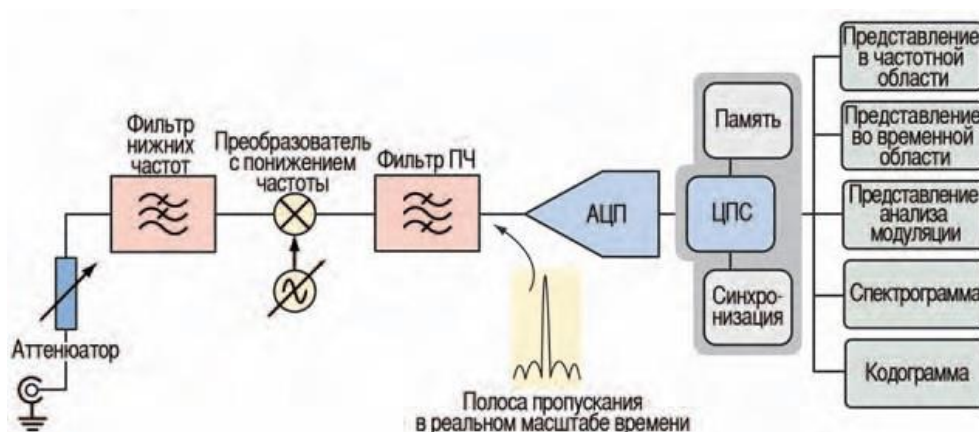
Oldingi bo'limda aytib o'tilganidek, real vaqt oralig'ida spektr analizatori statsionar bo'lmagan va dinamik radio signallari bilan bog'liq o'lchashlarni bajarish uchun mo'ljallangan.

Real vaqt spektrini tahlil qilishning asosiy xususiyati radiochastotali(RCH) signalida sinxronlash, uni darhol xotiraga yozib olish va uni bir necha sohalarda tahlil qilish qobiliyatidir.

Bu vaqt oralig'ida o'zgarib turadigan radiochastotali(RCH) signallarini ishonchli axtarib topish va ularning xarakteristikalarini aniqlash imkonini beradi.

2.8-rasmda real vaqt oralig'ida spektr analizatorining blok sxemasini soddalashtirilgan tasviri ko'rsatilgan.

Asbobning to'liq ish diapazoni(kengligi) bo'ylab sozlanishi mumkin bo'lgan radiochastotali(RCH) kirish davrlari kirish signalini asbobning maksimal real vaqt oralig'ida o'tkazish qobiliyatiga mos keladigan belgilangan oraliq chastotaga aylantiradi. SHundan so'ng signal filtrlanadi, ARO' tomonidan raqamli shaklga o'zgartiriladi va sinxronlash, xotira va tahlil funksiyalarini boshqaruvchi signallarni raqamli qayta ishlash (SRQIsh) moduliga beriladi. Ushbu blok sxemaning elementlari vektorli signal analizatoriga o'xshash va ma'lumotlarni yig'ish jarayoni aynan shunga o'xshash, lekin real vaqt oralig'ida spektr analizatori real vaqt oralig'ida tetiklash, signalni uzluksiz tutib olish va bir vaqtning o'zida bir necha sohalarda tahlil qilish uchun optimallashtirilgan. Bundan tashqari, ARO' texnologiyasidagi erishilgan yutuqlar past shovqinli, keng dinamik diapazonni o'zgartirishga imkon beradi, bu esa real vaqt rejimida spektr analizatorining kalit radio chastotalarda(RF) ishlashini ko'plab tozalangan spektr analizatorlariga teng yoki undan yuqori bo'lishiga imkon beradi.



2.8-rasm. Real vaqt oralig'ida spektr analizatorining tipik(andozali) sxemasi

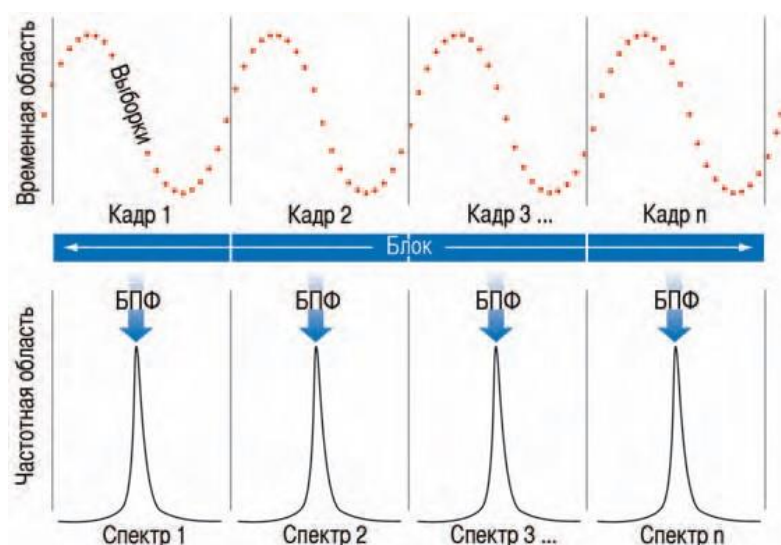
Haqiqiy vaqt analizatorining tarmoqli kengligidan kamroq yoki unga teng bo'lgan o'lchash kengligini egallagan o'lchanayotgan signallari uchun real vaqt spektr analizatorining sxemasi radiochastotali signalini raqamlashtirish va qo'shni(yo'ldash) namuna vaqtini saqlash orqali kirish signalini vaqt bo'yicha uzilishsiz ushlab turishni ta'minlaydi. Bu chastota sohasining tasviri ish

chastotasi diapazoni boʻylab bir necha yoyish davrlaridan soʻng hosil boʻladigan yoyilgan(taralgan) spektr analizatorlari maʼlumotlarini yigʻish jarayoniga nisbatan bir qator afzalliklarni beradi.

## Real vaqt oraligʻida spektr tahlilida asosiy tavsiyalar bayonlari

### Tanlanma(namuna)lar, kadrlar va bloklar

Real vaqt oraligʻida spektr analizatori oʻlchashlari raqamli signalni qayta ishlash (SQIsh) texnikasi yordamida amalga oshiriladi. Vaqt, chastota va modulyasiya sohaslarida radio oʻlchashlari qanday amalga oshirilganligini tushunish uchun birinchi navbatda asbob signal maʼlumotlarini qanday yigʻishini va saqlashini tushunish kerak. AROʻ tomonidan raqamlashtirilgandan soʻng, signal vaqt sohasi maʼlumotlari bilan ifodalanadi, undan chastota va modulyasiya sohasidagi barcha parametrlar SQIsh tomonidan hisoblanadi. Real vaqt oraligʻida signalni uzluksiz olish jarayonida real vaqt spektr analizatorida saqlanadigan maʼlumotlar ierarxiyasi uchta shartda tavsiflanadi: tanlanmalar(namunalar), kadrlar va bloklar. 2.9-rasmda " tanlanma(namuna)-kadr-blok" tuzilishi koʻrsatilgan.



**2.9-rasm. Tanlanmalar(namunalar), kadrlar va bloklar: real vaqt oraligʻida spektr analizatori xotirasi ierarxiyasi**

Maʼlumotlar ierarxiyasining eng past darajasi vaqt sohasidagi diskret maʼlumotlar nuqtasini ifodalovchi namunadir. Ushbu element real vaqtda ossilograflar va shaxsiy kompyuterga asoslangan raqamlashtiruvchilar kabi boshqa raqamli signallarni namuna olish ilovalarida ham mavjud. Qoʻshni namunalar orasidagi vaqt oraligʻini aniqlaydigan taktik namuna olish tezligi tanlangan diapazonga bogʻliq. Real vaqt oraligʻida spektr analizatorida namunalar amplituda va faza maʼlumotlarini oʻz ichiga olgan  $I/Q$  kvadratura komponentlari juftlari sifatida xotirada saqlanadi.

Keyingi qadam - bu kadr. Kadr uzluksiz namunalarining butun sonidan iborat boʻlib, maʼlumotlarni vaqt domenidan chastota domeniga aylantirish uchun Furening Tez oʻzgartirishlaridan (FTOʻ) qoʻllanilishi mumkin boʻlgan asosiy

birlik bo‘lib xizmat qiladi. Bu holda, har bir kadrda chastota sohasidagi bitta spektr olinadi. Signalni qayd etish ierarxiasining yuqori darajasida doimiy ravishda vaqt ichida suratga olingan bir nechta qo‘shni kadrlardan iborat blok mavjud. Blok uzunligi (shuningdek, qaydlash uzunligi deb ataladi) bitta doimiy ma’lumot to‘plami bilan qoplangan umumiy vaqtni ifodalaydi. Blok ichida kirish signali vaqt oralig‘isiz taqdim etiladi.

Agar analizator real vaqt rejimida bo‘lsa, har bir blokning ma’lumotlari doimiy ravishda to‘planadi va xotirada saqlanadi. Keyin ular signalning vaqt, chastota va modulyasiyaga bog‘liqligini tahlil qilish uchun SRIsh yordamida qayta ishlanadi. Oddiy spektrni tahlil qilish rejimlarida real vaqtda spektr analizatori RF kirish davrlarini real vaqtdagi maksimal tarmoqli kengligidan oshib ketadigan chastota diapazonlariga qadam qo‘yish orqali tozalangan analizatorning ishlashini simulyatsiya qilishi mumkin.



## 2.10-rasm. Real vaqt o‘lchamida spektr analizatori yordamida ma’lumotlar bloklarini ro‘yxatga olish va qayta ishlash

2.10-rasmda ma’lumotlar blokini ro‘yxatga olish jarayoni ko‘rsatilgan. U doimiy real vaqtda suratga olishni ta’minlaydi. Har bir signalni olish blokning barcha kadrlarini uzluksiz yozib olishni ta’minlaydi, ammo bloklar orasida uzulishlar(bo‘shliqlar) mavjud. Bitta qayd qilingan blokda signalni qayta ishlash tugallangandan so‘ng, keyingi blokning ma’lumotlar jurnali boshlanadi. Blok xotirada saqlanganidan so‘ng, har qanday real vaqtda o‘lchash amalga oshirilishi mumkin. Masalan, real vaqt spektrini tahlil qilish rejimida qayd etilgan signal demodulyasiya rejimida va vaqt rejimida tahlil qilinishi mumkin. Blokdagi ramkalar sonini ro‘yxatga olish uzunligini ramka uzunligiga bo‘lish yo‘li bilan aniqlash mumkin. Foydalanuvchi tomonidan kiritilgan ro‘yxatga olish uzunligi yaxlitlanadi, shunda blok butun sonli ramkalarini o‘z ichiga oladi. Maksimal yozib olish uzunligi bir necha soniyadan bir necha kungacha o‘zgarib turadi va o‘lchashlarning tanlangan chastota diapazoniga va asbob xotirasining chuqurligiga bog‘liq.

<https://test.com.ua/ru/basics-of-real-time-spectrum-analysis-part-1.html>



## 2.3 Fure o'zgartirishi yordamida spektral tahlil

### Fure o'zgartirishlari

Fure o'zgartirish - bu funktsiyani chastota tarkibiy qismlariga aylantiradigan o'zgartirish. Fure o'zgartirishi asl funktsiyani sinusoidal (yoki xayoliy eksponentlar) funktsiyalari bo'lgan asosiy funktsiyalarga kengaytiradigan integral o'zgarishdir, ya'ni turli xil chastotalar, amplitudlar va fazalarning sinusoidlari (xayoliy eksponentensiyalar) ning asl funktsiyasini aks ettiradi. O'zgarish qayta tiklanadi, teskari o'zgartirish oldinga o'tish bilan bir xil shaklga ega. O'zgartirish Jan Fure nomini oldi.

Fure o'zgartirishi (FO') juda sodda, ammo juda samarali g'oyaga asoslanadi - deyarli har qanday davriy funktsiyani individual garmonik tarkibiy qismlar yig'indisi (turli xil amplituda  $A$  li sinusoidlar va kosinusoidalari,  $T$  davrlari va shunga mos  $\omega$  chastotalar) ifodalashi mumkin. Furening o'zgarishini matematik ma'nosi  $y(x)$  signalini  $F(\omega) \cdot \sin(\omega x)$  shaklidagi sinusoidlarning cheksiz yig'indisi sifatida ifodalashdir.  $F(\omega)$  funktsiyasi Fure o'zgartirishi yoki Fure integral yoki Fure - signal spektri deb nomlanadi. Teskari Fure o'zgartirishi  $F(\omega)$  spektrini  $y(x)$  signaliga o'zgartiradi. Ta'rif bo'yicha.

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} y(x) \cdot \exp(-i\omega x) dx \quad (2.2)$$

Ko'rinib turibdiki, Fure o'zgartirishi, bu signal haqiqiy bo'lsa ham, kompleks kattalikdir. Tebranishli siljishning sodda turlaridan biri bu sinusoida bo'lib, quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$y = F(t) = A \cdot \cos \omega t + B \cdot \sin \omega t = a \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (2.3)$$

bu yerda  $a$  - tebranish amplitudasi,  $\varphi$  - faza. Ushbu kattaliklardan foydalanib,  $A$  va  $B$  koeffitsientlarini aniqlash mumkin. Bunday sinusoidal tebranish  $\omega$  chastotasiga nisbatan monoxromatikdir. U chastota funktsiyasida  $a$  amplituda va  $\varphi$  faza uchun yagona qiymatga ega. Agar biz bu funktsiyani grafik ravishda tasvirlasak, abssissa o'qiga chastota va amplituda (yoki fazaga) ordinata o'qi bo'yicha chizamiz, unda tebranishlarning tabiiy chastotasi  $\omega_0$  ga to'g'ri keladigan bitta to'g'ri chiziqli kesmani olamiz. Bu  $y=F(x)$  funktsiyaning eng oddiy amplituda (yoki fazali) spektri bo'ladi, bu holda bitta spektral liniyadan iborat. Fure o'zgartirishi to'g'ridan-to'g'ri Fure o'zgartirishi (Fure obrazi)

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \cdot \exp(-i\omega x) dx \quad (2.4)$$

$$A(\omega) = |F(\omega)|, \quad tga(\omega) = \arg F(\omega) \quad (2.5)$$

Teskari Fure o'zgartirishi:

$$f(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(x) \cdot \exp(-i\omega x) d\omega \quad (2.6)$$

Ushbu kattaliklardan foydalanib, siz  $A$  va  $B$  koeffitsientlarini aniqlashingiz

mumkin:  $A=a\cdot\sin\varphi$ ;  $B=a\cdot\cos\varphi$ . Bunday sinusoidal tebranish  $\omega$  chastotasiga nisbatan monoxromatikdir. U chastota funksiyasi sifatida  $a$  va faza amplituda uchun yagona qiymatga ega. Agar biz bu funksiyani grafik ravishda tasvirlasak, absissa o'qi bo'ylab chastota va amplitudani (yoki fazani) ordinata o'qi bo'ylab chizamiz, unda tebranishlarning tabiiy chastotasi  $\omega_0$  ga to'g'ri keladigan to'g'ri chiziqning bitta kesmasini olamiz. Bu  $y=F(x)$  funksiyaning eng oddiy amplituda (yoki fazali) spektri bo'ladi, bu holda bitta spektr chizig'idan iborat.

### **Furening tez o'zgartirishi usuli**

Furening tez o'zgartirish usulida egri chiziq ko'p sonli teng taqsimlangan namunaviy qiymatlarga bo'linadi. Nuqtalar sonining bir xil kamayishi uchun egri chiziqni tahlil qilish uchun zarur bo'lgan ko'paytmalar soni ikki baravar kamayadi. Masalan, 16 namunaviy qiymatga ega egri chiziq uchun odatda 16 kvadrat yoki 256 ko'paytirish kerak. Faraz qiling, egri chiziq ikkala intervalga bo'lingan, har biri 8 ta nuqtadan iborat. Bunday holda, har bir intervalni tahlil qilish uchun zarur bo'lgan ko'paytmalar soni  $8^2$  yoki 64 ni tashkil qiladi. Ikkala interval uchun ham 128 yoki yarmi asl sonning yarmini beradi.

Temir halqaning issiqlik o'tkazuvchanligi vaqt o'tishi bilan (chapda) harorat taqsimotining o'zgarishini aniqlaydi. Haroratning taqsimlanishini har qanday vaqtda sinusoidal egri chiziq bilan tavsiflash mumkin bo'lganidek, vaqt o'tishi bilan taqsimlanishning o'zgarishini sinusoidalarning o'zlari o'zgarishi orqali ham tasvirlash mumkin. Bu yerda bir davr bilan tarqatish yoki birinchi garmonika (markazda) va ikki davr bilan taqsimlash yoki ikkinchi garmonika (o'ngda) ko'rsatilgan. Fure ikkinchi garmonika so'nishini birinchisidan 4 marta tezroq ekanligini va yuqori tartibli garmonikaning yanada yuqori tezlikda so'nishini aniqladi. Birinchi garmonika boshqalarga qaraganda ancha sekinroq o'zgarganligi sababli, haroratning umumiy taqsimlanishi birinchi garmonikaning sinusoidal shakliga o'tadi.

## 2.4 Namuna olish tezligini tanlash va filtrlash

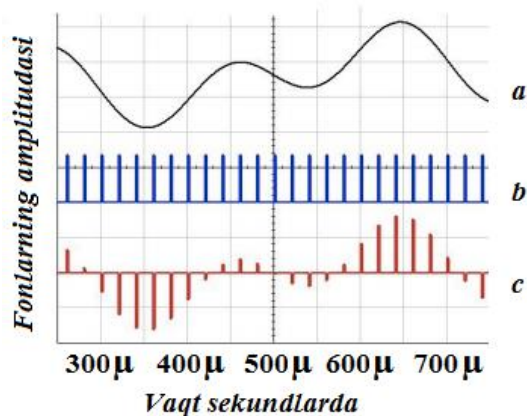
### **Ma'lumotlarni yig'ish tizimlarida signallarni diskretlash tezligini tanlash qoidasi**

Vaqt o'tishi bilan doimo o'zgarib turadigan ma'lumotlar analog ma'lumotlardir. Kompyuterlar raqamli qurilmalardir va shuning uchun ma'lumotlar bilan ishlash uchun ular analogdan raqamli formatga aylantirilgan ma'lumotlarni olishlari kerak. Analog-raqamga o'tkazish tushunchasi printsiptial jihatdan oddiy: analog-raqamli o'zgartirgich (ARO) ma'lum bir chastotada kirish analog signallarining namunalarini (tanlanmalarini) oladi va har bir namunani raqamli kodga aylantiradi. So'ngra, vaqt bo'yicha o'zgaruvchan analog signalni ifodalash uchun kompyuterga kodlarni uzatadi.

Shunga o'xshash jarayon apparat ma'lumotlarini yig'ish va boshqarish tizimlarida qo'llaniladi, bu yyerda fizik qatlamda analog signallarni izolyatsiya qilish kerak. Signal izolyatsiyasi ko'pincha yer va shovqin muammolarini bartaraf etish uchun talab qilinadi, bunday holatlarda analog signalni fizik to'siqdan o'tkazish uchun "namuna olish" (signal namunasi) ishlatiladi.

Namuna olish qayyerda ishlatilishidan qat'i nazar, namuna olish tezligi to'g'ri tanlangan bo'lishi kerak. Ushbu namunalardan olingan signallar asl analog signalni etarli darajada ifodalashi kerak. Shubhasiz, juda sekin namuna olish (masalan, har 30 daqiqada 10 Gts chastotali signal namunasi) qimmatli ma'lumotlarning yo'qolishiga olib kelishi mumkin, shu bilan birga juda tez namuna olish (300 MGts chastotada 10 Gts chastotali signal) sxemani loyihalashda jiddiy muammolarni keltirib chiqaradi. YAxshiyamki, namunaviy stavka savoliga javob bor. 2.11-rasmda namuna olishning odatiy jarayoni ko'rsatilgan.

Asl xususiyatlaridan qat'i nazar, zamonaviy yig'ish tizimlarida ma'lumotlar raqamli tarzda saqlanadi. SHuning uchun analog axborotni avvalo analog-raqamli o'zgartirgich (ARO) yordamida raqamli formatga aylantirish kerak. Ushbu turdagi tizimda namuna olish chastotasi kirish signalidagi eng yuqori chastotadan kattaroq bo'lishi kerak. Bu istak emas, balki qonun! Aslida, Naykvist mezoni (qonunning bir qismi) biz analog-raqamli o'zgartirgich (ARO)ga beriladigan signal spektridagi eng yuqori chastotadan kamida ikki baravar yuqori tezlikda namuna olishimizni talab qiladi. Bu jiddiy xatoliklarga olib kelishi mumkin bo'lgan spektrlarni bir-biri bilan ustma-ust tushib qoliswhining oldini olish uchun kerak.



**2.11-rasm. Fonlar amplitudasining vaqtga bog‘liq xarakteristikalari** (dastlabki signal(a), diskritlash signallari(b), kirish signalining sanog‘i (namunasi)(c))

Naykvist mezoni signal chastotasi xususiyatlarining mazmuni haqida ahamiyatli ma‘lumot olish uchun zarur bo‘lgan minimal namuna olish tezligini belgilaydi. Fure tahlili har bir chastota komponenti amplitudasining berilgan to‘lqin shakli bilan nisbatini olish uchun zarur vositalarni taqdim etadi. Ushbu ma‘lumotni va signalni to‘g‘ri qayta ishlashni hisobga olgan holda, dastlabki signalning asl amplitudasi va shaklini vaqtida (vaqt sohasida) tiklashni ta‘minlash mumkin.

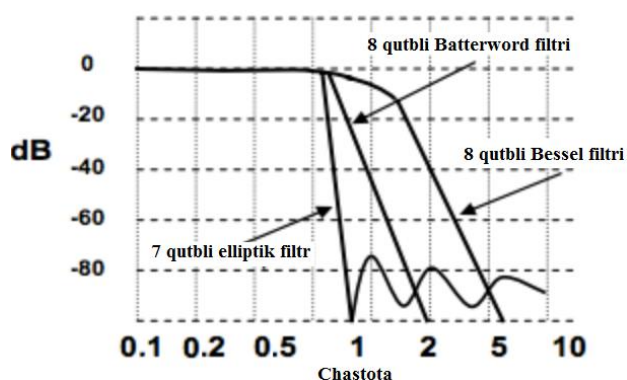
Qoida tariqasida, programmali mahsulotlar vaqt sohasidagi ma‘lumotlarni original, ishlov berilmagan ko‘rinishida ko‘rsatish uchun mo‘ljallangan. Natijada, sinusoidal to‘lqin shakllari uchburchak shakllar bilan buzilishi mumkin. Bu manba ma‘lumotlari muammosi emas, balki vakillik muammosi. Bunday hollarda taqdimotning Naykvistning mezoniga mos bo‘lmagan namuna olish tezligidan foydalanish orqali yaxshilash mumkin.

Ba‘zan kirish o‘zgartirgichining asosiy fizik xususiyatlari uning maksimal chastotali javobini aniqlaydi. Boshqa ilovalarda Naykvist mezoni kiruvchi yuqori chastotalarni blokirovka qilish uchun ARO‘ kirishiga past o‘tish filtrini qo‘llash orqali amalga oshiriladi. Har qanday holatda, namuna olish chastotasining yarmidan yuqori bo‘lgan signaldagi barcha chastotalar ARO‘ kvantlash bosqichidan past bo‘lishi uchun zaiflashishi kerak.

Ideal holda, tarmoqli kengligini cheklash uchun ishlatiladigan qurilma kerakli va kiruvchi chastotalar o‘rtasida sifat jihatidan farq qilishi kerak. Haqiqiy dunyoda esa, filtrlash moslamalari o‘tish diapazonidan to‘xtash chizig‘iga nisbatan silliq o‘tishni ta‘minlaydi. Ajratish chizig‘i yoki o‘tish nuqtasi ko‘pincha burchak chastotasi yoki  $f_1$  deb ataladi.

Quyidagi 2.12-rasmda bir nechta amaliy filtrlar uchun chastotali javoblar ko‘rsatilgan. E‘tibor bering, burilish (burchak chastotasidan tashqaridagi egri chiziqning qiyaligi) juda tik bo‘lishi mumkin bo‘lsa-da, ba‘zi kiruvchi chastotalar hali ham filtrdan o‘tib ketadi. Bir lahzaga kirish signali doimiy to‘lqindan

cheksizgacha boʻlgan barcha chastotalardan iborat va har bir chastotaning amplitudasi AROʻ ning toʻliq shkalasiga teng deb faraz qiling. Faraz qilaylik, biz 12 bitli AROʻ bilan 8 qutbli Bessel filtridan foydalanasiz va  $f_1$  1 kGts ga oʻrnatilgan. Naykvist mezoniga koʻra, siz 2 kGts signalni tanlab olishingiz mumkin, toʻgʻrimi? Bu haqiqat emasligi maʼlum boʻldi! 12 bitli oʻzgartirgichning sezgirligi taxminan -72 dB ni tashkil qiladi. Shuning uchun, 6 kGts dan yuqori chastotalar hali ham AROʻ tomonidan "aniqlanishi" mumkin. Natijada, kerakli namuna olish chastotasi  $2 * 6 \text{ kGts} = 12 \text{ kGts}$  dan past boʻlishi mumkin emas. Esda tuting - Naykvist mezonini filtrning burchak chastotasini yoki signal spektrining eng yuqori chastotasini hisobga olmaydi. Faqat yuqori "aniqlash" chastotasi rol oʻynaydi.



## 2.12-rasm. Bir nechta amaliy filtrlar uchun chastotali javoblar tasviri

Antialiasing filtrlarini bir nechta mezonlarga koʻra tasniflash mumkin. Ulardan eng muhimlari quyidagilardir: oʻtish diapazonidagi daromad xatosi (baʼzan tekislik deb ataladi), toʻxtash diapazonidagi maʼlum chastotadan tashqari minimal zaiflashuv (tegishli AROʻ ruxsatiga nisbatan) va vaqtni kechiktirish (chastotaga nisbatan faza siljishi). Berilgan filtr turi uchun qutblar soni rad etish zonasidagi parchalanish tezligini aniqlaydi.

<http://holit.ua/application/applica-20200521.html>

### NAZORAT SAVOLLARI:

1. Namuna olish tezligi teoremasi haqida nimalarni bilasiz?
2. Uzluksiz va diskretli signallarning tasvirlarini chizib izohlang?
3. Real vaqt oraligʻida spektr analizatorining blok sxemasi qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan?
4. Maʼlumotlar blokini roʻyxatga olish jarayoni tushuntiring?
5. Fure oʻzgartirishiga taʼrif bering.
6. Furening tez oʻzgartirish usuli haqida nimalarni bilasiz ?

## **ADABIYOTLAR:**

1. Radjabov. Ilmiy tadqiqot asoslari. Darslik-Toshkent, ToshDAU bosmaxonasi, 2010 y.
2. M.Toshboltayev, A.Muxammadiyev, Sh.Nurmatov, O.Parpiyev. Qishloq xo'jaligi sohasidagi ilmiy va oliy ta'lim muassasalarining fan, texnologiyalar va innovatsiya faoliyatini baholash indikatorlari.-T.: "Fan va texnologiya", 2013, 264 b.
3. M. Aygambaev, A. Ivanov, YU. Terexov, Основы планирования научно-исследовательского эксперимента-Tashkent, O'kituvchi, 1993 g.
4. Michael A. An Introduction to Mathematical Modelling, 2001.
5. X.Eshmatov, M. Yusupov, Sh. Aynaqulov, D.Xodjayev. Matematik modellashtirish. (O'quv qo'llanma), Toshkent., TIMI, 2007, 242 b.
6. Wheeler,Anthony J. Introduction to engineering experimentation.©2004 by Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458, - 452 p.

### 3.1. Eksperimental ma'lumotlarning statistik tahlili

3.1.1. Kirish. Umumiy tushunchalar va ta'riflar.

3.1.2. Ehtimolliklar.

3.1.3. Parametrlarni baholash.

3.1.4. Shubhali ma'lumotlar punktlarini rad etish mezoni.

3.1.5. Eksperimental ma'lumotlarning o'zaro bog'liqligi.

3.1.6. Tasodifiy o'zgaruvchilarning chiziqli funksiyalari.

**Tayanch(Kalit) so'zlar:** eksperimental ma'lumotlar, statistik tahlil, ehtimolliklar, parametrlarni baholash, shubhali ma'lumotlar, eksperimental ma'lumotlarning o'zaro bog'liqligi.

#### 3.1.1 Kirish. Umumiy tushunchalar va ta'riflar.

Har qanday fundamental yoki eksperimental ilmiy tadqiqot tugagandan so'ng, olingan ma'lumotlarning statistik tahlili amalga oshiriladi. Statistik tahlilni muvaffaqiyatli o'tkazish va unga qo'yilgan vazifalarni hal qilishga imkon berish uchun tadqiqot yaxshi rejalashtirilgan bo'lishi kerak. Demak, statistika asoslarini tushunmasdan turib, ilmiy tajriba natijalarini rejalashtirish va qayta ishlash mumkin emas. Biroq, tibbiy ta'lim nafaqat statistika bilimlarini, balki hatto oliy matematika asoslarini ham beradi. Shuning uchun biotibbiyot tadqiqotlarida statistik ishlov berish masalalari bilan faqat statistik shug'ullanishi kerak, tibbiyot tadqiqotchisi esa o'z ilmiy ishining tibbiy masalalariga e'tibor qaratishi kerak, degan fikrga juda tez-tez duch kelish mumkin. Ma'lumotlarni tahlil qilishga yordam berishni o'z ichiga olgan ushbu mehnat taqsimoti o'z-o'zini oqlaydi. Biroq, statistika tamoyillarini tushunish hech bo'lmaganda tadqiqot boshlanishidan oldin ma'lumotlarni qayta ishlash bosqichida bo'lgani kabi muhim bo'lgan mutaxassis uchun muammoni noto'g'ri qo'ymaslik uchun zarurdir.

Statistik tahlil asoslari haqida gapirishdan oldin "statistika" atamasining ma'nosini aniqlab olish zarur. Ta'riflar ko'p, lekin eng to'liq va lakonik, bizningcha, statistikaning "ma'lumotlarni yig'ish, taqdim etish va tahlil qilish fani" ta'rifidir. O'z navbatida, tirik dunyoga nisbatan qo'llaniladigan statistikadan foydalanish "biometriya" yoki "biostatistika" deb ataladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, ko'pincha statistik ma'lumotlar faqat eksperimental ma'lumotlarni qayta ishlashga qaratilgan deb cheklanish, ya'ni, ularni olish bosqichiga e'tibor bermaydi, va bu xato tushuncha. Biroq, statistik bilimlar tajribani rejalashtirish jarayonida allaqachon zarur bo'lib, uning davomida olingan ko'rsatkichlar tadqiqotchini ishonchli ma'lumot bilan ta'minlashi mumkin. Demak, shuni aytishimiz mumkinki, tajriba natijalarini statistik tahlil qilish tadqiqot boshlanishidan oldin ham boshlanadi.

X ning  $x = a$  dan  $x = b$  gacha bo'lgan sonli oraliqda paydo bo'lish ehtimolini taxmin qilishda ushbu tenglamani olish uchun birlashtirish mumkin

$$P(a \leq x \leq b) = \int_a^b f(x) dx \quad (3.1)$$

Doimiy tasodifiy o'zgaruvchi uchun  $x$  ning yagona noyob qiymatga ega bo'lish ehtimoli nolga teng. Agar integrallash chegaralari manfiy va musbat cheksizlikka kengaytirilsa, o'lchash shu diapazonda ekanligiga amin bo'lishimiz mumkin va ehtimollik  $P(-\infty \leq x \leq \infty) = 1$  bo'ladi.

$F(x)$  ta'rifi endi  $f(x)$  ehtimollik zichligi funksiyasi bilan to'planning o'rtacha qiymatini aniqlashga imkon beradi:

$$\mu = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx \quad (3.2)$$

Bu  $e(x)$  tasodifiy kattalikning (o'zgaruvchining) kutilgan qiymati.

To'planning dispersiyasi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx \quad (3.3)$$

### 3.1.2. Ehtimolliklar

Ehtimollik - bu tanlanma maydonidagi barcha imkoniyatlarga nisbatan sodir bo'ladigan hodisaning ehtimolini ifodalovchi raqamli qiymat. Misol tariqasida, agar ikkita qura toshi tashlangan bo'lsa, hodisaning ikkita 1 ga bo'lish ehtimoli  $1/36$  ni tashkil qiladi, chunki ikkita qura toshi uchun 36 ta mumkin bo'lgan natija mavjud va bu natijalardan faqat bittasi voqeaning aynan sodir bo'lishini ifodalaydi. Hodisa ehtimolini bashorat qilish statistik tahlilning maqsadlaridan biridir. A hodisasining ro'y berish ehtimoli  $n \gg 1$  uchun baholangan namunaviy maydondagi mumkin bo'lgan natijalarning umumiy soniga ( $n$ ) bo'lingan muvaffaqiyatli hodisalar soni ( $m$ ) sifatida quyidagicha aniqlanadi:

$$\text{hodisa ehtimolli } A = m/n$$

### 3.1.3. Parametrlarni baholash

#### *O'lchash noaniqligini baholash*

Umuman olganda noaniqliklarni baholash oddiy bo'lib hisoblanadi. Qandaydir o'lchash natijasiga xos bo'lgan noaniqlikni baholash uchun quyidagi amallarni bajarish zarur.

*1-bosqich. O'lchanayotgan kattalikni tasvirlash.*

O'lchash kattaligi va u bilan bog'liq bo'lgan parametrlar o'rtasidagi nisbatni kiritgan holda aynan nima o'lchanayotganligini aniq ifodalash zarur (masalan, o'lchash kattaliklari, konstantalar, darajalash uchun etalonlar qiymatlari va boshqalar).



Mumkin bo'lgan joyda ma'lum sistematik effektlarga tuzatishlar kiritiladi. Bunday tasviriy axborot odatda muvofiq hujjatda metodikaga yoki metodning boshqa tasvirida keltiriladi.

#### *2-bosqich. Noaniqlik manbalarini aniqlash.*

Noaniqlik manbalarining ro'yxati tuziladi. U 1 bosqichda belgilangan xuddi o'sha nisbatda parametrlar noaniqligiga hissa qo'shadigan manbalarni o'z ichiga oladi, lekin noaniqlikning boshqa manbalarini, masalan, ximiyaviy taxminlardan kelib chiqadigan manbalarni ham o'z ichiga olishi mumkin.

#### *3-bosqich. Noaniqlikni tashkil etuvchilarining miqdoriy tasvirlanishi.*

Har bir aniqlangan potensial manbaga xos bo'lgan noaniqlik qiymati aniqlanadi va baholanadi. Ko'pincha noaniqlikning bir qancha manbalar bilan bog'liq bo'lgan yagona hissasini baholash yoki aniqlash mumkin. SHuningdek mavjud ma'lumotlar noaniqlikning barcha manbalarini etarli darajada hisobga olayotganligini ko'rib chiqish muhim va noaniqlikning barcha manbalarining adekvat hisobga olinishini ta'minlash uchun zarur bo'lgan qo'shimcha eksperimentlar va tadqiqotlarni puxta rejalashtirish zarur.

#### *4-bosqich. Yakuniy noaniqlikni hisoblash.*

3-bosqichda olingan axborot umumiy noaniqlikka bo'lgan yoki alohida manbalar bilan yoki bir qancha manbalarning yakuniy effektlari (samaralari) bilan bog'liq bo'lgan bir qancha miqdoriy tasvirlangan xossalardan iboratdir. Bu xossalarni standart og'ishlar ko'rinishida ifodalash va mavjud qoidalarga muvofiq yakuniy standart noaniqlikni olish uchun ularni jamlash zarur. Kengaytirilgan noaniqlikni olish uchun tegishli qamrov koeffitsientidan foydalanish zarur.

#### ***O'lchanayotgan kattalikning tasvirlanishi***

Noaniqlikni baholash kontekstida "o'lchash kattaligini tasvirlash" aynan o'lchanayotgan nafaqat bir ma'noli narsaning ifoda qilinishini, balki o'lchash kattaligini u bog'liq bo'lgan parametrlar bilan bog'lovchi miqdoriy ifodalanishini taqdim etishni ham talab etadi. Bu parametrlar boshqa o'lchash kattaliklari, to'g'ridan-to'g'ri o'lchanmaydigan kattaliklar yoki konstantalar bo'lishi mumkin. SHuningdek namuna tanlash bosqichi metodikaga kiritilganmi yoki yo'qmi aniq belgilanishi lozim. Agar u kiritilgan bo'lsa, u holda namuna tanlash metodikasi bilan bog'liq bo'lgan noaniqlikni baholash ham zarur. Bu barcha axborotlar metodikaga hujjatda bo'lishi lozim.

Analitik o'lchashlarda ayniqsa foydalanilayotgan metodga bog'liq bo'lmagan natijalarni olish uchun mo'ljallangan va bunga mo'ljallanmagan o'lchashlar o'rtasidagi farqni o'tkazish muhim. Oxirgilari ko'pincha empirik metodlar kontekstida ko'rib chiqiladi.

### **3.1.4. Shubhali ma'lumotlar punktlarini rad etish mezon**

#### ***Noaniqlik manbalarining namoyon bo'lishi***

Eng avvalo, noaniqlikning mumkin bo'lgan manbalari ro'yxatini tuzish zarur. Bu bosqichda miqdoriy aspektlarni hisobga olishga zarurat yo'q; faqatgina aynan ko'rib chiqilishi kerak bo'lgan narsaga nisbatan to'liq aniqlikni ta'minlash maqsad bo'lib hisoblanadi.

Noaniqlik manbalarining ro'yxatini tuzishda odatda oraliq kattaliklardan natijalarni hisoblash uchun foydalaniladigan asosiy ifodalardan boshlash qulaydir. Bu ifodadagi barcha parametrlar o'z noaniqliklariga ega bo'lishlari mumkin va shuning uchun ular noaniqlikning potensial manbalari bo'lib hisoblanadi. Bundan tashqari, aniq ko'rinishda o'lchanayotgan kattalik qiymatini topish uchun foydalaniladigan ifodaga kirmaydigan, lekin shunga karamay natijaga (masalan, ekstraksiya vakti yoki temperatura) ta'sir qiladigan boshqa parametrlar ham bo'lishi mumkin. Noaniqlikning yashirin manbalari ham bo'lishi mumkin. Bu barcha manbalar ro'yxatga kiritilishi lozim.

Noaniqlik manbalari ro'yxati tuzilgandan so'ng ularning natijaga ta'sirini asosan har bir ta'sir ba'zi bir parametrlar bilan bog'liq bo'lgan o'lchashlarning rasmiy modeli deb yoki tenglamada o'zgaruvchan deb tasvirlash mumkin. Bunday tenglama natijaga ta'sir etuvchi individual omillar atamalarida ifodalangan o'lchash jarayonining to'liq modelini tashkil etadi. Bu funksiya juda murakkab bo'lishi mumkin va uni ko'pincha aniq ko'rinishda yozish mumkin emas. Biroq, u mumkin bo'lgan joyda bunday ifodalanish shakli umumiy holda noaniqlikning individual tashkil etuvchilarini jamlash usulini aniqlaganligi sababli uni bajarish zarur.

Noaniqlikning muvofiq bahosini olish uchun ulardan har birini alohida baholash mumkin bo'lganda o'lchash metodikasini operatsiyalarning muntazamligi ko'rinishida ko'rib chiqish (ba'zida ayrim operatsiyalar deb ataladigan) foydali bo'lishi mumkin. Bu ayniqsa o'lchashlarning bir xildagi metodikalari bitta ayrim operatsiyalarni o'z ichiga olganda foydali yondashuv bo'ladi. Har bir operatsiyaning alohida noaniqliklari u holda umumiy noaniqlikka hissa qo'shadi.

Amaliyotda tahliliy o'lchashlarda ko'proq odatiy bo'lib kuzatilayotgan pretsizionlik va solishtiruvning mos keluvchi namunalariga nisbatan siljish kabi metodning umumiy effektivligi elementlari hisoblanadi. Bu tashkil etuvchilar odatda noaniqlik bahosiga ortiqroq hissa qo'shadi va natijaga ta'sir etuvchi alohida effektlar ko'rinishida yaxshiroq tuziladi. Bunday holda boshqa mumkin bo'lgan hissalarini faqatgina ularni ahamiyatlilikini tekshirish uchun, ulardan faqatgina ahamiyatlilikini miqdoriy aniqlab baholash lozim,

Noaniqlikning tipik manbalari bo'lib quyidagilar hisoblanadi:

#### *Namuna tanlash*

Laboratoriyada yoki bevosita tahlil ob'ektida bajariladigan namuna tanlash

operatsiyalari taxliliiy metodika qismi bo'lgan hollarda namunalar o'rtasidagi tasodifiy farqlar va namuna tanlash protsedurasida siljish (sistematik xatolikning) yuzaga kelishi uchun har qanday imkoniyatlar kabi effektlar so'nggi natija noaniqligining tashkil etuvchilarini shakllantiradi.

#### *Namunalarni saqlash shartlari*

O'lchanayotgan (sinalayotgan) namunalar o'lchashlar bajarilgunga qadar qandaydir vaqt davomida saqlansa, saqlash shartlari natijaga ta'sir etishi mumkin. SHuning uchun, saqlash davomiyligi, shuningdek saqlash shartlari noaniqlik manbalari sifatida ko'rilishi lozim.

#### *Apparatura effektlari*

Bunday effektlar, masalan, analitik tarozilar aniqlik chegaralarini; ro'yxatga olinganlaridan farq qiluvchi (berilgan chegaralarda) o'rtacha temperaturani ushlab turaoladigan temperatura rostlagichining mavjudligini; ortiqcha yuklash effektlariga duchor qilinishi mumkin bo'lgan avtomatik analizatorni o'z ichiga olishi mumkin.

#### *Reaktivlar tozaligi*

Hattoki boshlang'ich reaktiv tekshirilgan bo'lsa ham bu tekshiruv metodikasi bilan bog'liq bo'lgan qandaydir noaniqlik qolganligi sababli titrlash uchun eritma konsentratsiyasi absolyut aniqlikda belgilanishi mumkin emas. Ko'p reaktivlar, masalan, organik bo'yoqlar 100 % ga toza bo'lib hisoblanmaydi va tarkibida izomerlar va anorganik tuzlar bo'lishi mumkin. Bunday moddalar tozaligi tayyorlovchi tomonidan kamida o'shanday darajada ko'rsatiladi. Tozalik darajasiga tegishli bo'lgan har qanday taxminlar noaniqlik elementini kiritadi.

#### *Taxmin qilingan stexiometriya*

Tahliliiy jarayon aniqlangan stexiometriyaga bo'ysunadi deb taxmin qilingan hollarda kutilayotgan stexiometriyadan og'ishlarni yoki reaksiyaning to'liq emasligini yoki yordamchi reaksiyalarni hisobga olish zarur bo'lishi mumkin.

#### *O'lchashlar shartlari*

O'lchovli shisha idish, masalan, u kalibrlangan temperaturadan farq qiluvchi temperaturada qo'llanilishi mumkin. Katta temperatura effektlari tuzatishlar kiritish bilan hisobga olinishi lozim, biroq bu holda ham suyuqlik va shisha temperaturasi qiymatlaridagi har qanday noaniqlik ko'rib chiqilishi lozim. SHunga o'xshash, agar qo'llanilayotgan materiallar namlikning mumkin bo'lgan o'zgarishlariga sezuvchan bo'lsa atrofdagi havoning namligi ahamiyatga eta bo'lishi mumkin.

#### *Namunaning ta'siri*

Murakkab matritsa tarkibi aniqlanayotgan komponentning chiqarib olinishiga yoki asbobning javobiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Aniqlanayotgan komponentni topish shakliga sezuvchanlik bu ta'sirni yanada kuchaytirish mumkin.

Namuna yoki aniqlanayotgan komponent barqarorligi tahlil jarayonida issiqlik

rejimining yoki fotolitik effektning o'zgarishi sababli o'zgarishi mumkin.

CHiqarib olish darajasini baholash uchun ba'zi «mashhur qo'shimcha» ishlatilganda aniqlanayotgan komponentning namunadan aniq chiqishi qo'shimchani chiqarib olish darajasidan farq qilishi mumkin, bu esa baholash lozim bo'lgan qo'shimcha noaniqlikni kiritadi.

#### *Hisoblash effektlari*

Darajalash vaqtida mos kelmaydigan modelni tanlash, masalan, nochiqiq javobda chiziqli darajalashdan foydalanish juda yomon moslashtirishga va ko'proq noaniqlikka olib keladi.

Raqamlarni olib tashlash va yaxlitlash oxirgi natijaning noto'g'riligiga olib kelishi mumkin. Modomiki bu vaziyatlarni oldindan aytish qiyin ekan ba'zi bir noaniqlikka joizlik to'g'ri deb topilishi mumkin.

#### *Bo'sh namunaga tuzatish*

Bo'sh namunaga tuzatish qiymatining ba'zi bir noaniqligi bu tuzatishning zarurligiga shubha bilan barobar o'ringa ega bo'ladi. Bu ayniqsa izlarni tahlil qilishda muhimdir.

#### *Operatorning ta'siri*

O'lchash asboblarning pasaytirilgan yoki ko'tarilgan ko'rsatkichlarini ro'yxatga olish mumkinligi.

Metodika interpretatsiyasida ahamiyatga ega bo'lmagan farqlarning mumkinligi.

#### *Tasodifiy effektlar*

Tasodifiy effektlar barcha aniqlashlarda noaniqliklarga hissa qo'shadi. Bu bandni o'z-o'zidan ma'lum narsa sifatida noaniqlik manbalari ro'yxatiga kiritish lozim.

### **3.1.5. Eksperimental ma'lumotlarning o'zaro bog'liqligi.**

#### ***Noaniqlikni taqdim etish***

##### *Umumiy qoidalar*

O'lchash natijasi bilan birga taqdim etiladigan axborot uning keyingi foydalanish maqsadiga bog'liq. Bunda quyidagi prinsiplarni qo'llash lozim:

- agar yangi axborot yoki yangi ma'lumotlar paydo bo'lsa noaniqlik bahosini aniqlashtirishni o'tkazish uchun etarli axborotni taqdim etish;
- etarli bo'lmagan axborotga qaraganda keragidan ortiq axborotni taqdim etish afzalroqdir.

Agar o'lchash tafsilotlari, noaniqlik qanday baholanganligini o'z ichiga olib, chop etilgan hujjatlarga tavsiyalar ko'rinishida berilgan bo'lsa bu hujjatlar dolzarblashtirilishi va laboratoriyada qo'llanilayotgan metodga muvofiq bo'lishi lozim.

### *Talab qilinayotgan axborot*

O'lchash natijasining to'liq taqdim etilishi quyidagi axborotni yoki bunday axborotni o'z ichiga olgan hujjatlarga tavsiyani o'z ichiga olishi lozim:

- o'lchash natijasini va uning noaniqligini eksperimental kuzatishlar va kirish kattaliklari haqidagi ma'lumotlar asosida hisoblash uchun foydalaniladigan metodlarni tasvirlash;

- hisoblashda ham, noaniqliklarni tahlil qilishda ham foydalaniladigan barcha tuzatishlar va doimiyliklarning qiymatlari va manbalari;

- noaniqlikning barcha tashkil etuvchilarining ularning xar biriga tegishli to'liq hujjatlari bilan ro'yxati.

Ma'lumotlar va ularning tahlili barcha muhim bosqichlarni oson kuzatib turish va zaruriyat bo'lganda so'nggi natijani hisoblashni qaytarish mumkin bo'ladigan tarzda taqdim etilishi lozim. Oraliq qiymatlarni o'z ichiga olgan natijani batafsil taqdim etish talab etilgan hollarda hisobot quyidagilarni o'z ichiga olishi lozim:

- har bir kirish kattaligining qiymati, uning standart noaniqligi va uning qanday olinganligining ta'rifi;

- natija va kirish kattaliklari, shuningdek, bu effektlarni hisobga olish uchun foydalanilgan ayrim hosilalar, kovariatsiyalar yoki korrelyasiya koeffitsientlari o'rtasidagi o'zaro munosabat;

- har bir kirish kattaligining standart noaniqligi uchun erkinlik darajalari soni.

Izoh - Funktsional bog'liqlik juda murakkab bo'lgan yoki aniq ko'rinishda mavjud bo'lmagan hollarda (masalan, u faqatgina komp'yuter dasturi sifatida mavjud bo'lishi mumkin) u umumiy ko'rinishda yoki muvofiq manbaga tavsiya yo'li bilan ifodalanishi mumkin. Bunday hollarda kimyoviy taxlil natijasi va uning noaniqligi qanday qilib olinganligi har doim aniq bo'lishi lozim.

Oddiy tahlillar natijalarini taqdim etishda faqatgina kengaytirilgan noaniqlik qiymatini va  $k$  qiymatni ko'rsatish etarli bo'lishi mumkin.

### *Standart noaniqlikni taqdim etish*

1. Noaniqlikni  $i_s$  yakuniy standart noaniqlik ko'rinishida ifodalasangiz (ya'ni, bitta standart og'ish ko'rinishida) yozuvning quyidagi shakli tavsiya etiladi:

«(Natija):  $i_s$  (birliklar) standart noaniqlikda  $X$  (birliklar), [standart noaniqlik Metrologiya sohasidagi asosiy va umumiy atamalar Xalqaro lug'ati, 2-nashr, ISO, 1993y. ga muvofiq aniqlanadigan va bir standart og'ishga muvofiq keladigan joy]».

### 3.1.6. Tasodifiy o'zgaruvchilarning chiziqli funksiyalari

$\xi$  - parametrlari bilan normal taqsimlangan tasodifiy o'zgaruvchi bo'lsin.  $M(\xi) = a$  va  $\sigma(\xi) = \sigma$ . U holda, agar  $A$  va  $B$  – doimiylar bo'lsa, u holda  $\xi$  dan chiziqli bog'liq bo'lgan tasodifiy kattalik  $\eta = A + B\xi$  ham normal taqsimlangan bo'ladi, bunda \*

$$M(\eta) = A + Ba, \quad D(\eta) = B^2\sigma^2$$

Keling, ushbu bayonotni isbotlaylik. Oddiylik uchun  $B > 0$  bo'lsin. Keling,  $y_1 < \eta < y_2$  tengsizliklar ehtimolligini baholaylik. Bu tengsizliklar  $y_1 < A + B\xi < y_2$  tengsizliklarga teng ekanligi aniq, ya'ni.

$$\frac{y_1 - A}{B} < \xi < \frac{y_2 - A}{B}$$

SHu sababli

$$P(y_1 < \eta < y_2) = P\left(\frac{y_1 - A}{B} < \xi < \frac{y_2 - A}{B}\right)$$

miqdor normal taqsimlanganligi sababli, quyidagi o'rinli bo'ladi

$$P\left(\frac{y_1 - A}{B} < \xi < \frac{y_2 - A}{B}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{(y_1 - A)/B}^{(y_2 - A)/B} e^{-(x-a)^2/(2\sigma^2)} dx$$

Keling, ushbu integral parametrda o'zgaruvchini quyidagi shart bo'yicha o'zgartiraylik  $x = (y - A)/B$ . U holda  $dx = dy/B$  va, natijada,

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{(y_1 - A)/B}^{(y_2 - A)/B} e^{-(x-a)^2/(2\sigma^2)} dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma B} \int_{y_1}^{y_2} e^{-(y-A-aB)^2/(2\sigma^2 B^2)} dy$$

Demak,

$$P(y_1 < \eta < y_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma B} \int_{y_1}^{y_2} e^{-(y-A-aB)^2/(2\sigma^2 B^2)} dy$$

Bu tenglik tasodifiy o'zgaruvchining  $\eta$  normal taqsimotga ega ekanligini ko'rsatadi, bunda  $M(\eta) = A + Ba$  va  $D(\eta) = \sigma^2 B^2$ .

Bundan tashqari, yanada umumlashgan fikr bor. Faraz qilaylik,  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  - o'zgarmaslar bo'lsin,  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$  - esa normal taqsimlangan juftlik mustaqil

tasodifiy o'zgaruvchilar bo'lsin, shuningdek

$$M(\xi_i) = a_i$$

$$D(\xi_i) = \sigma_i^2$$

U holda tasodifiy kattalik

$$\eta = \lambda_1 \xi_1 + \lambda_2 \xi_2 + \dots + \lambda_n \xi_n$$

ham normal taqsimlangan bo'ladi, shuningdek quyidagiga ega bo'lamiz:

$$M(\eta) = \lambda_1 a_1 + \lambda_2 a_2 + \dots + \lambda_n a_n$$

$$D(\eta) = \lambda_1^2 \sigma_1^2 + \lambda_2^2 \sigma_2^2 + \dots + \lambda_n^2 \sigma_n^2$$

Xususan, agarda har qanday  $I$  uchun

$$M(\xi_i) = a$$

$$D(\xi_i) = \sigma^2$$

bo'lsa, u holda tasodifiy kattalik

$$\bar{\xi} = \frac{\xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n}{n}$$

$$M(\bar{\xi}) = a$$

$$D(\bar{\xi}) = \sigma^2 / n$$

$$\sigma(\bar{\xi}) = \sqrt{D(\bar{\xi})} = \sigma / \sqrt{n}$$

normal taqsimlangan bo'ladi, shuningdek ga ega bo'lamiz.

\* Oxirgi bayonotni oddiygina matematik kutilish va dispersiyaning xususiyatlaridan olish mumkin. Misol uchun,

$$M(\eta) = M(A + B\xi) = M(A) + BM(\xi) = A + Ba$$

[https://www.toehelp.ru/theory/ter\\_ver/4\\_3/](https://www.toehelp.ru/theory/ter_ver/4_3/)

### NAZORAT SAVOLLARI:

1. Eksperimental ma'lumotlarning statistik tahlili haqida fikringiz ?
2. "Statistika" atamasining ma'nosini tushuntiring?
3. o'lchash natijasiga xos bo'lgan noaniqlikni baholash uchun nimalarni amalga oshiriladi?
4. Noaniqlik manbalarining ro'yxatini tuzishda nimalarga e'tibor berish kerak?
5. Eksperimental ma'lumotlarning o'zaro bog'liqligi nimalarda namayon bo'ladi?
6. Tasodifiy o'zgaruvchilarning chiziqli funksiyalari haqida nimalarni bilasiz?

## ADABIYOTLAR:

1. Radjabov. Ilmiy tadqiqot asoslari. Darslik-Toshkent, ToshDAU bosmaxonasi, 2010 y.
2. M. Toshboltayev, A. Muxammadiyev, Sh. Nurmatov, O. Parpiyev. Qishloq xo'jaligi sohasidagi ilmiy va oliy ta'lim muassasalarining fan, texnologiyalar va innovatsiya faoliyatini baholash indikatorlari.-T.: "Fan va texnologiya", 2013, 264 b.
3. M. Aygambaev, A. Ivanov, YU. Terexov, Osnovy planirovaniya nauchno-issledovatel'skogo eksperimenta-Tashkent, O'kituvchi, 1993 g.
4. Michael A. An Introduction to Mathematical Modelling, 2001.
5. X. Eshmatov, M. Yusupov, Sh. Aynaqulov, D. Xodjayev. Matematik modellashtirish. (O'quv qo'llanma), Toshkent., TIMI, 2007, 242 b.
6. Wheeler, Anthony J. Introduction to engineering experimentation. ©2004 by Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458, - 452 p.



## 3.2 – mavzu. Eksperimental noaniqlik tahlili.

3.2.1. Kirish.

3.2.2. Noaniqliklarning taqsimlanishi - umumiy mulohazalar.

3.2.3. Elementar xatolik manbalari.

3.2.4. Ko‘p o‘lchashli tajribalarning yakuniy natijalarida noaniqlik.

3.2.5. Yagona o‘lchash tajribalarining yakuniy natijalarida noaniqlik.

3.2.6. Noaniqlikni tahlil qilishning bosqichma-bosqich tartibi.

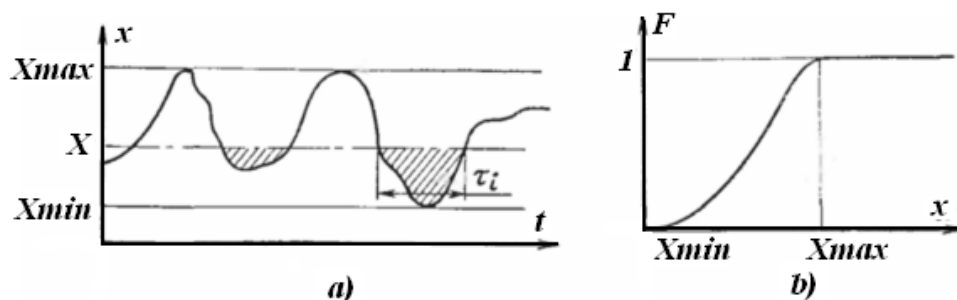
**Tayanch(Kalit) so‘zlar:** noaniqliklarning taqsimlanishi, elementlar xatoliklar, ko‘p va yagona o‘lchashli tajribalar, natijalarida noaniqlik, noaniqlikni tahlil qilish.

### 3.2.1. Kirish

Har qanday eksperimental o‘lchash noaniqlikning ba’zi darajasini o‘z ichiga oladi, bu o‘lchash uskunasi noaniqligi, o‘lchangan miqdorlarning tasodifiy o‘zgarishi va ma’lumotlar - qisqartirish munosabatlaridagi yaqinlashuvlar kabi sabablardan kelib chiqishi mumkin. Individual o‘lchashlardagi barcha bu noaniqliklar oxir-oqibat yakuniy natijalardagi noaniqlikka aylanadi. Ushbu "noaniqlikning tarsimlanishi" har qanday muhandislik tajribasining muhim jihati hisoblanadi. Noaniqlik tahlili o‘lchash usullari va asboblarini tanlashda yordam berish uchun eksperimentni loyihalash bosqichida amalga oshiriladi. Bu, shuningdek, natijalarning to‘g‘riligini ko‘rsatish uchun ma’lumotlar yig‘ilgandan keyin amalga oshiriladi. Noaniqlik tahlili tekshirish va tajribada tuzatish harakatlarini aniqlash uchun foydali vositadir. Noaniqlik tahlilining asosiy jihatlari ushbu mavzuda keltirilgan.

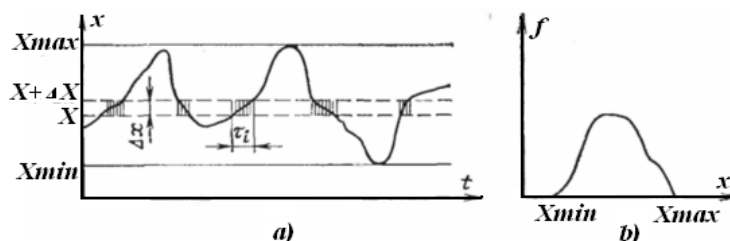
### 3.2.2. Noaniqliklarning taqsimlanishi - umumiy mulohazalar

Bir o‘lchashli integral qonun yoki ehtimollikni taqsimlash integralli funksiyasi o‘rganilayotgan jarayonni  $x$  darajadan pastroq topish ehtimoli bilan belgilanadi,  $u - \infty$  dan  $+\infty$  gacha o‘zgarishi mumkin:  $F(x) = P[-\infty \leq x(t) \leq x]$  (3.1-rasm). Ta’rif bo‘yicha  $F(-\infty) = 0$  va  $F(+\infty) = X(t)$  statsionar tasodifiy jarayonning ehtimolliklarining ikki o‘lchashli integral taqsimot qonuni (agar barcha ko‘p o‘lchashli taqsimot qonunlari faqat vaqt onlarining nisbiy joylashishiga bog‘liq bo‘lsa, ammo bu miqdorlarning o‘zlariga emas) tasodifiy jarayon statsionar deb ataladi va  $x_1$  va  $x_2$  sathidan pastda  $x(t)$  va  $x(t + \tau)$  topish ehtimoli bilan aniqlanadi:



**3.1 – rasm. Ehtimolliklarni taqsimlash funksiyalari:**  
**a – ehtimolliklarni taqsimlash funksiyasini aniqlash;**  
**b – ehtimolliklarni taqsimlash funksiyasining turi.**

Tasodifiy jarayonning ehtimollik taqsimotining bir va ikki o‘lchashli differentsial qonunlari  $x(t)$  - ehtimollik taqsimotining zichligi (3.2-rasm) quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi: yoki



**3.2 – rasm. Ehtimolliklarni taqsimlash zichligi:**  
**a – ehtimollik taqsimlanishining zichligini aniqlash;**  
**b – ehtimollikni taqsimlash zichligi turi.**

$p[x(t) \leq x]$  va  $p[x \leq x(t) \leq x+dx]$  ehtimolliklarni quyidagicha aniqlanishi mumkin: ko‘rsatilgan tengsizliklar qanoatlantirilgan vaqt oraliq‘ini yig‘ish va olingan yig‘indi natijani kuzatish vaqtiga taqsimot funksiyasi uchun, ehtimollikning zichligi uchun belgilash orqali.

Agar o‘rganilayotgan jarayon panjara funksiyasi bilan ifodalangan bo‘lsa (diskretlash oraliq‘i  $\Delta t$  interval orqali diskret shaklida joylashtirilgan), unda integral funksiya va taqsimot zichligi ifodalari quyidagi shaklda bo‘ladi:

Ushbu iboralarda  $\Delta t$  diskretlash oraliq‘i;  $h$  - taqsimot funksiyasi uchun  $x$  dan kam yoki taqsimlanish zichligi uchun  $x + \Delta x$  dinamik oraliqda bo‘lgan diskret soni;  $N = T/\Delta t$  - o‘rganilayotgan amalga oshirishda diskretlar soni - namuna hajmi.

Ko‘pgina hollarda,  $\Delta t$  o‘rganilayotgan jarayonning korrelyasiyasiga teng yoki undan katta.

Funksiya va taqsimot zichligini aniqlash uchun o‘rganilayotgan jarayonning dinamik diapazonida  $F(x)$  va  $f(x, \Delta x)$  qiymatlarini olish kerak. Buning uchun dinamik diapazon bir nechta kvantlash intervallariga bo‘linadi va har bir kvantlash

oralig'ini uchun  $F$  va  $f$  qiymatlari aniqlanadi.

### 3.2.3. Elementar xatolik manbalari

Odatda o'lchash tizimida xatolikning manbalari ko'p. Masalan, analog-raqamli o'zgartirgich kvantlanish xatoliklarini, sezuvchanlik xatoliklarini va chiziqli xatoliklarni kiritishi mumkin. Zanjirning har bir komponenti har xil turdagi xatoliklarni kiritishi mumkin. Bu xatoliklar manbalari elementar xatolik manbalari sifatida tanilgan va ularning har biri tizimli yoki tasodifiy xatolik yaratishi mumkin. Odatda, har bir  $x$  o'zgaruvchini o'lchashda elementar xatoliklarning bir nechta manbalari bo'ladi va  $x$  -dagi noaniqlik bu manbalar bilan bog'liq noaniqliklar kombinatsiyasi bo'ladi.

O'lchash tizimining  $x$  o'zgaruvchisiga nisbatan tizimli noaniqligini baholash uchun, odatda, tizim komponentlarining elementar noaniqliklarini birlashtirishning eng yaxshi amaliy usuli hisoblanadi. Aksincha, o'lchanadigan  $x$  o'zgaruvchining tasodifiy noaniqligiga kelsak, standart og'ish  $S_X$ ni aniqlashning quyidagi uchta mumkin bo'lgan yondashuvi mavjud:

(a) Sinovning yakuniy ma'lumotidan standart og'ish olinishi uchun butun testni etarli darajada bajarib. Bu aynan amaliy mavzulardagi misolda bajarilgan.

(b) har bir o'lchanadigan  $x$  o'zgaruvchi uchun yordamchi tizim sinovini o'tkazib va shu tarzda olingan ma'lumotlarni  $S_x$  ni aniqlash uchun ishlatib.

(c) Muayyan tajriba uchun test matritsasi, bu yerda  $\square$  - individual elementar xatoliklarning erkinlik darajasi (namunadagi ma'lumotlar qiymatlari soni, minus 1),  $m$  - tenglamada birlashtirilgan elementar tasodifiy noaniqliklar soni. (7.16), va  $\square x$  -  $x$  o'zgaruvchining erkinlik darajalarining qiymati. Elementar xatoliklarni birlashtirish jarayoni amaliy mavzulardagi misollarda ko'rsatilgan.

Agar tajriba  $x$  a o'zgaruvchining yakuniy o'lchashini statistik jihatdan ko'p marta takrorlashni yoki yordamchi testni o'tkazishni niyat qilsa, tasodifiy noaniqlik test ma'lumotlaridan kelib chiqishi mumkin va uni 4.2 -rasmda ko'rsatilgandek tarqatish shart emas. Biroq, tizimli noaniqlik bu yerda ko'rsatilganidek, elementar sistematik noaniqliklardan kelib chiqishi kerak.

---

### 3.2.4 Ko'p o'lchashli tajribalarning yakuniy natijalarida noaniqlik

Amalda o'lchangan miqdorning ta'rifi (definitsiyasi) o'lchash aniqligiga qo'yiladigan talablarga bog'liq (B.2.14). O'lchanayotgan kattalikni etarli darajada to'liqlik bilan (zaruriy o'lchash aniqligini hisobga olgan holda) aniqlanishi kerak, shuning uchun o'lchash bilan bog'liq barcha amaliy maqsadlar uchun o'lchash qiymati yagona bo'lishi kerak. Aynan shu ma'noda ushbu Qo'llanmada "o'lchanayotgan kattalikning qiymati" iborasi qo'llaniladi.

**Misol** - Agar nominal uzunligi 1 m bo'lgan po'lat taxtachasi uzunligi mikrongacha aniqlikda o'lchanishi talab etilsa, u holda o'lchanadigan miqdorning ta'rifida po'lat taxtacha uzunligi o'lchanadigan harorat va bosimni o'z ichiga olishi kerak. SHunday qilib, o'lchangan qiymatning ta'rifi, masalan, 25,00 ° C haroratda va 101325 Pa bosimdagi po'lat taxtacha uzunligi (ehtimol, boshqa kerakli parametrlarni ko'rsatadi, masalan, o'lchash paytida po'lat taxtachani suyab qo'yish usulini ko'rsatadigan) kabi ko'rinishi kerak. Biroq, agar po'lat taxtacha o'lchash paytida uzunligi millimetrgacha bo'lgan aniqlik bilan olinishi kerak bo'lsa, u holda o'lchangan qiymatni aniqlash harorat, bosim va boshqa shunga o'xshash omillarni ko'rsatishni talab qilmaydi.

**Izoh** - O'lchangan miqdorning etarli darajada to'liq ta'rifi noaniqlik komponentining oshishiga olib kelishi mumkin, bu holda o'lchash natijasining noaniqligining baholanishiga kiritilishi kerak.

Takroriy kuzatishlar to'plamini o'lchash natijasiga aylantiradigan matematik modelni to'g'ri qurish juda muhim. Chunki u kuzatishlarga qo'shimcha ravishda, odatda, aniq qiymatlari noma'lum bo'lgan turli xil ta'sir qiluvchi miqdorlarni o'z ichiga olishi kerak. Ushbu noaniqlik o'lchash natijasining noaniqligi bilan bir qatorda takroriy kuzatishlar natijalarining o'zgaruvchanligi va matematik modelning o'zi noto'g'riligiga xissa qo'shadi.

**Tizimli xatolikni**, tasodifiy xatolik kabi to'liq bartaraf etib bo'lmaydi, lekin ko'pincha kamaytirish mumkin. Agar ta'sir qiluvchi kattalikning o'lchash natijasiga ma'lum ta'siri (bundan buyon matnda tizimli ta'sir) natijasida tizimli xatolik yuzaga kelsa, bu ta'sirni miqdoriy jihatdan aniqlash mumkin va agar u talab qilinadigan o'lchash aniqligi bilan solishtirganda muhim bo'lsa, uni kompensatsiyalash uchun tuzatma (B.2.23) yoki tuzatma koeffitsienti (B.2.24)ni kiritish mumkin. Tuzatma amalga oshirilgandan so'ng, tizimli ta'sir tufayli xatolikning matematik kutilishi nolga teng bo'ladi deb taxmin qilinadi.

**Izoh** - Tizimli ta'sirni kompensatsiyalash uchun o'lchash natijasiga qo'llaniladigan tuzatmadagi noaniqlik, ba'zida ta'riflanganidek, ushbu ta'sir bilan bog'liq bo'lgan o'lchash natijasining tizimli xatoligi (ko'pincha siljish deb ataladi) emas. Aslida, bu kerakli tuzatma qiymatini to'liq bilmaslik tufayli natija noaniqligining miqdor kattaligidir. Tizimli ta'sirning to'liq kompensatsiyasi natijasida yuzaga keladigan xatolikni aniq bilib bo'lmaydi. "Xatolik" va "noaniqlik" atamalarini to'g'ri ishlatish va ularni chalkashtirmaslik uchun ehtiyot bo'lish kerak.

<https://www.rts-tender.ru/poisk/gost/r-54500-3-2011>

### 3.2.5 Yagona o'lchash tajribalarining yakuniy natijalarida noaniqlik

O'lchash noaniqligining turli manbalariga quyidagilar kiradi:

- 1) o'lchanadigan kattalikning to'liq ta'rifi;
- 2) o'lchanayotgan miqdor kattaligi ta'rifining amalga oshirilishidagi nomukammalligi;
- 3) namunaning vakili bo'lmasligi (o'lchovlar o'lchanayotgan miqdorni ifodalamaydigan namunada amalga oshiriladi);
- 4) atrof-muhit sharoitlarining o'lchash natijasiga ta'sirini noto'g'ri bilish yoki ushbu shartlarni tavsiflovchi miqdorlarni noto'g'ri o'lchash;
- 5) sub'ektiv tizimli xatolik (analog asboblardan ko'rsatkichlarni olishda operator tomonidan kiritilgan);
- 6) asbobning yakuniy ruxsat chegarasi yoki sezgirlik chegarasi;
- 7) etalonlar va standart namunalari uchun noto'g'ri berilgan qiymatlar;
- 8) uchinchi(chetki) tomon manbalaridan olingan va ma'lumotlarni qayta ishlashda foydalaniladigan fizik konstantalar va boshqa parametrlarni noaniq bilish;
- 9) o'lchash usuli va tartibida (o'lchash jarayonlarida) qo'llaniladigan approksimatsiyalar va taxminlar;
- 10) o'zgarishsiz ko'rinadigan o'lchash sharoitida takroriy kuzatishlarning o'zgaruvchanligi.

Bu manbalar mustaqil bo'lishi shart emas, masalan, 1)-9) dagi ba'zi manbalar 10) dagi manbaga hissa qo'shishi mumkin. Agar biron bir tizimli ta'sir aniqlanmagan bo'lsa, u o'lchash natijasining noaniqligini baholashda hisobga olinmaydi, garchi u o'lchash xatoligiga hissa qo'shsa ham.

<http://www.rts-tender.ru/search/gost/r-54500-3-2011>

### 3.2.6 Noaniqlikni tahlil qilishning bosqichma-bosqich tartibi

#### Amaliy jihatlar

**Izoh 1** Agar o'lchash natijasi bog'liq bo'lgan barcha miqdorlar o'zgaruvchanlikka ega bo'lsa, ularning noaniqliklarini statistik protseduralar yordamida olish mumkin. Biroq, amalda bunday yondashuv kamdan-kam hollarda vaqt va boshqa resurslar cheklovlari tufayli amalga oshirilishi mumkin, shuning uchun o'lchash natijasining noaniqligi odatda o'lchashning matematik modeli va noaniqliklarni o'zgartirish qonuni yordamida baholanadi. Bu ushbu Qo'llanmada qo'llanilgan o'lchashni kerakli o'lchash aniqligini ta'minlash uchun etarli aniqlik bilan matematik tarzda modellashtirish mumkin degan taxminni tushuntiradi.

**Izoh 2** Matematik model to'liq bo'lmasligi mumkinligi sababli, kuzatuv ma'lumotlariga asoslangan noaniqlikni baholash uchun amaliy o'lchash sharoitida yuzaga keladiganlarga mos keluvchi ta'sir etuvchi miqdorlarning o'zgaruvchanlik diapazonlarini ta'minlash kerak. Noaniqlikning ishonchli baholarini olish uchun, iloji boricha, miqdoriy qiymatlarining uzoq muddatli o'lchashlariga asoslangan empirik matematik modellardan, shuningdek, o'lchash statistik nazorat ostida yoki yo'qligini aniqlash uchun mos yozuvlar standartlari va nazorat jadvallaridan foydalanish tavsiya etiladi. Agar kuzatuv ma'lumotlari, shu jumladan bir xil o'lchashning statistik mustaqil o'lchashlari natijalari modelning to'liq emasligini ko'rsatsa, u holda modelni qayta ko'rib chiqish kerak. Yaxshi ishlab chiqilgan tajribalardan foydalanish noaniqlik baholarining ishonchliligini sezilarli darajada oshirishi mumkin, shuning uchun eksperimentni loyihalash o'lchash texnikasining muhim qismi sifatida ko'rib chiqilishi kerak.

**Izoh 3** O'lchash tizimining to'g'ri ishlashini baholash uchun u bilan olingan o'lchash natijalarining namunaviy standart og'ishini turli manbalardan noaniqlik komponentlarini yig'ish orqali olingan standart og'ishning taxminiy bahosi bilan solishtirish odatiy holdir. Bunday holda, noaniqlik komponentlarini (ularning bahosi qanday olinganligidan qat'i nazar - A yoki B turi bo'yicha) faqat tajriba davomida o'lchangan qiymatning o'zgaruvchanligini aniqlaydigan manbalardan hisobga olish kerak.

**Eslatma** - Ushbu maqsadlar uchun barcha noaniqlik manbalari ikki guruhga bo'linadi: eksperiment davomida o'lchangan miqdorning o'zgaruvchanligiga olib keladiganlar va ushbu tajriba davomida o'lchangan qiymatlarning o'zgarishiga ta'sir qilmaydigan miqdorlar.

**Izoh 4** Agar tizimli ta'sirni tuzatishdagi noaniqlik o'lchash natijasining birlashtirilgan standart noaniqligi bilan solishtirganda kichik bo'lsa, u holda o'lchash natijasining noaniqligini baholashda e'tiborga olinmasligi mumkin. Agar tizimli ta'sir uchun tuzatishning o'zi o'lchash natijasining birlashtirilgan standart noaniqligi bilan solishtirganda kichik bo'lsa, unda bu tuzatishni o'lchash natijasiga qo'llamaslik mumkin.

**Izoh 5** Amalda, ayniqsa qonuniy(yuridik) metrologiya sohasida o'lchash vositasi ko'pincha standart bilan taqqoslash yo'li orqali tekshiriladi va standart va taqqoslash tartibi bilan bog'liq noaniqliklar talab qilinadigan tekshirish aniqligiga nisbatan ahamiyatsiz. Masalan, tarozilarni kalibrlashda etalonlardan foydalanish. Agar noaniqlik komponentlarini ularning kichikligi tufayli e'tiborsiz qoldirish mumkin bo'lsa, u holda asbobning o'qishi va standart o'rtasidagi farqni sinovdan o'tkazilayotgan asbobning xatoligi deb hisoblash mumkin (shuningdek, F.2.4.2 ga qarang).

**Izoh 6** Ba’zida o‘lchash natijasi Xalqaro fizik miqdor birliklari tizimining (SI) tegishli birliklarida emas, balki standart birliklarda ifodalanadi. YA’ni, aslida, o‘lchash natijasi standartning qabul qilingan qiymatiga nisbati sifatida ifodalanadi. Bunday holda, o‘lchash natijasiga taalluqli noaniqlik o‘lchash natijasini SI birliklarida ifodalashda yuzaga keladigan noaniqlikdan sezilarli darajada kam bo‘lishi mumkin.

***Misol** - Aniqligi yuqori bo‘lgan (prezisionli) Zener diodiga ega kuchlanish manbai Jozefson effektiga asoslangan o‘zgarimas kuchlanish standarti bilan solishtirish orqali kalibrlanadi. Standart tomonidan yaratilgan kuchlanishni hisoblash uchun O‘lchash va og‘irliklar bo‘yicha xalqaro qo‘mita tavsiya etilgan Jozefson konstantasining qiymatidan foydalaniladi. Zener diyodi asosidagi manbani kalibrlashning nisbiy birlashtirilgan standart noaniqligi (5.1.6-bandga qarang), agar manba kuchlanishi standart tomonidan ishlab chiqarilgan kuchlanish bo‘yicha nisbiy birliklarda ifodalangan bo‘lsa,  $2 \cdot 10^{-6}$  va SI birliklarida ifodalangan bo‘lsa,  $4 \cdot 10^{-6}$  bo‘ladi (ya’ni, voltlarda). Baholardagi farq Jozefson konstantasini SI birliklarida ifodalash bilan bog‘liq qo‘shimcha noaniqlik bilan asoslanadi.*

**Izoh 7** Ma’lumotlarni yig‘ish yoki tahlil qilishdagi xatoliklar o‘lchash natijasiga sezilarli noma’lum xatolik kiritishi mumkin. Agar xatolik katta bo‘lsa, u holda ma’lumotlarni tekshirish orqali aniqlanishi mumkin, ammo kichik xatoliklar o‘lchangan qiymatdagi tasodifiy o‘zgarishlar bilan niqoblanishi yoki hatto tasodifiy o‘zgarishlar bilan xatolik qilishi mumkin. Bunday xatoliklar o‘lchash noaniqligi bilan bog‘liq emas.

**Izoh 8** Ushbu me’yoriy xujjat (qo‘llanma) noaniqlikni baholashning umumiy metodologiyasini o‘rnatgan bo‘lsa-da, uni qo‘llash foydalanuvchidan tanqidiy fikrlash, intellektual halollik va malakani talab qiladi. Noaniqlikni baholashni standart matematik protseduralardan foydalanishni talab qiladigan odatiy vazifa deb hisoblash mumkin emas. Foydalanuvchi o‘lchangan miqdorning tabiati va o‘lchash tartibi haqida batafsil ma’lumotga ega bo‘lishi kerak. SHu sababli, o‘lchash natijasiga taalluqli noaniqlik bahosining sifati oxir-oqibat uni tayyorlashda ishtirok etgan barcha shaxslarning tushunishi, tanqidiy tahlili va kasbiy halolligiga bog‘liq.

<http://www.rts-tender.ru/search/gost/r-54500-3-2011>

#### **NAZORAT SAVOLLARI:**

1. Ehtimolliklarni taqsimlash funksiyalarini chizib tushuntiring?
2. Elementar xatolik manbalariga nimalar tegishli bo‘ladi?
3. O‘lchash noaniqligining turli manbalariga nimalar kiradi?

4. Ko‘p o‘lchashli tajribalarning yakuniy natijalarida noaniqlik haqida fikringiz.
5. Noaniqlikni tahlil qilishning bosqichma-bosqich tartibi bo‘yicha izohlarni tushuntiring?

#### **ADABIYOTLAR:**

1. Radjabov. Ilmiy tadqiqot asoslari. Darslik-Toshkent, ToshDAU bosmaxonasi, 2010 y.
2. M. Toshboltayev, A. Muxammadiyev, Sh. Nurmatov, O. Parpiyev. Qishloq xo‘jaligi sohasidagi ilmiy va oliy ta‘lim muassasalarining fan, texnologiyalar va innovatsiya faoliyatini baholash indikatorlari.-T.: “Fan va texnologiya”, 2013, 264 b.
3. M. Aygambaev, A. Ivanov, YU. Terexov, Основы планирования научно-исследовательского эксперимента-Tashkent, O‘kituvchi, 1993 g.
4. Michael A. An Introduction to Mathematical Modelling, 2001.
5. X. Eshmatov, M. Yusupov, Sh. Aynaqulov, D. Xodjayev. Matematik modellashtirish. (O‘quv qo‘llanma), Toshkent., TIMI, 2007, 242 b.
6. Wheeler, Anthony J. Introduction to engineering experimentation. ©2004 by Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458, - 452 p.



# AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

## 1– AMALIY MASHG‘ULOT

### O‘LCHASH TIZIMLARINING UMUMIY TAVSIFLARINI O‘RGANISH

#### Ishning maqsadi:

Nazariy qism bilan tanishish; Elektr va noelektr kattaliklarni o‘lchash tizimlarining umumiy tavsiflarini o‘rganish.

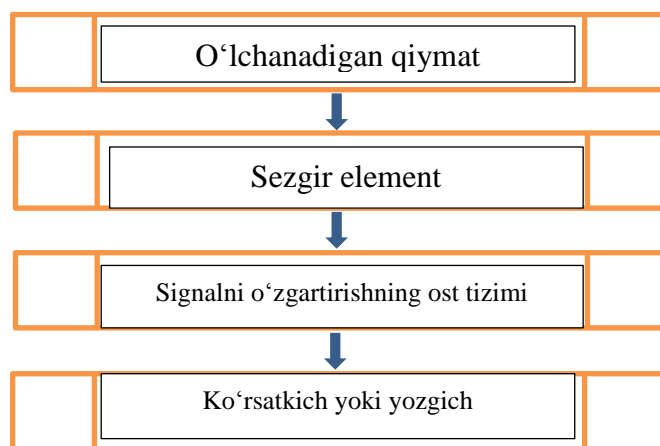
#### Ishning vazifalari:

1. O‘zgarmas va o‘zgaruvchan tokda ampermetr-voltmetr usuli bilan qarshilikni o‘lchashni o‘rganish.
2. O‘lchash tizimlarini kalibrlashni o‘rganish.

### NAZARIY QISM

#### 1.1. Umumlashgan o‘lchash tizimlari

Har qanday tajribada eksperimentator ba’zi fizik o‘zgaruvchilarning sonli qiymatlarini olishga intiladi. Bu noma’lum o‘zgaruvchilar o‘lchanayotgan kattaliklar deb nomlanadi. O‘lchangan kattaliklarga harorat, tezlik va kuchlanishni misollar sifatida keltirish mumkin. O‘lchash tizimi o‘lchangan qiymatni aniqlaydi va o‘lchangan qiymatni tavsiflovchi yagona raqamli qiymatni ishlab chiqaradi. Ko‘p hollarda o‘lchash tizimini quyidagi uchta ost tizimdan iborat deb qarash mumkin.



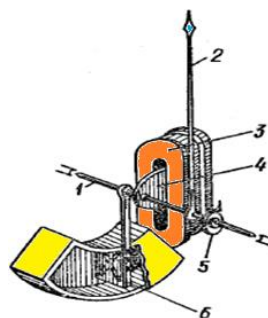
#### 1.1-rasm. Umumiy o‘lchash tizimi

#### Tinchlantirgichlarning turlari:

- havoli(1.2-rasm);
- elektromagnit induksiyali(1.3-rasm);
- suyuqlikli(1.4-rasm).

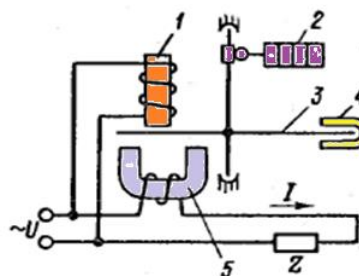
**1.2-rasm. Havoli  
tinchlantirgich:**

1-aylanish o'qi; 2-strelka; 3-  
Elektr magnit(EM) g'altak;  
4-yaproqchali o'zak; 5-  
spiral; 6-havoli  
tinchlantirgich.



**1.3-rasm. Elektromagnit  
induksiya tinchlantirgich:**

1-temir o'zak; 2-sanoq  
mexanizmi; 3-alyuminiy disk;  
4-EM induksiya  
tinchlantirgich; 5-magnit o'zak;  
Z-yuklama.



**1.4-rasm. Suyuqlik  
tinchlantirgich:**

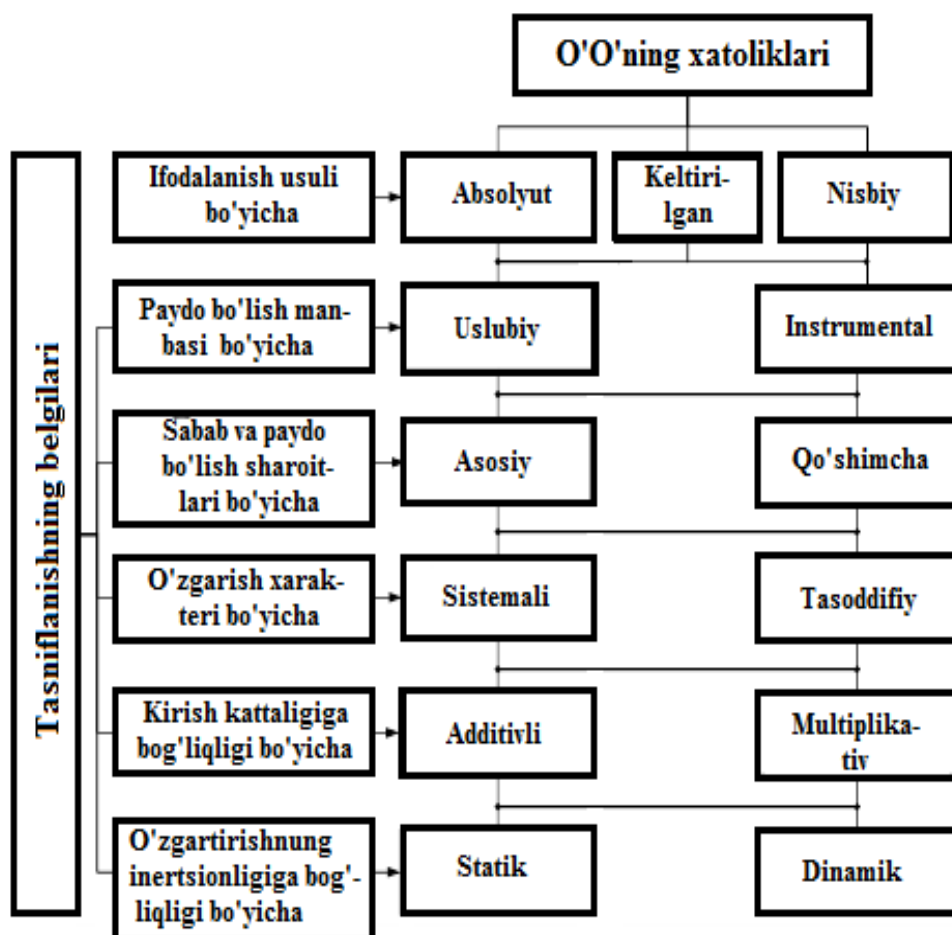
1-aylanuvchi qism; 2-suyuqlik  
tinchlantirgich; 3-qo'zg'almas  
qism.



**O'lchashlarning asosiy bosqichlari**

1. *Mazmuni quyidagicha bo'lgan o'lchashga tayyorgarlik:*

o'lchash vazifasini qo'yish(shakllantirish);o'lchash usuli va o'lchash texnik vositalar(O'TV)ni tanlash, ularni joylashtirish; eksperiment(tajriba) o'tkazishning zaruriy sharoitlarini ta'minlash.



1.5-rasm. O'lchash asboblari va o'zgartirgichlar xatoliklarning kengaytirilgan tasnifi

## 1.2. O'lchash ishonchliligi, o'lchash natijalarini kafolatlash

O'lchash sharoiti tartiblariga ko'ra xatoliklar quyidagilarga bo'linadi:

1. **Statik xatoliklar** - vaqt mobaynida kattalikning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar. O'lchash vositalarining statik xatolikligi shu vosita bilan o'zgarmas kattalikni o'lchashda hosil bo'ladi.
2. **Dinamik xatoliklar** - o'lchanayotgan kattalikning vaqt mobaynida o'zgarishiga bog'liq bo'lgan xatoliklar sanaladi. Dinamik xatoliklarning vujudga kelishi o'lchash vositalarining o'lchash zanjiridagi tarkibiy elementlarning inersiyasi tufayli deb izohlanadi. Bunda o'lchash zanjiridagi o'zgarishlar oniy tarzda emas, balki muayyan vaqt davomida amalga oshirilishi asosiy sabab bo'ladi.

**Kelib chiqishi sababi(sharoitiga) qarab:**

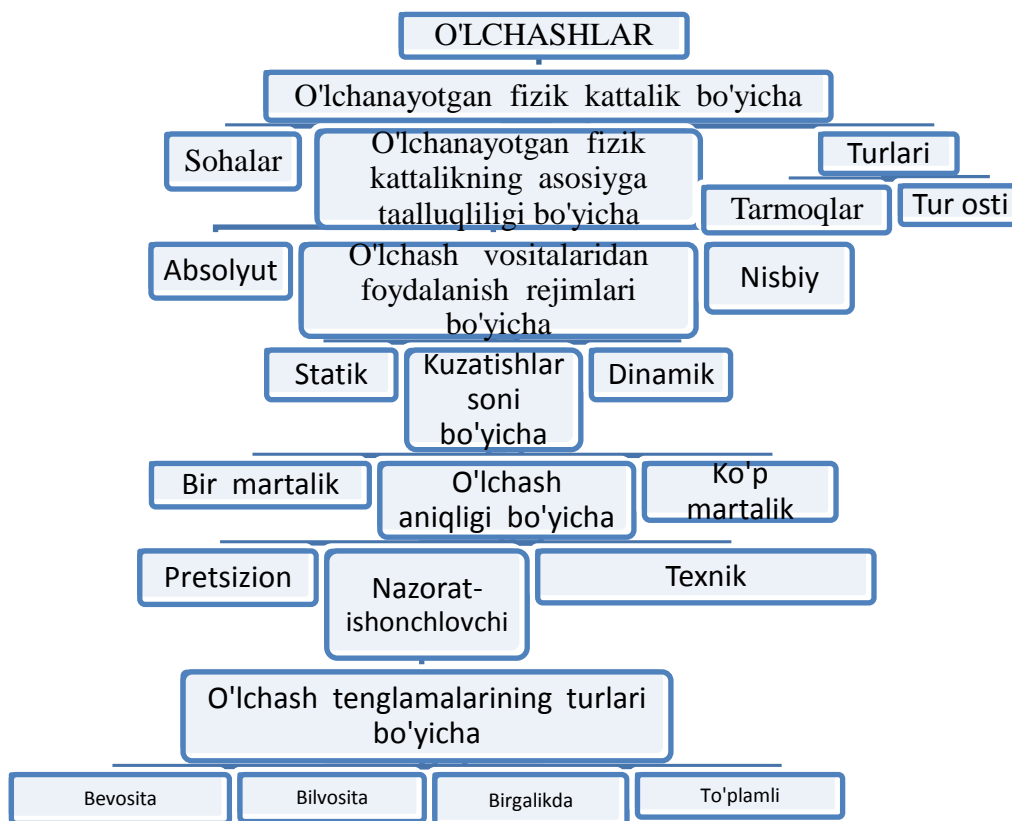
*asosiy; qo'shimcha* xatoliklarga bo'linadi.

Normal (graduirovka) sharoitda ishlatiladigan o'lchash mexanizmlarda hosil

bo'ladigan xatolik asosiy xatolik deyiladi. Normal sharoit deganda temperatura  $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ , havo namligi  $65\%\pm 15\%$ , atmosfera bosimi  $(750\pm 30)$  mm.sim.ust., va boshqalar. Agar o'lchash mexanizm shu sharoitdan farqli bo'lgan tashqi sharoitda ishlatilsa, hosil bo'ladigan xatolik qo'shimcha xatolik deyiladi.

**Mohiyati, tavsiflari, o'zgarish xarakteriga qarab va bartaraf etish imkoniyatlariga ko'ra:**

Muntazam xatoliklar; Tasodifiy xatoliklar; Qo'pol xatoliklar yoki yanglishuv xatoliklarga bo'linadi.



*1.6-rasm. O'lchashlarning turlari bo'yicha tasnifiy diagramma*

### 1.3. Dinamik o'lchashlar

#### Dinamik o'lchashlar va dinamik xatoliklar Dinamik o'lchashlarning xarakteristikasi

Vaqt o'tishi bilan miqdorning o'zgarishini e'tiborsiz qoldirib bo'lmasa, o'lchash dinamik (dinamik rejimda) deb ataladi. Masalan, o'zgaruvchan tok yoki kuchlanishning oniy qiymatini o'lchash. Boshqa tomondan, o'lchash vositalari(O'V), qoida tariqasida, inersiyaga ega va kirish signalidagi o'zgarishlarga darhol javob bera olmaydi. SHuning uchun, vaqt bo'yicha o'zgaruvchan  $x(t)$  signalini o'lchashda O'V ning inersial (dinamik) xususiyatlari

tufayli har doim xatolik komponenti paydo bo'ladi.

Ushbu xususiyatlar kirish ta'sirining o'zgarishiga O'Vsi javobini so'zsiz(noyob tarzda) o'rnatadigan dinamik xususiyatlar yordamida ifodalanadi. Bunday xarakteristikalar sifatida beshta asosiy xarakteristikalar qo'llaniladi: uzatish funksiyasi; uzatishning kompleks koeffitsienti - amplituda-chastotali xarakteristikasi (ACHX); kompleks sezuvchanlik - faza-chastota xarakteristikasi (FCHX); o'tish funksiyasi - yagona(bitta) sakrashga javob(reaksiya); impuls (og'irlik) funksiyasi - yagona(bitta) impulsga javob(reaksiya).

Bu xususiyatlar o'zaro bog'liq bo'lib, ulardan biri boshqa barcha narsalarni topish uchun ishlatilishi mumkin. Ularni eksperimental aniqlash usullari avtomatik boshqaruvga oid adabiyotlarda ham keng yoritilgan.

Dinamik o'lchashlarga oid masalalarni echishda quyidagilarni ajratib ko'rsatish kerak: topilgan yoki ko'rsatilgan dinamik xususiyatlarni approksimatsiya qilish uchun analitik ifodalarni tanlash; kirish va chiqish signallari uchun analitik ifodalarni (maxsus funksiyalar, ko'pburchaklar, qatorlar va boshqalar yordamida) topish; haqiqiy dinamik xatoliklarni aniqlash; kirish signalini (masalan, transport vositasining holatini) belgilangan chiqish orqali topish - signalni qayta tiklash.

Umumiy holatda vaqt funksiyasi bo'lgan  $x(t)$  signalini uzatishdagi dinamik xatolik dinamik rejimdagi haqiqiy chiqish signali  $y(t)$  va chiqish signali to'plami o'rtasidagi farq bilan aniqlanadi  $turg' = Sx(t)$  ning inersial xossalari bo'lmaganda statik rejimda O'V, ya'ni.

$$\Delta_{din} = y(t) - Sx(t) = y(t) - y_{st}$$

$S$  – O'Vsining sezgirligi.

**Dinamik xatolik** - bu nafaqat (\*) formula bo'yicha hisoblangan xatolik, balki, masalan, vaqt bo'yicha fazada  $\tau$  ga siljigan to'lqin shaklining ideal uzatilishidagi xatolik - fazaviy dinamik xatolik:

$$\Delta_{din} = y(t + \tau) - y_{st}$$

Dinamik xatoliklarni faqat hisoblash va tajriba orqali aniqlash mumkin. Dinamik o'lchashlar sohasida standartlar va namunali O'V mavjud emas.

O'Vsi o'lchash pallasida boshqa bo'g'inlar (datchiklar, kuchaytirgichlar, konvertorlar, transformatorlar va boshqalar) bilan birga kiritilganligini hisobga olsak, ularning har biri o'ziga xos dinamik xususiyatlarga ega, umuman olganda, o'lchash sxemasining ba'zi analoglari haqida gapirish kerak. - ma'lum (belgilangan) dinamik xususiyatlarga ega o'lchash transduseri (MT).

MT ning dinamik xususiyatlarini tavsiflash uchun uning har qanday kirish signali  $x(t)$  uchun chiqish  $y(t)$  signalini aniqlashga imkon beradigan parametrlarini belgilash kerak, shuningdek, teskari masalani hal qilish (kirishni

tiklash). Signal, ya'ni avtomobilning texnik holatini baholash) beqarorlashtiruvchi omillarni (shovqinlar, tashqi ta'sirlar, ma'lumotga ega bo'lmagan parametrlar va boshqalar) hisobga olgan holda. buning uchun kirish va chiqish signallari o'rtasidagi aloqa ushbu o'lchash transduseri (MT) ning  $B$  operatori orqali amalga oshiriladi.

$$y(t) = B \cdot x(t)$$

Operator  $B$  kirish signaliga MT javobining tabiatini aks ettiradi. Matematik jihatdan, bu operator  $B$  chiziqli va chiziqli bo'lmagan, oddiy va qisman hosilalarda differensial va integral tenglamalar, qator va funksiyalar, masalan differensial bilan tavsiflanadigan bo'lishi mumkin.

Vaqt sohasidagi operatorni aniqlash uchun vaqtinchalik yoki impuls funksiyasi, chastota sohasida esa uzatish funksiyasidan foydalaniladi.

Avvalo, dinamik o'lchashlar paytida qanday signallar tahlil qilinishini ko'rib chiqaylik. Umumiy holda, bu yyerda deterministik va tasodifiy (stoxastik) signal modellari qo'llaniladi, lekin aslida ular aralashtiriladi.

Deterministik modellar davriy va davriy bo'lmagan turlariga bo'linadi. Ular ham, boshqalar ham vaqt o'tishi bilan uzluksiz bo'lishi yoki diskret impulslar ketma-ketligi shaklida taqdim etilishi mumkin. Uzluksiz davriy bo'lmagan signallarning barcha mumkin bo'lgan turlaridan dinamik xususiyatlarni tavsiflash uchun eng ko'p ishlatiladiganlari cheklangan, ya'ni, faqat chekli vaqt oralig'i uchun nolga teng va nolga teng bo'lmagan barqaror holat qiymatiga ega modellar. Bu signallar Fure integrali yoki Laplas tasviri yordamida tasvirlanadi.

Uzluksiz davriy signallarni Fure qatorlari, Laplas tasvirlari, Chebishev, Legendre va Lagerr polinomialari bilan ifodalash mumkin.

Tasodifiy signallar vaqtning tasodifiy funksiyasi (tasodifiy jarayon) yoki vaqtning diskret funksiyasi (tasodifiy ketma-ketliklar) sifatida ifodalanishi mumkin. Ma'lumki, stoxastik jarayonlar statsionar bo'lmagan va statsionar, ikkinchisi - ergodik va noergodik bo'lishi mumkin. Tegishli matematik apparat ham tasodifiy signal turiga qarab tanlanadi. Bunday holda, tasodifiy jarayonni quyidagicha tavsiflash mumkin: amalga oshirish vaqti cheklangan funksiyalar to'plami; taqsimlash funksiyalari to'plami; avtokorrelyasiya funksiyasi; ortonormal funksiyalar tizimi nuqtai nazaridan kengayish.

$B$  operatorining chiziqli modellari uchun Fredgolm, Volterraning integral tenglamalari, differensial tenglamalar, ketma-ket kengayishlar, nochiziqli modellar uchun Uriyson, Hammershteyn, Lixtenshteyn - Lyapunov operatorlari qo'llaniladi.

## AMALIY QISM

### 1.4.O'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ampermetr-voltmetr usuli bilan qarshilikni o'lchash

### O'zgarmas tokda o'lchash

Agar  $R = U/I$  bo'lsa, u holda o'lchash xatolik  $\Delta R/R = \Delta U/U + \Delta I/I$ , ya'ni qarshilikni o'lchashning nisbiy xatoligi  $\delta_U$  kuchlanish va  $\delta_I$  toklarining nisbiy xatoliklarining yig'indisiga teng bo'ladi.

**Masala.**  $U_N = 150$  V va  $K_U = 1,5$  kuchlanishli voltmeter  $U = 120$  V kuchlanishni ko'rsatdi,  $I_N = 5$  A va  $K_I = 1$  bo'lgan ampermetr  $I = 4$  A ni ko'rsatdi.

O'lchash vositalarining ichki qarshiligini hisobga olmagan holda qarshilikni aniqlaymiz:

$$\Delta_V = K_U \cdot U_N / U = 1,5 \cdot 150 / 120 = 1,875 \%,$$

$$\Delta_I = K_I \cdot I_N / I = 1 \cdot 5 / 4 = 1,25 \%,$$

$$\delta_R = \delta_V + \delta_I = 3,125 \%,$$

$$R = U/I \pm \delta_R = 120/4 \pm 3,125 \% = 30 \pm 3,125 = (30 \pm 0,3) \text{ Om.}$$

**Javob:**  $R = (30,0 \pm 0,3) \text{ Om.}$

### O'zgaruvchan tokda o'lchash

Quvvat koeffitsienti  $\cos \varphi$  ni ampermetr, voltmeter va vattmeter yordamida o'lchash. Agar bir fazali o'zgaruvchan tokdagi quvvat koeffitsienti quyidagi  $\cos \varphi = P / UI$  ga teng bo'lsa, u holda

$$\delta_\varphi = \Delta(\cos \varphi) / \cos \varphi = \Delta P / P + \Delta U / U + \Delta I / I = \delta_P + \delta_U + \delta_I.$$

**Masala.**  $U_N = 100$  V va  $K_U = 1,5$  bo'lgan kuchlanish voltmeteri  $U = 70$  V kuchlanishni va  $I_N = 2,5$  A va  $K_I = 1$  bo'lgan ampermetr  $I = 1,5$  A tokni ko'rsatdi, hamda quvvati  $P_N = 100$  Vt va  $K_P = 0,5$  ga ega bo'lgan vattmeter  $P = 50$  Vt ni ko'rsatdi. O'lchash moslamalarining ichki qarshiligining ta'sirini hisobga olmagan holda quvvat koeffitsienti  $\cos \varphi$  ni aniqlang.

**Echish:**

$$\delta_V = K_V \cdot U_N / U = 1,5 \cdot 100 / 70 = 2,15\%,$$

$$\delta_I = K_I \cdot I_N / I = 1 \cdot 2,5 / 1,5 = 1,67\%,$$

$$\delta_P = K_P \cdot P_N / P = 0,5 \cdot 100 / 50 = 1,00\%,$$

$$\delta_\varphi = \delta_V + \delta_I + \delta_P = 2,15 + 1,67 + 1,00 = 4,82\%,$$

$$\begin{aligned} \cos \varphi = P / UI \pm \delta_\varphi &= 50 / 105 \cdot 1,5 \pm 4,82\% = 0,48 \pm 4,82 \cdot 0,48 / 100 = \\ &= 0,48 \pm 0,0231. \end{aligned}$$

**Javob:**  $\cos \varphi = 0,48 \pm 0,02.$

Ma'lumotlarning statistik tahlili 6-bobda batafsil ko'rib chiqilgan. 2.1-misolda voltmeterning kalibrlash sinovi uchun sistematik va maksimal tasodifiy xatoliklarni qanday baholash mumkinligi ko'rsatilgan.

#### 1.1- masala

Kalibrlash sinovida raqamli voltmeter yordamida 10 ta o'lchash o'tkazilib, uning haqiqiy kuchlanishi 6,11 V bo'lganligi ma'lum bo'lgan batareyaning ko'rsatkichlari quyidagicha: 5.98, 6.05, 6.10, 6.06, 5.99, 5.96, 6.02, 6.09, 6.03 va 5.99 V. Voltmeter sababli hosil bo'lgan sistematik va maksimal tasodifiy xatoliklarni tahlil qiling.

**Echilishi:** Birinchidan, 10 ta o'qishning o'rtacha qiymati aniqlanadi: o'rtacha  $V = 6.03$  V.

Keyin sistematik xatolikning bahosi quyidagicha hisoblanadi:

$$\text{sistematik xatolik} = \text{o'rtacha qiymat} - \text{haqiqiy qiymat} = 6.03 - 6.11 = -0.08 \text{ V}$$

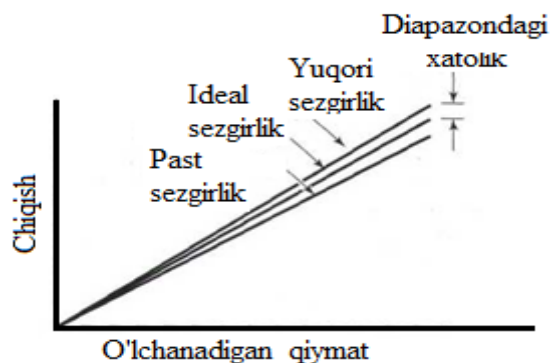
Maksimal tasodifiy xatolikni tahlil qilish uchun o'rtacha ko'rsatkichdan eng ko'p chetga chiqadigan ko'rsatkichni aniqlashimiz kerak. Bu 5.96 V kabi o'qiladi. Maksimal aniqlikdagi xatolik quyidagicha bo'ladi:

$$\text{maksimal tasodifiy xatolik} = 5.96 - 6.03 = -0.07 \text{ V}$$

**Izoh:** SHuni ta'kidlash kerakki, bu maksimal tasodifiy xatolik haqidagi oddiy bayonot o'lchash tizimidagi tasodifiy xatoliklarni etarli darajada tavsiflamasligi mumkin. Masalan, u bitta

qo'pol xatolikga(yomon o'qishga) asoslangan bo'lishi mumkin. O'quv qo'llanmasining [A-1] 6 va 7-boblarda tavsiflangan statistik usullar tasodifiy xatoliklarni bartaraf etish bo'yicha protseduralarni taqdim etadi, ular barcha o'qishlarni o'z ichiga oladi va ba'zi bir noto'g'ri ma'lumotlarni yo'q qilishga asos yaratadi.

O'lchash tizimi faqat belgilangan o'lchashlar oralig'ida ishlashga mo'ljallangan. O'lchash tizimining diapazoni(oralg'i) ushbu o'lchash tizimi to'g'ri javob beradigan o'lchash qiymatlarini tavsiflaydi - o'lchash o'lchashning diapazondan tashqaridagi qiymatlari foydali natijalarga erishishi kutilmaydi. Masalan, voltmetr 0 dan 10 V gacha bo'lishi mumkin va -5 yoki 13 V o'lchashlarga to'g'ri javob bermaydi. O'lchash tizimining farqlovchi oralig'i yuqori.



1.7 – rasm. Uzatishdagi(oraliqdagi) xatolik

## 1.2- masala

Mexanik o'q uchun burchak tezlikni o'lchaydigan asbob (taxometr) 0 dan 5000 ayl/min oralig'ida valning aylanishini o'lchab turishi mumkin. To'liq o'lchashning  $\pm 5\%$  aniqligiga ega. Siz Milning(strelkaning) tezligi nolga teng bo'lganda, qurilma ko'rsatkichi 200 ayl/min. 3500 ayl/min o'q tezligini o'qishda taxmin qilish mumkin bo'lgan maksimal xatolik qancha ekanligini aniqlang ?

### ***Echilishi:***

Aniqlik spetsifikatsiyasi  $\pm 0,05 \times 5000 = \pm 250$  ayl/min noaniqlikni ko'rsatadi. SHunday qilib, barcha o'qishlar hech bo'lmaganda ushbu noaniqlikka ega. Biroq, 200 ayl/min bo'lgan nolinchig'ish mavjud. Ushbu xatolik aniqlik noaniqligidan tashqari. SHunday qilib, o'qish balandligi  $250 + 200 = 450$  ayl/min balandlikda bo'lishi mumkin. Agar nolga moslashtirilsa yoki xatoni tuzatilsa (o'qishdan 200 ayl/min chiqarib) xatoliklar tahmini kamaytirilishi mumkin. Agar asbob kalibranganidan beri bir muncha vaqt o'tgan bo'lsa, sezgirlikda qo'shimcha xatolik bo'lishi mumkin, ammo buni berilgan ma'lumot bilan aniqlash mumkin emas.

### ***Izoh:***

Aniqlik - bu odatda o'lchash moslamasidan foydalanish bilan bog'liq bo'lgan muqarrar tizimli va tasodifiy xatoliklarni birlashtirgan noaniqlik spetsifikatsiyasi. Odatda gisterezis, chiziqlilik va takrorlanuvchanlik xatolik qismlarini o'z ichiga oladi. Odatda u boshqa xatoliklarni o'z ichiga olmaydi, masalan, nol, og'ish va issiqlik barqarorligi. Ushbu turdagi xatoliklar alohida ko'rib chiqilishi kerak.

## 1.5. O'lchash tizimlarini kalibrlash

Biron bir vaqtda, barcha o'lchash tizimlari kalibrlashdan o'tishi kerak, bu jarayonda o'lchashlar to'plami mustaqil ravishda aniqlanishi mumkin bo'lgan o'lchash qiymatlaridan iborat. Keyin ko'rsatkichlarni ma'lum bo'lgan "haqiqiy" qiymatlar va aniqlangan xatoliklar bilan



taqqoslash mumkin. Kalibrlash jarayoni uchun zarur bo'lgan har xil o'lchash qiymatlarining soni o'lchash tizimining turiga va qo'llanilishiga bog'liq. Ba'zi kalibrlash jarayonlarida o'lchash qiymati ma'lum, chunki u standart hisoblanadi. Boshqasida; o'lchash qiymatini aniqlash uchun kalibrlash jarayonlari, ma'lum aniqlikdagi boshqa o'lchash tizimidan foydalanish mumkin. Standartlardan foydalanish yanada ishonchli yondashuvdir, ammo oxirgi yondashuv ko'pincha amaliyroq bo'ladi.

Kalibrlash standartlari O'lchash standartlari uchun muhim bo'lgan usul juda uzoq vaqt davomida amalga oshiriladi, chunki xaridor takroriy takrorlanadigan xatoliklardan gisterezis xatoliklarini va gisterezisni tasodifiy xatoligining bir qismi sifatida ko'rib chiqilishi kerakligini bilishi muhimdir. Ushbu cheklash muhim bo'lmastir.

ANSI / ISA (1979) ma'lumotlariga asoslangan 2.3-misol, asboblarning aniqligini va boshqa xatoliklarni aniqlash uchun statik kalibrlash jarayonini namoyish qilish uchun ishlatiladi. Ushbu jarayon issiqlik barqarorligi va siljish xususiyatlarini aniqlamaydi. Bundan tashqari, u dastur bilan bog'liq bo'lgan xatoliklarni, masalan, fazoviy xatoliklarni hisobga olmaydi va dinamik (vaqt o'zgaruvchan) ta'sirlarni hisobga olmaydi. Maxsus tajribalar uchun qo'shimcha kalibrlash protseduralari talab qilinishi mumkin. 7-bobda aytib o'tilganidek, 2.3-misolda ko'rsatilgan usul bilan aniqlangan xatoliklar xarakteristikalarini batafsil noaniqlik tahlili uchun ishlatilishi mumkin, ammo ideal bo'lmagan shaklda.

### 1.3 - masala Tarozini o'lchovini kalibrlash

Arzon narxdagi, nominal ravishda 0 dan 5 funtgacha bo'lgan prujinali tarozi [1.2-rasm (a)] o'z platformasida aniq og'irliklarni qo'yish orqali kalibrlangan. Amaldagi og'irliklarning qiymatlari 0 funtdan 5 funtgacha 0,5 funtgacha ko'tariladi.

#### 1.1-jadval(a)

#### Tarozini kalibrlash ma'lumotlari

T/r	Haqiqiy vazn (lbs)	O'lchash shkalasini o'qish					
		Davr 1	Davr 2	Davr 3	Davr 4	Davr 5	Davr 6
1.	0.5		0.2	0.08	0.17	0.19	0.11
2.	1		0.7	0.78	0.64	0.61	0.7
3.	1.5		1.18	1.26	1.25	1.24	1.23
4.	2		1.81	1.93	1.81	1.93	1.88
5.	2.5	2.62	2.49	2.46	2.46	2.58	2.53
6.	3	3.15	3.18	3.24	3.28	3.13	
7.	3.5	3.9	3.84	3.86	3.97	3.96	
8.	4	4.59	4.71	4.61	4.6	4.6	
9.	4.5	5.41	5.35	5.49	5.46	5.39	
10.	5	6.24	6.27	6.1	6.24	6.16	
11.	4.5	5.71	5.74	5.78	5.87	5.82	
12.	4	4.96	5.11	5.08	5.03	5.03	
13.	3.5	4.22	4.34	4.21	4.22	4.24	
14.	3	3.57	3.64	3.66	3.55	3.67	
15.	2.5	2.98	2.86	2.98	2.98	2.94	
16.	2	2.22	2.23	2.26	2.29	2.26	
17.	1.5	1.57	1.7	1.69	1.63	1.57	
18.	1	1.07	1.07	1.11	1.16	1.11	
19.	0.5	0.52	0.61	0.61	0.61	0.45	
20.	0	0.02	0.08	0.08	-0.03	0.06	

Og'irliklar ketma-ketlikda qo'llaniladi, eng past qiymatdan boshlab, eng katta qiymatga ko'tariladi (yuqoriga ko'tarilgan ma'lumotlar) va keyin eng past qiymatga (pastga ma'lumotlar) kamayadi. Bunday beshta sikl o'tkazildi va o'lchashlar natijalari 1.1-jadval(a)ida keltirilgan. ANSI/ISA (1979) da ko'rsatilgandek, ma'lumotlarni yozishni boshlashdan oldin bir necha sikllar yakunlandi. So'ngra ma'lumotlarni yozib olish 1 siklning yuqori qismining o'rtasidan boshlandi va 6 siklning yuqorigi qismida tugadi va beshta to'liq siklni berdi. Ma'lumotlarga to'g'ri chiziqni joylashtiring va aniqlik, gisterez va chiziqli xatoliklarni aniqlang. SHuningdek, maksimal sistematik va tasodifiy xatoliklar haqida taxminlar tuzing.

**1.1-jadval(b)**

**Tarozini kalibrlash ma'lumotlari**

T/r	Haqiqiy vazn (lbs)	Og'ish						Sikllarning o'rtacha ko'rsatkichi	O'rtacha og'ish	Takror- lanuvchan- ligi
		Davr 1	Davr 2	Davr 3	Davr 4	Davr 5	Davr 6			
1.	0							0.41		
2.	0.5		-0.07	-0.19	-0.1	-0.08	-0.16	-0.12	0.085	0.12
3.	1		-0.22	-0.14	-0.28	-0.31	-0.22	-0.23	-0.025	0.17
4.	1.5		-0.38	-0.3	-0.31	-0.32	-0.33	-0.33	-0.13	0.08
5.	2		-0.4	-0.28	-0.4	-0.28	-0.33	-0.34	-0.15	0.12
6.	2.5	-0.23	-0.36	-0.39	-0.39	-0.27	-0.32	-0.35	-0.125	0.16
7.	3	-0.35	-0.32	-0.26	-0.22	-0.37		-0.3	-0.09	0.15
8.	3.5	-0.24	-0.3	-0.28	-0.17	-0.18		-0.23	-0.06	0.13
9.	4	-0.2	-0.08	-0.18	-0.19	-0.19		-0.17	0.04	0.12
10.	4.5	-0.02	-0.08	0.06	0.03	-0.04		-0.01	0.17	0.14
11.	5	0.16	0.19	0.02	0.16	0.08		0.12	0.12	0.17
12.	4.5	0.28	0.31	0.35	0.44	0.39		0.35		0.16
13.	4	0.17	0.32	0.29	0.24	0.24		0.25		0.15
14.	3.5	0.08	0.2	0.07	0.08	0.1		0.11		0.13
15.	3	0.07	0.14	0.16	0.05	0.17		0.12		0.12
16.	2.5	0.13	0.01	0.13	0.13	0.09		0.1		0.12
17.	2	0.01	0.02	0.05	0.08	0.05		0.04		0.07
18.	1.5	0.01	0.14	0.13	0.07	0.01		0.07		0.13
19.	1	0.15	0.15	0.19	0.24	0.19		0.18		0.09
20.	0.5	0.25	0.34	0.34	0.34	0.18		0.29		0.16
21.	0	0.39	0.45	0.45	0.34	0.43		0.41		0.11

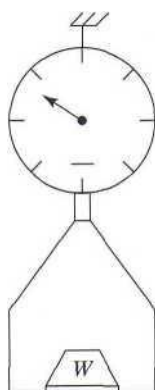
**Echilishi:**

1.8-rasmning (b) shakliga qo'yilgan 1.1-jadval(a)ining ma'lumotlari ikkita qatorga bo'linadi. Ikki qatorga bo'linish tizimdagi gisterez tufayli yuzaga keladi - pastki o'lchash o'lchash kattalashishi uchun, yuqori o'lchash esa o'lchash pasayish uchun.

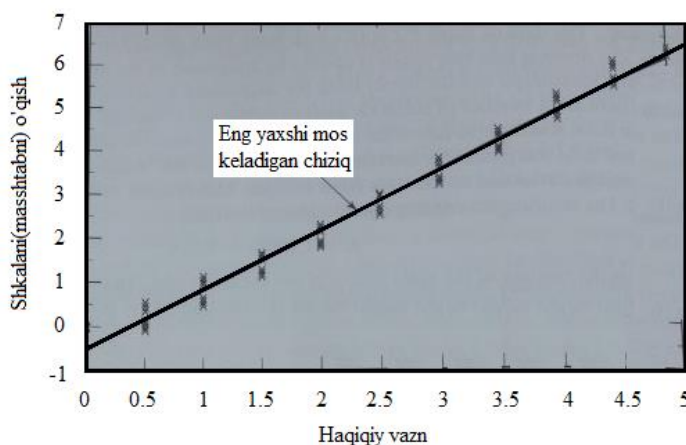
Instrument ma'lumotlari to'plamiga mos keladigan to'g'ri chiziqni aniqlash uchun bir qator usullardan foydalaniladi. Eng kichik kvadratlar usuli (chiziqli regressiya) deb nomlangan usul O'quv qo'llanmasining [A-1] 6-bobda tasvirlangan. Ushbu vaqtda ma'lumotlarning chiziqdan maksimal og'ishlarini minimallashtirish uchun shunchaki ma'lumotlar orqali chiziqni "ko'z bilan ko'rish" qulay. Ushbu jarayon eng kichik kvadratchalarga to'g'ri kelishini taxmin qiladi. Olingan korrelyatsion tenglama shakli quyidagi ko'rinishni oladi

$$R = 1.290W - 0.374$$

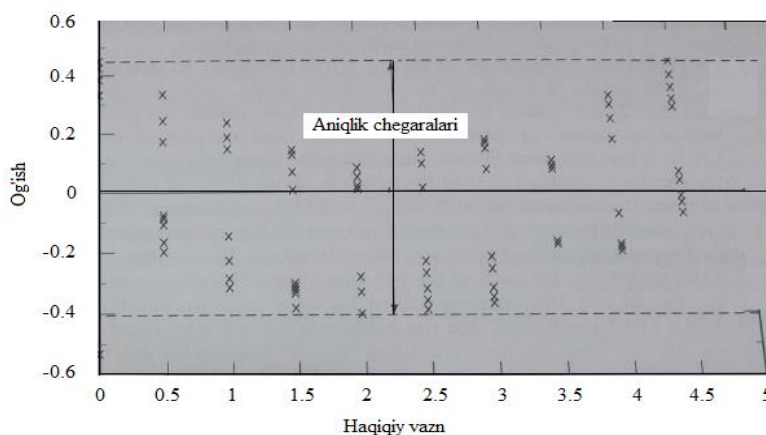
bu yerda R - o'lchashning o'qilishi va W - haqiqiy og'irlik. SHu bilan bir qatorda, biz o'qish bilan solishtirganda og'irlik shaklida quyidagi tenglamani berishimiz mumkin edi ( $W = 0.7757R + 0.290$ ).



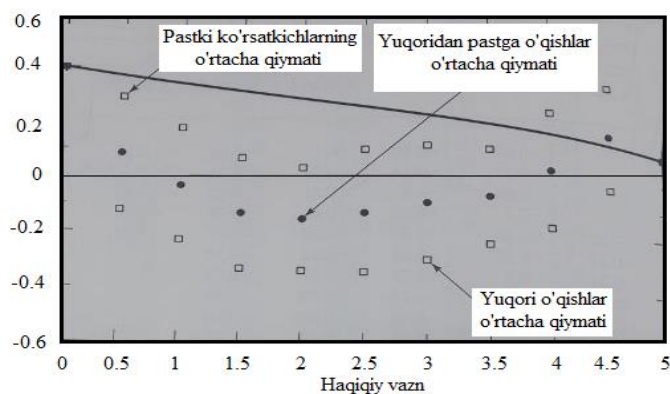
**1.8 – rasm. (a)  
Ressor shkalasi.**



**1.8 – rasm. (b) SHkala masshtabni o'qish grafigi**



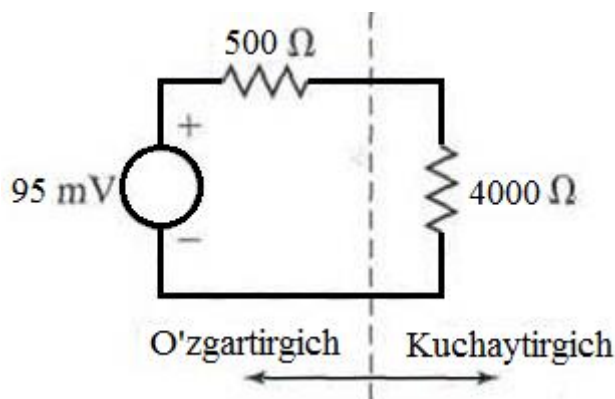
**1.8 – rasm. (c) Og'ish ma'lumotlarini kalibrlash grafigi**



1.8 – rasm. (d) O'lchashni kalibrlashdagi o'rtacha og'ish ma'lumotlari

**1.4 - masala** Kuchni o'lchaydigan o'zgartirgichning ochiq zanjirli chiqish kuchlanishi 95 mV va chiqish qarshiligi 500 Om. Signal kuchlanishini kuchaytirish uchun u 10 ga teng bo'lgan o'zgartirgichga ulangan. Kuchaytirgich kirish qarshiligiga (empedansiga) ega bo'lsa, kirish yuklanish xatoligini hisoblang.

- (a) 4 k Q or
- (b) IMO



1.9– rasm. 1.4 – masalaning elektr sxemasi.

**Echilishi:**

a) O'zgartirgichni 95-mV kuchlanish generatori sifatida 500-Om rezistor bilan ketma-ket modellashtirish mumkin. Bu kuchaytirgichga ulanganda, hosil bo'lgan elektr zanjiri 2.9-rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi. Hozirgi tok uchun echim

$$I = \frac{V}{R} = \frac{0.095}{500 + 4000} = 0.0211 \text{ mA}$$

U holda kuchaytirgichning kirish qarshiligidagi kuchlanish

$$V = RI = 4000 \times 0.0211 \times 10^{-3} = 84.4 \text{ mV}$$

SHunday qilib, yuklashda xatolik 10,6 mV yoki o'zgartirgichning tushirish hajmining 11% ni tashkil qiladi.

4-kOm rezistorni 1-MOm qarshilik bilan almashtirgan tahlilni takrorlash, xatolik 0,047 mV yoki 0,05% ga teng.

### **O'rganganlar asosida bajarish kerak:**

1. O'zgarimas tokda o'lchashni bilish va amalda qo'llash, xatoliklariga baho berish.
2. O'zgaruvchan tokda o'lchashni bilish va amalda qo'llash, xatoliklariga baho berish.
3. O'lchash tizimlarini kalibrlashni amalga oshirish.
4. Bajarilgan ishlar bo'yicha tinglovchining xulosasi.

### **Nazorat savollari:**

1. Bevosita o'lchash usuliga misol keltiring.
2. Bilvosita o'lchash usuliga misol keltiring.
3. Bevosita va bilvosita o'lchash usullarida umumiy xatolik qanday aniqlanadi ?
4. O'lchash vositalarini kalibrlash haqida nimalarni bilasiz?

## 2-AMALIY MASHG'ULOT

### ELEKTR SIGNALLARI BILAN O'LCHASH TIZIMLARINI O'RGANISH VA ELEKTR SXEMALARINI ISHLATISHGA TAYYORLASH

**Ishning maqsadi:** Elektr signallari bilan o'lchash tizimlarini hamda elektr sxemalarini ishlatishga tayyorlashni o'rganish.

**Ishning mazmuni:** 1. Operatsion kuchaytirgichlarda signallarni o'zgartirishga doir misollarni echishni o'rganish.

2. Integrallash, farqlash(diferensatsiyalash) va taqqoslash zanjirlari parametrlarini aniqlash.

#### 1. Operatsion kuchaytirgichlarda signallarni o'zgartirishga doir misollarni echish.

##### 2.1 - masala

Kuchaytirish ko'effitsienti 10 ga teng bo'lgan 741 noinvertirlovchi operatsion kuchaytirgich uchun  $R_1$  va  $R_2$  rezistorlarining qiymatlarini o'rnatish. CHastotasi 10 000 Gts li sinusoidal kirish kuchlanishi uchun kesish chastotasi va fazali siljishini toping.

**Echilishi:** Kuchaytirish (3.14) formula bo'yicha berilgan:

Kuchaytirish quyidagi

$$G = \frac{V_0}{V_i} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

tenglamaga mos ifodalanadi:

$$G = 10 = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  ni tanlash,  $R_2$  ni  $90 \text{ k}\Omega$  deb baholash mumkin. 741 rusumli operatsion kuchaytirgichidan foydalangan holda teskari bo'lmagan kuchaytirgich o'tkazuvchanlik tezligi 1 MGts ga teng bo'lganligi sababli, o'chirish chastotasi quyidagicha aniqlanadi:

$$f_c = \frac{GPB}{G} = \frac{10^3}{10} = 100 \text{ kHz}$$

10 kGts chastotadagi o'zgarishlar esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\varphi = -\tan^{-1} \frac{10^4}{10^5} = -5.7^\circ$$

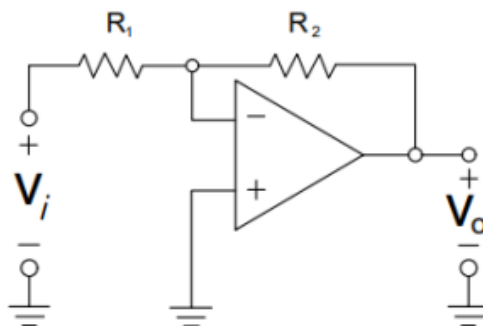
Bu shuni anglatadiki, chiqish signali kirishdan  $5,7^\circ$  yoki siklning taxminan 1,6% orqada qoladi.

Invertirlovchi kuchaytirgich deb ataladigan yana bir keng tarqalgan operatsion kuchaytirgich sxemasi 2.1– rasmda ko'rsatilgan. Ushbu sxema invertirlovchi deb ataladi, chunki chiqish kuchlanishi erga nisbatan kirish kuchlanishiga qarama-qarshidir. Invertirlovchi kuchaytirgichlari filtrlar, integratorlar va differentsiatorlarni o'z ichiga olgan ko'plab boshqa OK li sxemalarining asosini tashkil qiladi (bu bobda keyinroq muhokama qilinadi). Invertirlovchi kuchaytirgich uchun qo'llaniladigan tahlilga o'xshash tahlildan foydalanib, teskari kuchaytirgich uchun kuchaytirish ko'effitsienti quyidagi ifoda bilan berilishini ko'rsatish mumkin

$$G = - R_2/R_1$$

Invertirli bo'lmagan kuchaytirgichda bo'lgani kabi, kuchaytirish qarshilikning mutlaq qiymatlariga emas, balki qarshiliklar nisbatiga bog'liq va qarshiliklar odatda 1 kOm dan 1 MOm

gacha chegarada bo'ldi.



**2.1-rasm. OK asosidagi invertirlovchi(teskarilovchi) kuchaytirgich**

### 2.2 - masala

Eksperimentda isitgichni quvvatlantirish uchun nominal ravishda 120 V kuchlanish ishlatiladi. Ushbu kuchlanishni qayd etish uchun avval uni kuchlanishni bo'lgichi yordamida kamaytirish kerak. Bo'lgich kuchlanishni 15 baravar kamaytiradi,  $R_1$  va  $R_2$  rezistorlar yig'indisi 1000 Om.

(a)  $R_1$ ,  $R_2$  va ideal chiqish kuchlanishini toping (yuk ta'sirini e'tiborsiz qoldiring).

(b) Agar manba qarshiligi  $R_S$  1 Om bo'lsa,  $V_o$  ning haqiqiy kuchlanishni bo'lgichi va natijada  $V_o$ -da yuklama xatoligini toping.

(c) Agar kuchlanishni bo'lgichi chiqishi kirish empedansi 5000 Om bo'lgan qaydlovchiga ulangan bo'lsa, chiqish kuchlanishi (qaydlovchiga kirish) va natijada yuklanish xatoligi qanday bo'ldi?

**Echilishi:**

(a)  $V_0 = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$  tenglama yordamida quyidagiga ega bo'lamiz

$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{1}{15} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_2}{1000}$$

$$R_2 = 66.7$$

$$R_1 = 1000 - R_2 = 933.3$$

Nominal chiqish kuchlanishi  $120/15 = 8$  V.

(b) manba qarshiligini o'z ichiga olgan to'liq tizim sxemasi **2.2- rasm** (a) tasvirda keltirilgan. Berk zanjirdagi tok uchun echim quyidagini beradi.

$$I = \frac{V}{\sum R} = \frac{120}{1 + 933,3 + 66.7} = 0.1199 \text{ A}$$

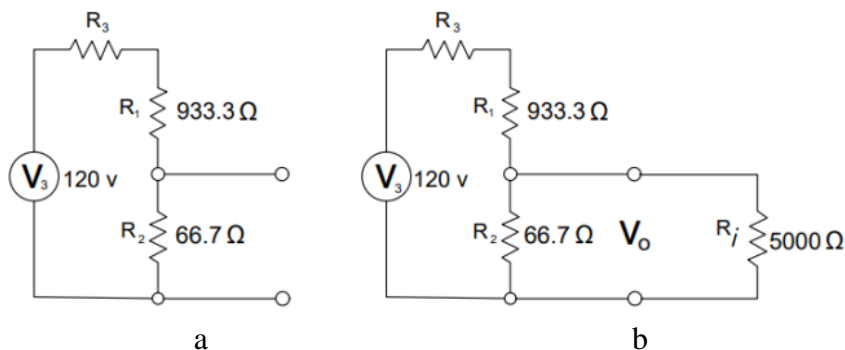
Keyin chiqish kuchlanishini taxmin qilishimiz mumkin:

$$V_o = IR_2 = 0.1199 \times 66.7 = 7.997 \text{ V}$$

SHunday qilib, xatolik 0,003 V yoki 0,04% ni tashkil qiladi.

(c) Agar biz ajratuvchi chiqishni 5000 Om kirish qarshiligi bo'lgan yozuvchi(qaydlovchi)ga ulasak, biz **2.2- rasm** (b) -tasvirda ko'rsatilgan sxemani olamiz.  $R_2$  va  $R_i$  - bu parallel ravishda

bogʻlangan qarshilik, 65,8 qiymatini berish uchun birlashtirilishi mumkin.



**2.2– rasm. Manba qarshiligini oʻz ichiga olgan toʻliq tizim sxemasi:** (a) – salt ishlash;  
(b) – yuklama bilan ishlash.

Kontur toki uchun echish orqali biz quyidagini olamiz

$$I = \frac{V}{\sum R} = \frac{120}{1 + 933,3 + 65,8} = 0,1200 \text{ A}$$

Keyin chiqish kuchlanishini qayta hisoblashimiz mumkin:

$$V_o = IR_2 = 0,1200 \times 65,8 = 7,9 \text{ V}$$

SHunday qilib, bu 0,1V yoki 1,3% yuklamaning xatoligini beradi.

Bu asosiy nazariyani namoyish qilish uchun foydali boʻlsa-da, birinchi darajali filtrlarning susayishi koʻpincha etarli emas va yuqori darajadagi filtrlar talab qilinadi. YUqori darajadagi filtrlarda murakkabroq sxemalar va pastki darajadagi kaskadli filtrlar boʻlishi mumkin. YUqori darajadagi filtr sxemalari loyihalash jarayonida aniqlanadigan koʻplab parametrlarga ega va, shuning uchun jarayon odatda kompyuter dasturlari yordamida amalga oshiriladi. Jonson (1976) va Franko (2002) yuqori darajadagi filtrlarni loyihalashtirish usullarini muhokama qilishadi. Avval aytib oʻtganimizdek, foydalanuvchilarning talablariga javob beradigan maxsus filtrlar tijorat savdosining nusxasi sifatida mavjud.

### 2.3. – masala

Bosim oʻlchagich 3 Gts gacha boʻlgan tebranishlarga javob berishi kerak, ammo u Gts shovqini bilan ifloslangan. 60 Gts shovqinni kamaytirish uchun birinchi darajali Battervortning past oʻtish filtrini oʻrnating. Ushbu filtr yordamida shovqin amplitudasini qanchagacha kamaytirishingiz mumkin?

#### **Echilishi:**

Biz 3.30 (a) rasmda tarkibiy qismlarning qiymatlarini koʻrsatishimiz shart boʻlsin. Biz burchak chastotasini 3 Gts qilib tanlaymiz. Hech qanday kuchaytirish talab qilinmagani uchun  $R_2 = R_1$  tanlab  $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$  ni belgilashimiz kerak. Biz C qiymatini olish uchun (3.30) tenglamadan foydalanishimiz mumkin:

$$3 = \frac{1}{2\pi 10,000C}$$



C ni tanlab, biz  $C = 5.3 \text{ mF}$  ni olamiz. Har bir oktava chastotani ikki baravar ko'paytirganligi sababli, biz oktavalar sonini 3 dan 60 gigagertsigacha topishimiz mumkin.

$$3 \times 2^x = 60$$

x ni tanlab, biz  $x = 4.3$  oktavani olamiz. Zaiflashuv oktavasi 6 dB bo'lganligi sababli, umumiy e'tibor  $4.3 \times 6 = 25.9 \text{ dB}$  ni tashkil qiladi. Tenglamani (2.2) haqiqiy kuchlanish tushishini baholash uchun ishlatish mumkin:

$$-25.9 = 20 \log_{10} \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}$$

$V_{\text{out}} / V_{\text{in}}$  ni tanlasak, biz 0,051 olamiz. Bu shovqin kuchlanishi avvalgi qiymatiga tushirilganligini anglatadi. Agar bu pasayish etarli bo'lmasa, yuqori donadorlikka ega filtdan foydalanish kerak.

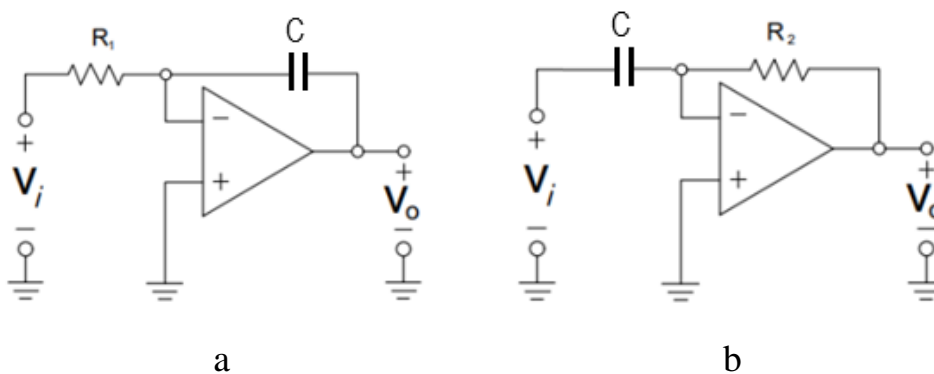
**Izoh:** Ushbu filtr 3 gigagersli signallarni 3 dB ga susaytiradi, chunki 3 Gts uzilish chastotasi.

## 2. Integrlash, farqlash(diferensatsiyalash) va taqqoslash zanjirlari

Integratsiya, farqlash va taqqoslash zanjirlari ba'zi o'lchash dasturlarida qo'llaniladi va ma'lumot uchun bu yyerda keltirilgan. Analog-raqamli o'zgartirgichlarda integralator va taqqoslash sxemalari qo'llaniladi, ko'pincha ma'lumotlarni real vaqtda qayta ishlash uchun integrallash va differentsiallashtirish sxemalari qo'llaniladi. 2.3 – rasm (a) tasvirda ko'rsatilgan integralator davri uchun chiqish kuchlanishi kirish kuchlanishining vaqt integralidir:

$$V_o(t) = -\frac{1}{RC} \int_0^t V_i(t) dt + V_o(0) \quad (3.32)$$

2.3 – rasm (b)da differentsiatorning sxemasi tasvirlangan(ya'ni C va  $R(R_1$  yoki  $R_2)$  elementlarining o'rnini almashgan).



2.3-rasm.OKli zanjirlar: a – integrator; b - differentsiator

## O'rganganlar asosida bajarish kerak

1. Operatsion kuchaytirgichlarda signallarni o'zgartirishga doir misollarni o'rganing.
2. Manba qarshiligini o'z ichiga olgan to'liq tizim sxemasini chizib oling.
3. OKli zanjirlarda integrator va differentsiator turidagi sxemalarni o'rganing.

## Nazorat savollari

1. Operatsion kuchaytirgichlarning vazifasi nimadan iborat?

2. Operatsion kuchaytirgichlar qanday asosiy qismlardan tashkil topgan?
3. OKli zanjirlarda integrator turidagi sxema qanday ishlaydi?
4. OKli zanjirlarda differensiator turidagi sxema qanday ishlaydi?

### 3-Amaliy mashg'ulot

## FURE O'ZGARTIRISHI YORDAMIDA SPEKTRAL TAHLILNI O'RGANISH

Fure o'zgartirishi yordamida spektral tahlilni tegishli axborot manbalaridan tahliliy o'rganish.

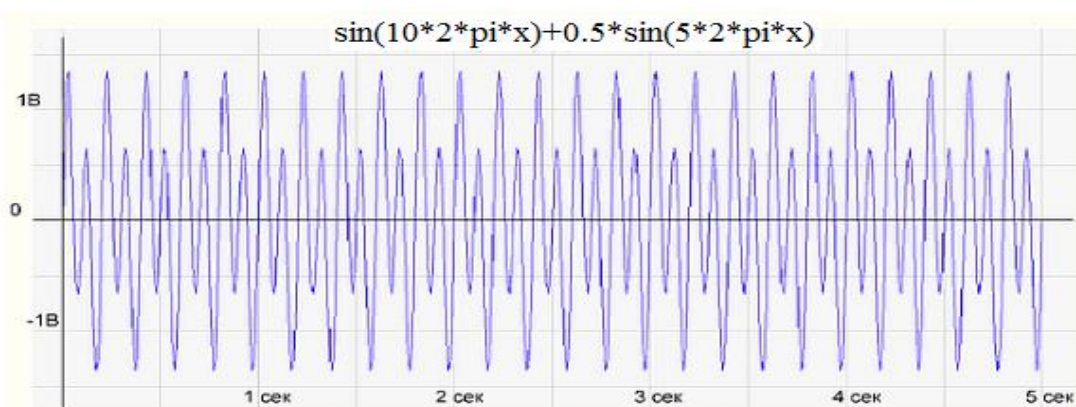
**Ishning maqsadi:** Fure o'zgartirishi yordamida spektral tahlilni tegishli axborot manbalaridan tahliliy o'rganish.

**Ishning mazmuni:** 1. Fure o'zgartirishlari va signal spektrini o'rganish. 2. Uzlüksiz funksiya va uni Fure qatori bilan tasvirlash. 3. Diskret signallar va diskret Fure o'zgartirishi.

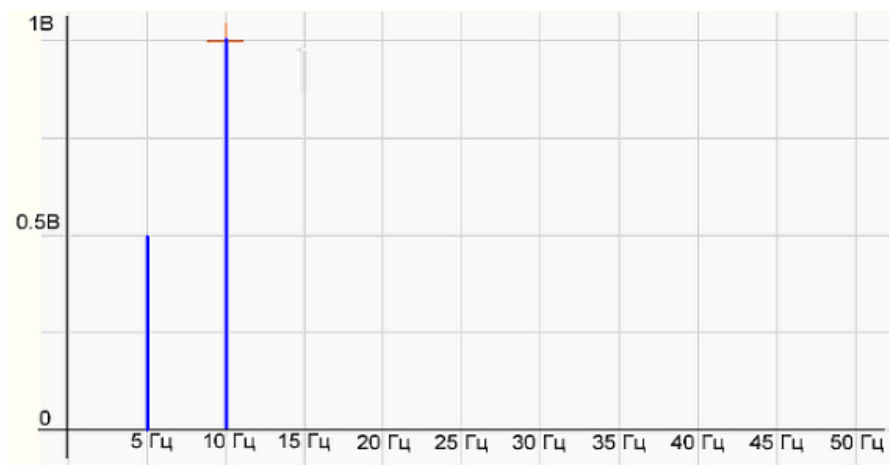
### 3.1. Fure o'zgartirishlari va signal spektri

Ko'p hollarda signal spektrini olish (hisoblash) vazifasi quyidagicha bo'ladi. Diskretlash(namuna olish) chastotasi  $F_d$  bo'lgan ARO'(ADC) mavjud bo'lib, u  $T$  vaqtida kirish joyiga keladigan uzluksiz signalni raqamli ko'rsatkichlarga -  $N$  bo'laklarga aylantiradi. Bundan tashqari, o'qishlar qatori ma'lum bir dasturga kiritilgan bo'lib, u ba'zi bir raqamli qiymatlarning  $N/2$  ni beradi (Internet ma'lumotlari asosida yozilgan dasturni yozgan "dasturchi" mazkur dastur Fure o'zgarishini ta'minlaydi deb da'vo qiladi[\*]).

Ushbu dasturning to'g'ri ishlayotganligini tekshirish uchun biz ikkita sinusoidal funksiyalar  $(\sin(10 \cdot 2 \cdot \pi \cdot x) + 0,5 \cdot \sin(5 \cdot 2 \cdot \pi \cdot x))$  yig'indisi sifatida o'qishlar qatorini hosil qilamiz va uni dasturning ichiga olamiz. Dasturda quyidagi tasvirlar chiziladi(3.1-rasm):



**3.1-rasm. Signalning vaqt funksiyasi grafigi.**



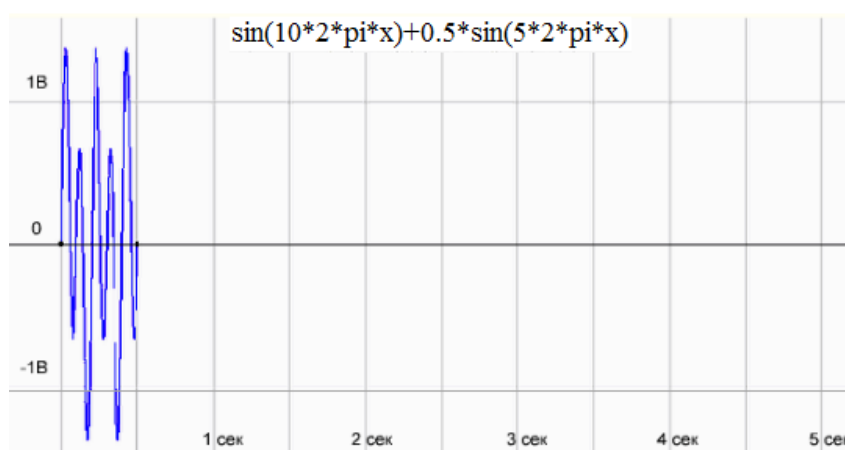
**3.2-rasm. Signal spektrining sxemasi.**

Spektr grafigida amplitudasi 0,5 V va 5 Gts bo‘lgan ikkita vertikal chiziq(tayoq) (garmonika) va amplitudasi 1 V bo‘lgan 10 Gts mavjud, barchasi dastlabki(asl) signal formulasida bo‘lgani kabi. Hammasi yaxshi, yaxshi dasturchi! Dastur to‘g‘ri ishlayapti. Bu shuni anglatadiki, agar biz ikkita sinusoidalar aralashmasidan ARO‘(ADC) kirishiga real signalni qo‘llasak, u holda ikkita garmonikadan iborat shunga o‘xshash spektrni olamiz.

Umuman olganda, ARO‘(ADC) tomonidan raqamlangan, ya’ni diskret namunalar bilan ifodalangan 5 soniya davom etadigan real o‘lchangan signalimiz diskret nodavriy spektrga ega.

Matematik nuqtai nazardan, bu iborada qancha xato bor?

Endi rasman biz 5 soniya juda uzoq deb qaror qildik, keling, signalni 0,5 soniyada o‘lchaymiz.



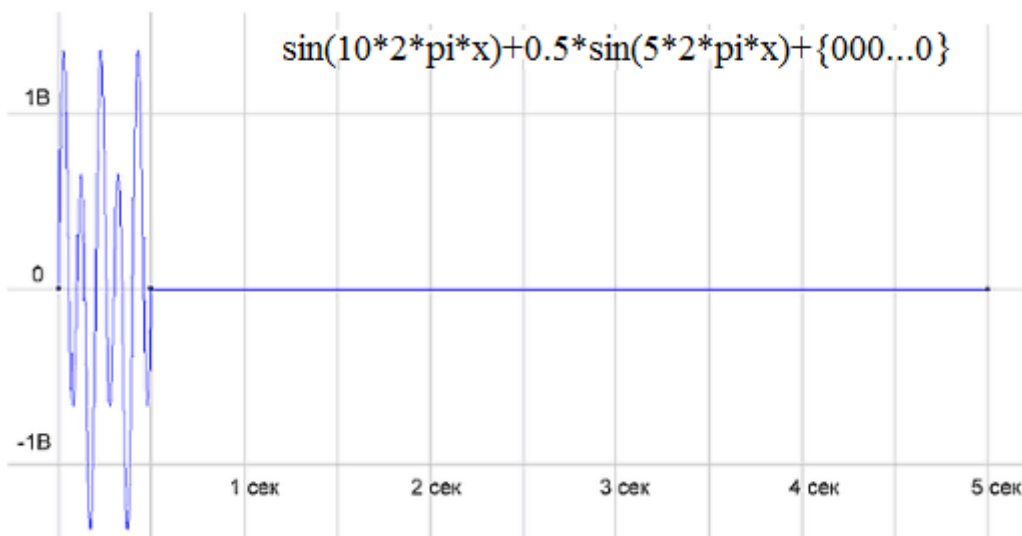
**3.3-rasm. 0,5 sek o‘lchash davri uchun  $\sin(10*2*\pi*x)+0,5*\sin(5*2*\pi*x)$  funksiyasining grafigi.**



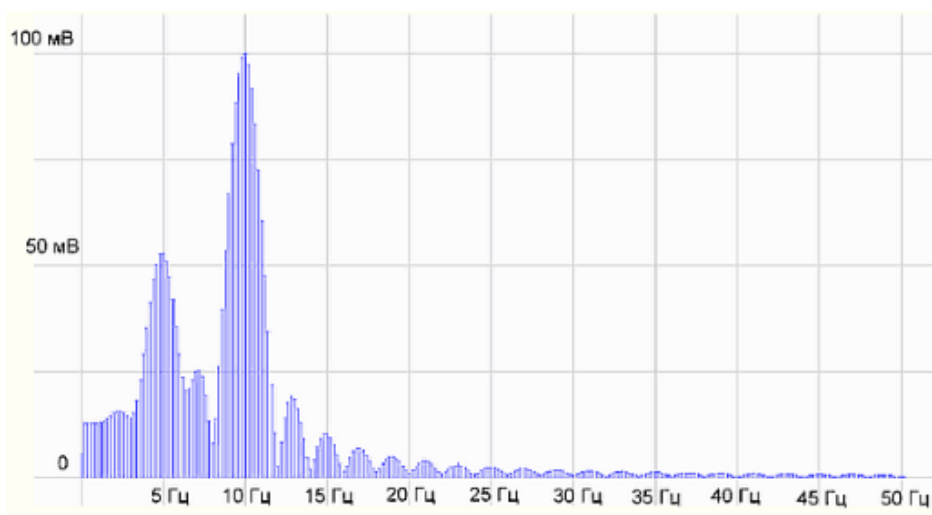
### 3.4-rasm. Funksiya spektri.

Nimadir noto‘g‘ri! 10 Gts garmonik signal an’anaviy tarzda chiziladi, lekin 5 Gts vertikal chiziq(tayoq) o‘rniga bir nechta tushunarsiz garmonikalar paydo bo‘ldi. Biz Internetga “nima” va “qanday” deb qaraymiz.

Ularning aytishicha, namunaning oxiriga nol qo‘shilishi kerak va spektr normal chiziladi.



3.5-rasm. Nollarni 5 soniyagacha to‘dirildi.



**3.6-rasm. Olingan spektrning tasviri.**

Hali ham 5 soniyadagidek emas. Siz nazariya bilan shug'ullanishingiz kerak.

## **2. Uzlaksiz funksiya va uni Fure qatori bilan tasvirlash.**

Matematik jihatdan,  $T$  soniya davomiylikdagi signalimiz  $\{0, T\}$  segmentida aniqlangan ma'lum  $f(x)$  funksiyadir (bu holda  $X$  vaqt). Bunday funksiya har doim quyidagi shaklning garmonik funksiyalari (sinus yoki kosinus) yig'indisi sifatida ifodalanishi mumkin:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{+\infty} A_k \cos\left(2\pi \frac{k}{\tau} x + \theta_k\right) \quad (1),$$

Bu yerda:

$k$  – trigonometrik funksiyaning soni (garmonik tashkil etuvchining soni, garmonikaning tartib raqami),

$\tau$  – funksiya aniqlangan oraliq (signal davomiyligi),

$A_k$  –  $k$ -chi garmonika tashkil etuvchisining amplitudasi,

$\theta_k$  –  $k$ -chi garmonik tashkil etuvchisining boshlang'ich fazasi.

"Funksiyani qator yig'indisi sifatida ko'rsatish" nimani anglatadi? Bu shuni anglatadiki, Fure qatori garmonik komponentlarining qiymatlarini har bir nuqtada qo'shish orqali biz ushbu nuqtada funksiyamizning qiymatini olamiz. (Aniqroq aytganda,  $f(x)$  funksiyasidan qatorning standart kvadratik og'ishi nolga intiladi, lekin o'rtacha kvadratik yaqinlashuviga qaramay, funksiyaning Fure qatori, umuman olganda, unga yo'nalishi bo'yicha nuqta yaqinlashishi shart emas. Quyidagi Internet manziliga qaralsin. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ryad\\_Fure](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ryad_Fure).) Mazkur qator quyidagi ko'rinishda ham ifodalanishi mumkin:

$$f(x) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \hat{f}_k e^{i2\pi \frac{k}{\tau} x} \quad (2)$$

$\hat{f}_k$  –  $k$  –chi kompleksli amplituda.

yoki

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1} [a_k \cos(2\pi \frac{k}{\tau} x) + b_k \sin(2\pi \frac{k}{\tau} x)] \quad (3)$$

(1) va (3) koeffitsientlar orasidagi munosabat quyidagi formulalar bilan ifodalanadi:

$$A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$$

va

$$\theta_k = \arctg \frac{b_k}{a_k}$$

E'tibor bering, Fure qatorining ushbu uchta ko'rinishi butunlay ekvivalentdir. Ba'zan Fure qatori bilan ishlashda sinus va kosinuslar o'rniga mavhum argumentlarning ko'rsatkichlarini qo'llash, ya'ni Fure o'zgartirishini kompleks shaklda qo'llash qulayroq bo'ladi. Ammo biz uchun (1) formuladan foydalanish qulay, bu yerda Fure qatori mos keladigan amplitudalar va fazalar bilan kosinus to'lqinlarining yig'indisi sifatida ifodalanadi. Qanday bo'lmasin, haqiqiy signalning Fure o'zgarishi natijasi garmonikaning murakkab amplitudalari bo'ladi, deb aytish noto'g'ri. Wiki-da to'g'ri yozilganidek, "Fure o'zgartirishi( $\mathcal{F}$ ) - bu haqiqiy o'zgaruvchining bir funksiyasini boshqa funksiyaga, shuningdek, haqiqiy o'zgaruvchiga moslashtiradigan operatsiyadir."

### **Xulosa:**

Signallarni spektral tahlil qilishning matematik asosi Fure o'zgartirishidir.

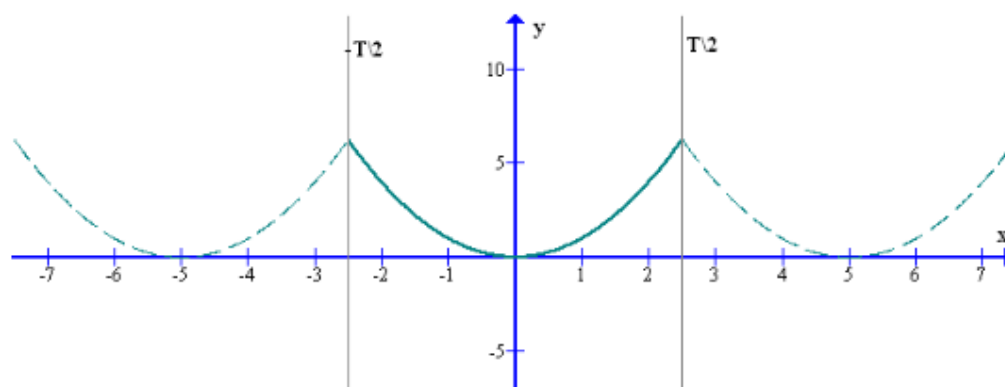
Fure o'zgartirishi bizga  $\{0, T\}$  oraliqda aniqlangan uzluksiz  $f(x)$  funksiyani (signal) ma'lum bo'lgan trigonometrik funksiyalarning (sinus va/yoki kosinus) cheksiz soni (cheksiz qator) yig'indisi sifatida tasvirlash imkonini beradi, amplitudalar va fazalar  $\{0, T\}$  oralig'ida ham hisobga olinadi. Bunday qator Fure qatori deb ataladi.

Biz Fure o'zgartirishini signal tahliliga to'g'ri qo'llash uchun zarur bo'lgan

yana bir nechta fikrlarni ta'kidlaymiz. Agar butun  $X$  o'qi bo'yicha Fure qatorini (sinusoidlar yig'indisini) ko'rib chiqsak, u holda  $\{0, T\}$  segmentidan tashqarida Fure qatori bilan ifodalangan funksiya bizning funksiyamizni davriy ravishda takrorlashini ko'rishimiz mumkin.

Masalan, 7-rasmdagi grafikda asl funksiya  $\{-T/2, +T/2\}$  segmentida aniqlangan va Fure qatori butun  $x$  o'qi bo'yicha aniqlangan davriy funksiyani ifodalaydi.

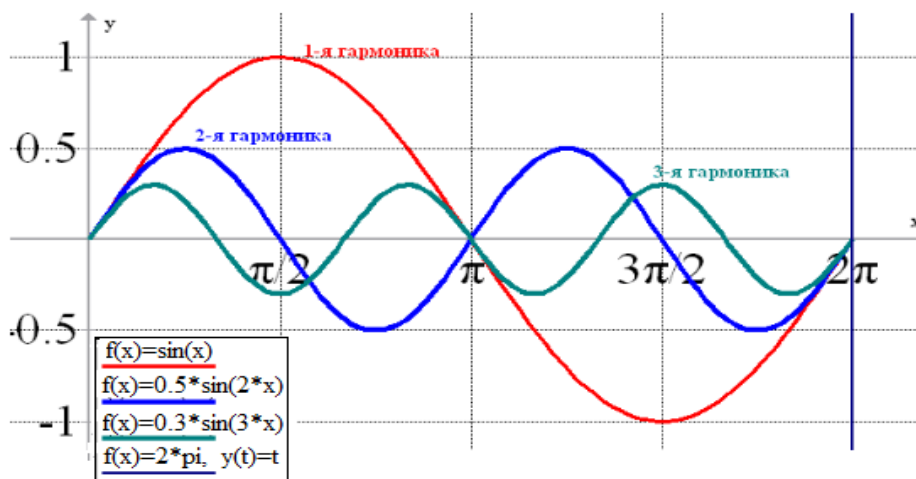
Buning sababi shundaki, sinusoidlarning o'zi mos ravishda davriy funksiyalardir va ularning yig'indisi davriy funksiya bo'ladi.



**3.7-rasm. Nodavriy dastlabki (asl) funksiyaning Fure qatoridagi tasviri.**

SHunday qilib: Bizning boshlang'iya (asl) funksiyamiz uzluksiz, davriy bo'lmagan,  $T$  uzunlikdagi ma'lum bir intervalda aniqlangan. Bu funksiyaning spektri diskret, ya'ni u garmonik tashkil etuvchilarning cheksiz qatori - Fure qatori sifatida taqdim etiladi. Darhaqiqat, ma'lum bir davriy funksiya Fure qatori bilan belgilanadi, u biznikiga  $\{0, T\}$  oraliqda to'g'ri keladi, ammo bu davriylik biz uchun muhim emas. Keyinchalik.

Garmonik tashkil etuvchilarning davrlari boshlang'ich (asl)  $f(x)$  funksiyasi aniqlangan  $\{0, T\}$  oraliqga karrali. Boshqacha qilib aytganda, garmonik davrlar signalni o'lchash davomiyligiga ko'paytiriladi. Masalan, Fure qatorining birinchi garmonik davri  $f(x)$  funksiya aniqlangan  $T$  intervalga teng. Fure qatori ikkinchi garmonikasining davri  $T/2$  intervaliga teng. Va hokazo (8-rasmga qarang).



**3.8-rasm. Fure qatori garmonik komponentlarining davrlari (chastotalari) (bu yerda  $T=2\pi$ ).**

Shunga ko'ra, garmonik tashkil etuvchilarning chastotalari  $1/T$  ga ko'paytiriladi. Ya'ni,  $F_k$  garmonik tashkil etuvchilarning chastotalari  $f_k = k/T$  ga teng, bu yerda  $k$  0 dan  $\infty$  gacha, masalan,  $k=0$   $f_0=0$ ;  $k=1$   $f_1=1/T$ ;  $k=2$   $f_2=2/T$ ;  $k=3$   $f_3=3/T$ ; ...  $f_k=k/T$  (nol chastotada - doimiy tashkil etuvchi).

Bizning boshlang'ich(asl) funksiyamiz  $T=1$  sek davomiyligi uchun yozilgan signal bo'lsin. Shunda birinchi garmonikaning davri bizning signalimizning davomiyligi  $T_1=T=1$  sek va garmonikaning chastotasi 1 Gts ga teng bo'ladi. Ikkinchi garmonikaning davri signalning davomiyligi 2 ga bo'lingan ( $T_2 = T/2 = 0,5$  sek) va chastotasi 2 Gts ga teng bo'ladi. Uchinchi garmonika uchun  $T_3=T/3$  sek va chastotasi 3 Gts. va hokazo.

Bu holda garmonikalar orasidagi qadam 1 Gts ni tashkil qiladi.

SHunday qilib, davomiyligi 1 sek bo'lgan signal 1 Gts chastota o'lchamlari bilan garmonik tashkil etuvchilarga (spektrni olish uchun) yoylishi mumkin.

Ruxsat berishni 2 marta 0,5 Gts gacha oshirish uchun o'lchash davomiyligini 2 marta - 2 soniyagacha oshirish kerak. Davomiyligi 10 soniya bo'lgan signal 0,1 Gts chastota o'lchamlari bilan garmonik tashkil etuvchilarga (spektrni olish uchun) yoylishi mumkin. Chastotaga Ruxsat berishni oshirishning boshqa usullari yo'q.

Namunalar qatoriga nol qo'shish orqali signalning davomiyligini sun'iy ravishda oshirish usuli mavjud. Ammo, bu chastota bo'yicha ruxsat berishning amaldagi o'lchamlarini oshirmaydi.

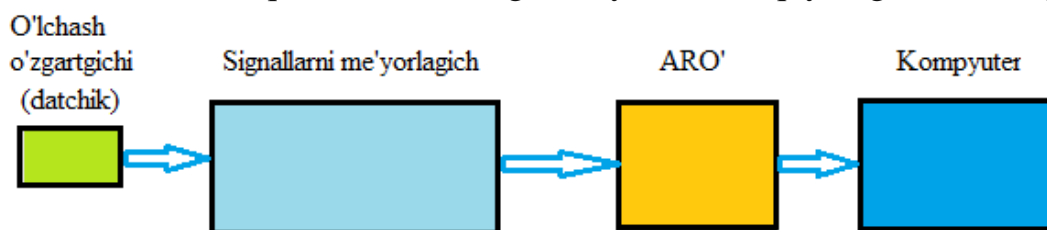
### **3. Diskret signallar va diskret Fure o'zgartirishi.**

Raqamli texnologiyaning rivojlanishi bilan o'lchash ma'lumotlarini (signallarini) saqlash usullari ham o'zgardi. Agar ilgari signalni magnitafonga yozib olish va



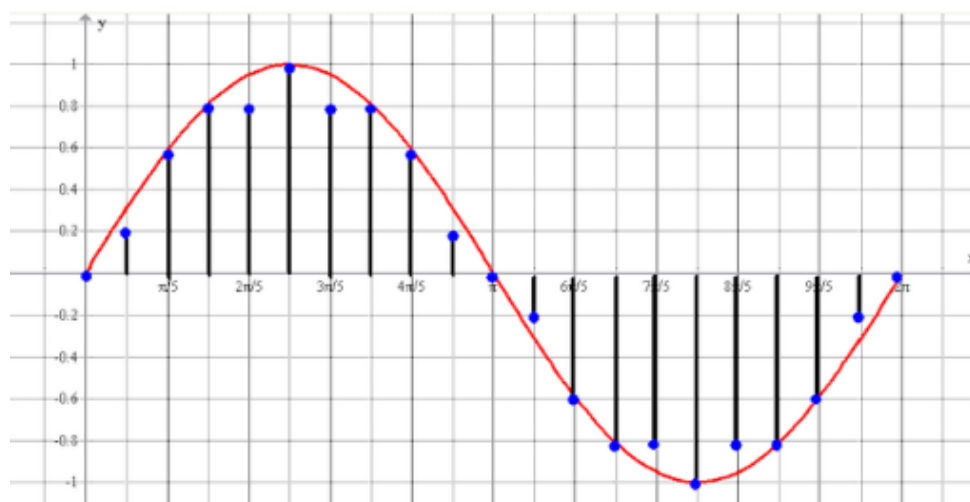
magnitofonda analog ko‘rinishda saqlash mumkin bo‘lgan bo‘lsa, endi signallar raqamlashtiriladi va kompyuter xotirasidagi fayllarda raqamlar (hisoblash) to‘plami sifatida saqlanadi.

Signalni o‘lchash va raqamlashtirishning odatiy sxemasi quyidagi ko‘rinishga ega.



**3.9-rasm. O‘lchash kanalining sxemasi.**

O‘lchash o‘zgartirgichidan signal ARO‘(ADC) ga  $T$  vaqt oralig‘ida keladi.  $T$  vaqt ichida olingan signal namunalari (tanlanma) kompyuterga uzatiladi va xotirada saqlanadi.



**3.10-rasm. Raqamli signal -  $T$  vaqtda olingan  $N$  namunalar.**

Signalni raqamlashtirish parametrlariga qanday talablar qo‘yiladi? Kirish analog signalini diskret kodga (raqamli signalga) aylantiruvchi qurilma analog-raqamli o‘zgartirgich(ARO‘(ADC)), inglizcha Analog-to-digital converter(ADC) deb ataladi.

ARO‘(ADC)ning asosiy parametrlaridan biri maksimal namuna(tanlanma) olish tezligi (yoki namuna olish tezligi, inglizcha sample rate(namuna tezligi)) - uni namuna olish vaqtida uzluksiz signal namunalarini olish chastotasi. Gers bilan

o'lanadi. Kotelnikov teoremasiga ko'ra, agar uzluksiz signal  $F_{max}$  chastotasi bilan cheklangan spektrga ega bo'lsa, u holda uni

$$T = \frac{1}{2 \cdot F_{max}}$$

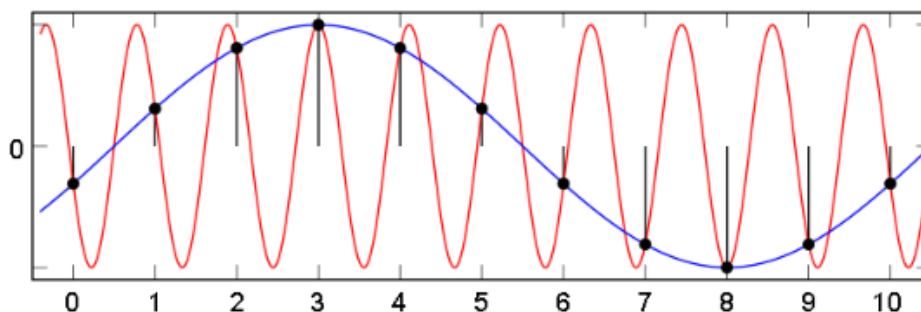
vaqt oralig'ida olingan diskret namunalaridan butunlay va aynan mos tarzda tiklash mumkin, ya'ni.

$$F_d \geq 2 \cdot F_{max}$$

chastotasi bilan, bu yerda  $F_d$  - namuna olish tezligi;  $F_{max}$  - signal spektrining maksimal chastotasi. Boshqacha qilib aytganda, signalni namuna olish tezligi (ARO'(ADC) namuna olish tezligi) biz o'lchamoqchi bo'lgan signalning maksimal chastotasidan kamida 2 baravar katta bo'lishi kerak.

Va agar biz Kotelnikov teoremasi talab qilganidan past chastotali signal o'qishlarini olsak nima bo'ladi?

Bunday holda, raqamlashtirishdan so'ng yuqori chastotali signal haqiqatda mavjud bo'lmagan past chastotali signalga aylanadigan "taxallus" effekti (bu aynan stroboskopik effekt, muar effekti) yuzaga keladi. 3.11-rasmda yuqori chastotali qizil rangli sinus to'lqini haqiqiy signaldir. Pastki chastotali ko'k rangli sinus to'lqini - bu yuqori chastotali signalning yarmidan ko'proq davri namuna olish vaqtida o'tishi uchun vaqtga ega bo'lishidan kelib chiqadigan soxta(fiktiv) signaldir.



**3.11-rasm. Diskretlashning(Namuna olishning) etarlicha bo'lmagan. yuqori chastotasida noto'g'ri(yolg'on) past chastotali signal paydo bo'lishi.**

"taxallus" effektini oldini olish uchun ARO'(ADC) - PO'F (past o'tish filtri) oldiga maxsus ant"taxallus" filtri qo'yiladi, u ARO'(ADC) namuna olish chastotasining yarmidan past chastotalarni o'tkazadi va yuqori chastotalarni kesadi(qirqadi).

Signalning spektrini uning diskret namunalaridan hisoblash uchun diskretli Fure o'zgartirishi (DFO') qo'llaniladi. YAna bir bor ta'kidlaymizki, diskret signalning spektri "ta'rifi bo'yicha"  $F_{max}$  chastotasi bilan cheklangan, bu  $F_d$

namuna olish chastotasining yarmidan kam. SHuning uchun, spektri cheksiz bo'lishi mumkin bo'lgan uzluksiz signalning Fure qatori uchun cheksiz yig'indidan farqli o'laroq, diskret signalning spektri cheksiz sonli garmonikalar yig'indisi bilan ifodalanishi mumkin. Kotelnikov teoremasiga ko'ra, maksimal garmonik chastota shunday bo'lishi kerakki, u kamida ikkita namunaga to'g'ri keladi, shuning uchun garmonikalar soni diskret signal namunalari sonining yarmiga teng. YA'ni, agar namunada  $N$  namuna bo'lsa, u holda spektrdagi garmoniklar soni  $N/2$  ga teng bo'ladi.

Endi diskretli Fure o'zgartirishini (DFO) ko'rib chiqamiz.

$$u_k = \sum_{s=0}^{\infty} [a_s \cos(s\omega_1 t_k) + b_s \sin(s\omega_1 t_k)],$$

$$t_k = k\tau, k = 0, 1, 2, \dots, N - 1, \quad \omega_1 = \frac{2\pi}{T}.$$

Fure qatori bilan taqqoslab

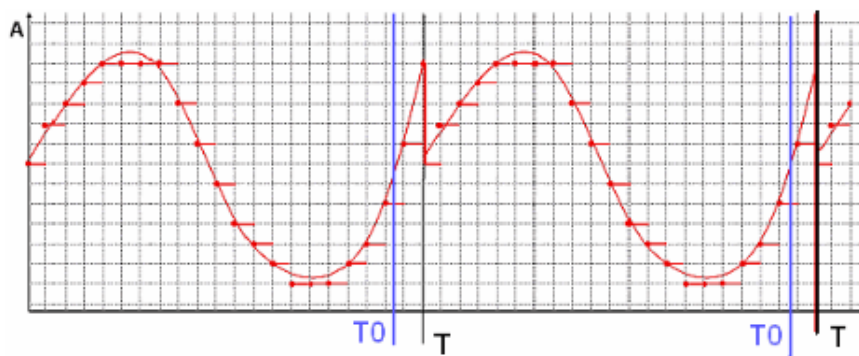
$$u_k = \sum_{s=0}^{\infty} (a_s \cos s\omega_1 t + b_s \sin s\omega_1 t),$$

biz ular bir-biriga to'g'ri kelishini ko'ramiz, faqat DFO'dagi vaqt diskret va garmoniklar soni  $N/2$ , ya'ni namunalar sonining yarmibilan cheklangan.

FTO formulalari  $k, s$  o'lchamsiz butun sonli o'zgaruvchilarda yoziladi, bu yerda  $k$  - signal namunalari soni,  $s$  - spektral komponentlar soni.

$S$  ning qiymati  $T$  davridagi garmonikaning to'liq tebranishlari sonini ko'rsatadi (signalni o'lchash davomiyligi). Diskret Fure o'zgartirishi garmonikaning amplitudalari va fazalarini raqamli ravishda topish uchun ishlatiladi, ya'ni. "kompyutyerda".

Boshida olingan natijalarga qaytish. Yuqorida aytib o'tilganidek, davriy bo'lmagan funksiyani (bizning signalimizni) Fure qatoriga kengaytirganda, natijada olingan Fure qatori haqiqatda  $T$  davriga ega bo'lgan davriy funksiyaga mos keladi (3.12-rasm).



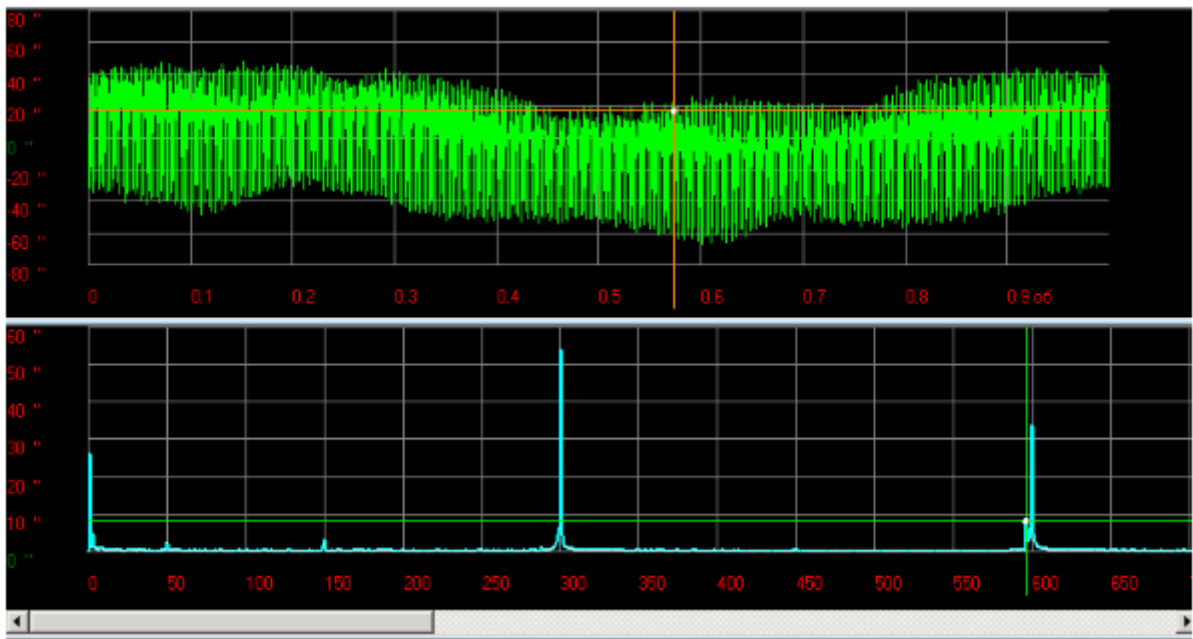
**3.12-rasm. O'lchash davri  $T > T_0$  bo'lgan  $f(x)$  funksiya  $T_0$  davri bilan davriy funksiya tasviri.**

12-rasmda ko'rinib turibdiki,  $f(x)$  funksiya  $T_0$  davri bilan davriydir. Biroq,  $T$  o'lchash namunasining davomiyligi  $T_0$  funksiya davriga to'g'ri kelmasligi sababli, Fure qatori sifatida olingan funksiya  $T$  nuqtada uzilishga ega. Natijada, mazkur funksiyaning spektri ko'p sonli yuqori chastotali garmoniklarni o'z ichiga olgan bo'ladi. Agar  $T$  o'lchash namunasining davomiyligi  $T_0$  funksiya davriga to'g'ri kelgan bo'lsa, u holda Fure o'zgartirishidan keyin olingan spektrda faqat birinchi garmonika (namuna davomiyligiga teng bo'lgan sinusoida) mavjud bo'ladi, chunki  $f$  funksiyasi  $f(x)$  sinusoidasidir.

Boshqacha qilib aytadigan bo'lsak, FTO' dasturi bizning signalimiz "sinus to'lqinining bo'lagi" ekanligini "bilmaydi", lekin davriy funksiyaning ketma-ket ko'rsatishiga harakat qiladi, bunda sinus to'lqini (tebranishi) alohida bo'laklarining nomuvofiqligi tufayli bo'shliq mavjud bo'ladi.

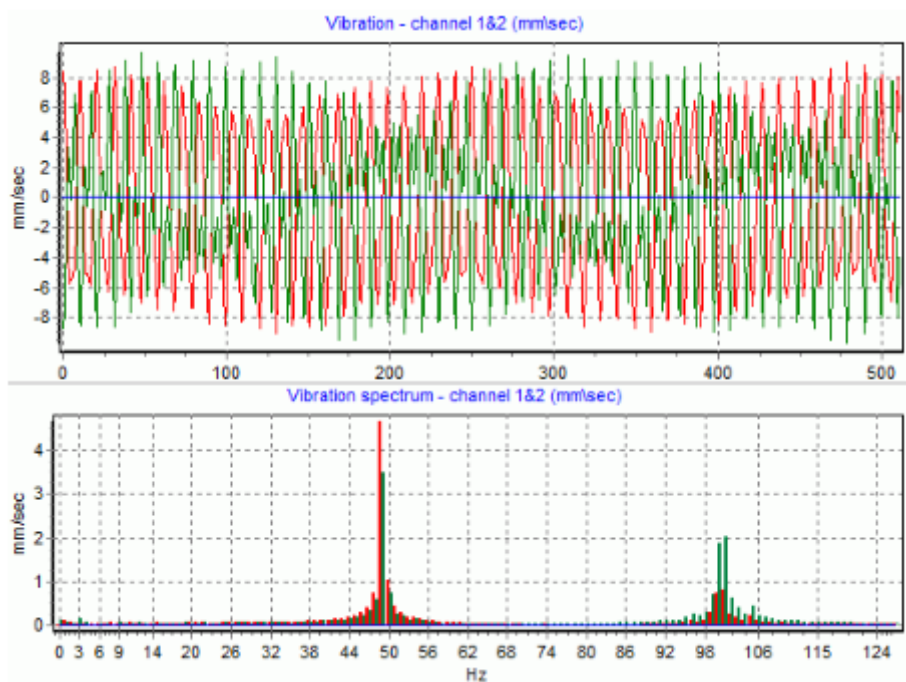
Natijada, spektrda garmonikalar paydo bo'ladi, ular jami funksiya shaklini, shu jumladan ushbu uzilishni ifodalashi kerak.

Shunday qilib, turli davrlarga ega bo'lgan bir nechta sinusoidlarning yig'indisidan iborat bo'lgan signalning "to'g'ri" spektrini olish uchun har bir sinusoidning butun davrlari signalni o'lchash davriga to'g'ri kelishi kerak. Amalda, bu shart signalni o'lchashning etarlicha uzoq davom etishi uchun bajarilishi mumkin.



**3.13-rasm. Reduktorning kinematik xatoligi signalining funksiyasi va spektriga misol.**

Qisqaroq vaqt bilan rasm tasviri "yomonroq" koʻrinadi:



**3.14-rasm. Rotor tebranish signalining funksiyasi va spektriga misol.**

Amalda "haqiqiy komponentlar" qayerda va "artefaktlar", komponentlar davrlarining koʻp boʻlmasligi va signal namunasining davomiyligi yoki "sakrash

va uzilishlar" to'liq shakli qayerda ekanligini tushunish qiyin bo'lishi mumkin. Albatta, "haqiqiy komponentlar" va "artefaktlar" so'zlari bejiz qo'shtirnoq ichida keltirilmadi. Spektr grafigida ko'plab garmonikalarning mavjudligi bizning signalimiz aslida ulardan "iborat" ekanligini anglatmaydi. Bu 7 raqami aynan 3 va 4 raqamlaridan "iborat" degan fikrga o'xshaydi. 7 raqamini 3 va 4 raqamlarining yig'indisi sifatida ifodalash mumkin - bu to'g'ri.

Bizning signalimiz ham shunday ... yoki to'g'rirog'i, hatto "bizning signalimiz" ham emas, balki bizning signalimizni (namuna olish) takrorlash orqali tuzilgan davriy funksiyani ma'lum amplitudalar va fazalar bilan garmonikalar (sinusoidlar) yig'indisi sifatida ko'rsatish mumkin. Ammo, amaliyot uchun muhim bo'lgan ko'p hollarda (yuqoridagi raqamlarga qarang), haqiqatan ham spektrda olingan garmonikani siklik tabiatga ega bo'lgan va signal shakliga sezilarli hissa qo'shadigan haqiqiy jarayonlar bilan bog'lash mumkin.

### **Ba'zi natijalar**

1. ARO'(ADC) tomonidan raqamlangan, ya'ni diskret namunalar to'plami ( $N$  dona) bilan ifodalangan haqiqiy o'lchangan davomiyligi  $T$  sek bo'lgan signal, garmonikalar to'plami ( $N/2$  dona) bilan ifodalangan diskret nodavriy spektrga ega.
2. Signal haqiqiy qiymatlar to'plami bilan ifodalanadi va uning spektri ham haqiqiy qiymatlar to'plami bilan ifodalanadi. Garmonik chastotalar musbatdir. Matematiklar uchun spektrni manfiy chastotalar yordamida kompleks shaklda ifodalash qulayroq ekanligi "bu to'g'ri" va "har doim shunday qilish kerak" degani emas.
3.  $T$  vaqt oralig'ida o'lchangan signal faqat  $T$  vaqt oralig'ida aniqlanadi. Signalni o'lchashni boshlashimizdan oldin nima sodir bo'lgan va undan keyin nima sodir bo'lishi fanga noma'lum. Va bizning holatimizda - bu qiziq emas. Vaqt bilan chegaralangan signalning FTO'i o'zining "haqiqiy" spektrini beradi, ya'ni ma'lum sharoitlarda uning tarkibiy qismlarining amplitudasi va chastotasini hisoblash imkonini beradi.

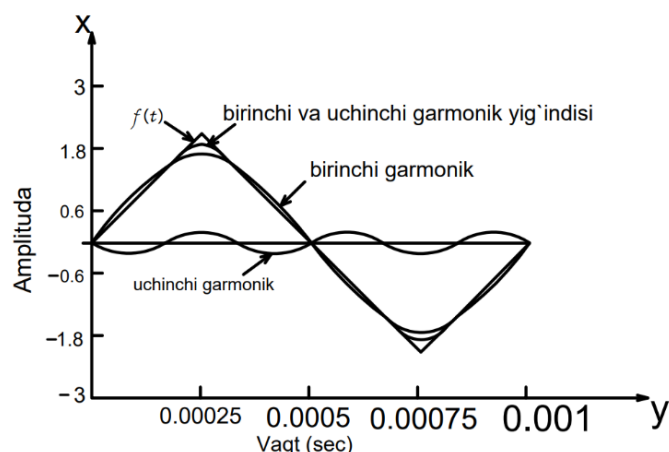
**Internet manzili:**

<http://habr.com/ru/post/269991/>

### **UZLUKSIZ SIGNALLARNING SPEKTRAL TAHLILI**

Signal toza sinus to'liq bo'lsa, chastotani aniqlash oddiy jarayondir. Biroq, vaqt o'zgaruvchan umumiy signal oddiy sinus to'liq shakliga ega emas; 3.15-rasmda odatiy misol ko'rsatilgan. Quyida muhokama qilinganidek, murakkab to'liq shakllari turli chastotali sinus yoki kosinus to'liqlari yig'indisidan qurilgan deb o'ylash mumkin. Ushbu komponentlarning chastotalarini aniqlash jarayoni

*spektral tahlil* deb ataladi.



**3.15-rasm. Arrasimon to'liq garmonikalari**

### Masala 3.1

3.15-rasmda ko'rsatilgan davriy funksiya uchun birinchi, ikkinchi va uchinchi garmonikalar tashkil etuvchilarining amplitudasini toping.

#### *Echilishi:*

Ushbu to'liqning asosiy chastotasi 10 Gts, burchak chastotasi esa  $\omega = 2\pi f = 62.83$  rad/s. Ushbu funksiyaning birinchi to'liq siklini quyidagi tenglama shaklida

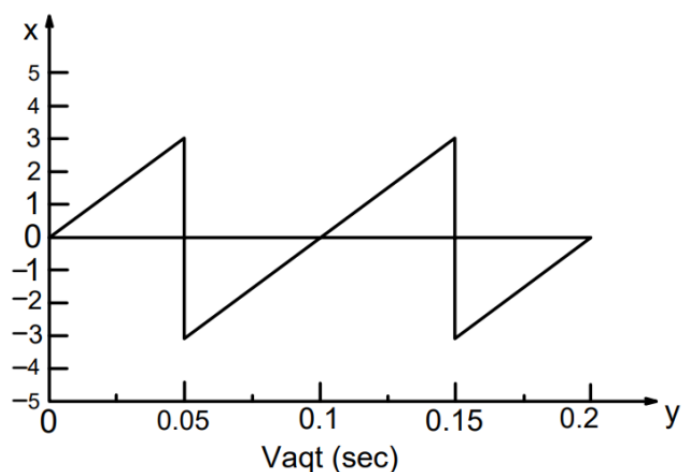
$$\begin{aligned} f(t) &= 60t & 0 \leq t < 0.05 \\ f(t) &= 60t - 6 & 0.05 \leq t < 0.10 \end{aligned}$$

ifodalash mumkin.

Funksiyaning o'rtacha qiymati bitta sikl davomida nolga teng bo'lgani uchun, **a<sub>0</sub>** koeffitsienti nolga teng bo'ladi. Bunga qo'shimcha ravishda, tadqiq qilish orqali biz bu toq funksiya va kosinusning xadlari nolga teng bo'ladi degan xulosaga kelishimiz mumkin va faqat sinusning xadlari talab qilinadi.

(5.5) tenglamadan foydalanib birinchi garmonikaning koeffitsientini quyidagicha hisoblash mumkin

$$b_1 = \frac{2}{0,1} \left[ \int_0^{0,05} 60t \sin(62,83t) dt + \int_{0,05}^{0,1} (60t - 6) \sin(62,83t) dt \right]$$



**3.16-rasm. Arrasimon to‘lqin**

Tenglama ( $f_s > 2f_m$ ) namuna olish tezligini  $f_m$  ning ikki baravariga o‘rnatish uchun ishlatiladi. Agar shu tarzda aniqlangan namuna darajasi juda yuqori bo‘lsa, filtrda yuqori so‘nish tezligini belgilashingiz kerak.

Ushbu yondashuv cheklangan va faqat tarkibiy signal kuchlanishida (barcha Fure komponentlarining yig‘indisi) analog-raqamli o‘zgartirgichining kirish diapazonida bo‘lishini taxmin qiladi. Ko‘pgina hollarda susaytirilishini talab qiladigan yuqori chastotali signal komponentlari amplitudalarga kompozit signalga nisbatan ancha past bo‘ladi va shuning uchun kamroq susayishni talab qiladi.  $f_c$  dan yuqori chastota komponentlarining haqiqiy amplitudalarini hisobga oladigan batafsil tahlildan foydalanib, odatda pastroq namuna tezligini yoki filtrning so‘ndirish tezligini sekinroq ishlatish mumkin.

YUmshatishga qarshi filtrlar ko‘pincha sezilarli darajada so‘ndirishni talab qiladi. Ushbu nisbatan past darajadagi so‘ndirish darajasi real tizimlarda amaliy muammolarni keltirib chiqaradi. 3-bobda aytib o‘tilganidek, birinchi darajali Battervort filtri bir oktava uchun atigi 6 dB so‘ndiradi (oktava - chastotani ikki baravar oshirish) va signalni 48 dB ga so‘ndirish uchun sakkizta oktava kerak. Natijada, odatda yuqori darajadagi filtrlar talab qilinadi - sakkizinchi darajali Batterwort filtri signalni oktava uchun 48 dB so‘ndirishi mumkin. SHu bilan birga, yuqori darajadagi filtrlar boshqa effektlarga ham ega, masalan, o‘tish polosasida katta siljishshlar o‘zgarishi. Filtrni buyurtmasi va namuna darajasi o‘rtasida savdosotiq mavjud bo‘lganligi sababli, odatda dizayndagi kelishuv talab qilinadi. Filtrlash va namuna olish tezligini o‘rnatish jarayoni 5.3-misolda keltirilgan.

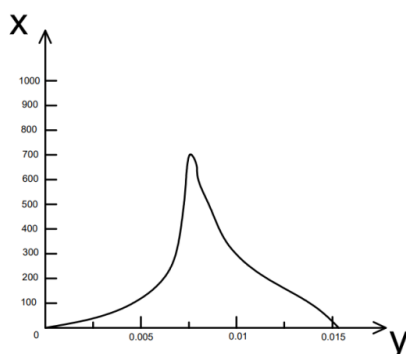
### **Masala 3.2**

Kompyuterlashtirilgan ma’lumotlarni yig‘ish tizimidan 4000 ayl/ min tezlikda ishlaydigan uchqunli ichki yonish dvigatelining yonish kamerasiga ulangan bosim sezgichidan ma’lumotlarni yozib olish uchun foydalanish kerak. Ma’lumotlarni yig‘ish tizimi 8-bitli bipolyar analog-raqamli o‘zgartirgichga va maksimal



soniyada 10000 namunani tanlash tezligiga ega. Tegishli filtrni va kerakli namuna tezligini ko'rsating.

**Echilishi:** Bosimning vaqtga nisbatan haqiqiy shakli oldindan ma'lum bo'lmaganligi sababli, muammo haqidagi ushbu bayonot aslida juda noaniq. Boshqa dvigatelning ma'lumotlari rasmlarda ko'rsatilgandek bosim vaqtining xususiyatlarini baholash uchun ishlatiladi (Obert, 1973). Ushbu rasmdagi vaqt shkalasi 4000 ayl/min ga o'zgartirildi. Birinchi qadam - Fure spektral tahlilini o'tkazish



**3.17-rasm. Oddiy bosim-vaqt egri chizig'i**

#### **Xisobot tarkibi**

1. Fure o'zgartirishlari va signal spektri qisqacha yozib olinsin.
2. Uzluksiz funksiya va uni Fure qatori bilan tasvirlash, diskret signallar va diskret Fure o'zgartirishi qisqacha tahlil qilinsin.

#### **Nazorat savollari**

1. Fure o'zgartirishlari qanday asosiy maqsadda bajariladi qanday?
2. Signal spektrini amalda qo'llanishiga misollar keltiring.
3. Uzluksiz funksiya va uni Fure qatori bilan tasvirlash qanday bajariladi?
4. Diskret signallar va diskret Fure o'zgartirishiga misollar keltiring.

#### 4.4.1-AMALIY MASHG‘ULOT

### EKSPERIMENTAL MA'LUMOTLARNING O‘ZARO BOG‘LIQLIGINI O‘RGANISH

**Ishning maqsadi:** Ikkita alohida tanlanma eksperimental ma'lumotlarning o'zaro bog'liqligini o'rganish.

**Ishning mazmuni:** 1.Korrelyasiya usulini tadqiq qilish.

2. Ikki o'lchamli tanlashda tanlab olinganlarni gurhlash. Korrelyasiyali jadval.

3.Ikki o'lchamli tanlash tavsiflarini hisoblash. Regressiyaning to'g'ri chizig'i.

#### **Korrelyasiya usulini tadqiq qilish**

Ikkilamchi statistik ishlov berishning navbatdagi usuli, bu orqali ikki qator eksperimental ma'lumotlar orasidagi bog'liqlik yoki bevosita bog'liqlikni aniqlanadi, va bu korrelyasiya usuli deyiladi. Bu bir hodisaning boshqasiga qanday ta'sir qilishini yoki uning dinamikasida u bilan bog'liqligini ko'rsatadi. Bunday munosabatlar, masalan, bir-biri bilan sababiy aloqada bo'lgan kattaliklar o'rtasida mavjud. Agar ikkita hodisa bir-biri bilan statistik jihatdan sezilarli darajada bog'liq ekanligi aniqlansa va shu bilan birga ulardan biri boshqa hodisaga sabab bo'lishi mumkinligiga ishonch bo'lsa, demak, ular o'rtasida sabab-oqibatli munosabatlar mavjud degan xulosa kelib chiqadi. (7)

Agar bir o'zgaruvchining darajasini oshishi boshqasining darajasining oshishi bilan birga bo'lsa, unda biz ***musbat korrelyasiya*** haqida gapiramiz. Agar bitta o'zgaruvchining o'sishi boshqasining darajasining pasayishi bilan sodir bo'lsa, unda ular ***manfiy korrelyasiya*** ekanligi haqida gapiramiz. O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqlik bo'lmasa, biz ***nol korrelyasiya*** bilan ish yuritamiz(1).

Ushbu usulning bir nechta turlari mavjud: chiziqli, tartiblangan(ranjli), juftlikdagi va ko'plikdagi. Chiziqli korrelyasion tahlil o'zgaruvchilar o'rtasida ularning mutlaq qiymatlari bo'yicha bevosita(to'g'ridan-to'g'ri) aloqalarni o'rnatishga imkon beradi. Ushbu aloqalar grafik jihatdan to'g'ri chiziq sifatida ifodalanadi, shuning uchun "chiziqli" nomi berilgan. Ranjli korrelyasiyasi o'zgaruvchilarning absolyut qiymatlari orasidagi emas, balki tartibli joylar yoki kattalik tartibida ular egallagan darajalar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlaydi. Juftlikdagi korrelyasion tahlil korrelyasion bog'liqlikni faqat o'zgaruvchan

juftliklar orasidagi, ko'plikdagi yoki ko'p o'zgaruvchili - bir vaqtning o'zida ko'plab o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganishni o'z ichiga oladi. Faktorli tahlil - bu amaliy statistikada ko'p o'lchamli korrelyasion tahlilning keng tarqalgan shakli. (5)

Chiziqli korrelyasiya koeffitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \underline{x})(y_i - \underline{y})]}{n \cdot \sqrt{\overline{S}_x^2 \cdot \overline{S}_y^2}}$$

bu yerda  $r_{xy}$  - chiziqli korrelyasiya koeffitsienti;

$\underline{x}$ ,  $\underline{y}$  - taqqoslangan qiymatlarning o'rtacha tanlangan qiymatlari;

$x_i$ ,  $y_i$  - taqqoslangan qiymatlarning alohida namunaviy qiymatlari;

$n$  - taqqoslangan ko'rsatkichlar qatoridagi qiymatlarning umumiy soni;

$\overline{S}_x^2 \cdot \overline{S}_y^2$  - taqqoslangan qiymatlarning o'rtacha qiymatlardan farqlari, og'ishlari.

Psixologik va pedagogik tadqiqotlarda ranjli korrelyasiya koeffitsienti, bog'liqlik o'rnatiladigan belgilar sifat jihatidan farq qiladigan va interval o'lchash qiymat kattaligi deb nomlangan holda aniq baholanmagan taqdirda hal qilinadi. Interval shkalasi uning qiymatlari orasidagi masofani taxmin qilishga imkon beradigan va ularning qaysi biri boshqasidan kattaroq va qancha kattaroqligini baholashga imkon beradigan shkala deb ataladi. Masalan, ob'ektlarning uzunligini baholash va taqqoslash uchun ishlatiladigan o'lchagich oraliq o'lchashdir, chunki undan foydalangan holda ikki va olti santimetr orasidagi masofa oltidan sakkiz santimetr gacha bo'lgan masofadan ikki baravar katta. Agar ba'zi bir o'lchash vositalaridan foydalangan holda, biz faqat ba'zi ko'rsatkichlar boshqalarga qaraganda ko'proq ekanligini tasdiqlasak, lekin ularning sonini ayta olmasak, unda bunday o'lchash vositasi *intervalli* emas, balki *tartibli* deb nomlanadi.

Psixologik va pedagogik tadqiqotlarda olinadigan ko'rsatkichlarning aksariyati intervalli emas, balki tartibli o'lchashlarga taalluqlidir (masalan, «ha», «yo'q», «ha emas, aksincha» kabi baholashlar va boshqalar ballga aylantirilishi

mumkin), shuning uchun chiziqli korrelyasiya koeffitsienti ularga taalluqli emas. Bunday holda, formulasi quyidagicha bo'lgan darajadagi korrelyasiya koeffitsientidan foydalanishga murojaat qiling:

$$R_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d^2}{n^3 - n},$$

bu yerda  $R_s$  - *Sperman* darajasidagi korrelyasiya koeffitsienti;

$d^2$  - tartiblangan qatorlarda bir xil sub'ektlar ko'rsatkichlari darajalari o'rtasidagi farq;

$n$  - o'zaro bog'liq qatordagi mavzular soni yoki raqamli ma'lumotlar (darajalar).

Ko'plikdagi korrelyasiya usuli, juftlikdagi korrelyasiya usulidan farqli o'laroq, ko'p o'lchashli eksperimental material tarkibidagi korrelyasion bog'liqliklarning umumiy tuzilishini, shu jumladan ikkitadan ortiq o'zgaruvchini ochib berishga va ushbu korrelyasion bog'liqliklarni ma'lum tizim shaklida taqdim etishga imkon beradi.

Muayyan korrelyasiya koeffitsientini qo'llash uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1. Taqqoslangan o'zgaruvchilar intervallar yoki nisbatlar shkalasida o'lchanishi kerak.
2. Barcha o'zgaruvchilar normal taqsimotga ega deb taxmin qilinadi.
3. Taqqoslangan o'zgaruvchilardagi o'zgaruvchan xususiyatlar soni bir xil bo'lishi kerak.
4. Person korrelyasiya koeffitsientining ishonchlilik darajasini baholash uchun (\*\*) formuladan va  $k = n - 2$ . Styudentning *t*-testi uchun kritik qiymatlar jadvalidan foydalaning. (5)

## Ikki o‘lchamli tanlashda tanlab olinganlarni guruhlash. Korrelyatsiyali jadval.

Tasodifiy ikki o‘lchamli vektorning xossalarini o‘rganilgan holatda  $XY$  bosh to‘plamdan qiymatlar ikki o‘lchamli bo‘lsin hamda o‘zida qiymatlar juftligi  $(\tilde{x}, \tilde{y})$  dan iborat yig‘indi ikkita  $X$  va  $Y$  sonli xarakteristikalar(alomatlar) ko‘rinishida bo‘ladi.

Bir o‘lchovli tanlamaga o‘xshash harakatlarni amalga oshirib ma’lumotlarning  $k$  guruhini  $X$  alomati  $[a_0; a_1], [a_1; a_2], [a_2; a_3], \dots [a_{k-1}; a_k]$ , va  $l$  guruhini  $Y$  alomati  $[b_0; b_1], [b_1; b_2], [b_2; b_3], \dots [b_{l-1}; b_l]$ , bo‘yicha qarab chiqamiz.

Quyidagi jadval ikki o‘lchamli intervalli variatsion qator deb aytiladi.

**4.1.1-jadval**

	$[b_0; b_1]$	$[b_1; b_2]$	...	$[b_{l-1}; b_l]$
$[a_0; a_1]$	$m_{11}$	$m_{12}$	...	$m_{1l}$
$[a_1; a_2]$	$m_{21}$	$m_{22}$	...	$m_{2l}$
	...	...	...	...
$[a_{k-1}; a_k]$	$m_{k1}$	$m_{k2}$	...	$m_{kl}$

Mazkur jadvalda quyidagi ramziy belgilar kiritilgan:  $m_{ij}, i=1, 2, \dots, l, j=1, 2, \dots, k$  lar, qancha qiymatlar juftligi  $(\tilde{x}, \tilde{y})$  guruhlaganda mos ravishda quyidagi

$$[a_{i-1}; a_i] \times [b_{j-1}; b_j]$$

o‘lchamli to‘g‘ri to‘rtburchak sohasiga kirganligini ko‘rsatuvchi *chastotalarni* belgilaydi.

**4.1.2-jadval**

	$y_1$	$y_2$	...	$y_l$
$x_1$	$m_{11}$	$m_{12}$	...	$m_{1l}$
$x_2$	$m_{21}$	$m_{22}$	...	$m_{2l}$
...	...	...	...	...
$x_k$	$m_{k1}$	$m_{k2}$	...	$m_{kl}$

**4.1.1-jadval** -jadvalda tanlanma berilgan guruhlarining (kesmalarning) o'rtalari ramziy quyidagicha belgilangan:

$$x_i = \frac{a_{i-1} + a_i}{2}, i = 1, 2, \dots, k,$$

$$y_j = \frac{b_{j-1} + b_j}{2}, j = 1, 2, \dots, l,$$

Quyidagi munosabatlar o'rinli bo'ladi:

$$x_i = x_1 + (i - 1)h_x, i = 1, 2, \dots, k,$$

$$y_j = y_1 + (j - 1)h_y, y = 1, 2, \dots, l,$$

Tanlashning hajmi quyidagi munosabatlarni qanoatlantiradi:

$$n = \sum_{i,j} m_{ij}$$

**Ikki o'lchamli tanlash tavsiflarini hisoblash. Regressiyaning to'g'ri chizig'i.**

$XY$  ikki o'lchamli tanlash korreleyasiyali **4.1.3-jadval** bilan berilgan bo'lsin.

**4.1.1-jadval** ning kengaytmasi bo'lgan **4.1.3-jadval** ni qarab chiqamiz:

**4.1.3-jadval**

	$y_1$	$y_2$	...	$y_l$	$SX$
$x_1$	$m_{11}$	$m_{12}$	...	$m_{1l}$	$\sum_{j=1}^{j=l} m_{1j}$
$x_2$	$m_{21}$	$m_{22}$	...	$m_{2l}$	$\sum_{j=1}^{j=l} m_{2j}$
...	...	...	...	...	...
$x_k$	$m_{k1}$	$m_{k2}$	...	$m_{kl}$	$\sum_{j=1}^{j=l} m_{kj}$
$SY$	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{i1}$	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{i2}$	...	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{il}$	

**4.1.3-jadval**ning oxirgi  $SX$  ustunida mos ravishda  $x_1, x_2, \dots, x_k$  qatorlar

bo'yicha joylashgan **4.1.3-jadval** elementlar, oxirgi *SY* qatorida esa mos ravishda  $y_1, y_2, \dots, y_k$  ustunning yig'indisi yozilgan.

Diskretli variatsion qator bilan berilgan bir o'lchamli *SX* tanlashni qarab chiqishga kiritamiz(3-jadvalga qaralsin).

**4.1.4-jadval**

	$x_1$	$x_2$	...	$x_k$
<b>SX:</b>	$\sum_{j=1}^{j=l} m_{1j}$	$\sum_{j=1}^{j=l} m_{2j}$	...	$\sum_{j=1}^{j=l} m_{kj}$

**4.1.5-jadval**

	$y_1$	$y_2$	...	$y_l$
<b>SY:</b>	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{i1}$	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{i2}$	...	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{il}$

Hisoblarning to'g'riligini nazorat qilish uchun **4.1.4-jadval** ning quyi qatorida joylashgan elementlarning yig'indisi, **4.1.5-jadval** ning quyi qatorida joylashgan elementlarning yig'indisiga teng bo'lishi kerakligini ta'kidlaymiz.

- Quyidagi belgilanishni kiritamiz:

$$\overline{XY} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l m_{ij} x_i y_j.$$

*Korrelyasiyaning tanlangan koeffitsienti* deb quyidagi ifoda bilan aniqlanadigan songa aytiladi:

$$r = \frac{\overline{XY} - \overline{SX} \cdot \overline{SY}}{\sigma_{SX} \cdot \sigma_{SY}}$$

Bu yerda  $\overline{SX}, \overline{SY}, \sigma_{SX}, \sigma_{SY}$  bilan mos ravishda  $SX$  va  $SY$  bir o'lchamli tanlashlarning o'rtacha tanlangan qiymatlari va tanlangan kvadratik og'ishlari belgilangan.

**Mulohaza:** Tanlangan korrelyasiya koeffitsienti o'lchanayotgan tasodifiy kattalikning  $X$  va  $Y$  belgilarining chiziqli korrelyasion bog'liqligining tig'izligini baholaydi va moduli bo'yicha 1 dan ortadi.  $|r|$  qanchalik 1 ga yaqin bo'lsa chiziqli korrelyasion bog'liqlik shunchalik kuchli bo'ladi.

Regressiyaning to'g'ri chizig'i deb  $XOY$  koordinatalar tekisligidagi quyidagi tenglamaga ega bo'lgan to'g'ri chiziqqa aytiladi:

$$y = cx + d,$$

bu yerda

$$c = r \cdot \frac{\sigma_{SX}}{\sigma_{SY}},$$

$$d = \frac{\sigma_{SX} \cdot \overline{SY} - r \cdot \sigma_{SX} \cdot \overline{SX}}{\sigma_{SX}}$$

**Mulohaza:** Barcha to'g'ri chiziqlar orasida regressiya to'g'ri chizig'i eng yaxshi tarzda tanlangan ma'lumotlarni yaqinlashtiradi. Regressiya to'g'ri chizig'i tenglamasining koeffitsientlari uchun keltirilgan ifodalarni kichik kvadratlar usuli yordamida olish mumkin.

•Masalalarini echishda *regressiya to'g'ri chizig'i tenglamasini* quyidagi ko'rinishda ifodalash qulay:

$$\frac{y - \overline{SY}}{\sigma_{SY}} = r \frac{x - \overline{SX}}{\sigma_{SX}}$$



## Ilovalar:

### Statistik jadvallar

### 4.1 – jadval

$$F_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^x e^{-t^2/2} dt \text{ Laplas funksiyasining qiymatlari}$$

x	Yuzdan bir ulushi									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4985	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

### 4.2 – jadval

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{U_\alpha}^{+\infty} e^{-t^2/2} dt \text{ tenglik bilan aniqlanadigan } U_\alpha$$

#### funktsiyasining qiymatlari

$\alpha$	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,0450	0,050
$U_\alpha$	3,0902	2,5758	2,3263	2,1701	2,0537	1,9600	1,8808	1,8119	1,1705	1,6954	1,6449

### 4.3 – jadval

#### $n$ erkinlik darajasiga ega bo'lgan $\chi^2$ taqsimotning kvantillari

$N$	Kvantilning sathi						
	0,01	0,05	0,10	0,50	0,90	0,95	0,99
1	0,000157	0,00393	0,0158	0,455	2,71	3,84	6,64
2	0,0201	0,103	0,211	1,39	4,61	5,99	9,21
3	0,115	0,352	0,584	2,37	6,25	7,81	11,3
4	0,297	0,711	1,06	3,36	7,78	9,49	13,3
5	0,554	1,15	1,61	4,35	9,24	11,1	15,1
6	0,872	1,64	2,20	5,35	10,6	12,6	16,8
7	1,24	2,17	2,83	6,35	12,0	14,1	18,5
8	1,65	2,73	3,49	7,34	13,4	15,5	20,1
9	2,09	3,33	4,17	8,34	14,7	16,9	21,7
10	2,56	3,94	4,87	9,34	16,0	18,3	23,2
11	3,05	4,57	5,58	10,3	17,3	19,7	24,7
12	3,57	5,23	6,30	11,3	18,5	21,0	26,2
13	4,11	5,89	7,04	12,3	19,8	22,4	27,7
14	4,66	6,57	7,79	13,3	21,1	23,7	29,1
15	5,23	7,26	8,55	14,3	22,3	25,0	30,6
16	5,81	7,96	9,31	15,3	23,5	26,3	32,0
17	6,41	8,67	10,1	16,3	24,8	27,6	33,4
18	7,01	9,39	10,9	17,3	26,0	28,9	34,8
19	7,63	10,1	11,7	18,3	27,2	30,1	36,2
20	8,26	10,9	12,4	19,3	28,4	31,4	37,6
21	8,90	11,6	13,2	20,3	29,6	32,7	38,9
22	9,54	12,3	14,0	21,3	30,8	33,9	40,3
23	10,2	13,1	14,8	22,3	32,0	35,2	41,6
24	10,9	13,8	15,7	23,3	33,2	36,4	43,0
25	11,5	14,6	16,5	24,3	34,4	37,7	44,3

## 4.4 – jadval

 $\varphi(x)$  funktsiyaning qiymatlari

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,3989	0,3989	0,3989	0,3988	0,3986	0,3984	0,3982	0,3980	0,3977	0,3973
0,1	0,3970	0,3965	0,3961	0,3956	0,3951	0,3945	0,3939	0,3932	0,3925	0,3918
0,2	0,3910	0,3902	0,3894	0,3885	0,3876	0,3867	0,3857	0,3847	0,3836	0,3825
0,3	0,3814	0,3802	0,3790	0,3778	0,3765	0,3752	0,3739	0,3725	0,3712	0,3697
0,4	0,3683	0,3668	0,3653	0,3637	0,3621	0,3605	0,3589	0,3572	0,3555	0,3538
0,5	0,3521	0,3503	0,3485	0,3467	0,3448	0,3429	0,3410	0,3391	0,3372	0,3352
0,6	0,3322	0,3312	0,3292	0,3271	0,3251	0,3230	0,3209	0,3187	0,3166	0,3144
0,7	0,3123	0,3101	0,3079	0,3056	0,3034	0,3011	0,2989	0,2966	0,2943	0,2920
0,8	0,2897	0,2874	0,2850	0,2827	0,2803	0,2780	0,2756	0,2732	0,2709	0,2685
0,9	0,2661	0,2637	0,2613	0,2589	0,2565	0,2541	0,2516	0,2492	0,2468	0,2444
1,0	0,2420	0,2396	0,2371	0,2347	0,2323	0,2299	0,2275	0,2251	0,2227	0,2203
1,1	0,2179	0,2155	0,2131	0,2107	0,2083	0,2059	0,2036	0,2012	0,1989	0,1965
1,2	0,1942	0,1919	0,1895	0,1872	0,1849	0,1826	0,1804	0,1781	0,1758	0,1736
1,3	0,1714	0,1691	0,1669	0,1647	0,1626	0,1604	0,1582	0,1561	0,1539	0,1518
1,4	0,1497	0,1476	0,1456	0,1435	0,1415	0,1394	0,1374	0,1354	0,1334	0,1315
1,5	0,1295	0,1276	0,1257	0,1238	0,1219	0,1200	0,1182	0,1163	0,1145	0,1127
1,6	0,1109	0,1092	0,1074	0,1057	0,1040	0,1023	0,1006	0,0989	0,0973	0,0957
1,7	0,0940	0,0925	0,0909	0,0893	0,0878	0,0863	0,0848	0,0833	0,0818	0,0804
1,8	0,0790	0,0775	0,0761	0,0748	0,0734	0,0721	0,0707	0,0694	0,0681	0,0669
1,9	0,0656	0,0644	0,0632	0,0620	0,0608	0,0596	0,0584	0,0573	0,0562	0,0551
2,0	0,0540	0,0529	0,0519	0,0508	0,0498	0,0488	0,0478	0,0468	0,0459	0,0449
2,1	0,0440	0,0431	0,0422	0,0413	0,0404	0,0396	0,0387	0,0379	0,0371	0,0363
2,2	0,0355	0,0347	0,0339	0,0332	0,0325	0,0317	0,0310	0,0303	0,0297	0,0290
2,3	0,0283	0,0277	0,0270	0,0264	0,0258	0,0252	0,0246	0,0241	0,0235	0,0229
2,4	0,0224	0,0219	0,0213	0,0208	0,0203	0,0198	0,0194	0,0189	0,0184	0,0180
2,5	0,0175	0,0171	0,0167	0,0163	0,0158	0,0154	0,0151	0,0147	0,0143	0,0139
2,6	0,0136	0,0132	0,0129	0,0126	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110	0,0107
2,7	0,0104	0,0101	0,0099	0,0096	0,0093	0,0091	0,0088	0,0086	0,0084	0,0081
2,8	0,0079	0,0077	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0067	0,0065	0,0063	0,0061
2,9	0,0060	0,0058	0,0056	0,0055	0,0053	0,0051	0,0050	0,0048	0,0047	0,0046
3,0	0,0044	0,0043	0,0042	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036	0,0035	0,0034
3,1	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026	0,0025	0,0025
3,2	0,0024	0,0023	0,0022	0,0022	0,0021	0,0020	0,0020	0,0019	0,0018	0,0018
3,3	0,0017	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014	0,0013	0,0013
3,4	0,0012	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009
3,5	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0006
3,6	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004

3,7	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
3,8	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
3,9	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001
4,0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

### O'rganganlar asosida bajarish kerak

1. Korrelyasiya usulini tadqiq qilishni.
2. Ikki o'lchamli tanlashda tanlab olinganlarni guruhlashni o'rganish.
3. Ikki o'lchamli tanlash tavsiflarini hisoblashni o'rganish.
4. Regressiyaning to'g'ri chizig'i haqida tushunchaga ega bo'lish.

### Nazorat savollari

1. Bosh to'plam deb nimaga aytiladi ?
2. Bosh to'plamdan olingan kam sonli elementlari guruhi qanday nomlanadi ?
3. alohida tanlanma eksperimental ma'lumotlarning o'zaro bog'liqligi nima uchun o'rganiladi ?
4. Korrelyasiya usulini tushuntiring.

### 4.4.2-AMALIY MASHG'ULOT

#### NOANIQLIKLARNING TAQSIMLANISHINI O'RGANISH

**Ishning maqsadi:** Eksperiment natijalaridagi noaniqliklarning taqsimlanishini o'rganish.

**Ishning mazmuni:** 1.Oddiy tasodifiy o'zgaruvchini noma'lum dispersiya bilan matematik kutilish uchun ishonchlilik oralig'i.

2. Ma'lum dispersiyaga ega normal tasodifiy o'zgaruvchining matematik kutilishi uchun ishonchlilik oralig'i.

#### Oddiy tasodifiy o'zgaruvchini noma'lum dispersiya bilan matematik

#### kutilish uchun ishonchlilik oralig'i

Mayli  $X \sim N(m, \sigma^2)$  va  $m$  bilan  $\sigma^2$  noma'lum bo'lsin.  $m$  parametrining haqiqiy qiymatini  $\gamma = 1 - \alpha$  ishonchlilik bilan qoplaydigan ishonchlilik oralig'ini qurish kerak.

Buning uchun SV bosh to'plamdan hajmi  $x_1, x_2, \dots, x_n$  bo'lgan tanlanma ajratib olinsin:

- 1) matematik kutilishning

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

standart og'ishiga mos keladigan nuqtali baholanishi sifatida tanlangan o'rtacha  $\bar{x}$  dan, dispersiyani baholash sifatida esa – tuzatilgan tanlanma dispersiya  $\sigma^2$  - dan foydalaniladi.

2) Ishonchli oraliqni topish uchun statistikalar tuziladi

$$T = \frac{\bar{x} - m}{S/\sqrt{n}}$$

bu holda  $m$  va  $\sigma^2$  parametrlarning qiymatlaridan qat'i nazar, erkinlik darajalari soni  $\nu = n - 1$  bilan Styudent taqsimotiga ega bo'lamiz.

3)  $\alpha$  keraklilik ahamiyatiga ega bo'lgan darajasi o'rnatiladi

4) ehtimollikni hisoblash uchun quyidagi formula qo'llaniladi:

$$P\left(|T| < t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}\right) = P\left(-t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} < T < t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}\right) = 1 - \alpha$$

bunda –  $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  Styudent taqsimotining kritik nuqtalari jadvali (bir tomonlamali kritik soha) bo'yicha topilgan Styudent taqsimotining kritik nuqtasi.

U holda:

$$\begin{aligned} P\left(-t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} < T < t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}\right) &= P\left(-t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} < \frac{\bar{x} - m}{S/\sqrt{n}} < t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}\right) = \\ &= \left(\bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{S}{\sqrt{n}} < m < \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{S}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha \end{aligned}$$

Bu shuni anglatadiki, interval:

$$\bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{S}{\sqrt{n}} < m < \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

noma'lum parametr  $m$  ni  $\gamma = 1 - \alpha$  ishonchliligi bilan qoplaydi.

### Ma'lum dispersiyaga ega normal tasodifiy o'zgaruvchining matematik kutilishi uchun ishonchlilik oralig'i

$X \sim N(m, \sigma^2)$  Bosh to'planning miqdoriy belgisi berilgan dispersiya  $\sigma^2$  va  $m$  bilan normal taqsimotga ega bo'lsin.  $m$  uchun ishonchlilik intervalini quramiz.

1)  $m$  ni baholash uchun  $n$  hajmning (bosh to'planning)  $x_1, x_2, \dots, x_n$  tanlanmasi ajratib olingan bo'lsin. U holda

$$m^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \bar{x}$$

2) keling, tasodifiy o'zgaruvchini tuzamiz:

$$U = \frac{\bar{x} - m}{\sigma/\sqrt{n}}$$

U tasodifiy o'zgaruvchining standartlashtirilgan normal taqsimotga ega ekanligini ko'rsatish oson, ya'ni:

$$U \sim N(0,1); \quad f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}$$

3)  $\alpha$  ahamiyatlilik darajasini belgilaymiz.

4) oddiy qiymatning matematik kutilishdan chetga chiqish ehtimolligini topish uchun formuladan foydalanib, biz quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$P\left(|U| < \frac{u_\alpha}{2}\right) = P\left(\left|\frac{\bar{x} - m}{\sigma/\sqrt{n}}\right| < \frac{u_\alpha}{2}\right) = P\left(\bar{x} - \frac{u_\alpha}{2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < m < \bar{x} + \frac{u_\alpha}{2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha$$

Bu ishonchlilik oralig'i degan ma'noni anglatadi

$$\bar{x} - u_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < m < \bar{x} + u_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

noma'lum parametr  $m$  ni  $1 - \alpha$  ishonchliligi bilan qoplaydi. Baholashning ishonchliligi quyidagi qiymat bilan aniqlanadi:

$$\delta = u_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$u_{\alpha/2}$  soni 1-ilovadagi **Laplas funksiyasining qiymatlar jadvalidan** quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi

$$\Phi\left(u_{\frac{\alpha}{2}}\right) = \frac{1 - \alpha}{2} = \frac{\gamma}{2}$$

Nihoyat, biz quyidagini olamiz:

$$\bar{x} - u_{\frac{\gamma}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < m < \bar{x} + u_{\frac{\gamma}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

# Това 1

x	F(x)	x	F(x)	x	F(x)	x	F(x)
0,00	0,0000	0,32	0,1255	0,64	0,2389	0,96	0,3315
0,01	0,0040	0,33	0,1293	0,65	0,2422	0,97	0,3340
0,02	0,0080	0,34	0,1331	0,66	0,2454	0,98	0,3365
0,03	0,0120	0,35	0,1368	0,67	0,2486	0,99	0,3389
0,04	0,0160	0,36	0,1406	0,68	0,2517	1,00	0,3413
0,05	0,0199	0,37	0,1443	0,69	0,2549	1,01	0,3438
0,06	0,0239	0,38	0,1480	0,70	0,2580	1,02	0,3461
0,07	0,0279	0,39	0,1517	0,71	0,2611	1,03	0,3485
0,08	0,0319	0,40	0,1554	0,72	0,2642	1,04	0,3508
0,09	0,0359	0,41	0,1591	0,73	0,2673	1,05	0,3531
0,10	0,0398	0,42	0,1628	0,74	0,2703	1,06	0,3554
0,11	0,0438	0,43	0,1664	0,75	0,2734	1,07	0,3577
0,12	0,0478	0,44	0,1700	0,76	0,2764	1,08	0,3599
0,13	0,0517	0,45	0,1736	0,77	0,2794	1,09	0,3621
0,14	0,0557	0,46	0,1772	0,78	0,2823	1,10	0,3643
0,15	0,0596	0,47	0,1808	0,79	0,2852	1,11	0,3665
0,16	0,0636	0,48	0,1844	0,80	0,2881	1,12	0,3686
0,17	0,0675	0,49	0,1879	0,81	0,2910	1,13	0,3708
0,18	0,0714	0,50	0,1915	0,82	0,2939	1,14	0,3729
0,19	0,0753	0,51	0,1950	0,83	0,2967	1,15	0,3749
0,20	0,0793	0,52	0,1985	0,84	0,2995	1,16	0,3770
0,21	0,0832	0,53	0,2019	0,85	0,3023	1,17	0,3790
0,22	0,0871	0,54	0,2054	0,86	0,3051	1,18	0,3810
0,23	0,0910	0,55	0,2088	0,87	0,3078	1,19	0,3830
0,24	0,0948	0,56	0,2123	0,88	0,3106	1,20	0,3849
0,25	0,0987	0,57	0,2157	0,89	0,3133	1,21	0,3869
0,26	0,1026	0,58	0,2190	0,90	0,3159	1,22	0,3883
0,27	0,1064	0,59	0,2224	0,91	0,3186	1,23	0,3907
0,28	0,1103	0,60	0,2257	0,92	0,3212	1,24	0,3925
0,29	0,1141	0,61	0,2291	0,93	0,3238	1,25	0,3944
0,30	0,1179	0,62	0,2324	0,94	0,3264		
0,31	0,1217	0,63	0,2357	0,95	0,3289		



<b>x</b>	<b>F(x)</b>	<b>x</b>	<b>F(x)</b>	<b>x</b>	<b>F(x)</b>	<b>x</b>	<b>F(x)</b>
<b>1,26</b>	0,3962	<b>1,59</b>	0,4441	<b>1,92</b>	0,4726	<b>2,50</b>	0,4938
<b>1,27</b>	0,3980	<b>1,60</b>	0,4452	<b>1,93</b>	0,4732	<b>2,52</b>	0,4941
<b>1,28</b>	0,3997	<b>1,61</b>	0,4463	<b>1,94</b>	0,4738	<b>2,54</b>	0,4945
<b>1,29</b>	0,4015	<b>1,62</b>	0,4474	<b>1,95</b>	0,4744	<b>2,56</b>	0,4948
<b>1,30</b>	0,4032	<b>1,63</b>	0,4484	<b>1,96</b>	0,4750	<b>2,58</b>	0,4951
<b>1,31</b>	0,4049	<b>1,64</b>	0,4495	<b>1,97</b>	0,4756	<b>2,60</b>	0,4953
<b>1,32</b>	0,4066	<b>1,65</b>	0,4505	<b>1,98</b>	0,4761	<b>2,62</b>	0,4956
<b>1,33</b>	0,4082	<b>1,66</b>	0,4515	<b>1,99</b>	0,4767	<b>2,64</b>	0,4959
<b>1,34</b>	0,4099	<b>1,67</b>	0,4525	<b>2,00</b>	0,4772	<b>2,66</b>	0,4961
<b>1,35</b>	0,4115	<b>1,68</b>	0,4535	<b>2,02</b>	0,4783	<b>2,68</b>	0,4963
<b>1,36</b>	0,4131	<b>1,69</b>	0,4545	<b>2,04</b>	0,4793	<b>2,70</b>	0,4965
<b>1,37</b>	0,4147	<b>1,70</b>	0,4554	<b>2,06</b>	0,4803	<b>2,72</b>	0,4967
<b>1,38</b>	0,4162	<b>1,71</b>	0,4564	<b>2,08</b>	0,4812	<b>-2,74</b>	0,4969
<b>1,39</b>	0,4177	<b>1,72</b>	0,4573	<b>2,10</b>	0,4821	<b>2,76</b>	0,4971
<b>1,40</b>	0,4192	<b>1,73</b>	0,4582	<b>2,12</b>	0,4830	<b>2,78</b>	0,4973
<b>1,41</b>	0,4207	<b>1,74</b>	0,4591	<b>2,14</b>	0,4838	<b>2,80</b>	0,4974
<b>1,42</b>	0,4222	<b>1,75</b>	0,4599	<b>2,16</b>	0,4846	<b>2,82</b>	0,4976
<b>1,43</b>	0,4236	<b>1,76</b>	0,4608	<b>2,18</b>	0,4854	<b>2,84</b>	0,4977
<b>1,44</b>	0,4251	<b>1,77</b>	0,4616	<b>2,20</b>	0,4861	<b>2,86</b>	0,4979
<b>1,45</b>	0,4265	<b>1,78</b>	0,4625	<b>2,22</b>	0,4868	<b>2,88</b>	0,4980
<b>1,46</b>	0,4279	<b>1,79</b>	0,4633	<b>2,24</b>	0,4875	<b>2,90</b>	0,4981
<b>1,47</b>	0,4292	<b>1,80</b>	0,4641	<b>2,26</b>	0,4881	<b>2,92</b>	0,4982
<b>1,48</b>	0,4306	<b>1,81</b>	0,4649	<b>2,28</b>	0,4887	<b>2,94</b>	0,4984
<b>1,49</b>	0,4319	<b>1,82</b>	0,4656	<b>2,30</b>	0,4893	<b>2,96</b>	0,4985
<b>1,50</b>	0,4332	<b>1,83</b>	0,4664	<b>2,32</b>	0,4898	<b>2,98</b>	0,4986
<b>1,51</b>	0,4345	<b>1,84</b>	0,4671	<b>2,34</b>	0,4904	<b>3,00</b>	0,4987
<b>1,52</b>	0,4357	<b>1,85</b>	0,4678	<b>2,36</b>	0,4909	<b>3,20</b>	0,4993
<b>1,53</b>	0,4370	<b>1,86</b>	0,4686	<b>2,38</b>	0,4913	<b>3,40</b>	0,4997
<b>1,54</b>	0,4382	<b>1,87</b>	0,4693	<b>2,40</b>	0,4918	<b>3,60</b>	0,4998
<b>1,55</b>	0,4394	<b>1,88</b>	0,4699	<b>2,42</b>	0,4922	<b>3,80</b>	0,4999
<b>1,56</b>	0,4406	<b>1,89</b>	0,4706	<b>2,44</b>	0,4927	<b>4,00</b>	0,499968
<b>1,57</b>	0,4418	<b>1,90</b>	0,4713	<b>2,46</b>	0,4931	<b>4,50</b>	0,499997
<b>1,58</b>	0,4429	<b>1,91</b>	0,4719	<b>2,48</b>	0,4934	<b>5,00</b>	0,499997

### **O'rganganlar asosida bajarish kerak**

1. Eksperiment natijalaridagi noaniqliklarning taqsimlanishi bilan tanishish.
2. Oddiy tasodifiy o'zgaruvchini noma'lum dispersiya bilan matematik kutilish uchun ishonchlilik oralig'ini o'rganish.
3. Ma'lum dispersiyaga ega normal tasodifiy o'zgaruvchining matematik kutilishi uchun ishonchlilik oralig'ini o'rganish.

### **Nazorat savollari**

1. Eksperiment natijalaridagi noaniqliklarning taqsimlanishi haqida nimalarni bilasiz?
2. Oddiy tasodifiy o'zgaruvchini noma'lum dispersiya bilan matematik kutilish uchun ishonchlilik oralig'i qanday aniqlanadi?
3. Ishonchlilik oralig'i qanday topiladi?
4. Ma'lum dispersiyaga ega normal tasodifiy o'zgaruvchining matematik kutilishi uchun ishonchlilik oralig'i qanday aniqlanadi ?

### **ASSISEMENT TOPSHIRIQLARI**

#### **I. Variatsion qatorlar va ularning xususiyatlari mavzusida hisob-grafika ishini bajarish(HGI-1).**

1. Variant tanlab olinadi.
2. Hisob ishlari EHM elektron jadvali yordamida bajariladi.
3. Assisment topshirig'i rasmiylashtiriladi.
4. HGI-1 himoya qilinadi.

#### **II. Regression tahlil elementlari mavzusida hisob-grafika ishini bajarish(HGI-2)**

1. Variant tanlab olinadi.
2. Hisob ishlari EHM elektron jadvali yordamida bajariladi.
3. Assisment topshirig'i rasmiylashtiriladi.
4. HGI-2 himoya qilinadi.

## VI Testlar

№	Test topshirig'i	Javoblar			
		A	B	C	D
1	Asbob ko'rsatkichlarining haqiqiy o'lchash qiymatiga yaqinligi nima deb ataladi?	Aniqlik	Tiniqlik	Xatolik	Asillik
2	Nazorat deb nimaga aytiladi?	Mahsulot xususiyatlarining belgilangan standartlarga muvofiqligini aniqlash bo'yicha operatsiya	Fizik miqdor mavjudligini aniqlashga mo'ljallangan texnik vosita	Mahsulot xususiyatlarini belgilaydigan operatsiya	Mahsulot xususiyatlarini va sifatini belgilaydigan operatsiya
3	Indikator deb nimaga aytiladi ?	Fizik miqdor mavjudligini aniqlash yoki uning maksimal qiymatidan oshib ketishga mo'ljallangan texnik vosita	Fizik miqdor mavjudligini aniqlashga mo'ljallangan texnik vosita	Fizik miqdor maksimal qiymatidan oshib ketishga olib keluvchi vosita	Xabar beruvchi vosita
4	Fizik miqdor mavjudligini aniqlash yoki uning maksimal qiymatidan oshib ketishga mo'ljallangan texnik vosita deb nima tushiniladi ?	Indikator	Datchik	Transformator	Diod
5	Mahsulot xususiyatlarining belgilangan standartlarga muvofiqligini aniqlash bo'yicha operatsiya nima ?	Nazorat	O'lchash	Sanash	Hisoblash
6	O'lchanadigan kattalikning uning o'lchash birligi bilan nisbatini topishni va ushbu kattalikning qiymatini olishni ta'minlaydigan operatsiyalar to'plami nima deb ataladi ?	O'lchash	Sanash	Hisoblash	Belgilash
7	Fanning tarkibiy qismiga nimalar kiradi?	Ilmiy bilimlar tizimi, ilmiy faoliyat va ilmiy muassasa	Nazariy tadqiqot va eksperiment	Loyiha konstruktorlik tadqiq va taqqoslash ishlari	Nazariy tadqiqot va eksperiment, loyiha konstruktorlik tadqiq va taqqoslash ishlari
8	Ilmiy bilimlar tizimi bilim sohalari bo'yicha qanday klassifikatsiyalanadi?	Tabiiy, texnik va ijtimoiy fanlar	Amaliy nazariy	Matematik, fizik	Biologik, astronomik
9	Ilmiy fanning har qanday ko'rinishida unga xos qanday asosiy vazifalari mavjud?	o'rganish va anglash hamda tatbiq etish	o'rganish va anglash	amaliy tatbiq etish	nazariy tadqiqotlar
10	Muayyan korrelyasiya koeffitsientini qo'llash uchun quyidagi shartlarning qaysi biri bajarilmaydi ?	Barcha o'zgaruvchilar normal taqsimotga ega emas deb taxmin qilinadi.	Taqqoslangan o'zgaruvchilar intervallar yoki nisbatlar shkalasida o'lchanishi kerak.	Barcha o'zgaruvchilar normal taqsimotga ega deb taxmin qilinadi.	Taqqoslangan o'zgaruvchilardagi o'zgaruvchan xususiyatlar soni bir xil bo'lishi kerak.
11	O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqlik bo'lmasa, unda bu nimani anglatadi?	nol korrelyasiyani	mavhum korrelyasiyani	musbat korrelyasiyani	manfiy korrelyasiyani
12	Agar bitta o'zgaruvchining o'sishi boshqasining darajasining pasayishi bilan sodir bo'lsa, unda bu nimani anglatadi?	manfiy korrelyasiyani	nol korrelyasiyani	mavhum korrelyasiyani	musbat korrelyasiyani
13	Agar bir o'zgaruvchi darajasining	musbat	manfiy	nol korrelyasiyani	mavhum

	oshishi boshqasining darajasining oshishi bilan birga bo'lsa, unda bu nimani anglatadi?	korrelyasiyani	korrelyasiyani		korrelyasiyani
14	Ilmiy ijod bilan shug'ullanish va kishilik jamiyati farovonligini oshirishga yo'naltirilgan ilmiy-texnikaviy maxsulot yaratish strategiyasi va taktikasining asosini nima tashkil qiladi?	Ilmiy tadqiqotlar samaradorligi	YAngilik mezoni	YAngi maxsulot namunasi	YAratilgan qurilma
15	Qanday yangiliklar ixtiro deb qabul qilinadi?	yangi uslub, qurilma, moddalar	yangi samarali takliflar	yangi ishlab chiqarish uchun foydali takliflar	yangi tadbirlar majmui
16	Xalqaro patentlar klassifikatori bo'limlari necha qismdan iborat?	8	12	5	3
17	Ma'lumotlarni izlash, saqlash, ularga ishlov berishni ta'minlovchi bitta yoki bir nechta ma'lumotlar bazasi va boshqaruv tizimlaridan iborat avtomatlashtirilgan axborot tizimi nima deyiladi?	Ma'lumotlar banki	Ma'lumotlar bazasi	Axborot resurslari	Xujjatlar
18	Ko'zlangan mqsadga etish uchun etarli bo'lgan va undagi ma'lumotlarni avtomatik qayta ishlash imkonini beruvchi mashinada o'qiy oladigan ko'rinishdagi ma'lumotlar to'plami nima deyiladi?	Ma'lumotlar bazasi	Axborot resurslari	Ma'lumotlar banki	Xujjatlar
19	Biron bir axborot tizimining (resurs markazi, axborot markazi) faoliyati natijasi nima deb nomlanadi?	Axborot maxsuloti	Bibliografik ro'yxat	Axborot resurslar	Katalog
20	Ma'lumotlarni nashriy manbalariga nimalar kiradi?	Kitoblar va davriy nashrlar	Kitoblar va gazetalar	Jurnal va gazetalar	Maqolalar
21	Mevani quritishdan oldin elektr impulsi ishlov berish qurilmasining asosiy parametrlari nima?	ishlov berish kuchlanishi, kondensator sig'imi, impulslar soni	ishlov berish kuchlanishi, quvvati	kondensator sig'imi, impulslar soni	kondensator sig'imi, ishlov berish kuchlanishi, quvvati
22	Ta'lim tizimidagi fan siyosatining asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:	ilmiy va pedagogik kadrlar tayyorlash	o'quv jarayonini ilmiy-metodik ta'minlashni takomillashtirish	ilmiy faoliyatni rejalashtirish va moliyalashtirishni takomillashtirish	innovatsion loyihalarni ishlab chiqish
23	Suyuq chiqindilarga ozon bilan ishlov berishda me'yor (doza) nima?	konsentratsiya va ishlov berish vaqti funksiyasi	kuchlanish va suyuqlik	suyuqlik va havo sarfi	chiqindi tarkibi
24	Suyuq chiqindilarga ozon bilan ishlov berishda konsentratsiya nima?	kuchlanish va havo sarfi funksiyasi	kuchlanish va suyuqlik	suyuqlik va havo sarfi	chiqindi tarkibi
25	Havodagi unipolyar ionlar maxsulotni saqlashga qanday ta'sir ko'rsatadi?	meva ustida ion qobiq hosil qilib uni himoya qiladi modda almashinish jarayonini sekinlashtiradi	mevada metabolizmni tezlashtirib uni tez eskirib, so'lib qolishiga olib keladi	hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi	mikroorganizmlarni xalok qiladi, kasallanishni kamaytiradi
26	Hisoblash eksperimentining texnikaviy asosini nima tashkil qiladi?	Elektron hisoblash mashinalari	Amaliy matematika	Matematik modellashtirish	Fizika
27	Hisoblash eksperimentining nazariy asosini nima tashkil qiladi ?	Empirik matematika	Matematik modellashtirish	Fizika	Informatika
28	Hisoblash eksperimentining birinchi bosqichida tadqiq etilayotgan ob'ektning nimasi yaratiladi ?	Matematik modeli	Hisoblash algoritmi	Programmasi	Programmalashtirildi

29	$N = 2^n$ ifoda bilan nimani aniqlanadi?	Aktiv rejalashtirishda n-faktorli tajribalar sonini	Passiv rejalashtirishda n-faktorli tajribalar sonini	Aktiv rejalashtirishda tajribalar sonini	Passiv rejalashtirishda tajribalar sonini
30	Aktiv rejalashtirishda n-faktorli tajribalar soni qanday aniqlanadi?	$N = 2^n$	$Y = KX$	$n = kx_i$	$N = n^2$
31	Etalon nima?	muayyan kattalik birligining o'lchamini boshqa o'lchash vositalariga o'tkazish maqsadida uni qayta hosil qilish va saqlash uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi;	muayyan kichiklik birligining o'lchamini boshqa o'lchash vositalariga o'tkazish maqsadida uni qayta hosil qilish va saqlash uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi;	muayyan kattalik birligining o'lchamini boshqa o'lchash vositalariga o'tkazish maqsadida uni qayta hosil qilish va sotish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi;	muayyan kattalik birligining o'lchamini boshqa o'lchash mexanizmlariga o'tkazish maqsadida uni qayta hosil qilish va saqlash uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi;
32	O'lchash vositasi nima?	o'lchashlar uchun foydalaniladigan va normalangan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnika vositasi;	o'lchashlar uchun foydalaniladigan va normalangan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnika;	o'lchashlar uchun foydalaniladigan va normaladagi metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnika vositasi;	o'lchashlar uchun foydalaniladigan va normalangan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnika quroli;
33	O'lchashlarni bajarish uslubiyoti deganda nima tushuniladi?	o'lchashlarning bajarilishini va ularning natijalari belgilangan aniqlik ko'rsatkichlari bilan olinishini ta'minlaydigan operatsiyalar va qoidalar majmui;	o'lchashlarning bajarilishini va natijalari belgilangan aniqlik ko'rsatkichlari bilan olinishini ta'minlaydigan operatsiyalar va qoidalar majmui;	o'lchashlarning bajarilishini va ularning natijalari belgilangan aniqlik ko'rsatkichlari bilan olinishini ta'minlaydigan operatsiyalar majmui;	o'lchashlar uchun foydalaniladigan va normalangan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnika;
34	Umumiy o'lchash tizimi qanday ketma-ketlikka ega?	O'lchanadigan qiymat, Sezgir element, Signalni o'zgartirishning ost tizimi, Ko'rsatkich yoki yozgich;	O'lchanadigan qiymat, Signalni o'zgartirishning ost tizimi, Ko'rsatkich yoki yozgich, Sezgir element;	O'lchanadigan qiymat, Ko'rsatkich yoki yozgich, Sezgir element, Signalni o'zgartirishning ost tizimi;	O'lchanadigan qiymat, Sezgir element, Ko'rsatkich yoki yozgich, Signalni o'zgartirishning ost tizimi;
35	Qanday xatoliklar statik xatoliklar deb ataladi?	vaqt mobaynida kattalikning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar;	vaqt mobaynida qiymatning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar;	vaqt mobaynida natijaning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar;	vaqt mobaynida bilimning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar;
36	Dinamik xatoliklarga tegishli bo'lgan javobni ko'rsating.	kattalikning vaqt mobaynida o'zgarishiga bog'liq bo'lgan xatoliklar;	kattalikning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar;	vaqt mobaynida natijaning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar;	vaqt mobaynida bilimning o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan xatoliklar;
37	Ifodalanish usuli bo'yicha o'lchash o'zgartirishning xatoliklari qanday turlarga bo'linadi?	absolyut, keltirilgan, nisbiy;	absolyut, uslubiy, instrumental;	absolyut, asosiy, qo'shimcha;	absolyut, additivli, multiplikativ;
38	Paydo bo'lish manbasi bo'yicha o'lchash o'zgartirishning xatoliklari qanday turlarga bo'linadi?	uslubiy, instrumental;	absolyut, instrumental;	absolyut, asosiy;	additivli, multiplikativ;
39	Sabab va paydo bo'lish sharoitlari bo'yicha o'lchash o'zgartirishning xatoliklari qanday turlarga bo'linadi?	asosiy, qo'shimcha;	absolyut, instrumental;	absolyut, asosiy;	additivli, multiplikativ;
40	Normal sharoit deganda qanday	temperatura	temperatura	temperatura	temperatura

	<b>parametrlar tushuniladi?</b>	20°C±5°C, havo namligi 65%±15%, atmosfera bosimi (750±30) mm.sim.ust.;	20°C±5°C, havo namligi 95%±15%, atmosfera bosimi (750±30) mm.sim.ust.;	30°C±5°C, havo namligi 65%±15%, atmosfera bosimi (750±30) mm.sim.ust.;	20°C±5°C, havo namligi 65%±15%, atmosfera bosimi (790±10) mm.sim.ust.;
41	<b>Qaysi javobda kattaliklarning o'lchov birliklari to'g'ri keltirilgan?</b>	Elektr-kuchlanishi(potensi ali)-V,Elektr qarshilik-Om,Elektr o'tkazuvchanlik - Sm, elektr sig'im - F, Induktivlik-Gn, Magnit induksiya-Tl;	Elektr kuchlanishi (potensial) - A, elektr qarshilik - Om,Elektr o'tkazuvchanlik - F, elektr sig'im - Sm, Induktivlik - Kl, Magnit induksiya - Tl;	Elektr kuchlanishi (potensial)-V, elektr qarshilik - Om,Elektr o'tkazuvchanlik - Kl, elektr sig'im - Tl, Induktivlik - Vb,Magnit induksiya - Om;	Elektr kuchlanishi (potensial)-V, elektr qarshilik - Om,Elektr o'tkazuvchanlik - F, elektr sig'im - Sm, Induktivlik-Gn, Magnit induksiya - Tl maqsadida uni qayta hosil qilish va saqlash uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi;
42	<b>Qanday xatolik multiplikativ xatolik deyiladi?</b>	O'lchash asbobining o'lchash chegarasiga bog'liq bo'lgan xatolik;	O'lchash asbobining o'lchash chegarasiga bog'liq bo'lmagan xatolik;	O'lchash natijasiga qo'shib boriladigan xatolik;	O'lchash natijasidan ayriladigan xatolik;
43	<b>Qo'shimcha qarshiliklarning vazifasi nimadan iborat?</b>	O'lchash vositalarining o'lchash chegarasini kengaytirish;	O'lchash vositalarni himoya qilish;	O'lchash vositalarning ishonchliligini oshirish;	O'lchash vositalarni o'lchash chegarasini himoyalash;
44	<b>Qo'shimcha qarshilik vazifasi nimadan iborat?</b>	Voltmetrning o'lchash chegarasini kengaytirish;	Ampermetrning o'lchash chegarasini kengaytirish;	Vattmetrning o'lchash chegarasini kengaytirish;	Fazometrning o'lchash chegarasini kengaytirish;
45	<b>Elektrodinamik vattmetr qanday quvvatni o'lchaydi?</b>	Aktiv quvvat;	To'la quvvat;	Oniy quvvat;	Oniy aktiv quvvat;
46	<b>Elektrodinamik o'lchash mexanizmi asosan qaysi o'lchash asbobida ishlatiladi?</b>	Vattmetrda;	Ampermetrda;	Voltmetrda;	Fazometrda;
47	<b>Voltmetr (V) yordamida o'zgarmas tok zanjirida kuchlanish o'lchanmoqda. Ushbu o'lchash usuli qaysi o'lchash usuliga kiradi?</b>	Bevosita o'lchash;	Solishtirma o'lchash usuli;	Solishtirib o'lchash;	Bilvosita o'lchash;
48	<b>Vattmetr yordamida aktiv quvvat o'lchanmoqda. Bu usul qanday o'lchash usuliga kiradi?</b>	Bevosita baholash;	Taqqoslab o'lchash;	Nol o'lchash usuli;	Differensial usulda o'lchash;
49	<b>Tok omburlarining (kleshi) asosiy vazifasi nimadan iborat?</b>	Zanjirni uzmasdan tokni o'lchash;	Quvvatni o'lchash;	Kuchlanishni o'lchash;	Zanjirni uzmasdan quvvatni o'lchash;
50	<b>Qaysi ideal o'lchash asbobining ichki qarshiligi <math>\infty</math> ga teng ?</b>	Voltmetr;	Ampermetr;	Vattmetr;	Fazometr;
51	<b>Qaysi ideal o'lchash asbobining ichki qarshiligi 0 ga teng ?</b>	Ampermetr;	Voltmetr;	Vattmetr;	Fazometr;
52	<b>Suvning vodorod ko'rsatgichini qanday asbob yordamida o'lchash mumkin?</b>	pH – metr;	testr;	multimetr;	fazometr;
53	<b>Suv sathining o'lchov birligini ko'rsating?</b>	m	litr	$m^3 / s$	kg
54	<b>Rezistiv o'lchash o'zgartgichlarining eng asosiy kamchiligi nimadan iborat?</b>	O'zgaruvchan rezistordagi harakatlanuvchi kontaktning tezda ishdan chiqishidir;	O'zgaruvchan rezistor chiziqiy siljishni o'lchashga muljallangandir;	O'zgaruvchan rezistorning funksional o'zgartkich bo'lib ishlashidir;	O'zgaruvchan rezistor–burchak siljishning o'zgartgichi sifatida330 ÷ 340 <sup>0</sup> da ishlay olishidir;

55	Quvurdagi suv bosimining o'lchash birligi qaysi javobda to'g'ri keltirilgan ?	Paskal;	Litr;	Nyuton;	Farada;
56	Namlikni qanday asbob yordamida o'lchash mumkin?	gigrometr;	manometr;	fazometr;	chastotamer;
57	Aylanishlar tezligi qanday asbob yordamida o'lchanadi?	Taxometr;	Ampermetr;	Multmetr;	Testr;
58	O'lchash vositasining sezgirligi deb nimaga aytiladi ?	O'lchash vositasi chiqish kattaligi orttirmasining kirish kattaligi orttirmasiga nisbatiga aytiladi;	Absolyut xatolikning haqiqiy qiymatga nisbatiga aytiladi;	O'lchash vositasi kirish kattaligi orttirmasining chiqish kattaligi orttirmasiga nisbatiga aytiladi;	Absolyut xatolikning maksimal qiymatga nisbatiga aytiladi;
59	O'nlik kodi bo'yicha yozilgan $2 \cdot 10^2$ ; $6 \cdot 10^1$ ; $9 \cdot 10^0$ ; sonlari qanday qiymatga ega?	269	962	629	926
60	O'nlik raqamlar sistemasida yozilgan 9 sonini ikkilik kodlarda ifodalang?	1001	0101	1100	0011
61	O'nlik raqamlar sistemasida yozilgan 7 sonini ikkilik kodlarda ifodalang?	0111	0101	0011	1100
62	O'nlik raqamlar sistemasida yozilgan 12 sonini ikkilik kodlarda ifodalang?	1100	0101	1000	0011
63	Qanday vositaga o'lchash vositasi deb aytiladi?	o'lchashlar uchun foydalaniladigan va normalangan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnika vositaga;	o'lchashlar uchun foydalaniladigan va normalangan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnikaga;	o'lchashlar uchun foydalaniladigan va normaladagi xususiyatlarga ega bo'lgan texnika vositasi;	o'lchashlar uchun foydalaniladigan va metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnika quroli;
64	O'lchashlarni bajarish uslubiyoti to'g'ri ko'rsatilgan javobni ko'rsating.	o'lchashlarning bajarilishini hamda ularning natijalari belgilangan aniqlik ko'rsatkichlari bilan olinishini ta'minlaydigan operatsiyalar va qoidalar majmui;	o'lchashlarning bajarilishini hamda natijalari belgilangan aniqlik ko'rsatkichlari bilan olinishini ta'minlaydigan operatsiyalar va qoidalar majmui;	o'lchashlarning bajarilishini hamda ularning natijalari belgilangan aniqlik ko'rsatkichlari bilan olinishini ta'minlaydigan operatsiyalar majmui;	o'lchashlar uchun foydalaniladigan hamda normalangan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnika;
65	Analogli o'lchash asbobining struktura sxemasi qanday ketma-ketlikga ega?	O'lchash zanjiri, O'lchash mexanizmi, Qayd etish qurilmasi zanjiri;	O'lchash zanjiri, Qayd etish qurilmasi zanjiri, O'lchash mexanizmi;	Qayd etish qurilmasi zanjiri, O'lchash mexanizmi, Ko'rsatkich yoki yozgich;	O'lchadanigan qiymat, O'lchash mexanizmi, Ko'rsatkich yoki yozgich;
66	Pezorezistorli datchikning andozali chiqish(kuchlanishning bosimga bog'liqligi) xarakteristikasi qanday ko'rinishga ega bo'ladi?	to'g'ri chiziqli;	nochiziqli;	parabola ko'rinishida;	giperbola ko'rinishida;
67	Pezorezistorli datchikning andozali chiqish xarakteristikasi qanday ko'rinishga ega?	absissa o'qiga qiya to'g'ri chiziqli;	birinchi chorakda joylashgan egri to'g'ri chiziqli;	absissa o'qiga teguvchi parabola ko'rinishida;	ordinata va absissa o'qlariga tegmaydigan giperbola ko'rinishida;
68	Nuqtalar o'rniga to'g'ri jumlani tanlang: "Ossillograf signal vaqt oraliklarini, jumladan signalning davrini ham, o'lchash imkonini beradi. CHunki ...".	...signal chastotasi uning davriga teskari proporsionaldir.	...signal chastotasi uning davriga to'g'ri proporsionaldir.	...signal chastotasi uning amplitudasiga teskari proporsionaldir.	...signal chastotasi uning faza siljishiga teskari proporsionaldir.

69	Analog kirish signalini raqamli kodga o'tkazish jarayoni nima?	Analog-raqamli o'zgartirish	Raqamli analog-o'zgartirish	Analogli o'zgartirish	Raqamli o'zgartirish
70	Ishonchlilik chegaralari deb nimaga aytiladi?	Ishonchlilik oralig'ini belgilaydigan ikkita qiymat	Ishonchlilik oralig'ini belgilaydigan uchta qiymat	Ishonchlilik oralig'ini belgilaydigan to'rtta qiymat	Ishonchlilik oralig'ini belgilaydigan beshta qiymat
71	Belgilangan oraliqda istalgan qiymatga doimiy ravishda erisha oladigan tasoddiy kattalik nima?	Uzluksiz (doimiy) tasoddiy o'zgaruvchi	Uzluksiz tasoddiy o'zgaruvchi	Uzluksiz (doimiy) tasoddiy o'zgaruvchi	Uzluksiz o'zgaruvchi
72	"Egri chiziq ma'lumotlar to'plamiga qanchalik mos kelishini o'lchashda 1 qiymati mukammal munosabatlarni bildiradi va 0 qiymati munosabatlarning yo'qligini bildiradi". Bu yerda nima haqida fikr bayon qilingan?	Korrelyasiya koeffitsienti haqida	Konkordatsiya koeffitsienti haqida	O'xshashlik koeffitsienti haqida	Transformatsiya koeffitsienti haqida
73	Ikkinchi darajali chiziqli dinamik tizimlarning ammortizatsiya xususiyatlarini aniqlash uchun ishlatiladigan parametr - bu...deb ataladi.	dempferlash koeffitsienti	konkordatsiya koeffitsienti	o'xshashlik koeffitsienti	korrelyasiya koeffitsienti
74	Signalning boshlang'ich holatida diskret mumkin bo'lgan qiymatli ma'lumot nima deb ataladi ?	Raqamli ma'lumotlar	Raqamsiz ma'lumotlar	Matnli ma'lumotlar	Matnsiz ma'lumotlar
75	Kirish signalining ma'lum o'zgarishi qurilmaga qo'llaniladigan va chiqish signali vaqtga bog'liq yozib olinadigan kalibrlash jarayoni nima deb ataladi ?	Dinamik kalibrlash	Statik kalibrlash	Sodda kalibrlash	Murakkab kalibrlash
76	Qurilma chiqish signalining kirish chastotasiga qarab o'zgarishi nimani bildiradi ?	Chastotali xarakteristikani	Kirish xarakteristika-sini	Chiqish xarakteristika-sini	Volt-amper xarakteristikani
77	To'rt faol element yoki tenzodatchiklardan foydalangan holda Uitston - ko'priklar konfiguratsiyasi nima deb ataladi?	To'liq ko'priklar	Noto'liq ko'priklar	Muvozanatli ko'priklar	Muvozanatsiz ko'priklar
78	Mutlaq(absolyut) bosim va atrof-muhitning bosimi o'rtasidagi farq nima?	Ortiqcha bosim	Atmosfera bosimi	Kam bosim	Vakuum
79	Ikki faol elementli yoki tenzodatchikli bo'lgan Uitston ko'prigi nima deb nomlanadi?	YArim ko'priklar	To'liq ko'priklar	Noto'liq ko'priklar	Muvozanatli ko'priklar
80	Qaysi javobda "Uch sigma" qonuniga aynan mos keladigan tajribalarning soni to'g'ri ko'rsatilgan?	370 marta	37 marta	300 marta	3700 marta
81	Qaysi javobda tekis gorizontalsirtga cheksiz marta tashlangan tangani old va orqa tomonlarining tushish ehtimolligi katta sonlar qonuniga mos kelishi to'g'ri ko'rsatilgan?	Ellikka ellik	Qirqa oltmish	Beshga to'qson besh	To'qson beshga besh
82	Idish ichida o'n dona sharcha bor va uladan ikkitasi oq va sakkiztasi ko'k rangli. Qaramasdan olingan sharchaning oq rangli bo'lishi ehtimolligini toping.	2/10 marta	8/10 marta	2/8 marta	2/12 marta



83	Axborot birligi sifatida bitta bitni qabul qilishni kim birinchi taklif qilgan?	Klod SHannon	Bliz Paskal	A.Kravsov	N.Kotelnikov
84	Nuqtalar o'rniga to'g'ri javobni tanlang: "Agar bitta o'zgaruvchining o'sishi boshqasining darajasining pasayishi bilan sodir bo'lsa, unda ular...".	... <i>manfiy korrelyasiya</i> ekanligi haqida gapiramiz.	... <i>musbat korrelyasiya</i> haqida gapiramiz.	...1 dan katta <i>konkordatsiya koeffitsienti</i> haqida gapiramiz	...1 dan kichik <i>konkordatsiya koeffitsienti</i> haqida gapiramiz
85	"Musbat korrelyasiya" deganda nima tushuniladi?	Bir o'zgaruvchi darajasining oshishi ikkinchi bir o'zgaruvchi darajasining oshishi bilan birga bo'lishi tushuniladi.	Agar bir o'zgaruvchi darajasining oshishi boshqasining darajasining pasayishi bilan birga bo'lishi tushuniladi.	O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqlik bo'lmasligi tushuniladi.	O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqlik ijobiy bo'lmasligi tushuniladi.
86	"Nol korrelyasiya" deganda nima tushuniladi?	O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqlik bo'lmasligi tushuniladi.	Agar bir o'zgaruvchi darajasining oshishi boshqasining darajasining pasayishi bilan birga bo'lishi tushuniladi.	O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqlik bo'lmasligi tushunilmaydi.	O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqlik ijobiy bo'lmasligi tushuniladi.
87	"Manfiy korrelyasiya" deganda nima tushuniladi?	Bir o'zgaruvchi darajasining oshishi ikkinchi bir o'zgaruvchi darajasining pasayishi bilan birga bo'lishi tushuniladi.	Agar bir o'zgaruvchi darajasining oshishi boshqasining darajasining pasayishi bilan birga bo'lishi tushuniladi.	O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqlik bo'lmasligi tushuniladi.	O'zgaruvchilar o'rtasida bog'liqlik ijobiy bo'lmasligi tushuniladi.
88	Idishdagi bosim(Pa) o'lchanganda quyidagi qiymatlar olindi: 20.0; 40.4; 60.8; 80.2. O'rtacha bosim nimaga teng bo'ladi ?	50.35 Pa	50.95 Pa	50.65 Pa	51.45 Pa
89	Qaysi ifoda motorni elektr tarmog'idan o'chirigandagi sovush jarayonining issiqlik balansi tenglamasini ifodalaydi ?	$Qdt = AEdt + cdE$	$A_0 \tau_0 dt + cdE = 0$	$Qdt = cdE$	$Qdt = AEdt$
90	Natijaviy issiqlik oqimini aniqlovchi quyidagi ifoda qaysi qonunga tegishli: $Q_{12} = \varepsilon \cdot C_0 \cdot \left[ \frac{\varepsilon_1}{A_1} \cdot \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \frac{\varepsilon_2}{A_2} \cdot \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F_{12}$	Stefan-Boltsman qonuniga.	Nyuton qonuniga.	Joul-Lens qonuniga.	Fure qonuniga.
91	Ma'lumki, issiqlik konveksiya, issiqlik o'tkazuvchanlik yoki nurlanish orqali uzatiladi. Mazkur jarayonlarda ishtirok etuvchi Fure ifodasida qatnashgan kattaliklarning to'g'ri ketma-ketligini aniqlang: $Q = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial l} \cdot F \cdot \tau ?$	issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (J/(m·grad·sek)), harorat gradienti(grad/m), yuza(m <sup>2</sup> ), jarayonning ta'sir davomiyligi(sek).	issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (J/m·grad·sek), jarayonning ta'sir davomiyligi(sek), aniq gradient, yuza(m <sup>2</sup> ).	issiqlik almashinuv koeffitsienti(Vt/m <sup>2</sup> g rad), jisim va muhit orasidagi haroratlar farqi(grad), issiqlik almashinuv yuzasi(m <sup>2</sup> ).	issiqlik almashinuv koeffitsienti(Vt/m <sup>2</sup> g rad), jarayonning ta'sir davomiyligi(sek), issiqlik almashinuv yuzasi(m <sup>2</sup> ).
92	Ma'lumki, issiqlik konveksiya, issiqlik o'tkazuvchanlik yoki nurlanish orqali uzatiladi. Mazkur jarayonlarda ishtirok etuvchi	issiqlik almashinuv koeffitsienti(Vt/m <sup>2</sup> g rad), issiqlik almashinuv	issiqlik almashinuv koeffitsienti(Vt/m <sup>2</sup> g rad), issiqlik almashinuv	issiqlik almashinuv koeffitsienti(Vt/m <sup>2</sup> g rad), jisim va muhit orasidagi haroratlar	issiqlik almashinuv koeffitsienti(Vt/m <sup>2</sup> g rad), jarayonning ta'sir

	<b>Nyuton ifodasida qatnashgan kattaliklarning to'g'ri ketma-ketligini aniqlang: <math>Q = \alpha \cdot F \cdot \Delta t \cdot \tau</math> ?</b>	yuzasi(m <sup>2</sup> ), jisim va muhit orasidagi haroratlar farqi(grad), jarayonning ta'sir davomiyligi(sek).	yuzasi(m <sup>2</sup> ), jarayonning ta'sir davomiyligi(sek), jisim va muhit orasidagi haroratlar farqi(grad).	farqi(grad), jarayonning ta'sir davomiyligi(sek), issiqlik almashinuv yuzasi(m <sup>2</sup> ).	davomiyligi(sek), issiqlik almashinuv yuzasi(m <sup>2</sup> ), jisim va muhit orasidagi haroratlar farqi(grad).
93	<b>Har qanday ob'ektlarni modellari orqali o'rganishga asoslangan ilmiy bilish usuli:</b>	Modellashtirish	Analogiya	Eksperiment	Sintez
94	<b>Faoliyat natijalariga ko'ra fan quyidagilar bo'lishi mumkin:</b>	fundamental, amaliy va ishlanmalar shaklida	fundamental	amaliy	ishlanmalar shaklida
95	<b>"Fan" tushunchasining mazmunini ko'rib chiqishda quyidagi yondashuvlar amalga oshiriladi:</b>	tarkibiy, tashkiliy va funksional	tarkibiy	tashkiliy	funksional
96	<b>Tadqiqotning maqsadi ...</b>	metodologiyaning barcha tarkibiy elementlarini bir-biriga bog'laydigan, o'rganish tartibini, uning bosqichlarini belgilaydigan asosiy g'oya	tadqiqot natijalarining adabiy taqdimoti	faktli materiallarni to'plash	rejalashtirilgan eksperimentni o'tkazish
97	<b>_____ - tabiat, jamiyat va tafakkur haqida yangi bilimlarni olishga qaratilgan tadqiqot sohasi.</b>	fan	tasdiqlash	tushuncha	nazariya
98	<b>_____ - muayyan natijalarga erishilganda nazariy bilim va voqelikni amaliy o'zgartirish texnikasi, operatsiyalari va usullari to'plami.</b>	metod	prinsip	eksperiment	ishlanma
99	<b>"Muayyan korrelyasiya koeffitsientini qo'llash uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:" Quyidagi javoblar orasidan yagona noto'g'ri javobni tanlang.</b>	Barcha o'zgaruvchilar normal taqsimotga ega deb taxmin qilinadi.	Taqqoslangan o'zgaruvchilar intervallar yoki nisbatlar shkalasida o'lchanishi kerak.	Barcha o'zgaruvchilar normal taqsimotga ega deb taxmin qilinadi.	Taqqoslangan o'zgaruvchilardagi o'zgaruvchan xususiyatlar soni bir xil bo'lishi kerak.
100	<b>Idishdagi harorat(°C) o'lchanganda quyidagi qiymatlar olindi: 44.9; 102.4; 142.3; 164.8. O'rtacha harorat nimaga teng bo'ladi ?</b>	113.6 °C	104.9 °C	109.6 °C	108.5 °C

## VII GLOSSARIY

Atamaning o'zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rus tilida nomlanishi	Atamaning ma'nosi
Analogli Multiplekser (MUX)	Analog Multiplexer (MUX)	Аналоговый мультиплексор (MUX)	Har qanday kirish to'plamini bitta chiqishga ulash uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan elektron kommutatsiya moslamasi.
Analog-raqamli (A/R) o'zgartirish	Analog-to-Digital (A/D) Conversion	Аналого-сифровое (A/S) преобразование	Analog kirish signalini raqamli kodga o'tkazish jarayoni.
Anemometr	Anemometer	Anemometr	Havo oqimining tezligini o'lchash yoki ko'rsatish uchun asbob. Ba'zan velosimetr o'rnida umumiy ma'noda ishlatiladi.
ANOVA (dispersiyali tahlil qilish)	ANOVA (Analysis of Variance)	ANOVA (дисперсион-ный анализ)	Sinov (test) ma'lumotlari korrelyasiyasining (o'zaro bog'liqligining) statistik usuli.
Kalibrlash	Calibration	Kalibrovka	O'lchash moslamasiga o'lchanayotgan kattaliklari ko'rsatilgan shartlar belgilangan sharoitlarda qo'llaniladigan va tegishli chiqish ko'rsatkichlari qayd etiladigan sinov.
Kalibrlash sikli (aylanishi)	Calibration Cycle	Sikl kalibrovki	Ma'lum kirish qiymatlariga nisbatan asbob chiqishidan iborat ma'lumotlar to'plami.
Komparator	Komparator	Komparator	Ikkita kirish kuchlanishning qiymatini taqqoslaydigan va ikkita kirish kuchlanishidan birini ishlab chiqaradigan, bu katta kirish qiymatini aniqlaydi.
Ishonchlilik oralig'i	Confidence Interval	Доверительный интервал	To'plam parametrini o'z ichiga olgan taxminiy (chamalangan) interval.
Ishonchlilik darajasi	Confidence Level	Уровень надежности	$\alpha$ tasodifiy o'zgaruvchining belgilangan intervalda yotish ehtimolligi. Ishonchlilik darajasi bilan bir xil.
Ishonchlilik chegaralari	Confidence Limits	Пределы надежности	Ishonchlilik oralig'ini belgilaydigan ikkita qiymat.
Uzluksiz (Doimiy) tasodifiy o'zgaruvchi	Continuous Random Variable	Непрерывная случайная переменная	Belgilangan oraliqda istalgan qiymatga uzluksiz ravishda erisha oladigan tasodifiy kattalik.
O'tkazish vaqti	Conversion Time	Время конверсии	Ma'lumotlarni yig'ish tizimida analog-raqamli o'zgartirgich uchun analog kirishdan raqamli chiqish hosil qilish uchun zarur bo'lgan vaqt yoki raqamli kirishdan analog chiqishni aniqlash uchun raqamli-analogli o'zgartirgich uchun vaqt.
Koriolis Kuchi	Coriolis Force	Sila Koriolisa	Jismning harakati aylanuvchi mos sanoqlar tizimida o'rganilganda paydo bo'ladigan kuch.
Korrelyasiya koeffitsienti, $r$	Correlation Coefficient, $r$	Koeffitsient korrelyasii, $r$	Egri chiziq ma'lumotlar to'plamiga qanchalik mos kelishini o'lchash. 1 qiymati mukammal munosabatlarni bildiradi. Va 0 qiymati

			munosabatlarning yo'qligini bildiradi.
Hisoblagich	Counter	Schetchik	Impulslarni hisoblash uchun apparatli sxemasi.
Ma'lumotlarni yig'ish	Data Acquisition	Poluchenie dannых	Datchiklar va o'zgartirgichlar kabi real manbalardan olingan ma'lumotlarning haqiqiy olinishi.
Detsibel (dB)	Decibel (dB)	Detsibel (dB)	Ikki signal darajasining nisbatini logarifmik o'lchash.
Erkinlik darajasi	Degrees of Freedom	Stepeni svobody	Namunaviy statistikani taxmin qilish uchun mavjud bo'lgan mustaqil o'lchashlar soni. Erkinlik darajasi yangi statistikani hisoblash uchun foydalanilgan har bir oldindan hisoblangan statistika uchun bittaga kamaytiriladi.
Zichlik funksiyasi $f(x)$	Denistry Function, $f(x)$	Funksiya plotnosti, $f(x)$	Uzluksiz tasodifiy o'zgaruvchining ruxsat etilgan qiymatlardan birini qabul qilish ehtimoli $w$ funksiyasi.
Raqamli ma'lumotlar	Digital Data	Sifrovые данные	Signalning boshlang'ich holatida diskret mumkin bo'lgan qiymatli ma'lumot. Raqamli ma'lumotlar odatda ikkilik kod yordamida namoyish etiladi.
Raqamli kodlovchi	Digital Encoder	Sifrovoy kodirovщik	CHiziqli yoki burchakli siljishni to'g'ridan-to'g'ri raqamli signalga o'zgartiradigan qurilma.
Diskret tasodifiy o'zgaruvchi	Discrete Random Variable	Diskretnaya sluchaynaya peremennaya	Faqat ma'lum bir diskret qiymatlarga ega bo'lishi mumkin bo'lgan tasodifiy kattalik.
Dopler effekti	Doppler Effect	Effekt Dopplera	Harakatlanuvchi ob'ekt generatsiyalangan yoki aks ettirganda to'lqin chastotasining o'zgarishi. Ovoz yoki elektromagnit to'lqinlarga taalluqli bo'lishi mumkin.
Quruq termometrning harorati	Dry-Bulb Temperature	Temperatura suxogo termometra	Harorat sensori bilan o'lchangan gazning harorati. SHuningdek, "Nam termometrning harorati" ni ham qarang.
Elementar xatolik	Elemental Error	Elementarnaya oshibka	O'lchash xatoligining individual manbai.
Xatolik	Error	Oshibka	O'lchash tizimi tomonidan ko'rsatilgan qiymat bilan o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati o'rtasidagi farq.
Suzuvchi nuqta raqamlari	Floating-Point Numbers	CHisla s plavayущey zapyatoy	O'nli qismlarni o'z ichiga olgan yoki eksponenta shaklida yozilgan haqiqiy sonlar.
To'liq o'lchash shkalasi	Full Scale	Polnaya shkala	Maksimal kirishni o'lchash belgilangan(ko'rsatilgan) tizimi.

## VIII ADABIYOTLAR RO‘YXATI

### I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга кураамиз. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 488 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. 1-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 592 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-жилд. Т.: “Ўзбекистон”, 2018. – 507 б.
4. Мирзиёев Ш.М. Нияти улуғ халқнинг иши ҳам улуғ, ҳаёти ёруғ ва келажаги фаровон бўлади. 3-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.
5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тикланишдан – миллий юксалиш сари. 4-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2020. – 400 б.

### II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

6. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2018.
7. Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда қабул қилинган “Таълим тўғрисида”ги ЎРҚ-637-сонли Қонуни.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июнь “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрель “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 19 февраль “Ахборот технологиялари ва коммуникациялари соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5349-сонли Фармони.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.
14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июнь “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетда талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.
15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармони.
16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш

концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармони.

17. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 21 май “«Электрон ҳукумат» тизими доирасида ахборот-коммуникация технологиялари соҳасидаги лойиҳаларни ишлаб чиқиш ва амалга ошириш сифатини яхшилаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4328-сонли Қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 5 октябрь “Рақамли Ўзбекистон-2030” Стратегиясини тасдиқлаш ва уни самарали амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-6079-сонли Фармони.

### III. Махсус адабиётлар

20. A. Radjabov. Ilmiy tadqiqot asoslari. Darslik-Toshkent, ToshDAU bosmaxonasi, 2010 y.
21. M.Toshboltayev, A.Muxammadiyev, Sh.Nurmatov, O.Parpiyev. Qishloq xo‘jaligi sohasidagi ilmiy va oliy ta‘lim muassasalarining fan, texnologiyalar va innovatsiya faoliyatini baholash indikatorlari.-T.: “Fan va texnologiya”, 2013, 264 b.
22. М. Айгамбаев, А. Иванов, Ю. Терехов, Основы планирования научно-исследовательского эксперимента-Ташкент, Ўқитувчи, 1993 г.
23. Michael A. An Introduction to Mathematical Modelling, 2001.
24. X.Eshmatov, M. Yusupov, Sh. Aynaqulov, D.Xodjayev. Matematik modellash tirish. (O‘quv qo‘llanma), Toshkent., TIMI, 2007, 242 b.
25. Wheeler, Anthony J. Introduction to engineering experimentation. ©2004 by Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458, - 452 p.
26. Завьялова Н.Б., Головина А.Н., Завьялов Д.В., Дьяконова Л.П., Мельников М.С. и др. Методология и методы научных исследований в экономике и менеджменте [Текст]: пособие для вузов; под ред. Н. Б. Завьяловой, А.Н. Головиной – Москва- Екатеринбург:, 2014. – 282 с.

### IV. Интернет сайтлар

27. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
28. [http:// www.mitc.uz](http://www.mitc.uz) - Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлиги
29. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси
30. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
31. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet

32. [http:// www.tuit.uz](http://www.tuit.uz) - Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети
33. <http://www.automationstudo.com>;
34. <http://www.parallax.com>;
35. <http://www.rsl.ru/>;
36. <https://www.sciencedirect.com/book/9780750647090/design-of-experiments-for-engineers-and-scientists>
37. [http://el.tfi.uz/pdf/enmcoq22\\_uzl.pdf](http://el.tfi.uz/pdf/enmcoq22_uzl.pdf).
38. [http://el.tfi.uz/pdf/enmcoq22\\_uzk.pdf](http://el.tfi.uz/pdf/enmcoq22_uzk.pdf);
39. <https://www.scopus.com/sourceid/17500155114>
40. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085089136217&origin=AuthorNamesList&txGid=8c7126bab92ce341688b84bed8716c68>
41. <https://www.sciencedirect.com/book/9780128233252/advances-in-experimental-impact-mechanics>
42. <https://www.sciencedirect.com/book/9780080994178/design-of-experiments-for-engineers-and-scientists>
43. <https://denmukhammadiev.uz/>

**QAYTA TAYYORLASH VA MALAKA OSHIRISH KURSI O‘QUV REJASI**

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishi: Qishloq xo‘jiligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish

Tinglovchilar kontingenti: Oliy ta’lim muassasalarining professor - o‘qituvchilari

Qayta tayyorlash va malaka oshirish kursi muddati: maxsus reja grafik asosida (288 soat)

№	O‘quv modullari	Umumiy soat	Jami auditoriya soati	jumladan			Mustaqil ta’lim	Haftalar bo‘yicha soatlar taqsimoti				
				nazariy	amaliy	ko‘chma mashg‘ulot		I	II	III	IV	
<b>I.</b>	<b>Mustaqil malaka oshirish</b>											
1.1.	Ta’lim darajasi va sifatiga qo‘yiladigan Davlat talablariga muvofiq yangi bilimlar, malaka va ko‘nikmalarni pedagog kadrlar tomonidan mustaqil o‘zlashtirish, o‘zini-o‘zi kasbiy rivojlantirish	144					144					
<b>II.</b>	<b>Bevosita malaka oshirish</b>											
2.1.	Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi va jamiyatning ma’naviy asoslari	12	12	4	8			6	6			
2.2.	Oliy ta’limning normativ huquqiy asoslari	14	14	6	8			6	8			
2.3.	Pedagogik faoliyatda raqamli kompetensiyalar	14	14	6	8			8	6			
2.4.	Ilmiy va innovatsion faoliyatni rivojlantirish	16	16	6	10			6	6	4		
2.5.	Pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish	16	16	8	8			4		6	6	
2.6.	Ta’lim sifatini ta’minlashda baholash metodikalari	14	14	6	8					8	6	
2.7.	Injenerlik eksperimentlari va eksperimental statistika	20	20	6	8	6			4	10	6	
2.8.	Qayta tiklanuvchi energiya manbalari va texnologiyalari	26	26	10	10	6		6	6	8	6	
<b>III.</b>	<b>Malakaviy attestatsiya</b>	12					12					12
	<b>Jami</b>	<b>288</b>	<b>132</b>	<b>52</b>	<b>68</b>	<b>12</b>	<b>156</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	