



“TIQXMMI”

MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI

**“ТИҚХММИ” МТУ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ
ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**ИНЖЕНЕРЛИК
ЭКСПЕРИМЕНТЛАРИ ВА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛ
СТАТИСТИКА**

2024

TI IAME. UZ

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ,
ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАҲБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ МИЛЛИЙ
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ
ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**“ИНЖЕНЕРЛИК ЭКСПЕРИМЕНТЛАРИ ВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛ
СТАТИСТИКА”**

модули бўйича

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тузувчи:

А.Денмухаммадиев

Тошкент 2024

МУНДАРИЖА

I	Ишчи дастур.....	3
II	Модулни ўқитишда фойдаланиладиган интерфаол таълим методлари.....	8
III	Назарий машғулот материаллари.....	12
	- Ўлчаш тизимларининг умумий тавсифлари.....	12
	- Электр сигналлари билан ўлчаш тизимлари, қайта сигналларни ишлаш.....	27
	- Дискрет намуна олиш. Намуна олиш тезлиги теоремаси....	50
	- Экспериментал маълумотларнинг статистик таҳлили.....	58
	- Экспериментал ноаниқлик таҳлили.....	
IV	Амалий машғулот материаллари.....	64
	Ўлчаш тизимларининг умумий тавсифларини ўрганиш.....	64
	Электр сигналлари билан ўлчаш тизимларини ўрганиш ва электр схемаларини ишлатишга тайёрлаш.....	69
	Фурье ўзгартириши ёрдамида спектрал таҳлилни ўрганиш.....	76
	Экспериментал маълумотларнинг ўзаро боғлиқлигини ўрганиш.....	84
	Ноаниқликларнинг тақсимланишини ўрганиш.....	
V	Ассисмент топшириқлари.....	92
VI	Мустақил таълим мавзулари.....	94
VII	Глоссарий.....	94
VIII	Адабиётлар рўйхати.....	97

ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сон Фармонидаги устувор йўналишлар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади. Дастур мазмуни олий таълимнинг норматив-ҳуқуқий асослари ва қонунчилик нормалари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёнида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг касбий компетентлиги ва креативлиги, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимлари ва масофадан ўқитиш усулларини ўзлаштириш бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

Ушбу дастурда интеллектуал ўлчаш тизимлари ва уларнинг агроэнергетика соҳаларига тегишли илмий тадқиқот услуги ва статистик таҳлилни самарали татбиқ этишда илмий, услубий ёндашув ва бошқа масалаларнинг баёни берилган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

Инженерлик экспериментлари ва экспериментал статистика модулининг мақсад ва вазифалари:

- интеллектуал ўлчаш тизимлари ва асбобларида илмий-тадқиқот услуги ва статистик таҳлил ўткази олишни, олинган натижалар асосида илмий мақолаларни чоп қилиш усулларини, патент қидириш ишлари, инженерлик экспериментларини ўтказишнинг таҳлил ва режали кўп факторли тажрибаларни ўтказиш ва бошқа масалаларни ўргатиш, уларни амалда қўллаш билиш ва фойдаланиш каби малакавий кўникмаларни шакллантириш.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

Модулни ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- интеллектуал ўлчаш тизимлари учун илмий-тадқиқот услуги ва статистик таҳлил тизимини ишлаб чиқиш, замонавий ўлчаш тизимларида олинган

маълумотларга баҳо бериш, қайта ишлаш, узатиш ва акс эттиришдан фойдаланиш ва таълимдаги имкониятларини **билиши** керак.

- интеллектуал ўлчаш тизимлари ва асбобларида илмий-тадқиқот услуби ва статистик таҳлил ўткази олишни, олинган натижалар асосида илмий мақолалрни чоп қилиш усуллари, патент қидириш ишлари, инженерлик экспериментларини ўтказишнинг таҳлил ва режали кўп факторли тажрибаларни ўтказишдан фойдаланиш ва таҳлил этиш **кўникмаларига** эга бўлиши лозим.

- маълумотлар базасидан олинган бош тўплам ва танланма(намуна) элементлари кўрсаткичларини ҳисоблаш ва баҳолаш;

- республика ва хорижда инженерлик экспериментлари ва экспериментал статистика соҳасида олиб борилаётган илмий тадқиқотлар ва уларнинг натижаларини билиш ва таҳлил этиш;

- экспериментал статистикада мавжуд бўлган долзарб амалий масалаларни ечиш учун янги ҳисоблаш усулларида фойдаланиб таълим жараёнини бошқариш **компетенцияларига** эга бўлиши лозим.

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Инженерлик экспериментлари ва экспериментал статистика” курси мавзу ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- мавзу дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;

- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

Модулни ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Инженерлик экспериментлари ва экспериментал статистика” модули мазмуни ўқув режадаги “Агросаноат мажмуасида энергия самарадорлик” ва “Аграр соҳада ишлаб чиқариш жараёнларининг интеллектуал бошқарув тизимлари” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг мобил иловалар яратиш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулни олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар чорвачиликда қўлланиладиган технологияларни ва техник воситаларни ўрганиш, амалда қўллаш ва иши сифат кўрсаткичларини баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модуль мавзулари	Аудитория ўқув юклариси			
		Жами	жумладан		
			Назарий	Амаий машғулот	Кўчма машғулоти
1	Ўлчаш тизимларининг умумий тавсифлари.	6	2	2	2
2	Электр сигналлари билан ўлчаш тизимлари, сигналларни қайта ишлаш.	4	2	2	
3	Экспериментал маълумотларнинг статистик таҳлили.	4	2	2	
4	Экспериментал ноаниқлик таҳлили.	6		2	4
	Жами:	20	6	8	6

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу. Ўлчаш тизимларининг умумий тавсифлари (2 соат)

- 1.1. Умумлашган ўлчаш тизимлари.
- 1.2. Ўлчаш ишончилиги, ўлчаш натижаларини кафолатлаш.
- 1.3. Динамик ўлчашлар.

2-мавзу. Электр сигналлари билан ўлчаш тизимлари, сигналларни қайта ишлаш (2 соат)

- 2.1. Электр сигналларини ўлчаш тизимлари, сигналларни қайта ишлаш.
- 2.2. Кўрсатувчи ва қайд этувчи қурилмалар.
- 2.3. Компонентлар орасидаги электр сигнал узатиш.
- 2.4. Маълумотларни тўплашнинг компьютерлаштирилган системалари.

3-мавзу. Экспериментал маълумотларнинг статистик таҳлили (2 соат)

- 4.1.1. Кириш. Умумий тушунчалар ва таърифлар.
- 4.1.2. Эҳтимолликлар.
- 4.1.3. Параметрларни баҳолаш.
- 4.1.4. Шубҳали маълумотлар пунктларини рад этиш мезони.
- 4.1.5. Экспериментал маълумотларнинг ўзаро боғлиқлиги.
- 4.1.6. Тасодифий ўзгарувчиларнинг чизиқли функциялари.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот. Ўлчаш тизимларининг умумий тавсифларини ўрганиш (2 соат).

2-амалий машғулот. Электр сигналлари билан ўлчаш тизимларини ўрганиш ва электр схемаларини ишлатишга тайёрлаш (2 соат).

3-амалий машғулот. Экспериментал маълумотларнинг статистик таҳлили. Фурье ўзгартириши ёрдамида спектрал таҳлилни ўрганиш (2 соат).

4-амалий машғулот. Экспериментал ноаниқлик таҳлили, Ноаниқликларнинг тақсимланишини ўрганиш (2 соат)

КЎЧМА МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

Ўлчаш тизимларининг умумий тавсифлари. Умумлашган ўлчаш тизимлари. Ўлчаш ишончилиги, ўлчаш натижаларини кафолатлаш. Динамик ўлчашлар. **Экспериментал ноаниқлик таҳлили, Ноаниқликларнинг тақсимланишини ўрганиш.**

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларидан фойдаланилади:

- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва технологияларни англаб олиш, ақлий қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);

- давра суҳбатлари (кўрилаётган лойиҳа ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);

- баҳс ва мунозаралар (лойиҳалар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

№	Баҳолаш мезони	Максимал балл	Изоҳ
1	“Инженерлик экспериментлари ва экспериментал статистика” модули бўйича	2.5	Лойиҳа – 1.5 балл Тест – 0.5 балл Мустақил иш – 0.5 балл

МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Тингловчи мустақил ишни муайян модулни хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиб тайёрлаши тавсия этилади:

- меъёрий ҳужжатлардан, ўқув ва илмий адабиётлардан фойдаланиш асосида модул мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи дастурлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлар бўйича модул бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- тингловчининг касбий фаолияти билан боғлиқ бўлган модул бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш.

Мустақил таълим мавзулари

1. **Excel** да маълумотларни экспорт ва импорт қилиш жараёнларини ўрганиш.
2. Интерполяция усуллари. Чизиқли интерполяция. Ўнг томонлама ва Чап томонлама фарқ бўйича интерполяция.
3. **Excel** да матрицаларни ҳисоблаш. **Excel** да турли графиклар билан илашни ўрганиш.
4. Қайд этувчи ва кўрсатувчи асбоблар. Рақамли вольтметрлар ва мултметрлар. Осциллографлар.
5. Оптимал эчимни топишда **Excel** нинг «**Solver**» функциясидан фойдаланиш.

МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

“SWOT-таҳлил” методи

Методнинг мақсади: мавжуд назарий билимлар ва амалий тажрибаларни таҳлил қилиш, таққослаш орқали муаммони ҳал этиш йўллари топишга, билимларни мустаҳкамлаш, такрорлаш, баҳолашга, мустақил, танқидий

фикрлашни, ностандарт тафаккурни шакллантиришга хизмат қилади.

S – (strength)	• кучли томонлари
W – (weakness)	• заиф, кучсиз томонлари
O – (opportunity)	• имкониятлари
T – (threat)	• тўсиқлар

Намуна: ANOVA (дисперсияли таҳлил қилиш) усулини SWOT таҳлилини ушбу жадвалга туширинг.

S	ANOVA (дисперсияли таҳлил қилиш) усулининг кучли томонлари	Синов(тест) маълумотлари корреляциясининг (ўзаро боғлиқлигининг) статистик усули бўлиб, аниқ натижа олишга имкон беради...
W	ANOVA (дисперсияли таҳлил қилиш) усулининг кучсиз томонлари	Ҳисоблаш кетма-кетлигининг мураккаблиги ...
O	ANOVA (дисперсияли таҳлил қилиш) усулидан фойдаланишнинг имкониятлари	Электрон жадвалдан(Excel дан) фойдаланишнинг турли ечимлари учун имкониятни кенгайтиради ...
T	Тўсиқлар (ташқи)	Қимматлиги, бундай усул билан статистик таҳлил усулларида фойдаланувчиларнинг кам таниш эканлиги ...

Хулосалаш (Резюме, Веер) методи

Методнинг мақсади: Бу метод мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммоли характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Методнинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир хил ахборот берилади ва айти пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида аспектларда

муҳокама этилади. Масалан, муаммо ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари бўйича ўрганилади. Бу интерфаол метод танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда тиргловчиларнинг мустақил ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда тизимли баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади. “Хулосалаш” методидан маъруза машғулотларида индивидуал ва жуфтликлардаги иш шаклида, амалий ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу юзасидан билимларни мустаҳкамлаш, таҳлил қилиш ва таққослаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

Методни амалга ошириш тартиби:



Тренер-ўқитувчи иштирокчиларни 5-6 кишидан иборат кичик гуруҳларга ажратади;



Тренинг мақсади, шартлари ва тартиби билан иштирокчиларни таништиргач, ҳар бир гуруҳга умумий муаммони таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари туширилган тарқатма материалларни тарқатади;



Ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрофлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатмага ёзма баён қилади;



Навбатдаги босқичда барча гуруҳлар ўз тақдимотларини ўтказадилар. Шундан сўнг, тренер томонидан таҳлиллар умумлаштирилади, зарурий ахборотлар билан тўлдирилади ва мавзу якунланади.

Намуна:

ЭҲМ калькуляторидан фойдаланиш	
Оддий	Инженерлик

Афзаллиги	Камчилиги	Афзаллиги	Камчилиги
Хулоса:			

«ФСМУ» методи

Технологиянинг мақсади: Мазкур технология иштирокчилардаги умумий фикрлардан хусусий хулосалар чиқариш, таққослаш, қиёслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустаҳкамлашда, ўтилган мавзунини сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

Технологияни амалга ошириш тартиби:

- қатнашчиларга мавзуга оид бўлган якуний хулоса ёки ғоя таклиф этилади;
- ҳар бир иштирокчига ФСМУ технологиясининг босқичлари ёзилган қоғозларни тарқатилади:

Ф	• фикрингизни баён этинг
С	• фикрингизни баёнига сабаб кўрсатинг
М	• кўрсатган сабабингизни исботлаб мисол келтиринг
У	• фикрингизни умумлаштиринг

- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

ФСМУ таҳлили қатнашчиларда касбий-назарий билимларни амалий машқлар ва мавжуд тажрибалар асосида тезроқ ва муваффақиятли ўзлаштирилишига асос бўлади.

Намуна.

Фикр: ЭҲМнинг Электрон жадвалдан (Microsoft Excel) фойдаланиб ҳисоблаш статистик маълумотларга ишлов беришнинг энг қулай

усулларидан биридир.

Топшириқ: Мазкур фикрга нисбатан муносабатингизни ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

Венн диаграммаси методи

Методнинг мақсади: Бу метод график тасвир орқали ўқитишни ташкил этиш шакли бўлиб, у иккита ўзаро кесишган айлана тасвири орқали ифодаланади. Мазкур метод турли тушунчалар, асослар, тасавурларнинг анализ ва синтезини икки аспект орқали кўриб чиқиш, уларнинг умумий ва фарқловчи жиҳатларини аниқлаш, таққослаш имконини беради.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;
- навбатдаги босқичда иштирокчилар тўрт кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштирилади ва ҳар бир жуфтлик ўз таҳлили билан гуруҳ аъзоларини таништириладилар;
- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий(ёки фарқли) жиҳатларини излаб топадилар, умумлаштириладилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

Намуна: Бевосита ва билвосита ўлчашларнинг хатоликларини ҳисоблаш бўйича



НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1 –мавзу. Ўлчаш тизимларининг умумий тавсифлари.

Режа:

1.1. Умумлашган ўлчаш тизимлари.

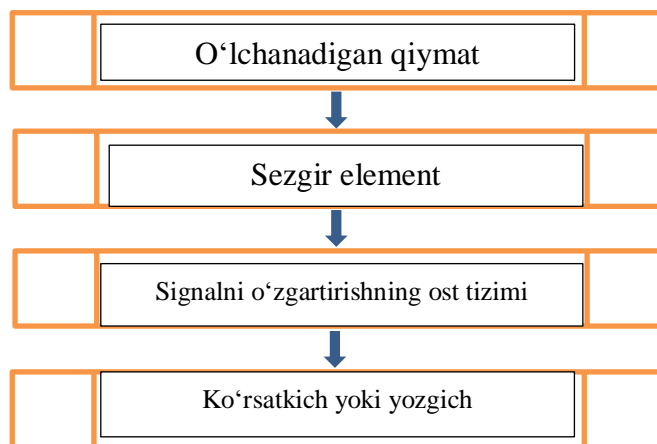
1.2. Ўлчаш ишончилиги, ўлчаш натижаларини кафолатлаш.

1.3. Динамик ўлчашлар.

Таянч(Калит) сўзлар: ўлчаш тизимлари, умумлашган ўлчаш тизимлари, тинчлантиргичлар, ўлчаш ишончилиги, статик хатолик, динамик хатолик.

1.1. Умумлашган ўлчаш тизимлари

Ҳар қандай тажрибада экспериментатор баъзи физик ўзгарувчиларнинг сонли қийматларини олишга интилади. Бу номаълум ўзгарувчилар ўлчанаётган катталиклар деб номланади. Ўлчанган катталикларга ҳарорат, тезлик ва кучланишни мисоллар сифатида келтириш мумкин. Ўлчаш тизими ўлчанган қийматни аниқлайди ва ўлчанган қийматни тавсифловчи ягона рақамли қийматни ишлаб чиқаради. Кўп ҳолларда ўлчаш тизимини қуйидаги учта ост тизимдан иборат деб қараш мумкин.



1.1-расм. Умумий ўлчаш тизими

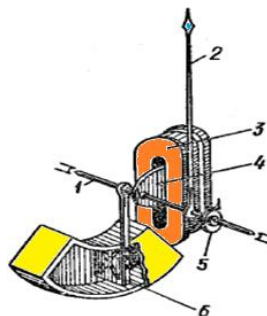
Тинчлантиргичларнинг турлари:

- ҳаволи(1.2-расм);
- электромагнит индукцияли(1.3-расм);
- суюқликли(1.4-расм).

1.2-расм. Ҳаволи

тинчлантиргич:

1-айланиш ўқи; 2-стрелка;
3-Электр магнит(ЕМ)
ғалтак; 4-япроқчали ўзак;
5-спирал; 6-ҳаволи
тинчлантиргич.

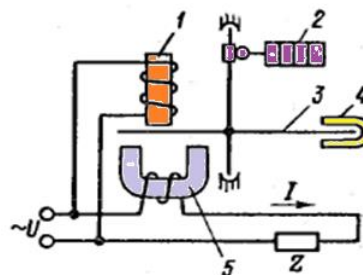


1.3-расм. Электромагнит

индукцияли

тинчлантиргич:

1-темир ўзак; 2-санок
механизми; 3-алюминий
диск; 4-ЭМ индукцияли
тинчлантиргич; 5-магнит
ўзак; 3-юклама.



1.4-расм. Суюқликли

тинчлантиргич:

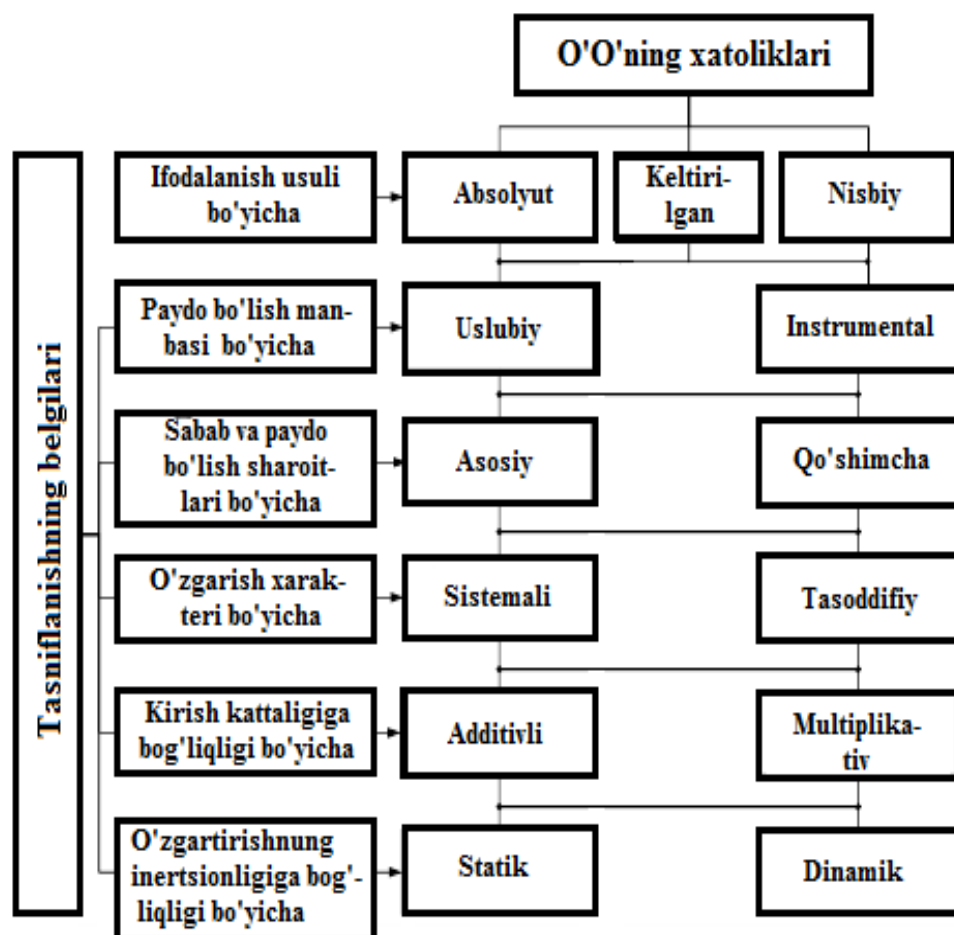
1-айланувчи қисм; 2-
суюқликли тинчлантиргич; 3-
кўзгалмас қисм.



Ўлчашларнинг асосий босқичлари

1. Мазмуни қуйидагича бўлган ўлчашга тайёргарлик:

ўлчаш вазифасини қўйиш(шакллантириш);ўлчаш усули ва ўлчаш техник воситалар(ЎТВ)ни танлаш, уларни жойлаштириш; эксперимент(тажриба) ўтказишнинг зарурий шароитларини таъминлаш.



1.5-расм. Ўлчаш асбоблари ва ўзгартиргичлар хатоликларнинг кенгайтирилган таснифи

1.2. Ўлчаш ишончлилиги, ўлчаш натижаларини кафолатлаш

Ўлчаш шароити тартибларига кўра хатоликлар қуйидагиларга бўлинади:

1. **Статик хатоликлар** - вақт мобайнида катталиқнинг ўзгаришига боғлиқ бўлмаган хатоликлар. Ўлчаш воситаларининг статик хатоликлиги шу восита билан ўзгармас катталиқни ўлчашда ҳосил бўлади.
2. **Динамик хатоликлар** - ўлчанаётган катталиқнинг вақт мобайнида ўзгаришига боғлиқ бўлган хатоликлар саналади. Динамик хатоликларнинг вужудга келиши ўлчаш воситаларининг ўлчаш занжиридаги таркибий элементларнинг инерцияси туфайли деб изоҳланади. Бунда ўлчаш занжиридаги ўзгаришлар оний тарзда эмас, балки муайян вақт давомида амалга оширилиши асосий сабаб бўлади.

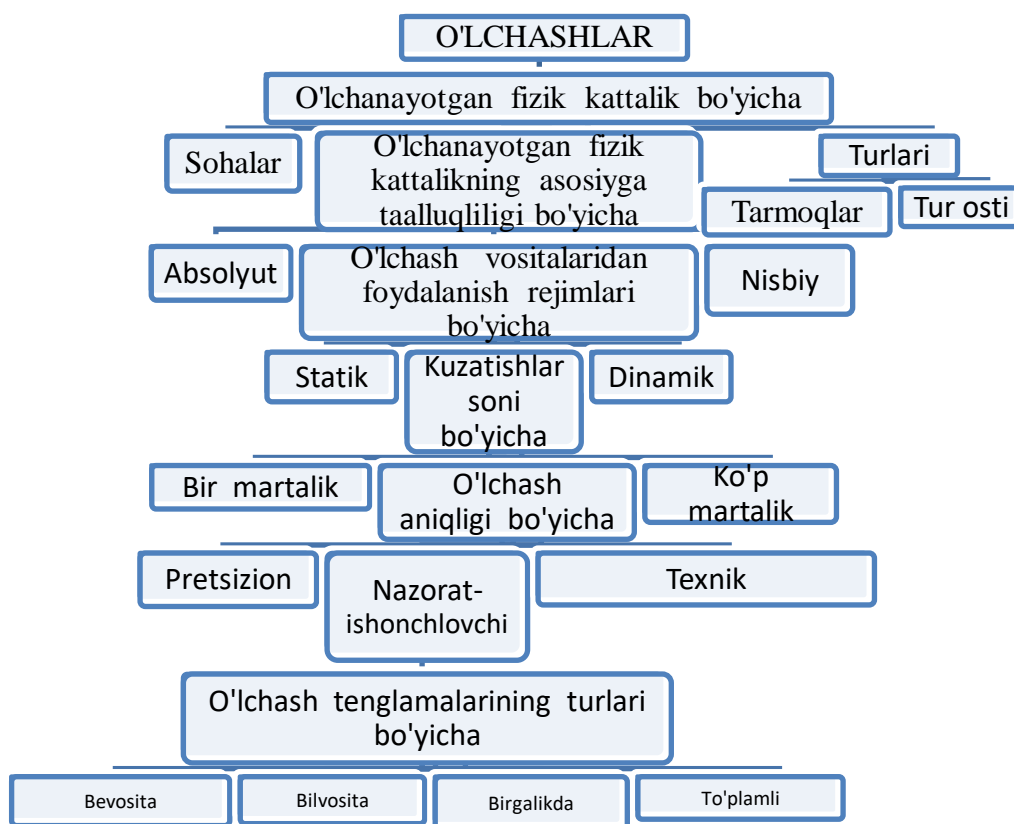
Келиб чиқиши сабаби(шароитига) қараб:

асосий; қўшимча хатоликларга бўлинади.

Нормал (градуировка) шароитда ишлатиладиган ўлчаш механизмларда ҳосил бўладиган хатолик асосий хатолик дейилади. Нормал шароит деганда температура $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, ҳаво намлиги $65\%\pm 15\%$, атмосфера босими (750 ± 30) мм.сим.уст., ва бошқалар. Агар ўлчаш механизм шу шароитдан фарқли бўлган ташқи шароитда ишлатилса, ҳосил бўладиган хатолик қўшимча хатолик дейилади.

Моҳияти, тавсифлари, ўзгариш характериға қараб ва бартараф этиш имкониятларига кўра:

Мунтазам хатоликлар; Тасодифий хатоликлар; Қўпол хатоликлар ёки янглишув хатоликларға бўлинади.



1.6-расм. Ўлчашларнинг турлари бўйича таснифий диаграмма

1.3. Динамик ўлчашлар

Динамик ўлчашлар ва динамик хатоликлар

Динамик ўлчашларнинг характеристикаси

Вақт ўтиши билан миқдорнинг ўзгаришини эътиборсиз қолдириб бўлмаса, ўлчаш динамик (динамик режимда) деб аталади. Масалан, ўзгарувчан ток ёки кучланишнинг оний қийматини ўлчаш. Бошқа томондан, ўлчаш воситалари(ЎВ), қоида тариқасида, инерцияға эға ва кириш сигналидаги

ўзгаришларга дарҳол жавоб бера олмайди. Шунинг учун, вақт бўйича ўзгарувчан $x(t)$ сигналини ўлчашда ЎВ нинг инерциал (динамик) хусусиятлари туфайли ҳар доим хатолик компоненти пайдо бўлади.

Ушбу хусусиятлар кириш таъсирининг ўзгаришига ЎВси жавобини сўзсиз(ноёб тарзда) ўрнатадиган динамик хусусиятлар ёрдамида ифодаланади. Бундай характеристикалар сифатида бешта асосий характеристикалар қўлланилади: узатиш функцияси; узатишнинг комплекс коэффициенти - амплитуда-частотали характеристикаси (АЧХ); комплекс сезувчанлик - фаза-частота характеристикаси (ФЧХ); ўтиш функцияси - ягона(битта) сакрашга жавоб(реакция); импульс (оғирлик) функцияси - ягона(битта) импульсга жавоб(реакция).

Бу хусусиятлар ўзаро боғлиқ бўлиб, улардан бири бошқа барча нарсаларни топиш учун ишлатилиши мумкин. Уларни экспериментал аниқлаш усуллари автоматик бошқарувга оид адабиётларда ҳам кенг ёритилган.

Динамик ўлчашларга оид масалаларни ечишда қуйидагиларни ажратиб кўрсатиш керак: топилган ёки кўрсатилган динамик хусусиятларни аппроксимация қилиш учун аналитик ифодаларни танлаш; кириш ва чиқиш сигналлари учун аналитик ифодаларни (махсус функциялар, кўпбурчаклар, қаторлар ва бошқалар ёрдамида) топиш; ҳақиқий динамик хатоликларни аниқлаш; кириш сигналини (масалан, транспорт воситасининг ҳолатини) белгиланган чиқиш орқали топиш - сигнални қайта тиклаш.

Умумий ҳолатда вақт функцияси бўлган $x(t)$ сигналини узатишдаги динамик хатолик динамик режимдаги ҳақиқий чиқиш сигнали $y(t)$ ва чиқиш сигнали тўплами ўртасидаги фарқ билан аниқланади $турғ= Sx(t)$ нинг инерциал хоссалари бўлмаганда статик режимда ЎВ, яъни.

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

C – ЎВсининг сезгирлиги.

Динамик хатолик - бу нафақат (*) формула бўйича ҳисобланган хатолик, балки, масалан, вақт бўйича фазада τ га силжиган тўлқин шаклининг идеал узатилишидаги хатолик - фазавий динамик хатолик:

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

Динамик хатоликларни фақат ҳисоблаш ва тажриба орқали аниқлаш мумкин. Динамик ўлчашлар соҳасида стандартлар ва намунали ЎВ мавжуд эмас.

ЎВси ўлчаш палласида бошқа бўғинлар (датчиклар, кучайтиргичлар, конверторлар, трансформаторлар ва бошқалар) билан бирга киритилганлигини ҳисобга олсак, уларнинг ҳар бири ўзига хос динамик хусусиятларга эга, умуман олганда, ўлчаш схемасининг баъзи аналоглари ҳақида гапириш керак. - маълум (белгиланган) динамик хусусиятларга эга

ўлчаш трансдусери (МТ).

МТ нинг динамик хусусиятларини тавсифлаш учун унинг ҳар қандай кириш сигнали $x(t)$ учун чиқиш $y(t)$ сигналини аниқлашга имкон берадиган параметрларини белгилаш керак, шунингдек, тескари масалани ҳал қилиш (киришни тиклаш). Сигнал, яъни автомобилнинг техник ҳолатини баҳолаш) беқарорлаштирувчи омилларни (шовқинлар, ташқи таъсирлар, маълумотга эга бўлмаган параметрлар ва бошқалар) ҳисобга олган ҳолда. Бунинг учун кириш ва чиқиш сигналлари ўртасидаги алоқа ушбу ўлчаш трансдусери (МТ) нинг B оператори орқали амалга оширилади.

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

Оператор B кириш сигналга МТ жавобининг табиатини акс эттиради. Математик жиҳатдан, бу оператор B чизиқли ва чизиқли бўлмаган, оддий ва қисман ҳосилаларда дифференциал ва интеграл тенгламалар, қатор ва функциялар, масалан дифференциал билан тавсифланадиган бўлиши мумкин.

Вақт соҳасидаги операторни аниқлаш учун вақтинчалик ёки импульс функцияси, частота соҳасида эса узатиш функциясидан фойдаланилади.

Аввало, динамик ўлчашлар пайтида қандай сигналлар таҳлил қилинишини кўриб чиқайлик. Умумий ҳолда, бу ерда детерминистик ва тасодифий (стохастик) сигнал моделлари қўлланилади, лекин аслида улар аралаштирилади.

Детерминистик моделлар даврий ва даврий бўлмаган турларига бўлинади. Улар ҳам, бошқалар ҳам вақт ўтиши билан узлуксиз бўлиши ёки дискрет импульслар кетма-кетлиги шаклида тақдим этилиши мумкин. Узлуксиз даврий бўлмаган сигналларнинг барча мумкин бўлган турларидан динамик хусусиятларни тавсифлаш учун энг кўп ишлатиладиганлари чекланган, яъни, фақат чекли вақт оралиғи учун нолга тенг ва нолга тенг бўлмаган барқарор ҳолат қийматига эга моделлар. Бу сигналлар Фурье интегралли ёки Лаплас тасвири ёрдамида тасвирланади.

Узлуксиз даврий сигналларни Фурье қаторлари, Лаплас тасвирлари, Чебишев, Легендре ва Лагерр полиномлари билан ифодалаш мумкин.

Тасодифий сигналлар вақтнинг тасодифий функцияси (тасодифий жараён) ёки вақтнинг дискрет функцияси (тасодифий кетма-кетликлар) сифатида ифодаланиши мумкин. Маълумки, стохастик жараёнлар стационар бўлмаган ва стационар, иккинчиси - эргодик ва ноэргодик бўлиши мумкин. Тегишли математик аппарат ҳам тасодифий сигнал турига қараб танланади. Бундай ҳолда, тасодифий жараённи қуйидагича тавсифлаш мумкин: амалга ошириш вақти чекланган функциялар тўплами; тақсимлаш функциялари тўплами; автокорреляция функцияси; ортонормал функциялар тизими нуқтаи назаридан кенгайтириш.

B операторининг чизиқли моделлари учун Фредгоlm, Волтерранинг

интеграл тенгламалари, дифференциал тенгламалар, кетма-кет кенгайишлар, ночизикли моделлар учун Урийсон, Хаммерштейн, Лихтенштейн - Ляпунов операторлари қўлланилади.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Қандай умумий ўлчаш тизими қўлланилади ?
2. Ҳаволи тинчлантиргичнинг ишлашини тушинтиринг ?
3. Электромагнит индукция тинчлантиргич қандай ишлайди ?
4. Ўлчаш воситаларининг статик хатоликлиги нима ?
5. Динамик ўлчашлар ва динамик хатоликар ҳақида нималарни биласиз?

АДАБИЁТЛАР:

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. М. Айгамбаев, А. Иванов, Ю. Терехов, Основы планирования научно-исследовательского эксперимента-Ташкент, Ўқитувчи, 1993 г.
4. Michael A. An Introduction to Mathematical Modelling, 2001.
5. X. Eshmatov, M. Yusupov, Sh. Aynaqulov, D. Xodjayev. Matematik modellash tirish. (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 – мавзу. Электр сигналлари билан ўлчаш тизимлари, сигналларни қайта ишлаш

- 2.1. Электр сигналларини ўлчаш тизимлари, сигналларни қайта ишлаш.
- 2.2. Кўрсатувчи ва қайд этувчи қурилмалар.
- 2.3. Компонентлар орасидаги электр сигнал узатиш.
- 2.4. Маълумотларни тўплашнинг компьютерлаштирилган системалари.

Таянч(Калит) сўзлар: электр сигналлари, сигналларни қайта ишлаш, сигнал шакллантиргичлари, кўрсатувчи қурилмалар, қайд этувчи қурилмалар, сигнал узатиш, осциллограф, компьютерлаштирилган системалар.

2.1. Электр сигналларини ўлчаш тизимлари, сигналларни қайта ишлаш Ўлчаш асбоби деб, ўлчаш учун қўлланиладиган ва меъёрланган метрологик

хоссаларга эга бўлган техник воситага айтилади.

Аналоги ўлчаш асбоблари ёки бевосита кўрсатувчи асбоблар электр ўлчашлар ва умуман ўлчаш техникасида кенг ўрин олган асбоблардан ҳисобланади. Аналогли ўлчаш асбобининг структура схемаси 2.1-расмда тасвирланган. Бу турдаги асбобларда кўрсатув қайдномаси узлуксиз (Функционал) равишда ўлчанаётган катталиқ билан боғлиқликда бўлади.



2.1-расм. Аналогли ўлчаш асбобининг структура схемаси.

2.1-жадвал

Аналог ўлчаш асбобларининг турлари, тизими.


Ўлчаш асбобининг тизими	Ўлчаш асбобининг тизими
Магнитоэлектрик(МЭ)	Ферродинамик(ФД)
Электромагнит(ЭМ)	Электростатик(ЭС)
Электродинамик(ЭД)	Индуксион(И)


Юқорида келтирилган 2.1-жадвалда аналог ўлчаш асбобларининг турлари, тизими ҳақида маълумотлар жамланган.

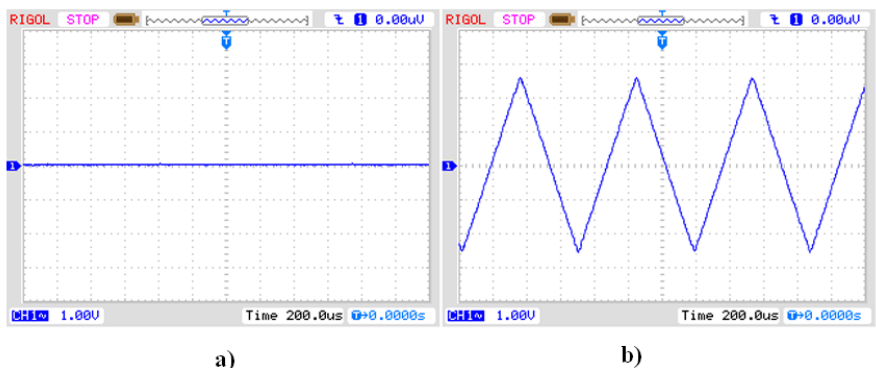
2.2. Кўрсатувчи ва қайд этувчи қурилмалар Осциллограф билан ўлчаш

Ўлчашлар висуал бажарилади ва уларнинг хатолиги анча юқори бўлади. Бунга қўшимча равишда, ёйиш кучланишининг чизиқлилиги паст, шунинг учун частота ва фазалар силжишини ўлчашнинг хатолиги 5% гач этиши(кўтарилиши) мумкин. Хатоликни камайтириш(минималлаштириш) учун тасвир ўлчами экран ўлчамининг 80 дан 90% гача бўлиши керак. Кучланишни ва частотани (вақт оралиғини) ўлчаганингизда, кириш сигнали ва ёйиш тезлигини равон ростлашнинг дастагини чекка ўнг томонда ўрнатиш керак.


Кучланишни ўлчаш

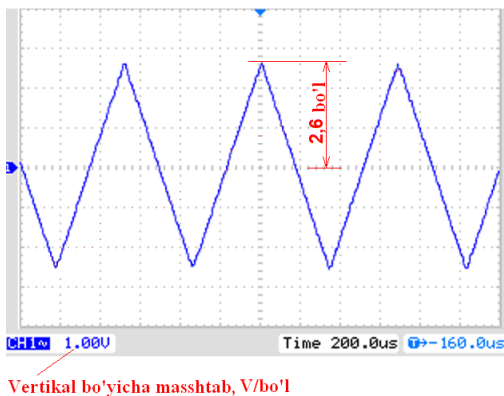
Кучланишни ўлчаш учун вертисал бўйича масштабнинг маълум бўлган киймати ишлатилади. Ўлчашни бошлашдан олдин осциллографнинг кириш қисмалари(электродлари)ни (ёки кириш режимни улаб-узгичини  ҳолатга

ўрнатиш(қўйиш)) қисқа туташтириш керак ва  дастаги билан ёйиш линиясини экран тўрининг горизонтал чизиғига(линиясига) тўғирлаш керак(осциллограмнинг баландлигини тўғри белгилаш мумкинлиги учун). (2.2 - расм а) тасвир). Шундан сўнг, киришга тадқиқ қилинаётган сигнал берилади(ёки кириш режимини улаб-узгичини иш ҳолатларидан бирига ўрнатилади). Сигнал функциясининг графиги экранда пайдо бўлади. (2.2 - расм б) тасвир).



2.2 - расм. Кучланишни ўлчаш(осциллографнинг экранини скриншотлаш):
а - тайёрлаш; б – ўлчаш.

Графикнинг баландлигини аниқроқ ўлчаш учун осциллограмма  дастаги қўл билан шундай силжитиладики, амплитуда ўлчанаётган нукта бўлинманинг улушларида даражаларга эга бўлган марказий вертикал йўналган линияга тушсин(2.3 - расм). Қуйидагига эга бўламиз: вертикал оғдириш каналнинг сезгирлиги = 1 В/бўлинма, осциллограмманинг ўлчами 2.6 бўлинма, шунинг учун сигнал амплитудаси 2.6 вольт бўлади.

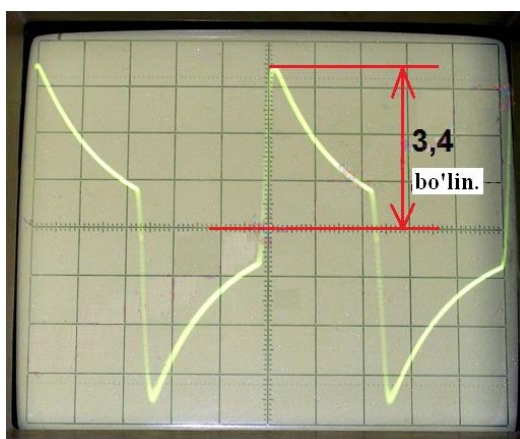


2.3 - расм. Сигналнинг амплитудасини аниқлаш.

Осциллографнинг ўзида кучланишни ўлчашни намоиш қиламиз. Кучланишнинг максимал қиймати 3.4 бўлинмага(қисмга) тенг (2.4-расм). Вертикал бўйича масштабни аниқлаш 2.5-расмда тасвирланган. Дастак(тугмача) четки ўнг х "равон" олатида ўрнатилади. Сезгирликнинг улаб-узгичининг даражаланган чизиқлари 0,5 вольт/бўлинмани кўрсатади. Масштабнинг кўпайтмаси x10 ҳолатига ўрнатилади (тугмача эзилган).

Натижада, ўлчанаётган кучланиш қуйидагича бўлади:

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



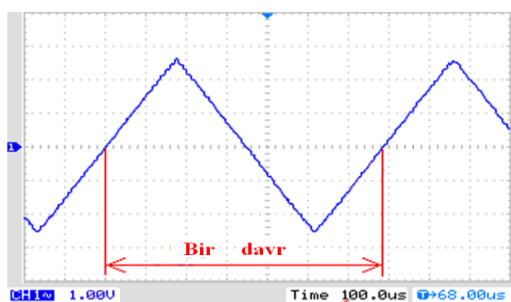
2.4 - расм. С1-83 осциллографда амплитудани аниқлаш.



2.5 - расм. С1-83 осциллографда вертикал бўйича масштабни аниқлаш.

Частотани ўлчаш

Осциллограф сигнал вақт оралиқларини, жумладан сигналнинг даврини ҳам, ўлчаш имконини беради. Сигнал частотаси унинг даврига тескари пропорционалдир. Сигналнинг даврини осциллограмманинг турли қисмларида ўлчаш мумкин, лекин вақт ўқи графигини кесувчи нуқтасида уни ўлчаш энг қулай ва аниқдир. Шунинг учун, ўлчашдан олдин, ёйиш чизиғини экран тўрининг(панжаранинг) марказий горизонтал чизиғига ўрнатиши керак (2.6 - расмдаги тасвир).



Yoyish tezligi

2.6 - расм. Сигналнинг даврини ўлчаш.

дастакдан(тугмачадан) фойдаланиб, давр боши тўрнинг вертикал чизиғи билан мувофиқлаштирилади. 2.6 – расм (даврнинг бошланишини экраннинг чап вертикал чизиғи билан мувофиқлаштириш керак, бунда аниқлик максимал бўлади). 2.6 - расмда кўрсатилган сигнал даври 6.8 та бўлинмага тенг. Ёйиш тезлиги 100 мкс/бўлинма(чунки, "микро" деган юнонча ҳарф μ , ҳар доим экран учун мавжуд эмас, кўпинча у лотинча ν ҳарфи билан алмаштирилади). У ҳолда сигнал даври:

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

ва унинг частотаси:

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

2.2 - расм ва 2.6 - расмларда айнан бир хилдаги, аммо ёйишни тезлиги турли қийматлар билан бўлган, сигнал тасвирланганига эътибор қаратиш керак. Частотани 2.2 - расм бўйича аниқлаш хатоликнинг қиймати катта бўлишига олиб келади(частотанинг аниқ қиймати 1,459 кГц). Шунинг учун, тасвирни горизонтал ўқ бўйича максимал чўзила, энг аниқ ўлчаш олинади. Ва яна. 2.6 - расмда сигнал давр вақтининг давомийлиги 6.8 бўлинмадан бир оз кўпроқдир. Сигнал даврининг вақти катта экан, частота аслида бизлар олганимизга қараганда бир оз кичик бўлади: чиндан ҳам, амалда 1.459 кГц, ва бизлар олган натижа 1,47 кГц. Аслида, ўлчаш хатолиги бир фоиздан кам - бу юқори аниқлик. Бундай аниқликни ёйиши чизиқли бўлган рақамли осциллограф беради. Аналогли осциллографда частотани ўлчашнинг хатолиги эҳтимол юқори бўлади.

Фазалар силжишини ўлчаш

Фазалар силжиши вақт бўйича иккита тебранувчи жараённинг ўзаро(бир-бирига нисбатан) жойлашишини кўрсатади. Аммо у вақт birlikларида(горизонтал ўқ бўйича чизилган) эмас, балки сигнал даврининг улушларида(яъни, бурчак birlikларида) ўлчанади. Мазкур ҳолатда сигналларнинг бир хилдаги ўзаро жойлашишига айнан бир хилдаги фаза сижиши мос келади, сигналларнинг даври ва частотасидан қатъий назар (яъни, вақтнинг ўқи бўйлаб графикаларнинг ҳақиқий масштабига боғлиқ бўлмасдан (қарамасдан)). Шунинг учун, агар сигналнинг даврини бутун экран бўйлаб узайтирилса, энг катта ўлчаш аниқлигига эришилади.

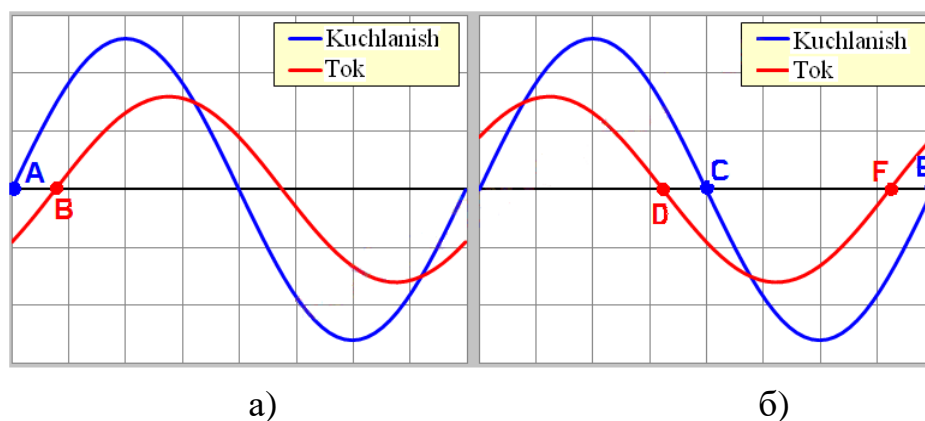
Аналог Осциллографда иккала каналнинг сигнали графикалари бир хил рангга ва бир хил ёрқинликка(нурланишга) эга бўлгани учун, уларни бир-биридан ажратиш олиш мақсадида турли амплитудага эга қилиш тавсия этилади. Мазкур ҳолда, қурилма(асбоб)нинг **И** канали билан ўлчанадиган кучланишни

янада каттароқ қийматда олиш яхши – бу ҳолда, синхронлаш тасвирни яхшироқ "ушлаб туриш" имконини беради. Ўлчашларга тайёрланиш куйидаги тарзда амалга оширилади (аниқроқ ва кўрғазмали бўлиши учун, 2.7 - расмга қаранг, унда кучланиш ва ток турли хил рангларда тасвирланган):



Ҳар иккала каналнинг дастаклари(тутқичлари) билан уларнинг ёйиш чизиқлари экраннинг ўрта чизиғида(киришларда сигналлар бўлмаганида) ўрнатилади.

Фазалар силжиш бурчагини ўлчашдан олдин, сигналларнинг қайси бири (кучланишми ёки токми) олдинда ва орқада турганлигини аниқлаш керак. Фазалар силжиш бурчаги φ нинг ўзгариши бунга боғлиқ. 2.7 - расм а) тасвирда ток кучланишдан орқада қолади –унинг даври бошланиши кучланиш даврининг бошланишидан (А нуқтасида кучланиш даврининг ва Б нуқтасида ток даврининг бошланиши) кейинроқ бўлади. Ток кейинроқ бошланади, шунинг учун у орқада қолади ва кучланиш олдинлаб кетади. Бу ҳолатга фазалар силжишининг мусбат қийматлари мос келади. 2.7 - расм б) тасвирда ток илгарилаб кетади, кучланиш эса орқада қолади. Экранда ток даврининг бошланиши кўринмайдиган бўлса, у ҳолда биринчи яримдаврнинг охири солиштирилади: биринчи бўлиб нолга айнан олдин бошланган график қайтади (Г нуқта Б нуқтадан вақт бўйича олдин келади). Мазкур ҳолда фазалар силжиш бурчаги манфийдир.



2.7 - расм. Ток кучланишдан $\varphi > 0$ бурчакка орқада қолади (а); Ток кучланишдан $\varphi < 0$ бурчакка илгарилаб кетади (б).

Фазалар силжиш бурчагининг φ модули – бу даврнинг бошланиши ёки тугаши орасидаги масофани экран бўлинмаларида кўрсатувчи катталиқдир(мусбат яримдавр) (2.8 - расм). Бундан ташқари, φ нинг модулини ҳар қандай тебранишнинг тўлиқ даври 360 градус бўлиши шарти билан куйидаги пропорсиядан топиш мумкин:

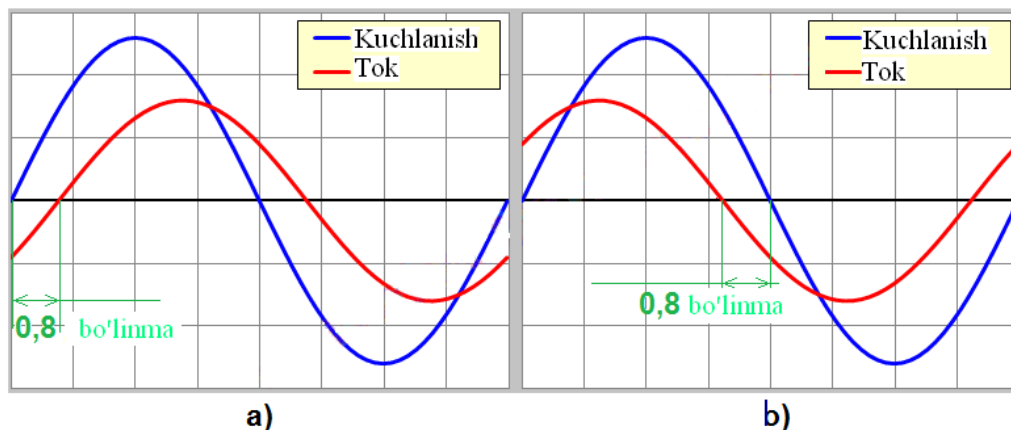
$$|\varphi| = \frac{360 \cdot \alpha}{N}$$

бу ерда H - битта сигнал даври билан банд бўлган тўрнинг бўлинмалари сони, α - давр бошланғич учлари (мусбат яримдаврларнинг охири учлари) орасидаги тўрнинг бўлинмалари сони. Фаза силжишини кўрсатувчи расм мисолида ҳар иккала ҳолатда ҳам φ нинг модули:

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

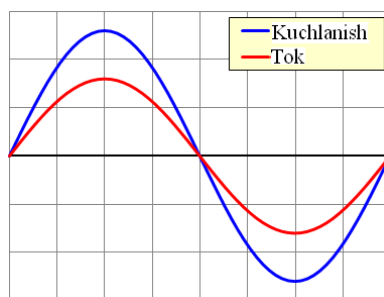
Шуни назарда тутиш керакки, пассив элемент учун (кучайтиргич ёки транзистор эмас, балки қаршилиқ-ғалтак-конденсатор маъносида):

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



2.8 - расм. Фазалар бурчак силжишини ўлчаш.

Асос сифатида, фазалар силжишининг катталигини давр охирида ҳам (2.8 - расмнинг Д ва э нуқталарида) ўлчаш мумкин, аммо экраннинг ўнг қисмида(томонида) кучланишини ёйиш чизигини(линиясини) кўриш энг ёмон, шунинг учун ўлчаш хатолиги максимал бўлади. Агарда фазалар силжиши нол бўлса (занжида фақат соф актив юк ёки резонанс содир бўлганда) кучланиш ва ток бир вақтнинг ўзида бошланади ва тугайди(2.9 - расм).



2.9–расм. Фазалар силжиши нолга тенг бўлгандаги осциллограмма.

РИГОЛ ДС1052Е рақамли осциллографи

Ригол ДС1000 русумдаги рақамли хотирада сақлаш осциллографлари бир қатор тўлқин(сигнал) шаклининг параметрларини кузатиш ва ўлчаш учун махсус имкониятларга эга. Серияли асбоблар ихчам ва энгил. **Ригол** русумли

ДС1000 сериядаги осциллографлар махсулотларни синаш, ишлатиш(хизмат қилиш), тадқиқотлар ва ишланмалар учун, аналог/рақамли ҳар қандай схемаларнинг носозликларини текшириш ва муаммоларни бартараф этиш, шунингдек, ўқув жараёни ва амалиёт учун идеял мос келади.

- **Ригол ДС1052Е** осциллографининг ўтказиш поёни(қобилияти): 50 МГц; • Максимал дискретлаш частотаси: реал вақт режимида 1 гигагерцли (1 каналли), эквивалент(муқобил) режимда 10 ГГц ли;
- Каналлар сони: 2; • Хотира чуқурлиги 1 М гача (Ультра Зоом), вертикал ўлчамлари 8 бит. • Вертикал оғиш коэффициенти: 2 мВ/бўл ~ 10 В/бўл; • Ёйиш коэффициенти: 5 нс/ бўл ~ 50 с/ бўл; • Сақлаш: 10 та осциллографлаш + 10 та иш режимлари;
- Аналог осциллографларда бўлгани каби сигналларнинг такрорланиши тўғрисида ёритувчи маълумотларнинг мавжудлиги; • Синхронлаш: даражаси бўйича, видео тасвири бўйича, пулс кенглиги бўйича, ўсиш тезлиги(тиклиги) бўйича, ташқи ишга тушириш (Ехт бўйича; • Иккиталик шқақланинг мавжудлиги бир вақтнинг ўзида 2 та синхронланмаган сигнални кузатиш имконини беради;
- 20 та параметрни автоматик ўлчаш, Фурье таҳлили, ўрнатилган частота ҳисоблагичига эга; • Математик вазифалар(функциялар): кўшиш, айириш, кўпайтириш; • МАСК ТЕСТИНГ - сигнални олдиндан аниқланган ниқоб(маска) билан таққослашга эга;
- Рақамли филтрлар (паст частотали, юқори частотали, полосали(кенгликка эга) ва режекторли(сўндирувчи); • Ригол ДС1052Е дисплей: рангли ТФТ 64К 320x234;
- Ригол ДС1052Е интерфейси: РС-232, УСБ қурилмаси, УСБ-ҳост, Пасс / Фаил чиқиши (ажратилган); • УСБ флеш-хотирада маълумотларни бошқариш учун файлли тизимга эга.



2.10-расм. **РИГОЛ ДС1052Е** рақамли осциллографининг олд кўриниши

Ригол осциллографининг қиёсий хусусиятлари

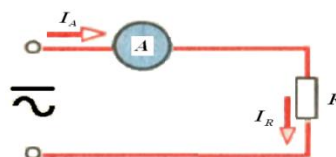
Т/р	Русуми	РИГОЛ ДС1052Е	РИГОЛ ДС1102Е
1.	Максимал частота	50 МГц	100 МГц
2.	Каналлар сони	2	2
3.	Дискретлаш частотаси	1 МГц	1 МГц
4.	Сезгирлиги	2 мВ/бўл ~ 10 В/бўл	2 мВ/бўл ~ 10 В/бўл
5.	Ўйиш коэффициенти	5 нс/ бўл ~ 50 с/ бўл	5 нс/ бўл ~ 50 с/ бўл
6.	Хотиранинг максимал чуқурлиги	1М	1М
7.	Дисплей	14,5 см	14,5 см
8.	Интерфейслар	УСБ-девисе, РС-232, УСБ-хост	УСБ-девисе, РС-232, УСБ-хост
9.	Серияси	ДС1000Е(Ригол)	ДС1000Е(Ригол)

2.3. Компонентлар орасидаги электр сигнал узатиш

Электр катталикларни ўлчаш. Таққослаш асбоблари ва масштаб ўлчаш ўзгартгичлари.

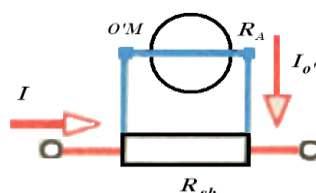
Токни ўлчашнинг учта усули мавжуд.

1-усул Тўғридан-тўғри(бевосита) улаб ўлчаш. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларида ишлатилади



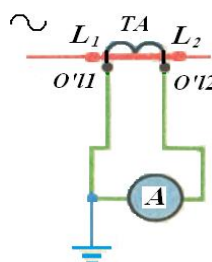
2.11-расм. Амперметрни тўғридан-тўғри(бевосита) улаб ўлчаш схемаси.

2-усул Шунт қаршилигини улаб ўлчаш. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларида ишлатилади.



2.12-расм. Амперметрни шунт қаршилиги билан улаб ўлчаш схемаси.

3-усул Ток трансформатори орқали улаб ўлчаш. Ўзгарувчан ток занжирларида ишлатилади.



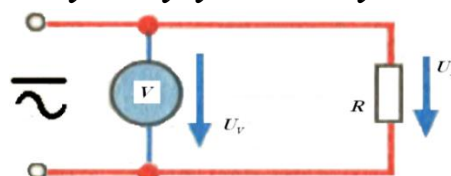
2.13-расм. Амперметрни ток трансформатори орқали улаб ўлчаш схемаси.

Электр ўлчаш – бу физик катталиқнинг мос ўлчаш бирликларида ифодаланган (масалан, 3 А, 4 В) қийматини (экспериментал усуллар билан) топиш демакдир.

Кучланишни ўлчаш

Кучланишни ўлчашнинг учта усули мавжуд.

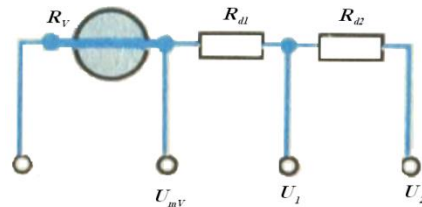
1-усул Тўғридан-тўғри(бевосита) улаб ўлчаш. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларида ишлатилади.



2.14-расм. Вольтметрни тўғридан-тўғри(бевосита) улаб ўлчаш схемаси.

2-усул

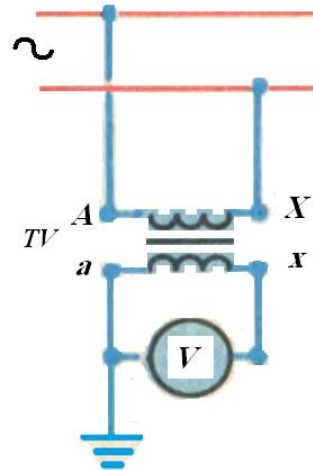
Кўшимча қаршиликни улаб ўлчаш. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларида ишлатилади.



2.15-расм. Волтметрни кўшимча қаршилик улаб ўлчаш схемаси.

3-усул

Кучланиш трансформатори орқали улаб ўлчаш. Ўзгарувчан ток занжирларида ишлатилади.

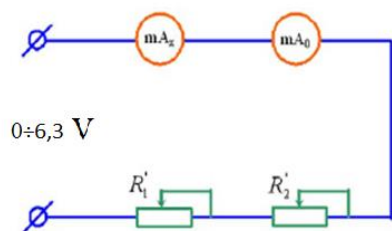


2.16-расм. Волтметрни ток трансформатори орқали улаб ўлчаш схемаси.

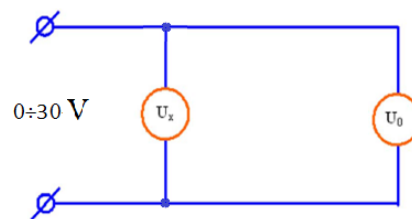
Ўлчаш асбобларининг ишончлаш схемалари

Электр катталикларнинг ўлчаш бирлиги қийматлари физика қонунлари ва механик катталикларнинг ўлчаш бирликларига мос равишда халқаро келишувлар билан аниқланади.

Ўлчаш асбобларининг ишончлаш схемалари



2.17-расм. Амперметрнинг ишончлаш схемаси.



2.18-расм. Волтметрнинг ишончлаш схемаси.

Электр катталикларининг ўлчаш бирликларини «ушлаб туриш», халқаро келишувлар билан аниқланиши қийинчиликлар туғдирганлиги учун ҳам, уларни «амалий» электр катталикларининг ўлчаш бирликлари эталонлари билан белгилаш қабул қилинган. Бу каби эталонлар кўпгина мамлакатларнинг давлат метрологик лабораториялари томонидан қўллаб-қувватлаб турилади.

Ўлчашнинг мумкин бўлган чегаралари ва уларни изоҳланиши 2.6-

жадвалда келтирилган.

2.6-жадвал

Ўлчашнинг мумкин бўлган чегаралари ва уларни изоҳланиши

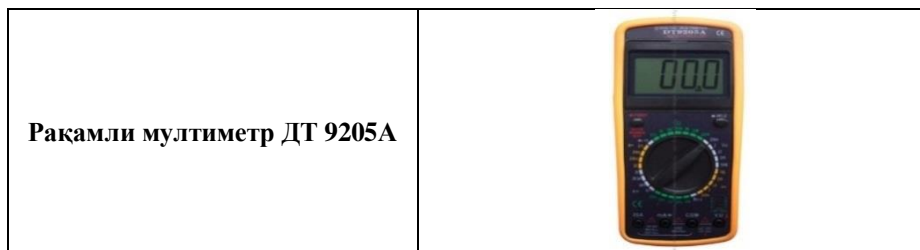
Ўлчанаётган катгалик	Чегараларни белгилаш мисоли	Ўлчаш чегараси
ДСВ	200 м	200 мВ
	2	2 В
	20	20 В
	200	200 В
ДСА	200 μ	200 мкА
	2 м	2 мА
	20 м	20 мА
	200 м	200 мА
Ω ёки Ом	200	200 Ом
	2 К	2 кОм
	2 М	2 МОм

Кучланишни, токни, қаршиликни ўлчаш учун мўлжалланган, шунингдек, муайян тартибга тайёрланганлигига қараб қуйидагиларни ҳам ўлчаш имконини беради: ҳарорат, электр сиғими, частота ва бошқалар.

2.7-жадвал

Замонавий мултиметрларнинг баъзи маркалари

Мултиметр маркаси	Қурилманинг умумий кўриниши
Рақамли мултиметр ИЕК Мастер МАС838Л	
Мултиметр ИЕК Профессионал МЙ64	
Мултиметр СЕМ ДТ-5505	



Мултиметрни ишлатишдан олдин, сиз чегара тугмачаси атрофидаги ёзувни диққат билан кўриб чиқишингиз керак. Унинг дастагида танланган чегарани кўрсатадиган тире (ёки нуқта) мавжуд. Чегаралар ва катталиклар халқаро белгиланишлар ёрдамида кўрсатилган. Қурилмадаги ўлчанган қийматлар диапазони чизиқлар билан ажратилган. Қўшимча(батафсил) маълумотни қурилманинг кўрсатмаларидан олиш мумкин. Агар ўлчанадиган катталик ўлчаш чегарасидан ошса, мултиметр индикаторида индикаторнинг чап рақамида "1" акс этирилади. Симларни улаш. Кучланишни, токни ёки қаршиликни ўлчашда битта сим (қора зонд) умумий СОМ(соммон - умумий) қисмасига(разъёмига) (кенг тарқалган) уланади. Иккинчи қисмага(разъёмига) кучланишни ўлчашда бошқа сим (қизил зонд) уланади; ампердаги токни - А қисмада (разъёмида), микроамперларда ва миллиамперларда - мА қисмада (разъёмида); қаршилик - Ω қисмада(разъёмида) улаб ўлчанади. Замонавий мултиметрларнинг баъзи маркалари 2.3-жадвалда келтирилган.

2.4. Маълумотларни тўплашнинг компьютерлаштирилган системалари.

Кириш

Ҳозирги кунда замонавий инженернинг иш жойини компьютерсиз тасаввур қилиш қийин. Замон талаби билан бу ҳисоблаш техникасининг имкониятлари мутахассислар томонидан тўлиқ ўрганилиши талаб этилади. Шунинг сабабли ҳам, компьютерда ишлашни билиш инженерларни ишга қабул қилишдаги асосий талаблардан бири экани тасодифий ҳол эмас. Ҳозирча, фақат жуда оддий «электрон офис»нинг дастурий таъминланишини билиш талаб қилинмоқда, холос. Аммо талаблар йилдан-йилга, борган сари ортиб бормоқда, чунки компьютер исталган соҳадаги инженер, иқтисодчи — молиячи, ҳисобчи, режалаштирувчи, таҳлилчи, менежер ва бошқаларнинг асосий иш қуролига айланди. Иқтисодиёт соҳаларида бошқарув шакллари ва усулларини такомиллаштириш фан-техника тараққиёти ютуқлари, электрон ҳисоблаш машиналари ва бошқа техник воситалар ёрдамида ахборотларни жамлаш, қайта ишлаш, узатиш қонуниятлари ва усулларини ўрганиш ахборот-коммуникацион технологиялари тўғрисида чуқурроқ билимга эга бўлишни тақозо этади. Замонавий компьютерлар ва коммуникацияларнинг ривожланган воситалари асосида ахборот технологияларини иқтисодиётга қўллаш соҳаси жуда кенг қамровли бўлиб, у хизмат ёзишмаларининг энг оддий вазифаларини таъминлашдан бошлаб то қабул қилинган қарорларнинг мураккаб вазифаларини таҳлил ва қўллаб-қувватлашгача бўлган турли нуқтайи назарлар қарашларни ўз ичига олади. Компьютерлар, лазерли ва оптик техника, оммавий ахборот воситалари ва коммуникацияларнинг хилма - хил турлари, шу жумладан йўлдошли алоқа муассасалар, корхоналар, ташкилотлар, фирмалар, уларнинг меҳнат жамоалари ва айрим мутахассисларга(инженерларга) ўзларининг касбий манфаатларини амалга ошириш учун барча зарурий ахборотларни керакли вақтда ва тўлиқ ҳажмда олишга имкон беради. Ахборот жараёнлари хўжалик ишларини юритувчи иқтисодий объектларнинг ички ва ўзаро алоқаларининг кучлари сифатида турли хил технологик қарорлардан фойдаланиш асосида кўрилади [ҳамда ахборотларни меҳнат](#), моддий ва молиявий воситаларини тежовчи муҳим, қимматли ресурслар қаторига киритишга шароит яратади.

Компьютер тизимлари

Сонларни(рақамларни) компьютер тизимларида акс эттириш

Компьютер тизимларида рақамларни акс эттириш. Кундалик дунёда ишлатиладиган рақамлар одатда 10-асосда (ўнлик) ифодаланадиган бўлса, компьютерларда 2-рақамли (иккилик) асосда рақамларни кўрсатиш анча амалийдир. Компьютерлардаги маълумотлар иккита мумкин бўлган ҳолатга эга бўлиши мумкин бўлган триггерлар деб номланадиган иккитомонлама қурилмаларда сақланади. Битга ҳолат “ёқилган” деб белгиланади ва унга 1 рақамли қиймат берилади, бошқа ҳолатга эса “ўчирилган” ва унга 0 қиймат берилади.

Рақамни кўрсатиш учун бир қатор триггерлар керак. Масалан, 9 каср сонига тўғри келадиган 1001. Иккилик рақамини компютерида тўртта триггер сифатида кўрсатиш мумкин. Ушбу триггерларнинг ҳар бири “фетс” рақамини англатади. Иккилик 1001-даги энг чап “1” рақам энг муҳим бит (МСБ). Энг ўнг бит энг кам аҳамиятли бит (ЛСБ). Узоқ иккилик сонларни байт деб номланадиган 8-битли сегментларга бўлиш компютерларда кенг тарқалган.

Иккилик ва ўнлик сонлар ўртасида бирма-бир ёзишма мавжуд. Масалан, юқоридаги 4-битли иккилик рақамдан 0 (0000 билан кўрсатилган) дан 15 гача (1111 билан кўрсатилган) мусбат ўнлик бутун сонларни кўрсатиш учун фойдаланиш мумкин.

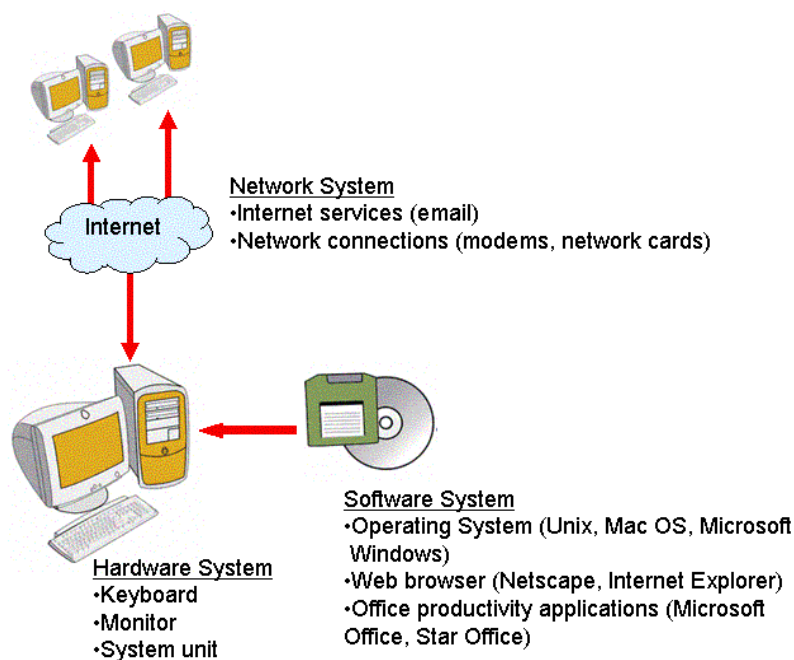
Компьютер тизимининг таркибий қисмлари

- Ускуна тизими
- Программалар таъминот тизими – операцион тизимлар ва иловалар учун программалар
- Тармоқли тизим

Компютер – бу тегишли вазифаларни бажариш учун программалаштирилган кўрсатмаларга мувофиқ кириш, ишлов бериш, сақлаш ва чиқаришни амалга оширадиган электрон машина. Бир вақтлар компютерлар асосан арифметик ҳисоблаш учун ишлатилган, шунинг учун атама – компютер (compute – ҳисоблаш). Компютернинг бошланғич шакли – калкуляторни кўриб чиқамиз. Масалан, агар операцияни бажариш учун калкулятор керак бўлса – “3 + 5 =” биз рақамлар ва арифметик операцияларни киритамиз, кейин калкулятор 3 ва 5 ни кўшиб, арифметик ифодани қайта ишлайди, натижани – 8 ни сақлайди ва натижани экранда намоиш этади.

Замонавий компютер худди шундай ишлайди. Компютерга кириш клавиатура ёки сичқонча орқали амалга оширилиши мумкин. Кейин компютер киришни қайта ишлайди, натижани сақлайди ва натижани монитор, карнай(динамик), принтер ёки бошқа чиқариш қурилмаларида намоиш этади. Масалан, веб-саҳифани УРЛ-манзилини (ягона манба жойлаштирувчисини) ёзиб сўрасангиз, “<<http://www.icarnegie.com>>” компютер сизнинг киришингизни қайта кўриб чиқади ва Интернет орқали саҳифани талаб қилади. Ва кейин у монитorda талаб қилинган саҳифани чиқиш сифатида кўрсатади.

Маълумот йиғиш компонентлари



УСКУНА ТИЗИМИ = КЛАВИАТУРА = МОНИТОР = ТИЗИМЛИ БЛОК

ПРОГРАММАЛИ ТАЪМИНОТ ТИЗИМИ = ОПЕРАЦИОН ТИЗИМ (**УНИХ, МАС ОС, МИСРОСОФТ ВИНДОУС**) = **ВЕБ-БРАУЗЕР (МОЗИЛЛА ФОРЕФОХ, ГООГЛЕ ЧРОМЕ, ИНТЕРНЕТ ЭХПЛОРЕР, ОПЕРА ВА БОШҚ.) = ОФФИСЕ ИЛОВАЛАРИ(ДАСТУРЛАРИ) (МИСРОСОФТ ОФФИСЕ, СТАР ОФФИСЕ, ОПЕН ОФФИСЕ)**

ТАРМОҚЛИ ТИЗИМ = ИНТЕРНЕТ ХИЗМАТЛАРИ (EMAIL) = ТАРМОҚҚА УЛАНИШ (МОДЕМЛАР, ТАРМОҚ КАРТАЛАРИ)

2.19 – расм. Компьютер тизимининг таркибий қисмлари

Умуман олганда, компьютер тизимини аппарат тизимига, программали таъминот тизимига ва тармоқ тизимига ажратиш мумкин. Ушбу кичик тизимларнинг ҳар бири ушбу курснинг электр модулларида батафсил кўриб чиқилади. Қуйидаги расмда компьютер тизимининг асосий қуйи тизимлари тасвирланган. Энди ҳар бир қуйи тизимни ва уларнинг асосий функцияларини кўриб чиқайлик.

УСКУНА ТИЗИМИ

УСКУНА ТИЗИМИ КОМПЬЮТЕРГА КИРИШ МАЪЛУМОТЛАРИНИ ҚАБУЛ ҚИЛИШ ВА ҚАЙТА ИШЛАШ, МАЪЛУМОТЛАРНИ САҚЛАШ ВА ЧИҚИШНИ АМАЛГА ОШИРИШГА ИМКОН БERAДИГАН ТАШҚИ ВА ИЧКИ ФИЗИКАВИЙ(ЖИСМЛИ) ҚИСМЛАРДАН ИБОРАТ. УСКУНА ТАРКИБИЙ ҚИСМЛАРИНИНГ ҲАР БИРИ 2 МОДУЛДА БАТАФСIL КЎРИБ ЧИҚИЛАДИ.

Карнайлар(динамиклар); Монитор; Принтер; Тизимли блок; Клавиатура; Сичқонча

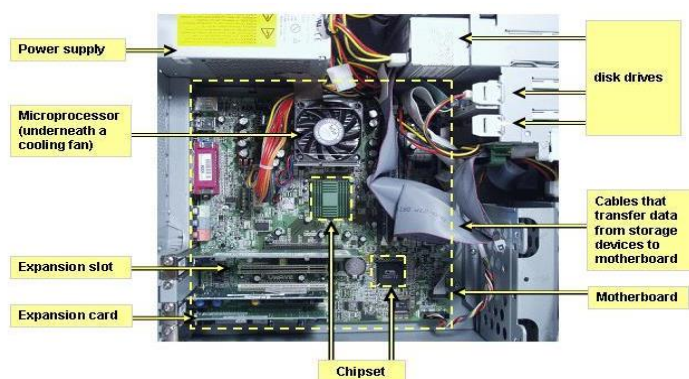
Қуйидаги расмда компьютернинг баъзи ташқи қисмлари кўрсатилган.



2.20-расм. Ускуна таркибий қисмлари

Маълумот йиғиш тизимининг конфигурацияси

Қуйидаги диаграммада тизим блокининг ичидаги аппарат таркибий қисмлари кўрсатилган. Ушбу таркибий қисмларнинг ҳар бири компьютер тизимининг ишлашида муҳим рол ўйнайди.



Таъминот тизими

Микропроцессор (унинг юқорисида – шамоллаткич)

Кенгайтириш уяси

Кенгайтириш картаси (карта)

Микросхемалар тўплами(*Chipset*)

Дискларни бошқариш асбоблари

Маълумотни сақлаш қурилмаларидан она картага ўтказиш учун

Она карта(асосий карта)

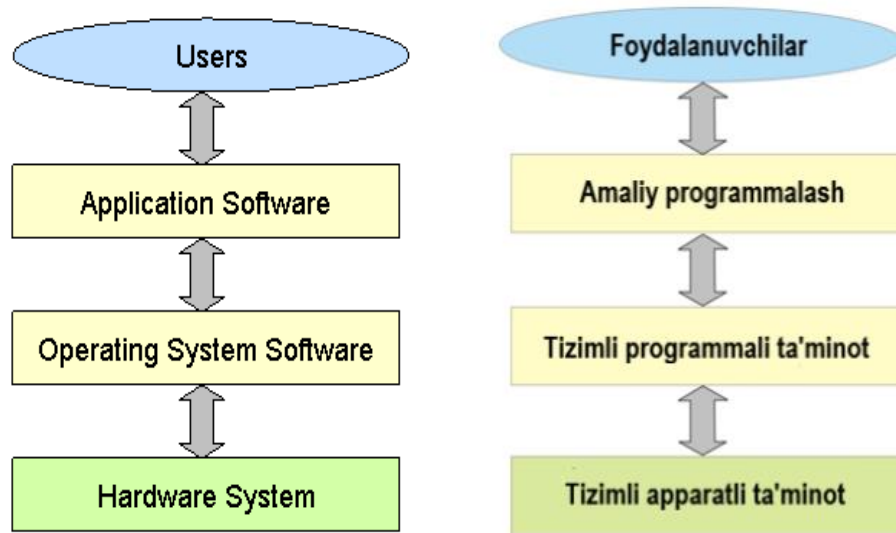
2.21-расм. Тизим блоки ичидаги компонентлар.

Аппарат таркибий қисмлари компьютер тизимига физик интерфейсни таъминлайди. Аммо, улар буйруқларсиз ишлай олмайди. Ушбу буйруқлар -

программали таъминот.

Маълумот йиғиш тизимлари учун программали(дастурий) таъминот

Программали таъминот – тизим программалари ва амалий программалар. Программали таъминотнинг икки хил тури мавжуд – тизим программалари ёки операцион тизим (1) ва амалий программалар (2). Қуйидаги диаграммада фойдаланувчилар, амалий программалар, тизим программалари ва аппарат тизимлари ўртасидаги ўзаро таъсир даражаси кўрсатилган.



2.22-расм. Аппаратли таъминот тизими, тизимли программали таъминот, амалий программали таъминот ва фойдаланувчилар ўртасидаги ўзаро муносабатлар(таъсирлашиш).

Тизимли программали таъминот амалий программали таъминот ва аппаратли компонентлар орасида интерфейс вазифасини бажаради. Ва амалий программали таъминот компьютер тизимидан фойдаланувчилар билан ўзаро алоқада бўлади.

Тизимли программали таъминоти тизим компонентлари учун буйруқлар беради. Microsoft Windows операцион тизими ва Macintosh операцион тизимини мисол қилиб операцион тизимларни келтириши мумкин. Кириши жараёни давом этаётганда, операцион тизим программаси ушбу операцияни бажариши учун қўшимча қурилмани тайинлаш орқали кириш ишлаши учун буйруқларни беради. Кейин натижани тегишли чиқиш мосламасига юбориши буйруқларини беради. Масалан, фойдаланувчи клавиатурадан фойдаланганда, Microsoft Windows операцион тизими клавиатура орқали юборилган маълумотни қабул қилади ва ёзилган ҳарфларни мониторда кўрсатади.

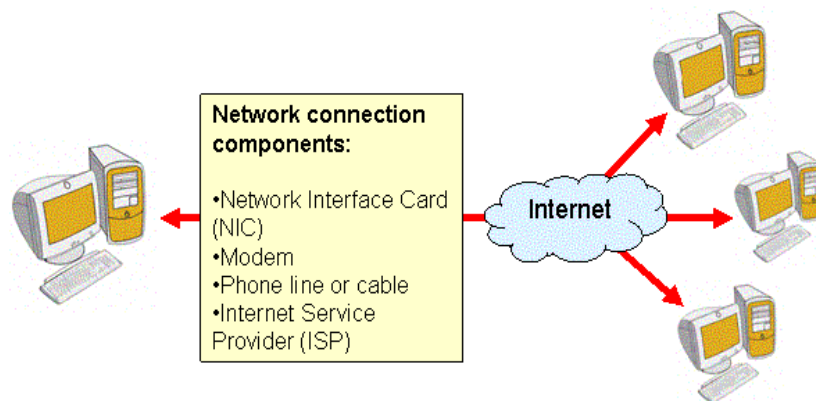
Амалий программали таъминоти фойдаланувчига презентациялар яратиш, хужжатларни тартибга солиш ва расмларни тахрирлаш каби аниқ вазифаларни бажаришга имкон берадиган буйруқларни беради. *Microsoft Word* ва *Notepad* дастурлари орқали Амалий программали таъминотни яхшилаш мисолида кўриш мумкин. Амалий программали таъминот буйруқлари операцион тизим томонидан қайта ишланади. Масалан, *Microsoft Word* дан фойдаланиб файлни очганингизда, программа биринчи навбатда қайси файлни очишни хоҳлаётганингизни аниқлаш учун фойдаланувчи интерфейсини тақдим этади (масалан, меню панели бу интерфейс бўлиши мумкин). *Файлни танлаганингиздан сўнг, программа операцион тизимга маълум бир файл кераклиги ҳақида хабар беради. Операцион тизим файлни компьютернинг қаттиқ дискидан талаб қилади.* Сиз “Бошлаш”(Старт) тугмачасини босиб ва программаларни танлаш орқали дастурий таъминотни компьютерингизда кўришингиз мумкин. Агар сиз ушбу саҳифани интерактив равишда ўқиётган бўлсангиз, эҳтимол сиз браузерлардан бирини – *Mozilla Firefox, Google Chrome, Internet explorer, Opera* ёки бошқа нарсаларни, ёки *Microsoft Word* ёки *OpenOffice Write*-ни ишлатмоқдасиз.

Тармоқли тизим

Бутун дунё бўйлаб компьютер тармоқлари тизими – Интернет, тармоқлар тармоғи. Тармоқдаги компьютерлар Интернет орқали бошқа компьютерларга киришлари мумкин. Интернет маълумотларнинг бир компьютердан бошқасига ўтишига имкон беради.

Тармоқ тизими маълумотларнинг бир компьютердан бошқасига ўтишини ва тармоқ тизимининг таркибий қисмларининг биргаликдаги ишлашини бошқаради. Қуйидаги диаграммада тармоқ таркибий қисмларининг Интернет орқали бошқа компьютерлар билан алоқада бўлиши кераклиги кўрсатилган.

Тармоқ интерфейси картаси (NIC) маълумотларни компьютердан тармоқ орқали юборади ва бошқа компьютерлар томонидан юборилган кириш маълумотларини тўплайди. **Модем** – бу компьютердан телефон линиялари ёки телевизор линиялари орқали узатиладиган, Интернетдаги бошқа компьютерларга маълумот узатадиган қурилма. Ушбу тармоқ ускуналари таркибий қисмларидан ташқари, компьютерга Интернетга уланишни таъминлаш учун *America Online* каби Интернет-провайдерга ҳам эҳтиёж сезилади.



Тармоққа уланиш учун компонентлар:

- = Тармоқ интерфейси картаси (НИС)
- = Модем
- = Телефон линияси ёки кабел
- = Интернет хизмати провайдери (Интернет Сервисе Провидер – ИСП)

2.23-расм. Тармоқли уланишининг таркибий қисмлари.

Веб-браузерлар ёки Интернет-браузерлар (масалан, *Internet explorer* ва *Mozilla Firefox*) ва электрон почта (масалан, *Outlook* ёки *Gmail* каби) каби программали таъминот тармоқ тизимидан фойдаланишни яхшилайти.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Электр сигналларини узатиш бўйича қандай схемаларни биласиз ?
2. Тизим блоки ичидаги компонентларнинг қўлланилиши бўйича тушунчангиз.
3. Озуқаларни майдалаш турлари?
4. Программали таъминот турларини айтинг ?
5. ЭҲМни тармоққа уланиш учун қандай компонентлар ишлатилади ?

АДАБИЁТЛАР:

1. Radjabov. Ilmiy tadqiqot asoslari. Darslik-Toshkent, ToshDAU bosmaxonasi, 2010 у.
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. М. Айгамбаев, А. Иванов, Ю. Терехов, Основы планирования научно-исследовательского эксперимента-Ташкент, Ўқитувчи, 1993 г.
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.

Дискрет намуна олиш

- 3.1. Намуна олиш тезлиги теоремаси.
- 3.2. Вақти ўзгарувчан сигналларни спектрал таҳлил этиш.
- 3.3. Фурье ўзгартириши ёрдамида спектрал таҳлил.
- 3.4. Намуна олиш тезлигини танлаш ва филтрлаш.

Таянч(Калит) сўзлар: дискрет намуна, намуна олиш тезлиги теоремаси, сигналларни спектрал таҳлил этиш, Фурье алмаштириш ёрдамида спектрал таҳлил, филтрлаш.

Намуна олиш тезлиги теоремаси

Маълумки, 1999 йилда эдуард Рейн Халқаро Илмий Жамғармаси (Германия) Котелниковнинг биринчи математик жиҳатдан аниқ ва ҳисоблаш технологиялари жиҳатидан тасдиқланган формуласи учун "фундаментал тадқиқотлар учун" номинатсиясида мукофот билан мукофотлашнинг устуворлигини тан олди. Бироқ, тарихий тадқиқотлар шуни кўрсатадики, саноклар теоремаси ҳам аналог ўқишни дискрет ўқишлардан тиклаш имкониятини тасдиқлаш нуқтаи назаридан, ҳам реконструкция қилиш (қайта тиклаш) усули нуқтаи назаридан илгари кўплаб олимлар томонидан математик жиҳатдан кўриб чиқилган. Хусусан, биринчи қисм 1897 йилда Борел томонидан тузилган.

Уиттакер, Шеннон ва Найквист каби олимлар ҳам Котелников теоремалари бўйича тадқиқотлар олиб боришган ва математик ишланмаларини кўплаб илмий нашрлар ва журналларда чоп этишган.

Котелников теоремаси (инглиз адабиётида - Нейквист - Шаннон теоремаси, намуна олиш теоремаси деб ҳам кўрсатилади) узлуксиз ва дискрет сигналларни бирлаштирган рақамли сигналларни қайта ишлаш соҳасидаги асосий баёнотдир.

2018 йилда радиотехника соҳасидаги таниқли россия олими Владимир Александрович Котелников (1908-2005) таваллудининг 110 йиллиги нишонланди ва шу билан бирга унинг рақамли алоқа ва сигналларни қайта ишлаш назариясида асосийларидан бири деб аташ мумкин бўлган формулалари ва тасдиқланган сигнал намуналари теоремасининг 85 йиллиги нишонланди.



Котелников: 10 ёшда



24 ёшда (бу вақтда у ўзининг машҳур теоремасини ёзган эди)



кексалик даврида

3.1-расм. Котелников ҳаётидан фотокўринишлар

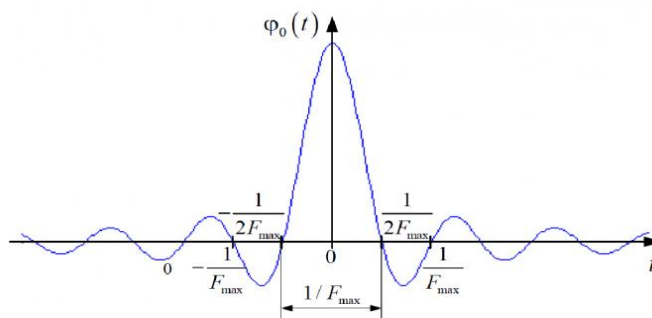
Теорема 1. Бир сонияда 0 дан f_B давргача бўлган частоталардан иборат ҳар қандай $s(t)$ функцияси

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s(kT) \frac{\sin 2\pi f_B(t-kT)}{2\pi f_B(t-kT)} \quad (3.1)$$

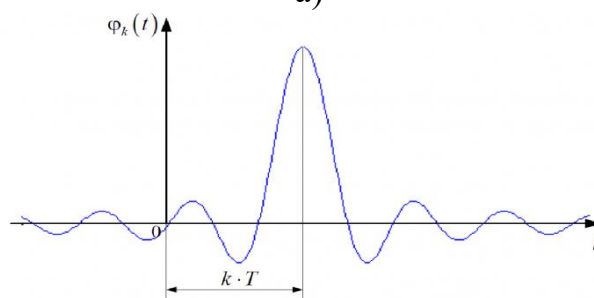
кетма-кетлик билан ифодаланиши мумкин. Бу ерда k - бутун сонлар; $s(kT)$ - функциянинг дискрет қийматлари, f_B - спектрнинг юқори частотаси.

Ушбу ифода одатда Котелников қатори деб номланади (лекин Вуиттакер-Котелниковни ёнма-ён қўшиб гапириш яхшироқ). $f(kT)$ намуналари олинadиган T вақт оралиқлари Нйқуист интерваллари деб аталади. Сигнал спектрининг юқори частотаси турли йўллар билан белгиланади: f_b, f_{max} ва бошқалар.

Котелников қаторининг ҳадлари $x(kT)$ сигналининг дискрет қийматига қўпайтирилиб, T қиймати билан (3.2 б-расм) вақт бўйича бир-бирига нисбатан ўзгарган санок функцияларини (3.2 а-расм) ифодалайди. Қаторнинг чекланган сонли ҳадларини йиғиш аналог сигналга яқинлашадиган сигнални олишга имкон беради (3.3-расм).

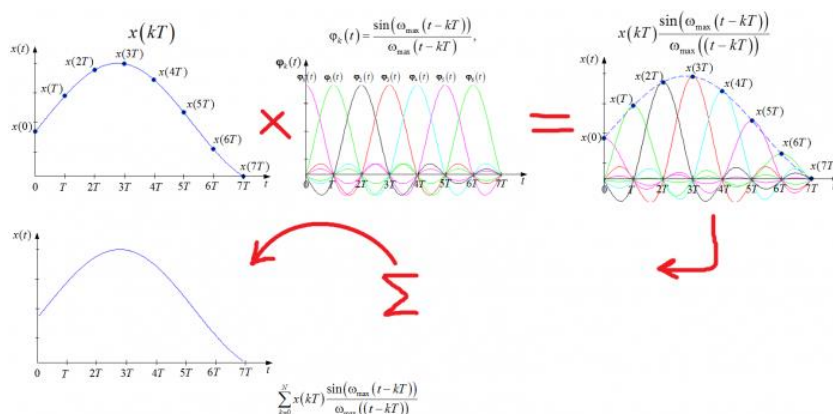


а)



б)

3.2-расм. Котелников қаторининг ҳадлари кўринишига мисоллар



3.3-расм. Қаторнинг чекланган сонли ҳадларини йиғиш аналог сигналга яқинлашадиган сигнални олиш имконини беришнинг тасвирлари

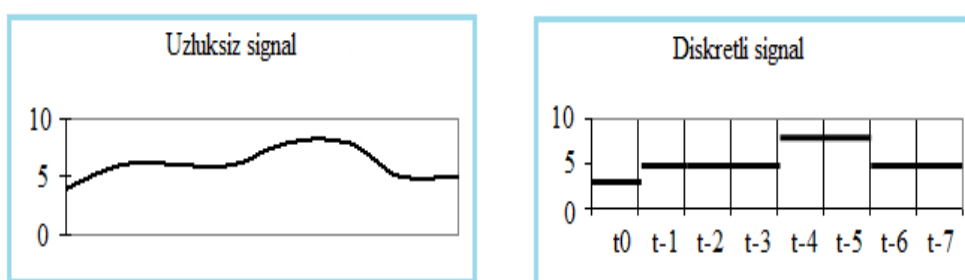
Теорема 2. (Саноклар теоремаси). Бир сонияда 0 дан f_B давргача бўлган частоталардан ташкил топган ҳар қандай аниқлик билан функция (сигнал) $s(t)T = 1 / 2f_B$ сония вақт оралиғида бир-бирини таъқиб қилган рақамлар ёрдамида узлуксиз узатилиши мумкин. Батафсил маълумот учун қуйидаги линкга мурожаат қилса бўлади.

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

Табиатдаги аналог ва дискрет жараёнлар

Табиатдаги жараёнларнинг катта қисми узлуксиз давом этади (ташқи ҳаво ҳарорати, босим, намлик, шамол тезлигининг ўзгариши, ўтказгичдаги электр токининг ўзгариши, қуёш нури ва бошқалар). Нима учун бу жараёнларнинг барчаси узлуксиз? Бизнингча, вақт узлуксиз оқади, демак, вақтнинг ҳар бир дақиқасида ҳаво ҳарорати ёки ўтказгичдаги ток қиймати ёки қуёш нури интенсивлигининг қиймати бўлиши керак. Узлуксиз жараёнлар, функциялар ёки сигналлар аналог деб аталади (аналог сўзидан - ўхшаш нарса, бирор нарсага ўхшаш нарса, яъни модел сифатидаги функция қандайдир физик жараёнга ўхшашдир). Табиатда кўплаб узлуксиз жараёнлар кузатилиши мумкин, масалан, манбадаги сувнинг узлуксиз оқими. Сув оқими оқиб тушганда, оқимнинг узлуксизлигини сақлаб қолганлиги сабабли оқим бир вақтнинг ўзида узайиб ва торайиб боради.

Аналогли сигнал, ҳатто чекланган вақт оралиғида ҳам, чексиз миқдордаги қийматлар тўпламини назарда тутаяди. Бироқ, ёзиб олиш мосламалари, қоида тариқасида, чекланган миқдордаги қийматларни ўрнатади, шунинг учун биз дискрет сигналларни оламиз (дискретли лотинча **дискретус** сўзидан ажратилган, алоҳида қисмлардан ташкил топган деган маънони англатади).



3.4-расм. Узлуксиз ва дискретли сигналларнинг тасвирлари

Дискретли жараёнлар табиатан аналог ҳолатлар каби кўп. Дискретли жараёнлар маълум қийматлар орасида қандайдир оралиқ ҳолатда бўлиши мумкин эмас. Келинг, ҳаётий мисолларни келтирайлик:

- Квант физикасидан Борнинг 1-посулати: атомдаги электрон фақат маълум

(дискрет дейиш мумкин) орбиталар бўйлаб ҳаракатланиши мумкин, бунда у энергия чиқармайди ва ютмайди. Атомдаги электронлар маълум статсионар (яъни дискрет) орбиталарда бўлиб, энергиянинг e_1, e_2, e_3 сатҳларига аниқ дискрет қийматларига ва бошқаларга эга.

- Агар сиз пианино чалаётган бўлсангиз, ўз вақтида янграйдиган мусиқа бир дискрет нотадан иккинчисига ўтишни англатади, яъни ноталар алоҳида танланган дискрет товушлардир.
- Биз зинапояга чиққанимизда, баландликлар ўқи бўшлиғидаги оёқ фақат маълум бир дискрет координатада (қадамда) бўлади.

3.2 Вақти ўзгарувчан сигналларни спектрал таҳлил этиш

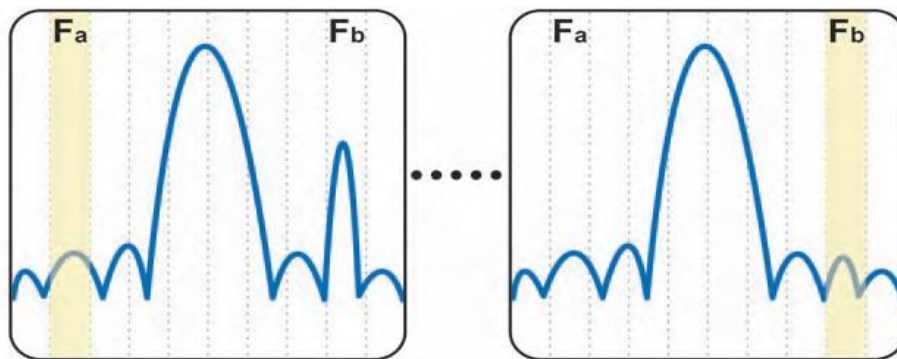
Радио сигналларини ўлчашнинг замонавий вазифалари (муаммолари). Замонавий радиочастотали қурилмаларининг ишлашини ўрганишда қисқа ва узок вақт оралиғида частота, амплитуда ва модуляция параметрларининг ўзгаришини ўрганиш керак. Бундай ҳолларда, таралган спектр анализаторлари ва вектор сигнал анализаторлари каби аънавий асбоблар частотали соҳада ва модуляция соҳасида сигналларнинг оний тасвирларини беради, лекин кўпинча бу маълумот қурилма томонидан яратилган динамик радио частотали сигналини ишончли тасвирлаш учун етарли эмас.

Ҳақиқий вақт оралиғида сигнални қайта ишлашга эга спектр анализаторлари билан ўлчашларга яна бир муҳим параметр - вақт киради.

Бир нечта одатий ўлчаш вазифаларини қуйида кўриб чиқилади.

- ▶ Ностатционар ва динамик сигналларни тутиб(ёзиб) олиш ва таҳлил қилиш.
- ▶ Пакетли узатиш, сочилишлар(эмиссиялар), қайта уланишлардаги ўтиш жараёнларини тутиб(ёзиб) олиш.
- ▶ Фаза-амплитудали частота ўзгартиргичи тизимининг ўрнатиш вақтини, частота ўзгаришини(дрейфини), микрофон эффектини аниқлаш.
- ▶ Қисқа вақтли шовқинларни аниқлаш, шовқин таҳлили.
- ▶ Тарқалган(сочилган) спектрли ва частотани сакрашсимон қайта тикланишли сигналларини тутиб(ёзиб) олиш.
- ▶ Спектрдан фойдаланиш мониторинг, бегона узатилувчи(сохта) сигналларни ахтариб топпиш(аниқлаш).
- ▶ Мувофиқлик тести(синовлари), электромагнит шовқинлар диагностикаси.
- ▶ Аналогли модуляциянинг таҳлили.
- ▶ Вақт бўйича ўзгариши билан модуляциялаш схемаларини ўрганиш.
- ▶ Турли соҳаларда синхрон кўринишга(тасвирга) эга симсиз алоқа мураккаб стандартларни тузатиш(ростлаш).
- ▶ Модуляциялаш сифатининг диагностикаси.

Ҳар бир ўлчашда РЧ сигналлари вақт ўтиши билан ўзгаради ва бу ўзгаришларни кўпинча олдиндан айтиб бўлмайди. Ушбу сигналларни тавсифлаш учун маълум ва олдиндан айтиб бўлмайдиган ҳодисаларни ишга туширадиган, сигналларни зудлик билан ушлай оладиган ва уларни хотирада сақлайдиган, сўнгра частота, амплитуда ва модуляция параметрларини вақтга нисбатан таҳлил қиладиган асбоб керак.



3.5-расм. Ёйилган спектр анализатори частоталарни кетма-кет сканерлайди. Бу кўпинча жорий ўтказиш Ёйиш кенглигидан ташқарида содир бўладиган муҳим статсионар бўлмаган ҳодисаларни ўтказиб юборади (расмда сариқ ранг билан белгиланган)

Ўлчаш воситаларини қуриш схемалари ҳақида қисқача маълумот

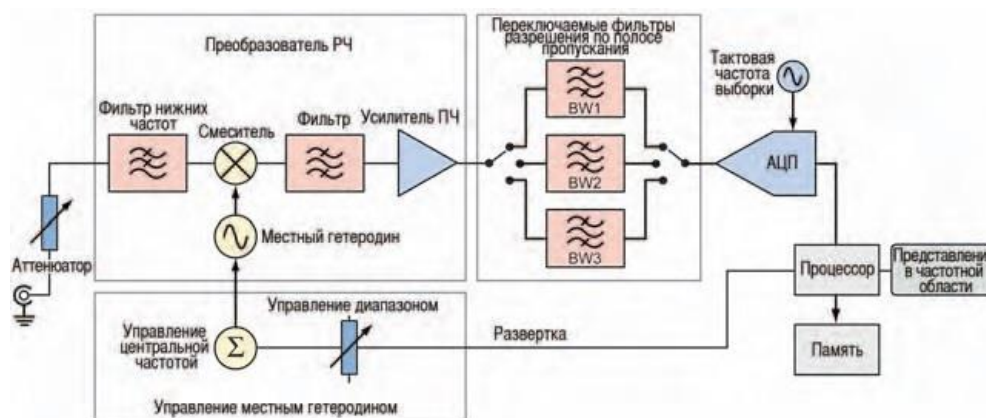
Реал Тиме Спеструм Аналізер юқорида тавсифланган радио ўлчашлари учун **Тектроник** томонидан ишлаб чиқилган янги ўлчаш воситасидир. Ҳақиқий вақтда спектр анализаторининг ишлашини тушуниш ва у билан амалга оширилган ўлчашларнинг аҳамиятини тушуниш учун, аввало, спектр анализаторларининг яна иккита турини кўриб чиқиш фойдали бўлади: ёйилган(таралган) анализатор ва сигналларнинг векторли анализатори.

Ёйилган Спектр Анализатори - частотали соҳадаги анъанавий таҳлили

Супергетеродин спектр анализатори анъанавий схемага(дизайнга) амал қилади, бу муҳандисларга ўнлаб йиллар олдин частоталар соҳасида ўлчашларни амалга оширишга имкон берди. Дастлаб, ёйилган анализаторлар фақат аналогли компонентлар асосида қурилган, аммо кейинчалик улар ишлатиладиган технология соҳаси билан бир хил ривожланиш йўлидан ўтган. Замонавий кўриб чиқилган спектр анализаторлари АРУ, рақамли сигнални қайта ишлаш ва микропроцессорлар каби рақамли элементлардан фойдаланади. Бироқ, асосий ёндашув асосан ўзгаришсиз қолмоқда ва бошқариладиган статсионар сигналларни ўрганиш учун энг мос келади.

Кўриб чиқилган спектр анализаторларида частотага нисбатан қувватни ўлчаш тадқиқ қилинадиган сигнални пасайтириш ва уни ўтказиш қобилятига эга бўлган тармоқли ўтказувчи филтър орқали ўтказиш орқали амалга оширилади. Танланган диапазоннинг ҳар бир частотасида амплитудани ҳисоблайдиган тармоқли ўтказувчан филтърга детектор ўрнатилган. Ушбу усул кенг динамик диапазонни таъминлайди, аммо муҳим камчиликка эга. Чунки ҳар бир дақиқада бу амплитудалар фақат битта нуқтада ҳисобланади.

Анализаторнинг частоталари диапазони бўйлаб ёйиш маълум вақтни талаб қилади, баъзи ҳолларда бир неча сониягача. Ушбу ёндашув анализатор бир нечта тозалаш сикллари амалга оширадиган вақт давомида ўлчанган сигнал сезиларли ўзгаришларга дуч келмайди деган тахминга асосланади. Шунинг учун нисбатан барқарор, ўзгармас кириш сигнали талаб қилинади. Сигналда тез ўзгаришлар бўлса, улар ўтказиб юборилиши мумкин. 3.5-расмда кўрсатилганидек, ёйишдаги йўналиш(юриш) пайтида частота ўқининг F_a бир қисми кўрилади, F_b бўлимида бир лаҳзали спектрал ходиса содир бўлади (чапдаги диаграмма). Ёйиш F_b худудига етиб боргунга қадар, ходиса тўхтайди ва аниқланмай қолади (ўнгдаги диаграмма). Ёйилган спектр анализаторлари вақтинчалик сигналда синхронланиш таъминламайди ва сигналнинг вақтга боғлиқ бўлган тўлиқ ёзуви сақламайди.

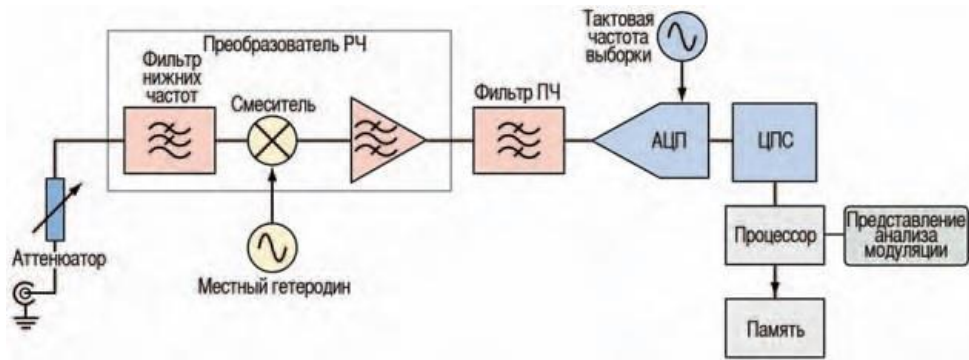


3.6-расм. Ёйилган спектр анализаторнинг типик(андозали) схемаси

3.6-расмда Ёйилган спектр анализаторнинг типик(андозали) схемаси кўрсатилган. Олдинги тузулишлардан(дизайнлардан) сақлқниб(мерос бўлиб) қолган кенг диапазонли аналог рухсат диапазони филтрларига кўшимча равишда у тор диапазонли филтрларни алмаштирадиган рақамли воситаларга эга. АРЎ га филтрлаш, аралаштириш ва кучайтириш BW_1 , BW_2 ва BW_3 частота диапазонларида аналог воситалар ёрдамида амалга оширилади. Агар BW_3 га қараганда торроқ тармоқли кенглиги бўлган филтр керак бўлса, у АРЎдан кейин рақамли сигнални қайта ишлаш орқали кўшилади. АРЎ ва рақамли сигнал процессорига жуда юқори талаблар қўйилади. Етарлича паст АРЎ нозизиқчилигини ва шовқинини таъминлаш осон иш эмас, гарчи у соф аналог спектр анализаторларига хос бўлган баъзи хатоларни бартараф қилади.

Сигнални векторли анализаторлари - рақамли модуляция таҳлили

Анъанавий тўпланган спектр анализаторлари фақат кириш сигналнинг амплитудаси ҳақида маълумот берадиган скаляр ўлчашларни амалга оширади. Рақамли модуляцияланган сигнални таҳлил қилиш учун амплитуда ва фаза маълумотларини таъминлаш учун вектор ўлчашлари талаб қилинади. Сигнални векторли анализатори рақамли модуляцияни таҳлил қилиш учун махсус мўлжалланган. Векторли анализаторнинг соддалаштирилган блок схемаси 3.7-расмда кўрсатилган.



3.7-расм. Сигналларни векторли анализаторлари андозали(типик) схемаси

Сигналларни векторли анализаторлари модуляция ўлчашлари учун оптималлаштирилган.

Кейинги бўлимда баён қилинган(тасвирланган) реал вақт оралиғида спектр анализаторларига ўхшаб, сигналларни векторли анализаторлари рақамли модуляция ўлчашлари учун зарур бўлган амплитуда ва фаза маълумотларини олиш учун асбобнинг тармоқли кенглигида радио сигнални тўлиқ рақамлаштиради.

Бироқ, аксарият СВАлар (ҳаммаси бўлмаса-да) исталган вақт оралиғида кириш сигналнинг суратларини олиш учун мўлжалланган, бу сигналнинг вақт ўтиши билан қандай ўзгариши ҳақида маълумот тўплаш учун кетма-кет намуналарнинг узоқ рекордини сақлашни қийинлаштиради, ва ҳатто бу имконсиздир.

Ёйилган спектр анализаторларида бўлгани каби, ишга тушириш имкониятлари оралиқ частотада ишга тушириш ва ташқи ишга тушириш билан чекланган.

Векторли сигнал анализаторларида АРЎ ёрдамида рақамли шаклга ўзгартириш ЧЎнинг кенг полосали сигналида, частотани пасайтириб ўзгартириш, филтрлаш ва детектирлш эса рақамли шаклда амалга оширилади. Вақт соҳасидан частотали соҳага ўтказиш ФТЎ алгоритми ёрдамида амалга оширилади. АРЎ нинг чизиқлилиги ва динамик диапазони асбоб характеристикалари учун алоҳида аҳамиятга эга. Ўлчашларни тезда амалга ошириш учун етарли қувватга эга рақамли сигнални қайта ишлаш воситаларининг мавжудлиги бир хил даражада муҳимдир. Векторли сигнал анализатори ёрдамида бундай модуляция параметрлари хатоликлар векторининг катталиги сифатида ўлчанади; анализатор бошқа турдаги тасвирлашларни ҳам тақдим этади, масалан, “юлдуз туркуми” диаграммаси шаклида. Сигналларнинг автоном векторли анализаторлари кўпинча анъанавий ёйилган(таралган) спектр анализаторларига қўшимча сифатида ишлатилади. Бундан ташқари, кўплаб замонавий асбобларнинг схемалари бир асбобнинг ўзида ҳам частотали соҳада, ҳам модуляция соҳасида ўлчашларни бажаришга имкон берадиган (лекин бир вақтнинг ўзида эмас) таъсирланган спектр анализатори ва вектор сигнал анализатори функцияларини бажариши мумкин.

Реал вақт оралиғида спектри анализаторлари - синхронлаш, тутиш, таҳлил

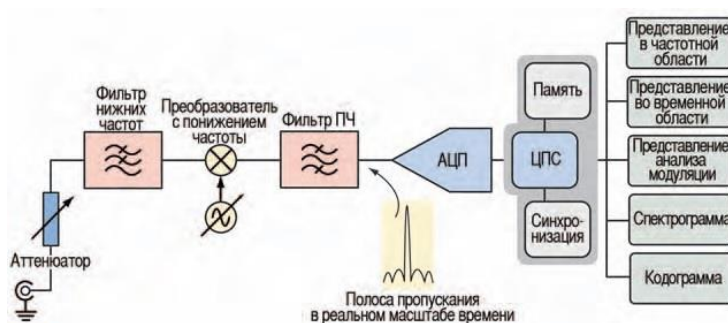
Олдинги бўлимда айтиб ўтилганидек, реал вақт оралиғида спектр анализатори статсионар бўлмаган ва динамик радио сигналлари билан боғлиқ ўлчашларни бажариш учун мўлжалланган.

Реал вақт спектрини таҳлил қилишнинг асосий хусусияти радиочастотали(РЧ) сигналида синхронлаш, уни дарҳол хотирага ёзиб олиш ва уни бир неча соҳаларда таҳлил қилиш қобилиятидир.

Бу вақт оралиғида ўзгариб турадиган радиочастотали(РЧ) сигналларини ишончли ахтариб топиш ва уларнинг характеристикаларини аниқлаш имконини беради.

3.8-расмда реал вақт оралиғида спектр анализаторининг блок схемасини соддалаштирилган тасвири кўрсатилган.

Асбобнинг тўлиқ иш диапазони(кенглиги) бўйлаб созланиши мумкин бўлган радиочастотали(РЧ) кириш даврлари кириш сигналини асбобнинг максимал реал вақт оралиғида ўтказиш қобилиятига мос келадиган белгиланган оралиқ частотага айлантиради. Шундан сўнг сигнал филтрланади, АРЎ томонидан рақамли шаклга ўзгартирилади ва синхронлаш, хотира ва таҳлил функцияларини бошқарувчи сигналларни рақамли қайта ишлаш (СРҚИш) модулига берилади. Ушбу блок схеманинг элементлари векторли сигнал анализаторига ўхшаш ва маълумотларни йиғиш жараёни айнан шунга ўхшаш, лекин реал вақт оралиғида спектр анализатори реал вақт оралиғида тетиклаш, сигнални узлуксиз тутиб олиш ва бир вақтнинг ўзида бир нечта соҳаларда таҳлил қилиш учун оптималлаштирилган. Бундан ташқари, АРЎ технологиясидаги эришилган ютуқлар паст шовқинли, кенг динамик диапазонни ўзгартиришга имкон беради, бу эса реал вақт режимида спектр анализаторининг калит радио частоталарда(РФ) ишлашини кўплаб тозаланган спектр анализаторларига тенг ёки ундан юқори бўлишига имкон беради.



3.8-расм. Реал вақт оралиғида спектр анализаторининг типик(андозали) схемаси

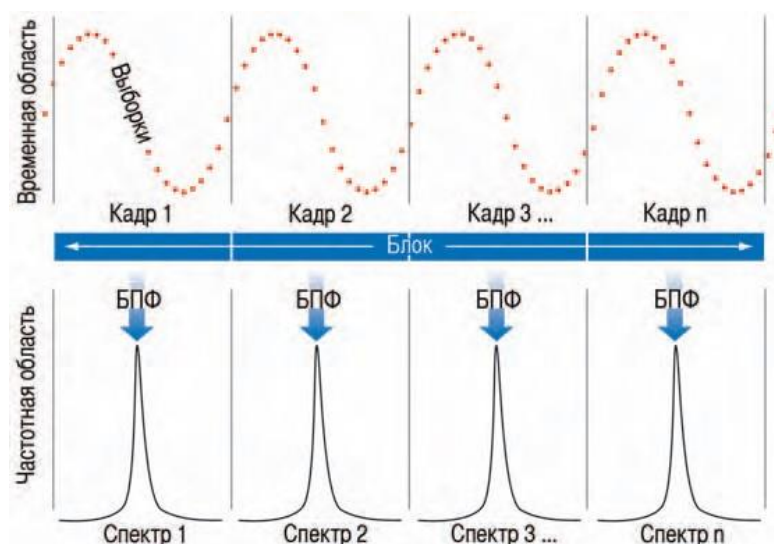
Ҳақиқий вақт анализаторининг тармоқли кенглигидан камроқ ёки унга тенг бўлган ўлчаш кенглигини эгаллаган ўлчанаётган сигналлари учун реал вақт спектр анализаторининг схемаси радиочастотали сигналларни рақамлаштириш ва қўшни(йўлдаш) намуна вақтини сақлаш орқали кириш сигналларини вақт бўйича узилишларсиз ушлаб туришни таъминлайди. Бу частота соҳасининг тасвири иш

частотаси диапазони бўйлаб бир неча ёйиш даврларидан сўнг ҳосил бўладиган ёйилган(таралган) спектр анализаторлари маълумотларини йиғиш жараёнига нисбатан бир қатор афзалликларни беради.

Реал вақт оралиғида спектр таҳлилида асосий тавсиялар баёнлари

Танланма(намуна)лар, кадрлар ва блоклар

Реал вақт оралиғида спектр анализатори ўлчашлари рақамли сигнални қайта ишлаш (СҚИш) техникаси ёрдамида амалга оширилади. Вақт, частота ва модуляция соҳаларида радио ўлчашлари қандай амалга оширилганлигини тушуниш учун биринчи навбатда асбоб сигнал маълумотларини қандай йиғишини ва сақлашини тушуниш керак. АРЎ томонидан рақамлаштирилгандан сўнг, сигнал вақт соҳаси маълумотлари билан ифодаланади, ундан частота ва модуляция соҳасидаги барча параметрлар СҚИш томонидан ҳисобланади. Реал вақт оралиғида сигнални узлуксиз олиш жараёнида реал вақт спектр анализаторида сақланадиган маълумотлар иерархияси учта шартда тавсифланади: танланмалар(намуналар), кадрлар ва блоклар. 3.9-расмда " танланма(намуна)-кадр-блок" тузилиши кўрсатилган.



3.9-расм. Танланмалар(намуналар), кадрлар ва блоклар: реал вақт оралиғида спектр анализатори хотираси иерархияси

Маълумотлар иерархиясининг энг паст даражаси вақт соҳасидаги дискрет маълумотлар нуқтасини ифодаловчи намунадир. Ушбу элемент реал вақтда осциллографлар ва шахсий компьютерга асосланган рақамлаштирувчилар каби бошқа рақамли сигналларни намуна олиш иловаларида ҳам мавжуд. Қўшни намуналар орасидаги вақт оралиғини аниқлайдиган тактик намуна олиш тезлиги танланган диапазонга боғлиқ. Реал вақт оралиғида спектр анализаторида намуналар амплитуда ва фаза маълумотларини ўз ичига олган **И/Қ** квадратура компонентлари жуфтлари сифатида хотирада сақланади.

Кейинги қадам - бу кадр. Кадр узлуксиз намуналарнинг бутун сонидан иборат бўлиб, маълумотларни вақт доменидан частота доменига айлантириш учун Фурьенинг Тез ўзгартиришларидан (ФТЎ) қўлланилиши мумкин бўлган асосий

бирлик бўлиб хизмат қилади. Бу ҳолда, ҳар бир кадрдан частота соҳасидаги битта спектр олинади. Сигнални қайд этиш иерархиясининг юқори даражасида доимий равишда вақт ичида суратга олинган бир нечта қўшни кадрлардан иборат блок мавжуд. Блок узунлиги (шунингдек, қайдлаш узунлиги деб аталади) битта доимий маълумот тўплами билан қопланган умумий вақтни ифодалайди. Блок ичида кириш сигнали вақт оралиғисиз тақдим этилади.

Агар анализатор реал вақт режимида бўлса, ҳар бир блокнинг маълумотлари доимий равишда тўпланади ва хотирада сақланади. Кейин улар сигналнинг вақт, частота ва модуляцияга боғлиқлигини таҳлил қилиш учун СРИш ёрдамида қайта ишланади. Оддий спектрни таҳлил қилиш режимларида реал вақтда спектр анализатори РФ кириш даврларини реал вақтдаги максимал тармоқли кенлигидан ошиб кетадиган частота диапазонларига қадам қўйиш орқали тозаланган анализаторнинг ишлашини симулятсия қилиши мумкин.



3.10-расм. Реал вақт ўлчамида спектр анализатори ёрдамида маълумотлар блокларини рўйхатга олиш ва қайта ишлаш

3.10-расмда маълумотлар блокинни рўйхатга олиш жараёни кўрсатилган. У доимий реал вақтда суратга олишни таъминлайди. Ҳар бир сигнални олиш блокнинг барча кадрларини узлуксиз ёзиб олишни таъминлайди, аммо блоklar орасида узулишлар(бўшлиқлар) мавжуд. Битта қайд қилинган блокда сигнални қайта ишлаш тугаллангандан сўнг, кейинги блокнинг маълумотлар журнали бошланади. Блок хотирада сақланганидан сўнг, ҳар қандай реал вақтда ўлчаш амалга оширилиши мумкин. Масалан, реал вақт спектрини таҳлил қилиш режимида қайд этилган сигнал демодуляция режимида ва вақт режимида таҳлил қилиниши мумкин. Блокдаги рамкалар сонини рўйхатга олиш узунлигини рамка узунлигига бўлиш йўли билан аниқлаш мумкин. Фойдаланувчи томонидан киритилган рўйхатга олиш узунлиги яхлитланади, шунда блок бутун сонли рамкаларни ўз ичига олади. Максимал ёзиб олиш узунлиги бир неча сониядан бир неча кунгача ўзгариб туради ва ўлчашларнинг танланган частота диапазонига ва асбоб хотирасининг чуқурлигига боғлиқ.

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

3.3 Фурье ўзгартириши ёрдамида спектрал таҳлил

Фурье ўзгартиришлари

Фурье ўзгартириш - бу функцияни частота таркибий қисмларига айлантирадиган ўзгартириш. Фурье ўзгартириши асл функцияни синусоидал

(ёки хаёлий экспонентлар) функциялари бўлган асосий функцияларга кенгайтирадиган интеграл ўзгаришдир, яъни турли хил частоталар, амплитудлар ва фазаларнинг синусоидлари (хаёлий экспонентенциялар) нинг асл функциясини акс эттиради. Ўзгариш қайта тикланади, тескари ўзгартириш олдинга ўтиш билан бир хил шаклга эга. Ўзгартириш Жан Фурье номини олди.

Фурье ўзгартириши(ФЎ) жуда содда, аммо жуда самарали ғояга асосланади - деярли ҳар қандай даврий функцияни индивидуал гармоник таркибий қисмлар йиғиндиси (турли хил амплитуда A ли синусоидлар ва косинусоидалари, T даврлари ва шунга мос ω частоталар) ифодалаш мумкин. Фурьенинг ўзгаришини математик маъноси $y(x)$ сигналини $\Phi(\omega) \cdot \sin(\omega x)$ шаклидаги синусоидларнинг чексиз йиғиндиси сифатида ифодалашдир. $\Phi(\omega)$ функцияси Фурье ўзгартириши ёки Фурье интеграл ёки Фурье - сигнал спектри деб номланади. Тескари Фурье ўзгартириши $\Phi(\omega)$ спектрини $y(x)$ сигналга ўзгартиради. Таъриф бўйича.

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} y(x) \cdot \exp(-i\omega x) dx \quad (3.2)$$

Кўриниб турибдики, Фурье ўзгартириши, бу сигнал ҳақиқий бўлса ҳам, комплекс катталиқдир. Тебранишли силжишнинг содда турларидан бири бу синусоида бўлиб, қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$y = F(t) = A \cdot \cos \omega t + B \cdot \sin \omega t = a \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (3.3)$$

бу ерда a - тебраниш амплитудаси, φ - фаза. Ушбу катталиқлардан фойдаланиб, A ва B коэффициентларини аниқлаш мумкин. Бундай синусоидал тебраниш ω частотасига нисбатан монохроматикдир. У частота функциясида a амплитуда ва φ фаза учун ягона қийматга эга. Агар биз бу функцияни график равишда тасвирласак, абссисса ўқида частота ва амплитуда (ёки фазага) ордината ўқи бўйича чизамиз, унда тебранишларнинг табиий частотаси ω_0 га тўғри келадиган битта тўғри чизиқли кесмани оламиз. Бу $y = \Phi(x)$ функциянинг энг оддий амплитуда (ёки фазали) спектри бўлади, бу ҳолда битта спектрал линиядан иборат. Фурье ўзгартириши тўғридан-тўғри Фурье ўзгартириши (Фурье образи)

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \cdot \exp(-i\omega x) dx \quad (3.4)$$

$$A(\omega) = |F(\omega)|, \quad \text{tga}(\omega) = \arg F(\omega) \quad (3.5)$$

Тескари Фурье ўзгартириши:

$$f(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(x) \cdot \exp(-i\omega x) d\omega \quad (3.6)$$

Ушбу катталиқлардан фойдаланиб, сиз A ва B коэффициентларини аниқлашингиз мумкин: $A = a \cdot \sin \varphi$; $B = a \cdot \cos \varphi$. Бундай синусоидал тебраниш ω частотасига нисбатан монохроматикдир. У частота функцияси сифатида a ва фаза амплитуда учун ягона қийматга эга. Агар биз бу функцияни график равишда тасвирласак, абссисса ўқи бўйлаб частота ва амплитудани (ёки фазани)

ордината ўқи бўйлаб чизамиз, унда тебранишларнинг табиий частотаси ω_0 га тўғри келадиган тўғри чизиқнинг битта кесмасини оламиз. Бу $y=\Phi(x)$ функциянинг энг оддий амплитуда (ёки фазали) спектри бўлади, бу ҳолда битта спектр чизигидан иборат.

Фурьенинг тез ўзгартириши усули

Фурьенинг тез ўзгартириш усулида эгри чизиқ кўп сонли тенг тақсимланган намунавий қийматларга бўлинади. Нуқталар сонининг бир хил камайиши учун эгри чизиқни таҳлил қилиш учун зарур бўлган кўпайтмалар сони икки баравар камаяди. Масалан, 16 намунавий қийматга эга эгри чизиқ учун одатда 16 квадрат ёки 256 кўпайтириш керак. Фараз қилинг, эгри чизиқ иккала интервалга бўлинган, ҳар бири 8 та нуқтадан иборат. Бундай ҳолда, ҳар бир интервални таҳлил қилиш учун зарур бўлган кўпайтмалар сони 8^2 ёки 64 ни ташкил қилади. Иккала интервал учун ҳам 128 ёки ярми асл соннинг ярмини беради.

Темир ҳалқанинг иссиқлик ўтказувчанлиги вақт ўтиши билан (чапда) ҳарорат тақсимотининг ўзгаришини аниқлайди. Ҳароратнинг тақсимланишини ҳар қандай вақтда синусоидал эгри чизиқлар билан тавсифлаш мумкин бўлганидек, вақт ўтиши билан тақсимланишнинг ўзгаришини синусоидаларнинг ўзлари ўзгариши орқали ҳам тасвирлаш мумкин. Бу ерда бир давр билан тарқатиш ёки биринчи гармоника (марказда) ва икки давр билан тақсимлаш ёки иккинчи гармоника (ўнгда) кўрсатилган. Фурье иккинчи гармоника сўнишини биринчисидан 4 марта тезроқ эканлигини ва юқори тартибли гармониканинг янада юқори тезликда сўнишини аниқлади. Биринчи гармоника бошқаларга қараганда анча секинроқ ўзгарганлиги сабабли, ҳароратнинг умумий тақсимланиши биринчи гармониканинг синусоидал шаклига ўтади.

3.4 Намуна олиш тезлигини танлаш ва филтрлаш

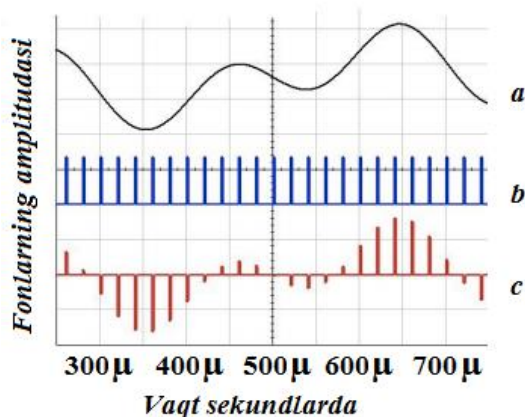
Маълумотларни йиғиш тизимларида сигналларни дискретлаш тезлигини танлаш қоидаси

Вақт ўтиши билан доимо ўзгариб турадиган маълумотлар аналог маълумотлардир. Компьютерлар рақамли қурилмалардир ва шунинг учун маълумотлар билан ишлаш учун улар аналогдан рақамли форматга айлантирилган маълумотларни олишлари керак. Аналог-рақамга ўтказиш тушунчаси принтсипиал жиҳатдан оддий: аналог-рақамли ўзгартиргич (АРЎ) маълум бир частотада кириш аналог сигналларининг намуналарини (танланмаларини) олади ва ҳар бир намунани рақамли кодга айлантиради. Сўнгра, вақт бўйича ўзгарувчан аналог сигнални ифодалаш учун компьютерга кодларни узатади.

Шунга ўхшаш жараён аппарат маълумотларини йиғиш ва бошқариш тизимларида қўлланилади, бу ерда физик катламда аналог сигналларни изолятсия қилиш керак. Сигнал изолятсияси кўпинча ер ва шовқин муаммоларини бартараф этиш учун талаб қилинади, бундай ҳолатларда аналог сигнални физик тўсиқдан ўтказиш учун "намуна олиш" (сигнал намунаси) ишлатилади.

Намуна олиш қаерда ишлатилишидан қатъи назар, намуна олиш тезлиги тўғри танланган бўлиши керак. Ушбу намуналардан олинган сигналлар асл аналог сигнални етарли даражада ифодалашни керак. Шубҳасиз, жуда секин намуна олиш (масалан, ҳар 30 дақиқада 10 Гц частотали сигнал намунаси) қимматли маълумотларнинг йўқолишига олиб келиши мумкин, шу билан бирга жуда тез намуна олиш (300 МГц частотада 10 Гц частотали сигнал) схемани лойиҳалашда жиддий муаммоларни келтириб чиқаради. Яхшиямки, намунавий ставка саволига жавоб бор. 3.11-расмда намуна олишнинг одатий жараёни кўрсатилган.

Асл хусусиятларидан қатъи назар, замонавий йиғиш тизимларида маълумотлар рақамли тарзда сақланади. Шунинг учун аналог ахборотни аввало аналог-рақамли ўзгартиргич (АРЎ) ёрдамида рақамли форматга айлантириш керак. Ушбу турдаги тизимда намуна олиш частотаси кириш сигналидаги энг юқори частотадан каттароқ бўлиши керак. Бу истак эмас, балки қонун! Аслида, Найквист мезони (қонуннинг бир қисми) биз аналог-рақамли ўзгартиргич (АРЎ)га бериладиган сигнал спектридаги энг юқори частотадан камида икки барабар юқори тезликда намуна олишимизни талаб қилади. Бу жиддий хатоликларга олиб келиши мумкин бўлган спектрларни бир-бири билан устма-уст тушиб қолишнинг олдини олиш учун керак.



3.11-расм. Фонлар амплитудасининг вақтга боғлиқ характеристикалари
(дастлабки сигнал(а), дискретлаш сигналлари(б), кириш сигналининг саноғи
(намунаси)(с))

Найквист мезони сигнал частотаси хусусиятларининг мазмуни ҳақида

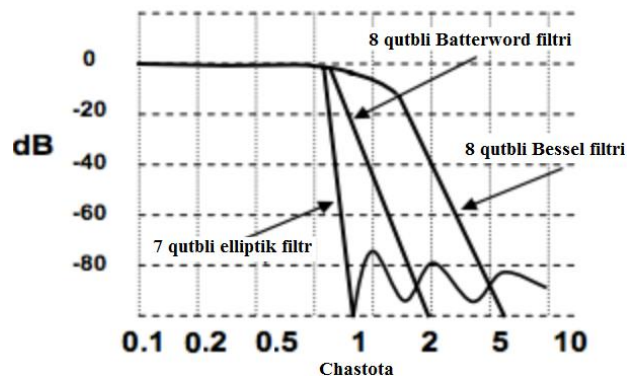
аҳамиятли маълумот олиш учун зарур бўлган минимал намуна олиш тезлигини белгилайди. Фурье таҳлили ҳар бир частота компоненти амплитудасининг берилган тўлқин шакли билан нисбатини олиш учун зарур воситаларни тақдим этади. Ушбу маълумотни ва сигнални тўғри қайта ишлашни ҳисобга олган ҳолда, дастлабки сигналнинг асл амплитудаси ва шаклини вақтида (вақт соҳасида) тиклашни таъминлаш мумкин.

Қоида тариқасида, программали маҳсулотлар вақт соҳасидаги маълумотларни оригинал, ишлов берилмаган кўринишида кўрсатиш учун мўлжалланган. Натижада, синусоидал тўлқин шакллари учбурчак шакллар билан бузилиши мумкин. Бу манба маълумотлари муаммоси эмас, балки вакиллик муаммоси. Бундай ҳолларда тақдимотнинг Найквистнинг мезонига мос бўлмаган намуна олиш тезлигидан фойдаланиш орқали яхшилаш мумкин.

Баъзан кириш ўзгартиргичининг асосий физик хусусиятлари унинг максимал частотали жавобини аниқлайди. Бошқа иловаларда Найквист мезони кирувчи юқори частоталарни блокировка қилиш учун АРЎ киришига паст ўтиш филтрини қўллаш орқали амалга оширилади. Ҳар қандай ҳолатда, намуна олиш частотасининг ярмидан юқори бўлган сигналдаги барча частоталар АРЎ квантлаш босқичидан паст бўлиши учун заифлашиши керак.

Идеал ҳолда, тармоқли кенглигини чеклаш учун ишлатиладиган қурилма керакли ва кирувчи частоталар ўртасида сифат жиҳатидан фарқ қилиши керак. Ҳақиқий дунёда эса, филтрлаш мосламалари ўтиш диапазонидан тўхташ чизиғига нисбатан силлиқ ўтишни таъминлайди. Ажратиш чизиғи ёки ўтиш нуқтаси кўпинча бурчак частотаси ёки f_1 деб аталади.

Қуйидаги 3.12-расмда бир нечта амалий филтрлар учун частотали жавоблар кўрсатилган. Эътибор беринг, бурилиш (бурчак частотасидан ташқаридаги эгри чизиқнинг қиялиги) жуда тик бўлиши мумкин бўлса-да, баъзи кирувчи частоталар ҳали ҳам филтрдан ўтиб кетади. Бир лаҳзага кириш сигнали доимий тўлқиндан чексизгача бўлган барча частоталардан иборат ва ҳар бир частотанинг амплитудаси АРЎ нинг тўлиқ шкаласига тенг деб фараз қилинг. Фараз қилайлик, биз 12 битли АРЎ билан 8 кутбли Бессел филтритдан фойдаланасиз ва f_1 1 кГц га ўрнатилган. Найквист мезонига кўра, сиз 2 кГц сигнални танлаб олишингиз мумкин, тўғрими? Бу ҳақиқат эмаслиги маълум бўлди! 12 битли ўзгартиргичнинг сезгирлиги тахминан -72 дБ ни ташкил қилади. Шунинг учун, 6 кГц дан юқори частоталар ҳали ҳам АРЎ томонидан "аниқланиши" мумкин. Натижада, керакли намуна олиш частотаси $2 * 6$ кГц = 12 кГц дан паст бўлиши мумкин эмас. Эсда тутинг - Найквист мезони филтрнинг бурчак частотасини ёки сигнал спектрининг энг юқори частотасини ҳисобга олмайди. Фақат юқори "аниқлаш" частотаси рол ўйнайди.



3.12-расм. Бир нечта амалий филтрлар учун частотали жавоблар тасвири

Антиалиасинг филтрларини бир нечта мезонларга кўра таснифлаш мумкин. Улардан энг муҳимлари куйидагилардир: ўтиш диапазонидаги даромад хатоси (баъзан текислик деб аталади), тўхташ диапазонидаги маълум частотадан ташқари минимал заифлашув (тегишли АРЎ рухсатига нисбатан) ва вақтни кечиктириш (частотага нисбатан фаза силжиши). Берилган филтр тури учун кутблар сони рад этиш зонасидаги парчаланиш тезлигини аниқлайди.

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

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Намуна олиш тезлиги теоремаси ҳақида нималарни биласиз?
2. Узлуксиз ва дискретли сигналларнинг тасвирларини чизиб изоҳланг?
3. Реал вақт оралиғида спектр анализаторининг блок схемаси қандай таркибий қисмлардан ташкил топган?
4. Маълумотлар блокини рўйхатга олиш жараёни тушунтиринг?
5. Фурье ўзгартиришига таъриф беринг.
6. Фурьенинг тез ўзгартириш усули ҳақида нималарни биласиз ?

АДАБИЁТЛАР:

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. Айгамбаев, А. Иванов, Ю. Терехов, Основы планирования научно-исследовательского эксперимента-Ташкент, Ўқитувчи, 1993 г.
4. Michael A. An Introduction to Mathematical Modelling, 2001.
5. X. Eshmatov, M. Yusupov, Sh. Aynaqulov, D. Xodjayev. Matematik modellash tirish. (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 – мавзу. Экспериментал маълумотларнинг статистик таҳлили

3.1.1. Кириш. Умумий тушунчалар ва таърифлар.

3.1.2. Эҳтимолликлар.

3.1.3. Параметрларни баҳолаш.

3.1.4. Шубҳали маълумотлар пунктларини рад этиш мезони.

3.1.5. Экспериментал маълумотларнинг ўзаро боғлиқлиги.

3.1.6. Тасодифий ўзгарувчиларнинг чизиқли функциялари.

Таянч(Калит) сўзлар: экспериментал маълумотлар, статистик таҳлил, эҳтимолликлар, параметрларни баҳолаш, шубҳали маълумотлар, экспериментал маълумотларнинг ўзаро боғлиқлиги.

3.1.1 Кириш. Умумий тушунчалар ва таърифлар.

Ҳар қандай фундаментал ёки экспериментал илмий тадқиқот тугагандан сўнг, олинган маълумотларнинг статистик таҳлили амалга оширилади. Статистик таҳлилни муваффақиятли ўтказиш ва унга қўйилган вазифаларни ҳал қилишга имкон бериш учун тадқиқот яхши режалаштирилган бўлиши керак. Демак, статистика асосларини тушунмасдан туриб, илмий тажриба натижаларини режалаштириш ва қайта ишлаш мумкин эмас. Бироқ, тиббий таълим нафақат статистика билимларини, балки ҳатто олий математика асосларини ҳам беради. Шунинг учун биотиббӣёт тадқиқотларида статистик ишлов бериш масалалари билан фақат статистик шуғулланиши керак, тиббӣёт тадқиқотчиси эса ўз илмий ишининг тиббий масалаларига эътибор қаратиши керак, деган фикрга жуда тез-тез дуч келиш мумкин. Маълумотларни таҳлил қилишга ёрдам беришни ўз ичига олган ушбу меҳнат тақсимооти ўз-ўзини оқлайди. Бироқ, статистика тамойилларини тушуниш ҳеч бўлмаганда тадқиқот бошланишидан олдин маълумотларни қайта ишлаш босқичида бўлгани каби муҳим бўлган мутахассис учун муаммони нотўғри қўймаслик учун зарурдир.

Статистик таҳлил асослари ҳақида гапиришдан олдин “статистика” атамасининг маъносини аниқлаб олиш зарур. Таърифлар кўп, лекин энг тўлиқ ва лаконик, бизнингча, статистиканинг "маълумотларни йиғиш, тақдим этиш ва таҳлил қилиш фани" таърифидир. Ўз навбатида, тирик дунёга нисбатан қўлланиладиган статистикадан фойдаланиш "биометрия" ёки "биостатистика" деб аталади.

Шуни таъкидлаш керакки, кўпинча статистик маълумотлар фақат экспериментал маълумотларни қайта ишлашга қаратилган деб чекланиш, яъни, уларни олиш босқичига эътибор бермайди, ва бу хато тушунча. Бироқ, статистик билимлар тажрибани режалаштириш жараёнида аллақачон зарур бўлиб, унинг давомида олинган кўрсаткичлар тадқиқотчини ишончли маълумот

билан таъминлаши мумкин. Демак, шуни айтишимиз мумкинки, тажриба натижаларини статистик таҳлил қилиш тадқиқот бошланишидан олдин ҳам бошланади.

Х нинг $x = a$ дан $x = b$ гача бўлган сонли ораликда пайдо бўлиш эҳтимолини тахмин қилишда ушбу тенгламани олиш учун бирлаштириш мумкин

$$P(a \leq x \leq b) = \int_a^b f(x) dx \quad (4.1)$$

Доимий тасодифий ўзгарувчи учун x нинг ягона ноёб қийматга эга бўлиш эҳтимоли нолга тенг. Агар интеграллаш чегаралари манфий ва мусбат чексизликка кенгайтирилса, ўлчаш шу диапазонда эканлигига амин бўлишимиз мумкин ва эҳтимоллик $P(-\infty \leq x \leq \infty) = 1$ бўлади.

$F(x)$ таърифи энди $f(x)$ эҳтимоллик зичлиги функцияси билан тўпламнинг ўртача қийматини аниқлашга имкон беради:

$$\mu = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx \quad (4.2)$$

Бу $e(x)$ тасодифий катталиқнинг (ўзгарувчининг) кутилган қиймати.

Тўпламнинг дисперсияси қуйидаги ифода билан аниқланади

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx \quad (4.3)$$

3.1.2. Эҳтимолликлар

Эҳтимоллик - бу танланма майдонидаги барча имкониятларга нисбатан содир бўладиган ҳодисанинг эҳтимолини ифодаловчи рақамли қиймат. Мисол тариқасида, агар иккита кура тоши ташланган бўлса, ҳодисанинг иккита 1 га бўлиш эҳтимоли $1/36$ ни ташкил қилади, чунки иккита кура тоши учун 36 та мумкин бўлган натижа мавжуд ва бу натижалардан фақат биттаси воқеанинг айнан содир бўлишини ифодалайди. Ҳодиса эҳтимолини башорат қилиш статистик таҳлилнинг мақсадларидан биридир. А ҳодисасининг рўй бериш эҳтимоли $n \gg 1$ учун баҳоланган намунавий майдондаги мумкин бўлган натижаларнинг умумий сонига (n) бўлинган муваффақиятли ҳодисалар сони (m) сифатида қуйидагича аниқланади:

$$\text{ҳодиса эҳтимоллиги } A = m/n$$

3.1.3. Параметрларни баҳолаш

Ўлчаш ноаниқлигини баҳолаш

Умуман олганда ноаниқликларни баҳолаш оддий бўлиб ҳисобланади. Қандайдир ўлчаш натижасига хос бўлган ноаниқликни баҳолаш учун қуйидаги амалларни бажариш зарур.

1-босқич. Ўлчанаётган катталиқни тасвирлаш.

Ўлчаш катталиғи ва у билан боғлиқ бўлган параметрлар ўртасидаги нисбатни киритган ҳолда айнан нима ўлчанаётганлигини аниқ ифодалаш зарур (масалан, ўлчаш катталиқлари, константалар, даражалаш учун эталонлар қийматлари ва бошқалар). Мумкин бўлган жойда маълум систематик эффектларга тузатишлар киритилади. Бундай тасвирий ахборот одатда мувофиқ ҳужжатда методикага ёки методнинг бошқа тасвирида келтирилади.

2-босқич. Ноаниқлик манбаларини аниқлаш.

Ноаниқлик манбаларининг рўйхати тузилади. У 1 босқичда белгиланган худди ўша нисбатда параметрлар ноаниқлигига ҳисса қўшадиган манбаларни ўз ичига олади, лекин ноаниқликнинг бошқа манбаларини, масалан, химиявий тахминлардан келиб чиқадиган манбаларни ҳам ўз ичига олиши мумкин.

3-босқич. Ноаниқликни ташиқил этувчиларининг миқдорий тасвирланиши.

Ҳар бир аниқланган потенциал манбага хос бўлган ноаниқлик қиймати аниқланади ва баҳоланади. Кўпинча ноаниқликнинг бир қанча манбалар билан боғлиқ бўлган ягона ҳиссасини баҳолаш ёки аниқлаш мумкин. Шунингдек мавжуд маълумотлар ноаниқликнинг барча манбаларини етарли даражада ҳисобга олаётганлигини кўриб чиқиш муҳим ва ноаниқликнинг барча манбаларининг адекват ҳисобга олинишини таъминлаш учун зарур бўлган қўшимча экспериментлар ва тадқиқотларни пухта режалаштириш зарур.

4-босқич. Якуний ноаниқликни ҳисоблаш.

3-босқичда олинган ахборот умумий ноаниқликка бўлган ёки алоҳида манбалар билан ёки бир қанча манбаларнинг якуний эффектлари (самаралари) билан боғлиқ бўлган бир қанча миқдорий тасвирланган хоссалардан иборатдир. Бу хоссаларни стандарт оғишлар кўринишида ифодалаш ва мавжуд қоидаларга мувофиқ якуний стандарт ноаниқликни олиш учун уларни жамлаш зарур. Кенгайтирилган ноаниқликни олиш учун тегишли қамров коэффициентидан фойдаланиш зарур.

Ўлчанаётган катталиқнинг тасвирланиши

Ноаниқликни баҳолаш контекстида “ўлчаш катталиғини тасвирлаш” айнан ўлчанаётган нафақат бир маъноли нарсанинг ифода қилинишини, балки ўлчаш катталиғини у боғлиқ бўлган параметрлар билан боғловчи миқдорий ифодаланишини тақдим этишни ҳам талаб этади. Бу параметрлар бошқа ўлчаш катталиқлари, тўғридан-тўғри ўлчанмайдиган катталиқлар ёки константалар бўлиши мумкин. Шунингдек намуна танлаш босқичи методикага киритилганми ёки йўқми аниқ белгиланиши лозим. Агар у киритилган бўлса, у ҳолда намуна танлаш методикаси билан боғлиқ бўлган ноаниқликни баҳолаш ҳам зарур. Бу барча ахборотлар методикага ҳужжатда бўлиши лозим.

Аналитик ўлчашларда айниқса фойдаланилаётган методга боғлиқ бўлмаган

натижаларни олиш учун мўлжалланган ва бунга мўлжалланмаган ўлчашлар ўртасидаги фарқни ўтказиш муҳим. Охиргилари кўпинча эмпирик методлар контекстида кўриб чиқилади.

3.1.4. Шубҳали маълумотлар пунктларини рад этиш мезони

Ноаниқлик манбаларининг намоён бўлиши

Энг аввало, ноаниқликнинг мумкин бўлган манбалари рўйхатини тузиш зарур. Бу босқичда микдорий аспектиларни ҳисобга олишга зарурат йўқ; фақатгина айнан кўриб чиқилиши керак бўлган нарсага нисбатан тўлиқ аниқликни таъминлаш мақсад бўлиб ҳисобланади.

Ноаниқлик манбаларининг рўйхатини тузишда одатда оралик катталиклардан натижаларни ҳисоблаш учун фойдаланиладиган асосий ифодалардан бошлаш қулайдир. Бу ифодадаги барча параметрлар ўз ноаниқликларига эга бўлишлари мумкин ва шунинг учун улар ноаниқликнинг потенциал манбалари бўлиб ҳисобланади. Бундан ташқари, аниқ кўринишда ўлчанаётган катталик қийматини топиш учун фойдаланиладиган ифодага кирмайдиган, лекин шунга карамай натижага (масалан, экстракция вақти ёки температура) таъсир қиладиган бошқа параметрлар ҳам бўлиши мумкин. Ноаниқликнинг яширин манбалари ҳам бўлиши мумкин. Бу барча манбалар рўйхатга киритилиши лозим.

Ноаниқлик манбалари рўйхати тузилгандан сўнг уларнинг натижага таъсирини асосан ҳар бир таъсир баъзи бир параметрлар билан боғлиқ бўлган ўлчашларнинг расмий модели деб ёки тенгламада ўзгарувчан деб тасвирлаш мумкин. Бундай тенглама натижага таъсир этувчи индивидуал омиллар атамаларида ифодаланган ўлчаш жараёнининг тўлиқ моделини ташкил этади. Бу функция жуда мураккаб бўлиши мумкин ва уни кўпинча аниқ кўринишда ёзиш мумкин эмас. Бироқ, у мумкин бўлган жойда бундай ифодаланиш шакли умумий ҳолда ноаниқликнинг индивидуал ташкил этувчиларини жамлаш усулини аниқлаганлиги сабабли уни бажариш зарур.

Ноаниқликнинг мувофиқ баҳосини олиш учун улардан ҳар бирини алоҳида баҳолаш мумкин бўлганда ўлчаш методикасини операцияларнинг мунтазамлиги кўринишида кўриб чиқиш (баъзида айрим операциялар деб аталадиган) фойдали бўлиши мумкин. Бу айниқса ўлчашларнинг бир хилдаги методикалари битта айрим операцияларни ўз ичига олганда фойдали ёндашув бўлади. Ҳар бир операциянинг алоҳида ноаниқликлари у ҳолда умумий ноаниқликка ҳисса қўшади.

Амалиётда таҳлилий ўлчашларда кўпроқ одатий бўлиб кузатилаётган претсизионлик ва солиштирувнинг мос келувчи намуналарига нисбатан силжиш каби методнинг умумий эффективлиги элементлари ҳисобланади. Бу ташкил этувчилар одатда ноаниқлик баҳосига ортиқроқ ҳисса қўшади ва натижага

таъсир этувчи алоҳида эффектлар кўринишида яхшироқ тузилади. Бундай ҳолда бошқа мумкин бўлган ҳиссаларни фақатгина уларни аҳамиятлилигини текшириш учун, улардан фақатгина аҳамиятлиларини миқдорий аниқлаб баҳолаш лозим,

Ноаниқликнинг типик манбалари бўлиб қуйидагилар ҳисобланади:

Намуна танлаш

Лабораторияда ёки бевосита таҳлил объектида бажариладиган намуна танлаш операциялари таҳлилий методика қисми бўлган ҳолларда намуналар ўртасидаги тасодифий фарқлар ва намуна танлаш процедурасида силжиш (систематик хатоликнинг) юзага келиши учун ҳар қандай имкониятлар каби эффектлар сўнгги натижа ноаниқлигининг ташкил этувчиларини шакллантиради.

Намуналарни сақлаш шартлари

Ўлчанаётган (синалаётган) намуналар ўлчашлар бажарилгунга қадар қандайдир вақт давомида сақланса, сақлаш шартлари натижага таъсир этиши мумкин. Шунинг учун, сақлаш давомийлиги, шунингдек сақлаш шартлари ноаниқлик манбалари сифатида кўрилиши лозим.

Аппаратура эффектлари

Бундай эффектлар, масалан, аналитик тарозилар аниқлик чегараларини; рўйхатга олинганларидан фарқ қилувчи (берилган чегараларда) ўртача температурани ушлаб тураоладиган температура ростлагичининг мавжудлигини; ортиқча юклаш эффектларига дучор қилиниши мумкин бўлган автоматик анализаторни ўз ичига олиши мумкин.

Реактивлар тозалиги

Ҳаттоки бошланғич реактив текширилган бўлса ҳам бу текширув методикаси билан боғлиқ бўлган қандайдир ноаниқлик қолганлиги сабабли титрлаш учун эритма концентратсияси абсолют аниқликда белгиланиши мумкин эмас. Кўп реактивлар, масалан, органик бўёқлар 100 % га тоза бўлиб ҳисобланмайди ва таркибида изомерлар ва аноорганик тузлар бўлиши мумкин. Бундай моддалар тозалиги тайёрловчи томонидан камида ўшандай даражада кўрсатилади. Тозалик даражасига тегишли бўлган ҳар қандай тахминлар ноаниқлик элементини киритади.

Тахмин қилинган стехиометрия

Таҳлилий жараён аниқланган стехиометрияга бўйсунди деб тахмин қилинган ҳолларда кутилаётган стехиометриядан оғишларни ёки реакциянинг тўлиқ эмаслигини ёки ёрдамчи реакцияларни ҳисобга олиш зарур бўлиши мумкин.

Ўлчашлар шартлари

Ўлчовли шиша идиш, масалан, у калибрланган температурадан фарқ қилувчи температурада қўлланилиши мумкин. Катта температура эффектлари тузатишлар киритиш билан ҳисобга олиниши лозим, бироқ бу ҳолда ҳам суюқлик

ва шиша температураси қийматларидаги ҳар қандай ноаниқлик кўриб чиқилиши лозим. Шунга ўхшаш, агар қўлланилаётган материаллар намликнинг мумкин бўлган ўзгаришларига сезувчан бўлса атрофдаги ҳавонинг намлиги аҳамиятга эга бўлиши мумкин.

Намунанинг таъсири

Мураккаб матритса таркиби аниқланаётган компонентнинг чиқариб олинишига ёки асбобнинг жавобига таъсир кўрсатиши мумкин. Аниқланаётган компонентни топиш шаклига сезувчанлик бу таъсирни янада кучайтириш мумкин.

Намуна ёки аниқланаётган компонент барқарорлиги таҳлил жараёнида иссиқлик режимининг ёки фотолитик эффектнинг ўзгариши сабабли ўзгариши мумкин.

Чиқариб олиш даражасини баҳолаш учун баъзи «машҳур кўшимча» ишлатилганда аниқланаётган компонентнинг намунадан аниқ чиқиши кўшимчани чиқариб олиш даражасидан фарқ қилиши мумкин, бу эса баҳолаш лозим бўлган кўшимча ноаниқликни киритади.

Ҳисоблаш эффектлари

Даражалаш вақтида мос келмайдиган моделни танлаш, масалан, ночизик жавобда чизикли даражалашдан фойдаланиш жуда ёмон мослаштиришга ва кўпроқ ноаниқликка олиб келади.

Рақамларни олиб ташлаш ва яхлитлаш охириги натижанинг нотўғрилигига олиб келиши мумкин. Модомики бу вазиятларни олдиндан айтиш қийин экан баъзи бир ноаниқликка жоизлик тўғри деб топилиши мумкин.

Бўш намунага тузатиш

Бўш намунага тузатиш қийматининг баъзи бир ноаниқлиги бу тузатишнинг зарурлигига шубҳа билан баробар ўринга эга бўлади. Бу айниқса изларни таҳлил қилишда муҳимдир.

Операторнинг таъсири

Ўлчаш асбобларининг пасайтирилган ёки кўтарилган кўрсаткичларини рўйхатга олиш мумкинлиги.

Методика интерпретатсиясида аҳамиятга эга бўлмаган фарқларнинг мумкинлиги.

Тасодифий эффектлар

Тасодифий эффектлар барча аниқлашларда ноаниқликларга ҳисса қўшади. Бу бандни ўз-ўзидан маълум нарса сифатида ноаниқлик манбалари рўйхатига киритиш лозим.

3.1.5. Экспериментал маълумотларнинг ўзаро боғлиқлиги.

Ноаниқликни тақдим этиш

Умумий ҳодалар

Ўлчаш натижаси билан бирга тақдим этиладиган ахборот унинг кейинги фойдаланиш мақсадига боғлиқ. Бунда қуйидаги принципларни қўллаш лозим:

- агар янги ахборот ёки янги маълумотлар пайдо бўлса ноаниқлик баҳосини аниқлаштиришни ўтказиш учун етарли ахборотни тақдим этиш;
- етарли бўлмаган ахборотга қараганда керагидан ортиқ ахборотни тақдим этиш афзалроқдир.

Агар ўлчаш тафсилотлари, ноаниқлик қандай баҳоланганлигини ўз ичига олиб, чоп этилган ҳужжатларга тавсиялар кўринишида берилган бўлса бу ҳужжатлар долзарблаштирилиши ва лабораторияда қўлланилаётган методга мувофиқ бўлиши лозим.

Талаб қилинаётган ахборот

Ўлчаш натижасининг тўлиқ тақдим этилиши қуйидаги ахборотни ёки бундай ахборотни ўз ичига олган ҳужжатларга тавсияни ўз ичига олиши лозим:

- ўлчаш натижасини ва унинг ноаниқлигини экспериментал кузатишлар ва кириш катталиклари ҳақидаги маълумотлар асосида ҳисоблаш учун фойдаланиладиган методларни тасвирлаш;
- ҳисоблашда ҳам, ноаниқликларни таҳлил қилишда ҳам фойдаланиладиган барча тузатишлар ва доимийликларнинг қийматлари ва манбалари;
- ноаниқликнинг барча ташкил этувчиларининг уларнинг ҳар бирига тегишли тўлиқ ҳужжатлари билан рўйхати.

Маълумотлар ва уларнинг таҳлили барча муҳим босқичларни осон кузатиб туриш ва зарурият бўлганда сўнгги натижани ҳисоблашни қайтариш мумкин бўладиган тарзда тақдим этилиши лозим. Оралиқ қийматларни ўз ичига олган натижани батафсил тақдим этиш талаб этилган ҳолларда ҳисобот қуйидагиларни ўз ичига олиши лозим:

- ҳар бир кириш катталигининг қиймати, унинг стандарт ноаниқлиги ва унинг қандай олинганлигининг таърифи;
- натижа ва кириш катталиклари, шунингдек, бу эффе́кларни ҳисобга олиш учун фойдаланилган айрим ҳосилалар, ковариациялар ёки корреляция коэффициентлари ўртасидаги ўзаро муносабат;
- ҳар бир кириш катталигининг стандарт ноаниқлиги учун эркинлик даражалари сони.

Изоҳ - Функционал боғлиқлик жуда мураккаб бўлган ёки аниқ кўринишда мавжуд бўлмаган ҳолларда (масалан, у фақатгина компьютер дастури сифатида мавжуд бўлиши мумкин) у умумий кўринишда ёки мувофиқ манбага тавсия йўли билан ифодаланиши мумкин. Бундай ҳолларда кимёвий таҳлил натижаси ва

унинг ноаниқлиги қандай қилиб олинганлиги ҳар доим аниқ бўлиши лозим.

Оддий таҳлиллар натижаларини тақдим этишда фақатгина кенгайтирилган ноаниқлик қийматини ва k қийматни кўрсатиш етарли бўлиши мумкин.

Стандарт ноаниқликни тақдим этиши

1. Ноаниқликни u_c якуний стандарт ноаниқлик кўринишида ифодаласангиз (яъни, битта стандарт оғиш кўринишида) ёзувнинг қуйидаги шакли тавсия этилади:

«(Натижа): u_c (бирликлар) стандарт ноаниқликда X (бирликлар), [стандарт ноаниқлик Метрология соҳасидаги асосий ва умумий атамалар Халқаро луғати, 2-нашр, ИСО, 1993й. га мувофиқ аниқланадиган ва бир стандарт оғишга мувофиқ келадиган жой]».

3.1.6. Тасодифий ўзгарувчиларнинг чизиқли функциялари

ξ - параметрлари билан нормал тақсимланган тасодифий ўзгарувчи бўлсин. $M(\xi) = a$ ва $\sigma(\xi) = \sigma$. У ҳолда, агар A ва B – доимийлар бўлса, у ҳолда ξ дан чизиқли боғлиқ бўлган тасодифий катталиқ $\eta = A + B\xi$ ҳам нормал тақсимланган бўлади, бунда *

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

Келинг, ушбу баёнотни исботлайлик. Оддийлик учун $B > 0$ бўлсин. Келинг, $y_1 < \eta < y_2$ тенгсизликлар эҳтимоллигини баҳолайлик. Бу тенгсизликлар $y_1 < A + B\xi < y_2$ тенгсизликларга тенг эканлиги аниқ, яъни.

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

Шу сабабли

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

миқдор нормал тақсимланганлиги сабабли, қуйидаги ўринли бўлади

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

Келинг, ушбу интеграл параметрида ўзгарувчини қуйидаги шарт бўйича ўзгартирайлик $x = (y - A)/B$. У ҳолда $dx = dy/B$ ва, натижада,

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

Демак,

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

Бу тенглик тасодифий ўзгарувчининг η нормал тақсимотга эга эканлигини кўрсатади, бунда $M(\eta) = A + Ba$ ва $D(\eta) = \sigma^2 B^2$.

Бундан ташқари, янада умумлашган фикр бор. Фараз қилайлик, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ - ўзгармаслар бўлсин, $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ - эса нормал тақсимланган жуфтлик мустақил тасодифий ўзгарувчилар бўлсин, шунингдек

$$M(\xi_i) = a_i$$

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

У ҳолда тасодифий катталиқ

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

ҳам нормал тақсимланган бўлади, шунингдек қуйидагига эга бўламиз:

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

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

Хусусан, агарда ҳар қандай I учун

$$M(\xi_i) = a$$

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

бўлса, у ҳолда тасодифий катталиқ

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

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

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

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

нормал тақсимланган бўлади, шунингдек га эга бўламиз.

* Охирги баёотни оддийгина математик кутилиш ва дисперсиянинг хусусиятларидан олиш мумкин. Мисол учун,

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

https://www.toehelp.ru/theory/ter_ver/4_3/

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Экспериментал маълумотларнинг статистик таҳлили ҳақида фикрингиз ?
2. “Статистика” атамасининг маъносини тушунтиринг?
3. Ўлчаш натижасига хос бўлган ноаниқликни баҳолаш учун нималарни амалга оширилади?
4. Ноаниқлик манбаларининг рўйхатини тузишда нималарга эътибор бериш керак?
5. Экспериментал маълумотларнинг ўзаро боғлиқлиги нималарда намайён бўлади?
6. Тасодифий ўзгарувчиларнинг чизиқли функциялари ҳақида нималарни биласиз?

АДАБИЁТЛАР:

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. М. Айгамбаев, А. Иванов, Ю. Терехов, Основы планирования научно-исследовательского эксперимента-Ташкент, Ўқитувчи, 1993 г.
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.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Ишнинг мақсади:

Электр ва ноэлектр катталикларни ўлчаш тизимларининг умумий тавсифларини ўрганиш.

Ишнинг вазифалари:

1. Ўзгармас ва ўзгарувчан токда амперметр-вольтметр усули билан қаршилиқни ўлчашни ўрганиш.
2. Ўлчаш тизимларини калибрлашни ўрганиш.

1.1. Ўзгармас ва ўзгарувчан токда амперметр-вольтметр усули

билан қаршилиқни ўлчаш

Ўзгармас токда ўлчаш

Агар $R = U/I$ бўлса, у ҳолда ўлчаш хатолик $\Delta R/R = \Delta U/U + \Delta I/I$, яъни қаршилиқни ўлчашнинг нисбий хатолиқлиги δ_U кучланиш ва δ_I тоқларининг нисбий хатолиқларининг йиғиндисига тенг бўлади.

Масала. $U_H = 150$ В ва $K_U = 1,5$ кучланишли вольтметр $U = 120$ В кучланишни кўрсатди, $I_H = 5$ А ва $K_I = 1$ бўлган амперметр $I = 4$ А ни кўрсатди.

Ўлчаш воситаларининг ички қаршилигини ҳисобга олмаган ҳолда қаршилиқни аниқлаймиз:

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

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

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

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

Жавоб: $R = (30,0 \pm 0,3) \text{ Ом.}$

Ўзгарувчан токда ўлчаш

Қувват коэффициенти $\cos \varphi$ ни амперметр, вольтметр ва ваттметр ёрдамида ўлчаш. Агар бир фазали ўзгарувчан токдаги қувват коэффициенти куйидаги $\cos \varphi = P / UI$ га тенг бўлса, у ҳолда

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

Масала. $U_H = 100$ В ва $K_U = 1,5$ бўлган кучланиш вольтметри $U = 70$ В кучланишни ва $I_H = 2,5$ А ва $K_I = 1$ бўлган амперметр $I = 1,5$ А токни кўрсатди, ҳамда қуввати $P_H = 100$ Вт ва $K_P = 0,5$ га эга бўлган ваттметр $P = 50$ Вт ни кўрсатди. Ўлчаш мосламаларининг ички қаршилигининг таъсирини ҳисобга олмаган ҳолда қувват коэффициенти $\cos \varphi$ ни аниқланг.

Ечиш:

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

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

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

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

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

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

Маълумотларнинг статистик таҳлили 6-бобда батафсил кўриб чиқилган. 2.1-мисолда вольтметрнинг калибрлаш синови учун систематик ва максимал тасодифий хатоликларни қандай баҳолаш мумкинлиги кўрсатилган.

1.1- масала

Калибрлаш синовида рақамли вольтметр ёрдамида 10 та ўлчаш ўтказилиб, унинг ҳақиқий қучланиши 6,11 В бўлганлиги маълум бўлган батареянинг кўрсаткичлари қуйидагича: 5.98, 6.05, 6.10, 6.06, 5.99, 5.96, 6.02, 6.09, 6.03 ва 5.99 В. Вольтметр сабабли ҳосил бўлган систематик ва максимал тасодифий хатоликларни таҳлил қилинг.

Ечилиши: Биринчидан, 10 та ўқишнинг ўртача қиймати аниқланади: ўртача $V = 6.03$ В.

Кейин систематик хатоликнинг баҳоси қуйидагича ҳисобланади:

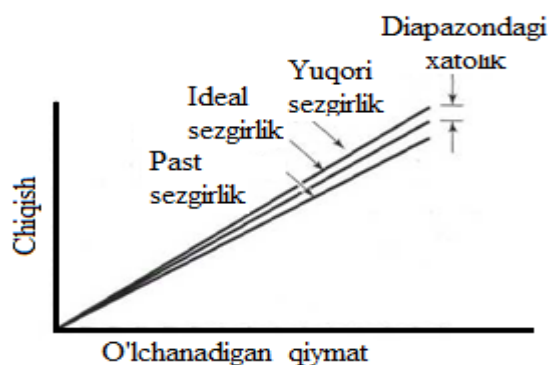
$$\text{систематик хатолик} = \text{ўртача қиймат} - \text{ҳақиқий қиймат} = 6.03 - 6.11 = -0.08 \text{ В}$$

Максимал тасодифий хатоликни таҳлил қилиш учун ўртача кўрсаткичдан энг кўп четга чиқадиган кўрсаткични аниқлашимиз керак. Бу 5.96 В каби ўқилади. Максимал аниқликдаги хатолик қуйидагича бўлади:

$$\text{максимал тасодифий хатолик} = 5.96 - 6.03 = -0.07 \text{ В}$$

Изоҳ: Шуни таъкидлаш керакки, бу максимал тасодифий хатолик ҳақидаги оддий баёнот ўлчаш тизимидаги тасодифий хатоликларни етарли даражада тавсифламаслиги мумкин. Масалан, у битта кўпол хатоликга (ёмон ўқишга) асосланган бўлиши мумкин. Ўқув кўлланмасининг [А-1] 6 ва 7-бобларда тавсифланган статистик усуллар тасодифий хатоликларни бартараф этиш бўйича процедураларни тақдим этади, улар барча ўқишларни ўз ичига олади ва баъзи бир нотўғри маълумотларни йўқ қилишга асос яратади.

Ўлчаш тизими фақат белгиланган ўлчашлар оралиғида ишлашга мўлжалланган. Ўлчаш тизимининг диапазони(оралиғи) ушбу ўлчаш тизими тўғри жавоб берадиган ўлчаш қийматларини тавсифлайди - ўлчаш ўлчашнинг диапазондан ташқаридаги қийматлари фойдали натижаларга эришиши кутилмайди. Масалан, вольтметр 0 дан 10 В гача бўлиши мумкин ва -5 ёки 13 В ўлчашларга тўғри жавоб бермайди. Ўлчаш тизимининг фарқловчи оралиғи юқори.



1.1 – расм. Узатишдаги(ораликдаги) хатолик

1.2- масала

Механик ўқ учун бурчак тезликни ўлчайдиган асбоб (тахометр) 0 дан 5000 айл/мин оралиғида валнинг айланишини ўлчаб туриши мумкин. Тўлиқ ўлчашнинг $\pm 5\%$ аниқлигига эга. Сиз Милнинг(стрелканинг) тезлиги нолга тенг бўлганда, қурилма кўрсаткичи 200 айл/мин. 3500 айл/мин ўқ тезлигини ўқишда тахмин қилиш мумкин бўлган максимал хатолик қанча эканлигини аниқланг ?

Ечилиши:

Аниқлик спетсификатсияси $\pm 0,05 \times 5000 = \pm 250$ айл/мин ноаниқликни кўрсатади. Шундай қилиб, барча ўқишлар ҳеч бўлмаганда ушбу ноаниқликка эга. Бироқ, 200 айл/мин бўлган нолинчи оғиш мавжуд. Ушбу хатолик аниқлик ноаниқлигидан ташқари. Шундай қилиб, ўқиш баландлиги $250 + 200 = 450$ айл/мин баландликда бўлиши мумкин. Агар нолга мослаштирилса ёки хатони тузатилса (ўқишдан 200 айл/мин чиқариб) хатоликлар тахмини камайтирилиши мумкин. Агар асбоб калибрланганидан бери бир мунча вақт ўтган бўлса, сезгирликда кўшимча хатолик бўлиши мумкин, аммо буни берилган маълумот билан аниқлаш мумкин эмас.

Изоҳ:

Аниқлик - бу одатда ўлчаш мосламасидан фойдаланиш билан боғлиқ бўлган муқаррар тизимли ва тасодифий хатоликларни бирлаштирган ноаниқлик спетсификатсияси. Одатда гистерезис, чизиклилик ва такрорланувчанлик хатолик қисмларини ўз ичига олади. Одатда у бошқа хатоликларни ўз ичига олмайди, масалан, нол, оғиш ва иссиқлик барқарорлиги. Ушбу турдаги хатоликлар алоҳида кўриб чиқилиши керак.

1.2. Ўлчаш тизимларини калибрлаш

Бирон бир вақтда, барча ўлчаш тизимлари калибрлашдан ўтиши керак, бу жараёнда ўлчашлар тўплами мустақил равишда аниқланиши мумкин бўлган ўлчаш қийматларидан иборат. Кейин кўрсаткичларни маълум бўлган "ҳақиқий" қийматлар ва аниқланган хатоликлар билан таққослаш мумкин. Калибрлаш жараёни учун зарур бўлган ҳар хил ўлчаш қийматларининг сони ўлчаш тизимининг турига ва қўлланилишига боғлиқ. Баъзи калибрлаш жараёнларида ўлчаш қиймати маълум, чунки у стандарт ҳисобланади. Бошқасида; ўлчаш қийматини аниқлаш учун калибрлаш жараёнлари, маълум аниқликдаги бошқа ўлчаш тизимидан фойдаланиш мумкин. Стандартлардан фойдаланиш янада ишончли ёндашувдир, аммо охириги ёндашув кўпинча амалийроқ бўлади.

Калибрлаш стандартлари Ўлчаш стандартлари учун муҳим бўлган усул жуда узоқ вақт давомида амалга оширилади, чунки харидор такрорий такрорланадиган хатоликлардан гистерезис хатоликларини ва гистерезисни тасодифий хатолигининг бир қисми сифатида кўриб чиқилиши кераклигини билиши муҳимдир. Ушбу чеклаш муҳим бўлмаслиги мумкин.

АНСИ / ИСА (1979) маълумотларига асосланган 2.3-мисол, асбобларнинг аниқлигини ва бошқа хатоликларни аниқлаш учун статик калибрлаш жараёнини намоиш қилиш учун ишлатилади. Ушбу жараён иссиқлик барқарорлиги ва силжиш хусусиятларини аниқламайди. Бундан ташқари, у дастур билан боғлиқ бўлган хатоликларни, масалан, фазовий хатоликларни ҳисобга олмайди ва динамик (вақт ўзгарувчан) таъсирларни ҳисобга олмайди. Махсус тажрибалар учун кўшимча калибрлаш процедуралари талаб қилиниши мумкин. 7-бобда айтиб ўтилганидек, 2.3-мисолда кўрсатилган усул билан аниқланган хатоликлар характеристикалари батафсил ноаниқлик таҳлили учун ишлатилиши мумкин, аммо идеал бўлмаган шаклда.

1.3 - масала Тарози ўлчовини калибрлаш

Арзон нархдаги, номинал равишда 0 дан 5 фунтгача бўлган пружинали тарози [1.2-расм (а)] ўз платформасида аниқ оғирликларни кўйиш орқали калибрланган. Амалдаги оғирликларнинг қийматлари 0 фунтдан 5 фунтгача 0,5 фунтгача кўтарилади.

1.1-жадвал(а)

Тарозини калибрлаш маълумотлари

Т/р Ҳақиқий

Ўлчаш шкаласини ўқиш

	вазн (лбс)	Давр 1	Давр 2	Давр 3	Давр 4	Давр 5	Давр 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	

Оғирликлар кетма-кетликда қўлланилади, энг паст қийматдан бошлаб, энг катта қийматга кўтарилади (юқорига кўтарилган маълумотлар) ва кейин энг паст қийматга (пастга маълумотлар) камаяди. Бундай бешта цикл ўтказилди ва ўлчашлар натижалари 1.1-жадвал(а)ида келтирилган. АНСИ/ИСА (1979) да кўрсатилгандек, маълумотларни ёзишни бошлашдан олдин бир неча цикллар яқунланди. Сўнгра маълумотларни ёзиб олиш 1 циклнинг юқори қисмининг ўртасидан бошланди ва 6 циклнинг юқориги қисмида тугади ва бешта тўлиқ циклни берди. Маълумотларга тўғри чизиқни жойлаштиринг ва аниқлик, гистерез ва чизиқли хатоликларни аниқланг. Шунингдек, максимал систематик ва тасодифий хатоликлар ҳақида тахминлар тузинг.

1.1-жадвал(б)

Тарозини калибрлаш маълумотлари

Т/р	Ҳақиқий вазн (лбс)	Оғиш						Сиклларнинг ўртача кўрсаткичи	Ўртача оғиш	Такрор- ланувчан- лиги
		Давр 1	Давр 2	Давр 3	Давр 4	Давр 5	Давр 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	-	0.17
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

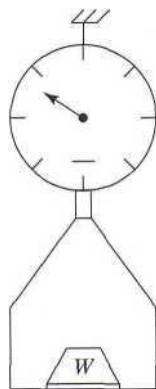
Ечилиши:

1.2-расмнинг (б) шаклига қўйилган 1.1-жадвал(а)ининг маълумотлари иккита қаторга бўлинади. Икки қаторга бўлиниш тизимдаги гистерез туфайли юзага келади - пастки ўлчаш ўлчаш катталашини учун, юқори ўлчаш эса ўлчаш пасайиш учун.

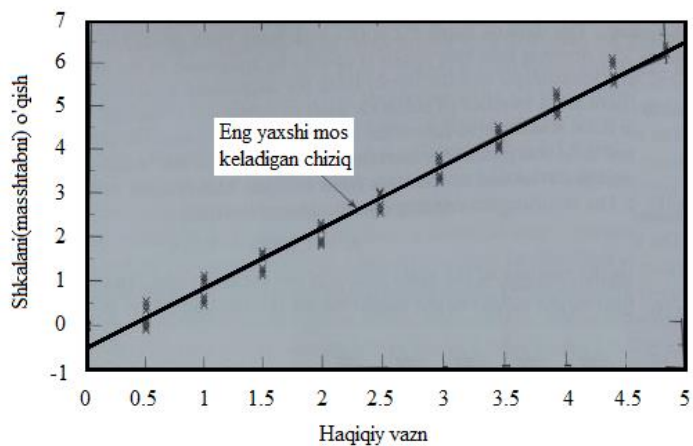
Инструмент маълумотлари тўпламига мос келадиган тўғри чизикни аниқлаш учун бир қатор усуллардан фойдаланилади. Энг кичик квадратлар усули (чизикли регрессия) деб номланган усул ўқув қўлланмасининг [А-1] б-бобда тасвирланган. Ушбу вақтда маълумотларнинг чизикдан максимал оғишларини минималлаштириш учун шунчаки маълумотлар орқали чизикни "кўз билан кўриш" қулай. Ушбу жараён энг кичик квадратчаларга тўғри келишини тахмин қилади. Олинган коррелятсион тенглама шакли қуйидаги кўринишни олади

$$R = 1.290W - 0.374$$

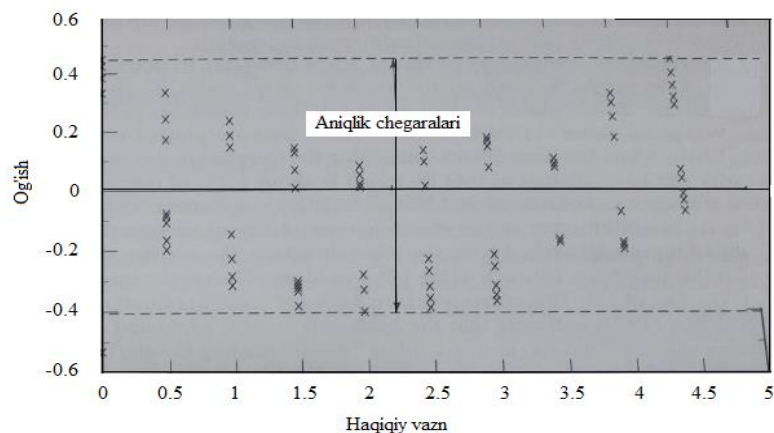
бу ерда R - ўлчашнинг ўқилиши ва W - ҳақиқий оғирлик. Шу билан бир қаторда, биз ўқиш билан солиштирганда оғирлик шаклида қуйидаги тенгламани беришимиз мумкин эди ($W = 0.7757R + 0.290$).



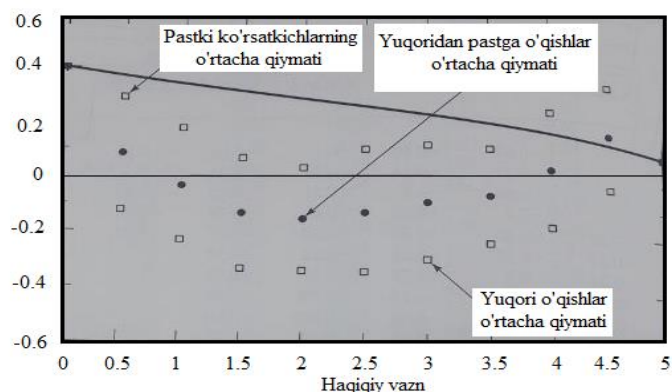
**1.2 – расм. (а)
Рессор шкаласи.**



1.2 – расм. (б) Шкала масштабни ўқиш графиги



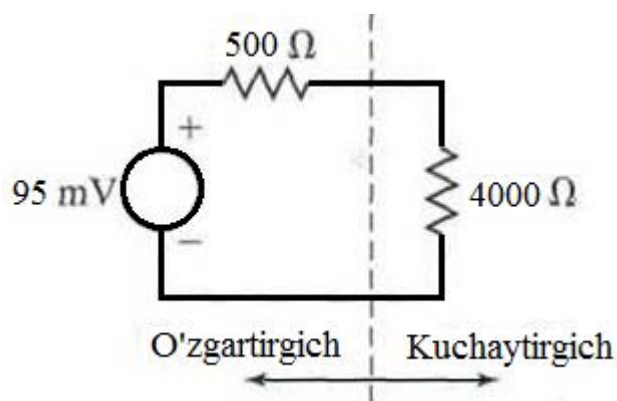
1.2 – расм. (с) Оғиш маълумотларини калибрлаш графиги



1.2 – расм. (д) Ўлчашни калибрлашдаги ўртача оғиш маълумотлари

1.4 - масала Кучни ўлчайдиган ўзгартиргичнинг очик занжирли чиқиш кучланиши 95 мВ ва чиқиш қаршилиги 500 Ом. Сигнал кучланишини кучайтириш учун у 10 га тенг бўлган ўзгартиргичга уланган. Кучайтиргич кириш қаршилигига (емпедансига) эга бўлса, кириш юкланиш хатолигини ҳисобланг.

- (а) 4 к Қ ор
- (б) ИМО



1.3– расм. 1.4 – масаланинг электр схемаси.

Ечилиши:

а) Ўзгартиргични 95-мВ кучланиш генератори сифатида 500-Ом резистор билан кетма-кет моделлаштириш мумкин. Бу кучайтиргичга уланганда, ҳосил бўлган электр занжири 2.9-расмда кўрсатилгандек бўлади. Ҳозирги ток учун ечим

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

У ҳолда кучайтиргичнинг кириш қаршилигидаги кучланиш

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

Шундай қилиб, юкда хатолик 10,6 мВ ёки ўзгартиргичнинг тушириш ҳажмининг 11% ни ташкил қилади.

4-кОм резисторни 1-МОм қаршилик билан алмаштирган таҳлилни такрорлаш, хатолик 0,047 мВ ёки 0,05% га тенг.

Ўрганганлар асосида бажариш керак:

1. Ўзгармас токда ўлчашни билиш ва амалда қўллаш, хатоликларига баҳо бериш.
2. Ўзгарувчан токда ўлчашни билиш ва амалда қўллаш, хатоликларига баҳо бериш.
3. Ўлчаш тизимларини калибрлашни амалга ошириш.
4. Бажарилган ишлар бўйича тингловчининг хулосаси.

Назорат саволлари:

1. Бевосита ўлчаш усулига мисол келтиринг.
2. Билвосита ўлчаш усулига мисол келтиринг.
3. Бевосита ва билвосита ўлчаш усулларида умумий хатолик қандай аниқланади ?
4. Ўлчаш воситаларини калибрлаш ҳақида нималарни биласиз?

2-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

ЭЛЕКТР СИГНАЛЛАРИ БИЛАН ЎЛЧАШ ТИЗИМЛАРИНИ ЎРГАНИШ ВА ЭЛЕКТР СХЕМАЛАРИНИ ИШЛАТИШГА ТАЙЁРЛАШ

Ишнинг мақсади: Электр сигналлари билан ўлчаш тизимларини ҳамда электр схемаларини ишлатишга тайёрлашни ўрганиш.

Ишнинг мазмуни: 1. Операцион кучайтиргичларда сигналларни ўзгартиришга доир мисолларни ечишни ўрганиш.

2. Интеграллаш, фарқлаш(дифференсациялаш) ва таққослаш занжирлари параметрларини аниқлаш.

1. Операцион кучайтиргичларда сигналларни ўзгартиришга доир мисолларни ечиш.

2.1 - масала

Кучайтириш коэффициенти 10 га тенг бўлган 741 ноинвертирловчи операцион кучайтиргич учун R_1 ва R_2 резисторларининг қийматларини ўрнатинг. Частотаси 10 000 Гц ли синусоидал кириш кучланиши учун кесиш частотаси ва фазали силжишини топинг.

Ечилиши: Кучайтириш (3.14) формула бўйича берилган:

Кучайтириш қуйидаги

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

тенгламага мос ифодаланади:

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

$R_1 = 10 \text{ к}\Omega$ ни танлаш, R_2 ни 90 к Ω деб баҳолаш мумкин. 741 русумли операцион кучайтиргичдан фойдаланган ҳолда тескари бўлмаган кучайтиргич ўтказувчанлик тезлиги 1 МГц га тенг бўлганлиги сабабли, ўчириш частотаси қуйидагича аниқланади:

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

10 кГц частотадаги ўзгаришлар эса қуйидагича аниқланади:

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

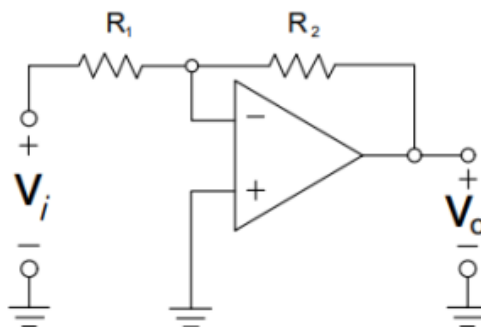
Бу шуни англатадики, чиқиш сигнали киришдан 5.7° ёки циклнинг тахминан 1,6% орқада қолади.

Инвертирловчи кучайтиргич деб аталадиган яна бир кенг тарқалган операцион кучайтиргич схемаси 2.1– расмда кўрсатилган. Ушбу схема инвертирловчи деб аталади, чунки чиқиш кучланиши ерга нисбатан кириш кучланишига қарама-қаршидир. Инвертирловчи кучайтиргичлари филтрлар, интеграторлар ва дифференсиаторларни ўз ичига олган кўплаб бошқа ОК ли схемаларининг асосини ташкил қилади (бу бобда кейинроқ муҳокама қилинади). Инвертирловчи кучайтиргич учун қўлланиладиган таҳлилга ўхшаш таҳлилдан фойдаланиб, тескари кучайтиргич учун кучайтириш коэффициенти қуйидаги ифода билан берилишини кўрсатиш мумкин

$$G = -R_2/R_1$$

Инвертирли бўлмаган кучайтиргичда бўлгани каби, кучайтириш қаршиликнинг мутлақ қийматларига эмас, балки қаршиликлар нисбатига боғлиқ ва қаршиликлар одатда 1 кОм дан 1

МОм гача чегарада бўлади.



2.1-расм. ОК асосидаги инвертирловчи(тескариловчи) кучайтиргич

2.2 - масала

Экспериментда иситгични қувватлантириш учун номинал равишда 120 В кучланиш ишлатилади. Ушбу кучланишни қайд этиш учун аввал уни кучланишни бўлгичи ёрдамида камайтириш керак. Бўлгич кучланишни 15 баравар камайтиради, R_1 ва R_2 резисторлар йиғиндиси 1000 Ом.

(а) R_1, R_2 ва идеал чиқиш кучланишини топинг (юк таъсирини эътиборсиз қолдиринг).

(б) Агар манба қаршилиги R_c 1 Ом бўлса, V_o нинг ҳақиқий кучланишни бўлгичи ва натижада V_o -да юклама хатолигини топинг.

(с) Агар кучланишни бўлгичи чиқиши кириш эмпеданси 5000 Ом бўлган қайдловчига уланган бўлса, чиқиш кучланиши (қайдловчига кириш) ва натижада юкланиш хатолиги қандай бўлади?

Ечилиши:

(а) $V_o = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ тенглама ёрдамида қуйидагига эга бўламиз

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

$$R_2 = 66.7$$

$$R_1 = 1000 - R_2 = 933.3$$

Номинал чиқиш кучланиши $120/15 = 8$ В.

(б) манба қаршилигини ўз ичига олган тўлиқ тизим схемаси **2.2– расм** (а) тасвирда келтирилган. Берк занжирдаги ток учун ечим қуйидагини беради.

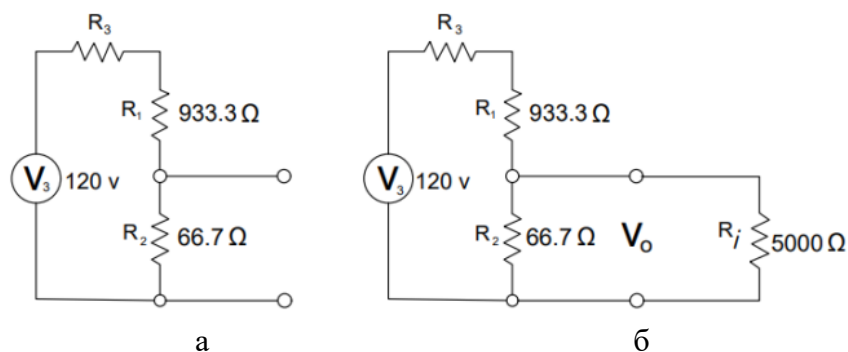
$$I = \frac{V}{\sum R} = \frac{120}{1 + 933,3 + 66.7} = 0.1199 \text{ A}$$

Кейин чиқиш кучланишини тахмин қилишимиз мумкин:

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

Шундай қилиб, хатолик 0,003 В ёки 0,04% ни ташкил қилади.

(с) Агар биз ажратувчи чиқишни 5000 Ом кириш қаршилиги бўлган ёзувчи(қайдловчи)га уласак, биз **2.2– расм** (б) -тасвирда кўрсатилган схемани оламиз. R_2 ва R_n - бу параллел равишда боғланган қаршилик, 65,8 кийматини бериш учун бирлаштирилиши мумкин.



2.2– расм. Манба қаршилигини ўз ичига олган тўлиқ тизим схемаси: (а) – салт ишлаш; (б) – юклама билан ишлаш.

Контур токи учун ечиш орқали биз қуйидагини оламыз

$$I = \frac{V}{\sum R} = \frac{120}{1 + 933,3 + 65.8} = 0.1200 \text{ A}$$

Кейин чиқиш кучланишини қайта ҳисоблашимиз мумкин:

$$V_o = IR_2 = 0.1200 \times 65.8 = 7.9 \text{ V}$$

Шундай қилиб, бу 0,1В ёки 1,3% юкламанинг хатолигини беради.

Бу асосий назарияни намойиш қилиш учун фойдали бўлса-да, биринчи даражали филтёрларнинг сусайиши кўпинча етарли эмас ва юқори даражадаги филтёрлар талаб қилинади. Юқори даражадаги филтёрларда мураккаброқ схемалар ва пастки даражадаги каскадли филтёрлар бўлиши мумкин. Юқори даражадаги филтёр схемалари лойиҳалаш жараёнида аниқланадиган кўплаб параметрларга эга ва, шунинг учун жараён одатда компьютер дастурлари ёрдамида амалга оширилади. Жонсон (1976) ва Франко (2002) юқори даражадаги филтёрларни лойиҳалаштириш усуллари муҳокама қилишади. Аввал айтиб ўтганимиздек, фойдаланувчиларнинг талабларига жавоб берадиган махсус филтёрлар тижорат савдосининг нусхаси сифатида мавжуд.

2.3. – масала

Босим ўлчагич 3 Гц гача бўлган тебранишларга жавоб бериши керак, аммо у Гц шовқини билан ифлосланган. 60 Гц шовқинни камайтириш учун биринчи даражали Баттервортнинг паст ўтиш филтёрини ўрнатинг. Ушбу филтёр ёрдамида шовқин амплитудасини қанчагача камайтиришингиз мумкин?

Ечилиши:

Биз 3.30 (а) расмда таркибий қисмларнинг қийматларини кўрсатишимиз шарт бўлсин. Биз бурчак частотасини 3 Гц қилиб танлаймиз. Ҳеч қандай кучайтириш талаб қилинмагани учун $R_2 = R_1$ танлаб $R_1 = R_2 = 10 \text{ к}\Omega$ ни белгिलाшимиз керак. Биз C қийматини олиш учун (3.30) тенгламадан фойдаланишимиз мумкин:

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

C ни танлаб, биз $C = 5.3 \text{ мФ}$ ни оламыз. Ҳар бир октава частотани икки баравар

кўпайтирганлиги сабабли, биз октавалар сонини 3 дан 60 гигагертсгача топишимиз мумкин.

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

x ни танлаб, биз $x = 4.3$ октавани оламиз. Заифлашув октавасида 6 дБ бўлганлиги сабабли, умумий эътибор $4,3 \times 6 = 25,9$ дБ ни ташкил қилади. Тенгламани (2.2) ҳақиқий кучланиш тушишини баҳолаш учун ишлатиш мумкин:

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

V_{out} / V_{in} ни танласак, биз 0,051 оламиз. Бу шовқин кучланиши аввалги қийматига туширилганлигини англатади. Агар бу пасайиш етарли бўлмаса, юқори донаторликка эга филтрдан фойдаланиш керак.

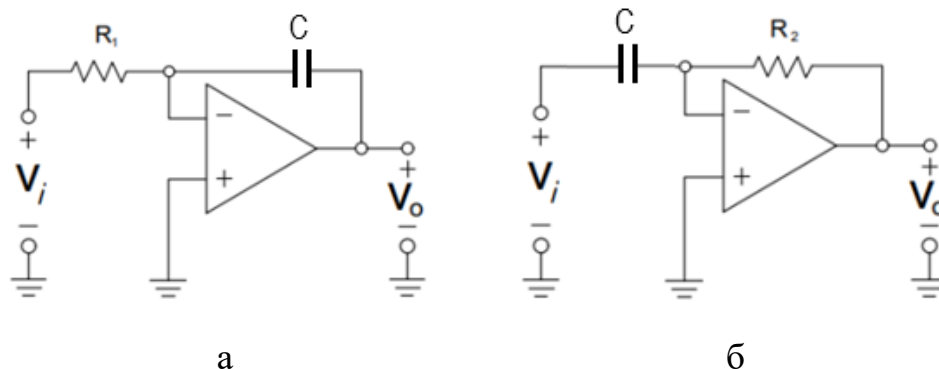
Изоҳ: Ушбу филтър 3 гигагерцли сигналларни 3 дБ га сусайтиради, чунки 3 Гц узилиш частотаси.

2. Интеграллаш, фарқлаш(дифференсациялаш) ва таққослаш занжирлари

Интеграллаш, фарқлаш ва таққослаш занжирлари баъзи ўлчаш дастурларида қўлланилади ва маълумот учун бу ерда келтирилган. Аналог-рақамли ўзгартиргичларда интегралатор ва таққослаш схемалари қўлланилади, кўпинча маълумотларни реал вақтда қайта ишлаш учун интеграллаш ва дифференсациялаш схемалари қўлланилади. 2.3 – расм (а) тасвирда кўрсатилган интегралатор даври учун чиқиш кучланиши кириш кучланишининг вақт интегралидир:

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

2.3 – расм (б)да дифференсацияторнинг схемаси тасвирланган(яъни C ва $R(R_1$ ёки $R_2)$ элементларининг ўрни алмашган).



2.3-расм.Оқли занжирлар: а – интегратор; б - дифференциатор

Ўрганганлар асосида бажариш керак

1. Операцион кучайтиргичларда сигналларни ўзгартиришга доир мисолларни ўрганинг.
2. Манба қаршилигини ўз ичига олган тўлиқ тизим схемасини чизиб олинг.
3. Оқли занжирларда интегратор ва дифференциатор туридаги схемаларни ўрганинг.

Назорат саволлари

1. Операцион кучайтиргичларнинг вазифаси нимадан иборат?
2. Операцион кучайтиргичлар қандай асосий қисмлардан ташкил топган?
3. ОКли занжирларда интегратор туридаги схема қандай ишлайди?
4. ОКли занжирларда дифференциатор туридаги схема қандай ишлайди?

3-Амалий машғулот

ФУРЬЕ ЎЗГАРТИРИШИ ЁРДАМИДА СПЕКТРАЛ ТАҲЛИЛНИ ЎРГАНИШ

Фурье ўзгартириши ёрдамида спектрал таҳлилни тегишли ахборот манбаларидан таҳлилий ўрганиш.

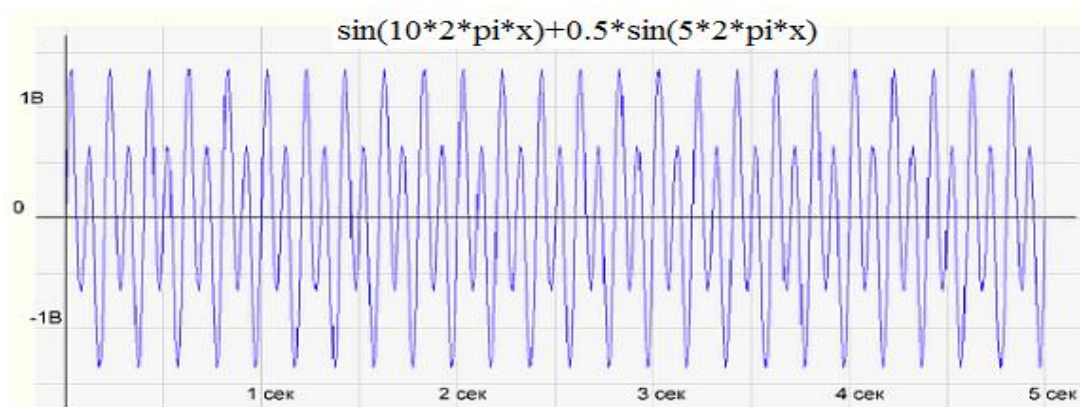
Ишнинг мақсади: Фурье ўзгартириши ёрдамида спектрал таҳлилни тегишли ахборот манбаларидан таҳлилий ўрганиш.

Ишнинг мазмуни: 1. Фурье ўзгартиришлари ва сигнал спектрини ўрганиш. 2. Узлуксиз функция ва уни Фурье қатори билан тасвирлаш. 3. Дискрет сигналлар ва дискрет Фурье ўзгартириши.

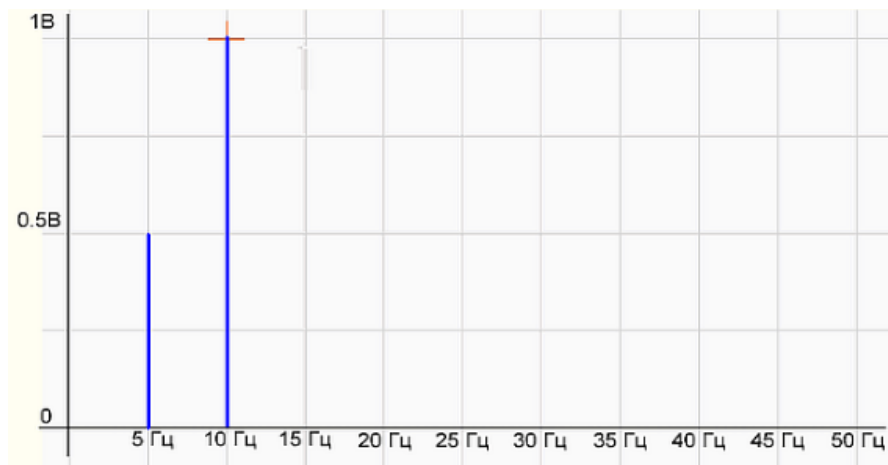
1. Фурье ўзгартиришлари ва сигнал спектри

Кўп ҳолларда сигнал спектрини олиш (ҳисоблаш) вазифаси қуйидагича бўлади. Дискретлаш(намуна олиш) частотаси F_d бўлган АРЎ(ADC) мавжуд бўлиб, у T вақтида кириш жойига келадиган узлуксиз сигнални рақамли кўрсаткичларга - N бўлақларга айлантиради. Бундан ташқари, ўқишлар қатори маълум бир дастурга киритилган бўлиб, у баъзи бир рақамли қийматларнинг $N/2$ ни беради (Интернет маълумотлари асосида ёзилган дастурни ёзган "дастурчи" мазкур дастур Фурье ўзгартиришини таъминлайди деб даъво қилади[*].

Ушбу дастурнинг тўғри ишлаётганлигини текшириш учун биз иккита синусоидал функциялар ($\sin(10 \cdot 2 \cdot \pi \cdot x) + 0.5 \cdot \sin(5 \cdot 2 \cdot \pi \cdot x)$) йиғиндиси сифатида ўқишлар қаторини ҳосил қиламиз ва уни дастурнинг ичига оламиз. Дастурда қуйидаги тасвирлар чизилади(1-расм):



1-расм. Сигналнинг вақт функцияси графиги.



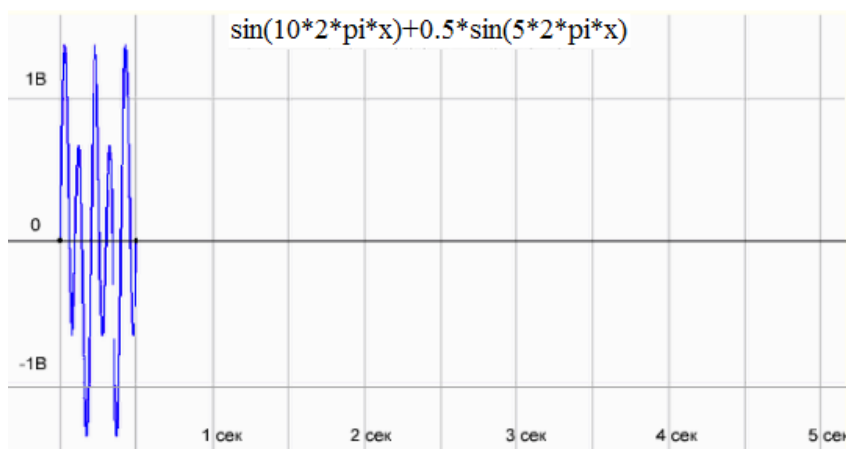
2-расм. Сигнал спектрининг схемаси.

Спектр графигида амплитудаси 0,5 В ва 5 Гц бўлган иккита вертикал чизик(таёқ) (гармоника) ва амплитудаси 1 В бўлган 10 Гц мавжуд, барчаси дастлабки(асл) сигнал формуласида бўлгани каби. Ҳаммаси яхши, яхши дастурчи! Дастур тўғри ишляпти. Бу шуни англатадики, агар биз иккита синусоидалар аралашмасидан АРЎ(ADC) киришига реал сигнални кўлласак, у ҳолда иккита гармоникадан иборат шунга ўхшаш спектрни оламиз.

Умуман олганда, АРЎ(ADC) томонидан рақамланган, яъни дискрет намуналар билан ифодаланган 5 сония давом этадиган реал ўлчанган сигналимиз дискрет нодаврий спектрга эга.

Математик нуктаи назардан, бу иборада қанча хато бор?

Энди расман биз 5 сония жуда узок деб қарор қилдик, келинг, сигнални 0,5 сонияда ўлчаймиз.



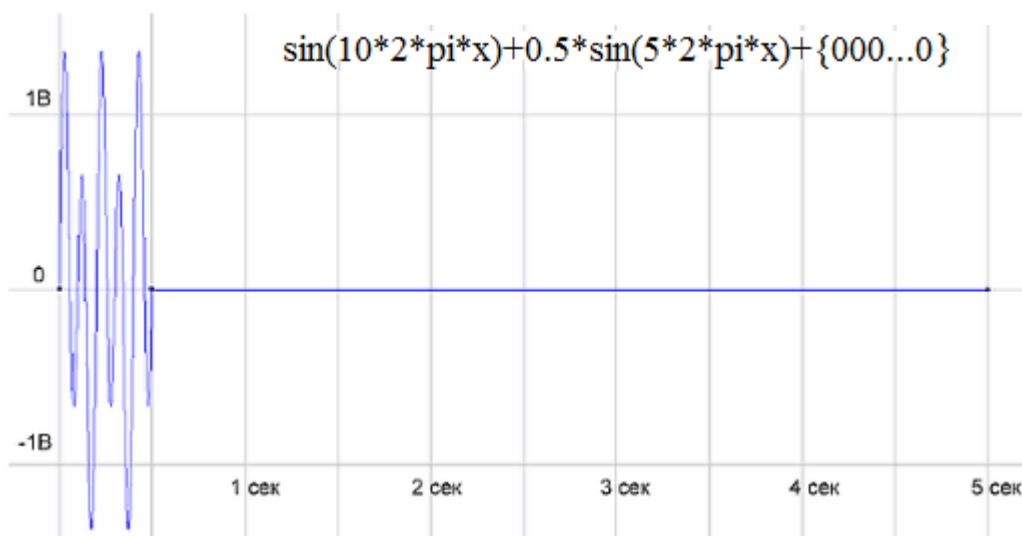
3-расм. 0,5 сек ўлчаш даври учун $\sin(10*2*\pi*x)+0,5*\sin(5*2*\pi*x)$ функциясининг графиги.



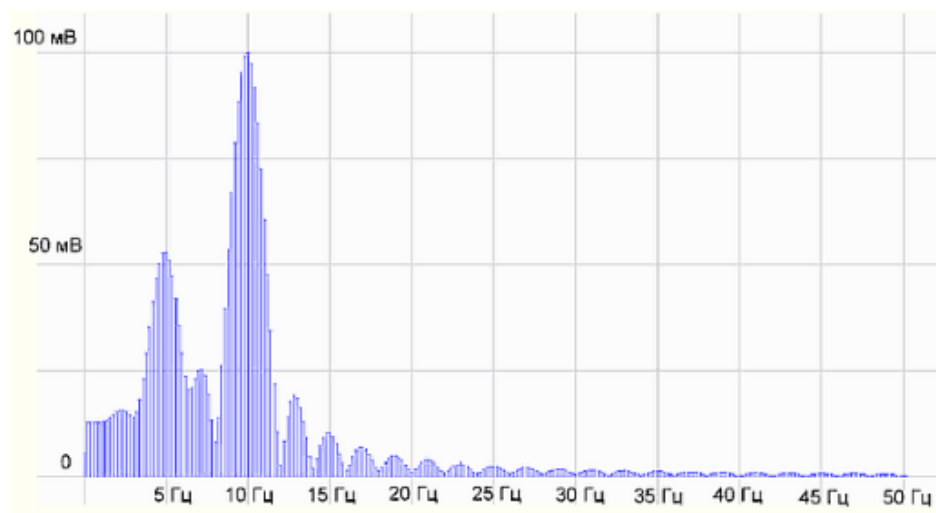
4-расм. Функция спектри.

Нимадир нотўғри! 10 Гц гармоник сигнал анъанавий тарзда чизилади, лекин 5 Гц вертикал чизик(таёк) ўрнига бир нечта тушунарсиз гармоникалар пайдо бўлди. Биз Интернетга “нима” ва “қандай” деб қараймиз.

Уларнинг айтишича, намунанинг охирига нол қўшилиши керак ва спектр нормал чизилади.



5-расм. Нолларни 5 сониягача тўдирилди.



6-расм. Олинган спектрнинг тасвири.

Ҳали ҳам 5 сониядагидек эмас. Сиз назария билан шуғулланишингиз керак.

2. Узлуксиз функция ва уни Фурье қатори билан тасвирлаш.

Математик жиҳатдан, T сония давомийликдаги сигналимиз $\{0, T\}$ сегментида аниқланган маълум $f(x)$ функциядир (бу ҳолда X вақт). Бундай функция ҳар доим қуйидаги шаклнинг гармоник функциялари (синус ёки косинус) йиғиндиси сифатида ифодаланиши мумкин:

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

Бу ерда:

k – тригонометрик функциянинг сони (гармоник ташкил этувчининг сони, гармониканинг тартиб рақами),

τ – функция аниқланган оралик (сигнал давомийлиги),

A_k – k -чи гармоника ташкил этувчисининг амплитудаси,

θ_k – k -чи гармоник ташкил этувчисининг бошланғич фазаси.

"Функцияни қатор йиғиндиси сифатида кўрсатиш" нимани англатади? Бу шуни англатадики, Фурье қатори гармоник компонентларининг қийматларини ҳар бир нуқтада қўшиш орқали биз ушбу нуқтада функциянинг қийматини оламиз. (Аниқроқ айтганда, $f(x)$ функциясидан қаторнинг стандарт квадратик оғиши нолга интилади, лекин ўртача квадратик яқинлашувига қарамай, функциянинг Фурье қатори, умуман олганда, унга йўналиши бўйича нуқта яқинлашиши шарт эмас.

Қуйидаги Интернет манзилига қаралсин. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ряд_Фурье.](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ряд_Фурье))

Мазкур қатор қуйидаги кўринишда ҳам ифодаланиши мумкин:

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

\hat{f}_k – k –чи комплексли амплитуда.

ёки

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

(1) ва (3) коэффициентлар орасидаги муносабат қуйидаги формулалар билан ифодаланади:

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

ва

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

Эътибор беринг, Фурье қаторининг ушбу учта кўриниши бутунлай эквивалентдир. Ба'зан Фурье қатори билан ишлашда синус ва косинуслар ўрнига мавхум аргументларнинг кўрсаткичларини қўллаш, яъни Фурье ўзгартиришини комплекс шаклда қўллаш қулайроқ бўлади. Аммо биз учун (1) формуладан фойдаланиш қулай, бу ерда Фурье қатори мос келадиган амплитудалар ва фазалар билан косинус тўлқинларининг йиғиндиси сифатида ифодаланади. Қандай бўлмасин, ҳақиқий сигналнинг Фурье ўзгариши натижаси гармониканинг мураккаб амплитудалари бўлади, деб айтиш нотўғри. Wiki-да тўғри ёзилганидек, "Фурье ўзгартириши(\mathcal{F}) - бу ҳақиқий ўзгарувчининг бир функциясини бошқа функцияга, шунингдек, ҳақиқий ўзгарувчига мослаштирадиган операциядир."

Хулоса:

Сигналларни спектрал таҳлил қилишнинг математик асоси Фурье ўзгартиришидир.

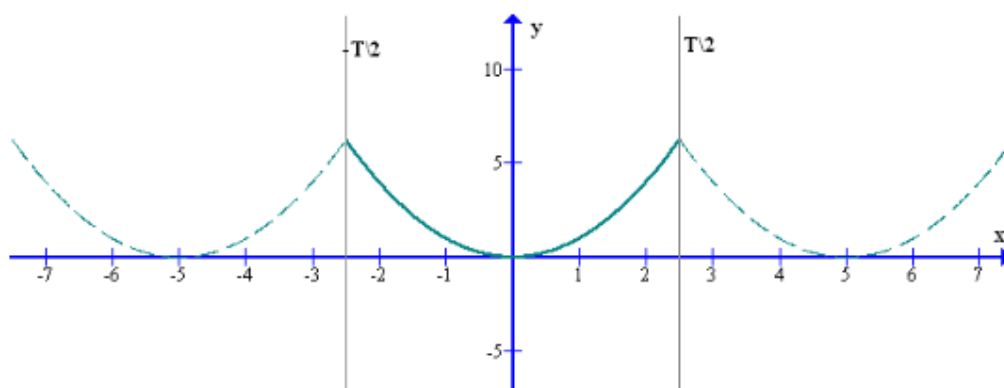
Фурье ўзгартириши бизга $\{0, T\}$ ораликда аниқланган узлуксиз $f(x)$ функцияни (сигнал) маълум бўлган тригонометрик функцияларнинг (синус ва/ёки косинус) чексиз сони (чексиз қатор) йиғиндиси сифатида тасвирлаш имконини беради, амплитудалар ва фазалар $\{0, T\}$ оралиғида ҳам ҳисобга

олинади. Бундай қатор Фурье қатори деб аталади.

Биз Фурье ўзгартиришини сигнал таҳлилига тўғри қўллаш учун зарур бўлган яна бир нечта фикрларни таъкидлаймиз. Агар бутун X ўқи бўйича Фурье қаторини (синусоидлар йиғиндисини) кўриб чиқсак, y холда $\{0, T\}$ сегментидан ташқарида Фурье қатори билан ифодаланган функция бизнинг функциямизни даврий равишда такрорлашини кўришимиз мумкин.

Масалан, 7-расмдаги графикда асл функция $\{-T/2, +T/2\}$ сегментида аниқланган ва Фурье қатори бутун x ўқи бўйича аниқланган даврий функцияни ифодалайди.

Бунинг сабаби шундаки, синусоидларнинг ўзи мос равишда даврий функциялардир ва уларнинг йиғиндиси даврий функция бўлади.

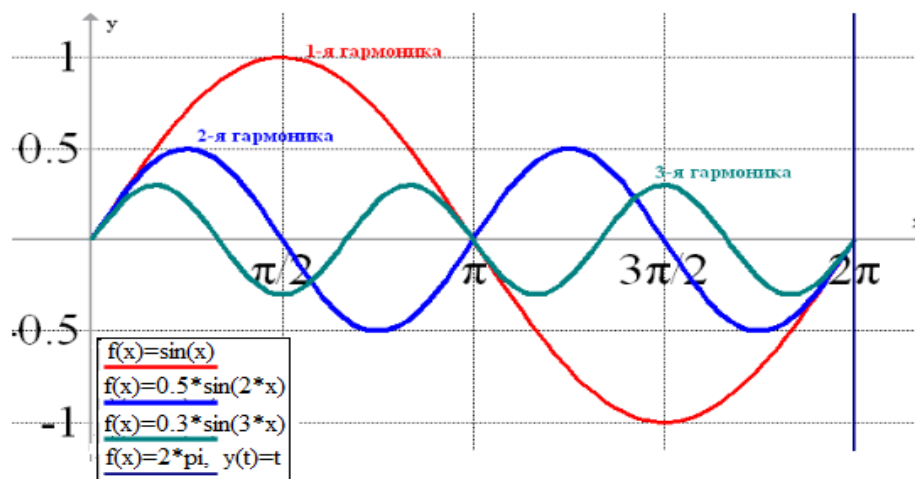


7-расм. Нодаврий дастлабки(асл) функциянинг Фурье қаторидаги тасвири.

Шундай қилиб: Бизнинг бошланғич(асл) функциямиз узлуксиз, даврий бўлмаган, T узунликдаги маълум бир интервалда аниқланган. Бу функциянинг спектри дискретдир, яъни у гармоник ташкил этувчиларнинг чексиз қатори - Фурье қатори сифатида тақдим этилади. Дарҳақиқат, маълум бир даврий функция Фурье қатори билан белгиланади, у бизникига $\{0, T\}$ ораликда тўғри келади, аммо бу даврийлик биз учун муҳим эмас.

Кейинчалик.

Гармоник ташкил этувчиларнинг даврлари бошланғич(асл) $f(x)$ функцияси аниқланган $\{0, T\}$ ораликга қаррали. Бошқача қилиб айтганда, гармоник даврлар сигнални ўлчаш давомийлигига кўпайтирилади. Масалан, Фурье қаторининг биринчи гармоник даври $f(x)$ функция аниқланган T интервалга тенг. Фурье қатори иккинчи гармоникасининг даври $T/2$ интервалига тенг. Ва ҳоказо (8-расмга қаранг).



8-расм. Фурье қатори гармоник компонентларининг даврлари (частоталари) (бу ерда $T=2\pi$).

Шунга кўра, гармоник ташкил этувчиларнинг частоталари $1/T$ га кўпайтирилади. Яъни, k -гармоник ташкил этувчиларнинг частоталари $f_k = k/T$ га тенг, бу ерда k 0 дан ∞ гача, масалан, $k=0$ $f_0=0$; $k=1$ $f_1=1/T$; $k=2$ $f_2=2/T$; $k=3$ $f_3=3/T$; ... $f_k=k/T$ (нол частотада - доимий ташкил этувчи).

Бизнинг бошланғич(асл) функциямиз $T=1$ сек давомийлиги учун ёзилган сигнал бўлсин. Шунда биринчи гармониканинг даври бизнинг сигналимизнинг давомийлиги $T_1=T=1$ сек ва гармониканинг частотаси 1 Гц га тенг бўлади. Иккинчи гармониканинг даври сигналнинг давомийлиги 2 га бўлинган ($T_2 = T/2 = 0,5$ сек) ва частотаси 2 Гц га тенг бўлади. Учинчи гармоника учун $T_3=T/3$ сек ва частотаси 3 Гц. ва ҳоказо.

Бу ҳолда гармоникалар орасидаги қадам 1 Гц ни ташкил қилади.

Шундай қилиб, давомийлиги 1 сек бўлган сигнал 1 Гц частота ўлчамлари билан гармоник ташкил этувчиларга (спектрни олиш учун) ёйлиши мумкин.

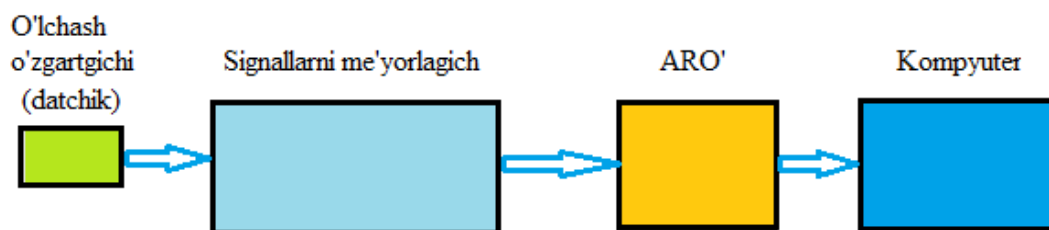
Рухсат беришни 2 марта 0,5 Гц гача ошириш учун ўлчаш давомийлигини 2 марта - 2 сониягача ошириш керак. Давомийлиги 10 сония бўлган сигнал 0,1 Гц частота ўлчамлари билан гармоник ташкил этувчиларга (спектрни олиш учун) ёйлиши мумкин. Частотага Рухсат беришни оширишнинг бошқа усуллари йўқ.

Намуналар қаторига нол қўшиш орқали сигналнинг давомийлигини сунъий равишда ошириш усули мавжуд. Аммо, бу частота бўйича рухсат беришнинг амалдаги ўлчамларини оширмайди.

3. Дискрет сигналлар ва дискрет Фурье ўзгартириши.

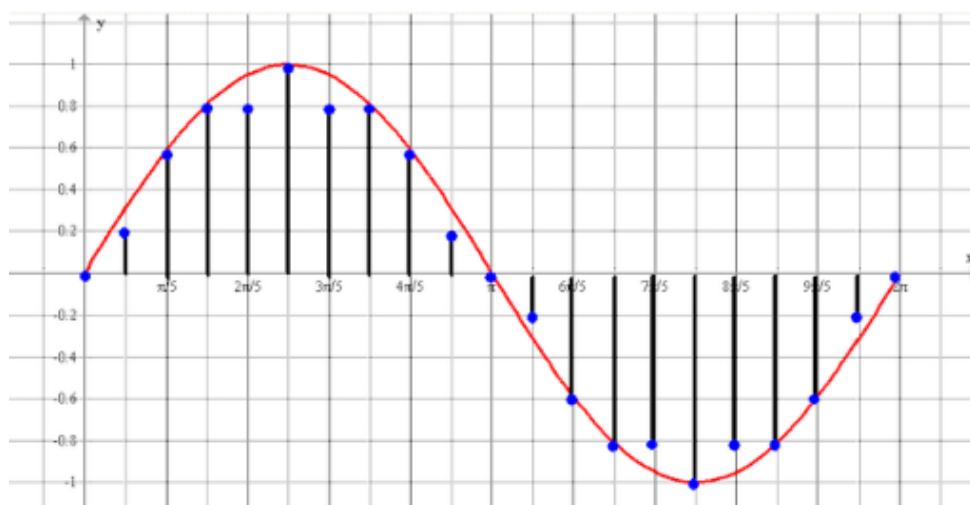
Рақамли технологиянинг ривожланиши билан ўлчаш маълумотларини (сигналларини) сақлаш усуллари ҳам ўзгарди. Агар илгари сигнални

магнитофонга ёзиб олиш ва магнитофонда аналог кўринишда сақлаш мумкин бўлган бўлса, энди сигналлар рақамлаштирилади ва компьютер хотирасидаги файлларда рақамлар (ҳисоблаш) тўплами сифатида сақланади. Сигнални ўлчаш ва рақамлаштиришнинг одатий схемаси қуйидаги кўринишга эга.



9-расм. Ўлчаш каналининг схемаси.

Ўлчаш ўзгартиргичидан сигнал АРЎ(ADC) га Т вақт оралиғида келади. Т вақт ичида олинган сигнал намуналари (танланма) компьютерга узатилади ва хотирада сақланади.



10-расм. Рақамли сигнал - Т вақтида олинган N намуналар.

Сигнални рақамлаштириш параметрларига қандай талаблар қўйилади? Кириш аналог сигналини дискрет кодга (рақамли сигналга) айлантирувчи қурилма аналог-рақамли ўзгартиргич(АРЎ(ADC)), инглизча Analog-to-digital converter(ADC) деб аталади.

АРЎ(ADC)нинг асосий параметрларидан бири максимал намуна(танланма) олиш тезлиги (ёки намуна олиш тезлиги, инглизча sample rate(намуна тезлиги)) - уни намуна олиш вақтида узлуксиз сигнал намуналарини

олиш частотаси. Герц билан ўлчанади. Котелников теоремасига кўра, агар узлуксиз сигнал F_{max} частотаси билан чекланган спектрга эга бўлса, у ҳолда уни

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

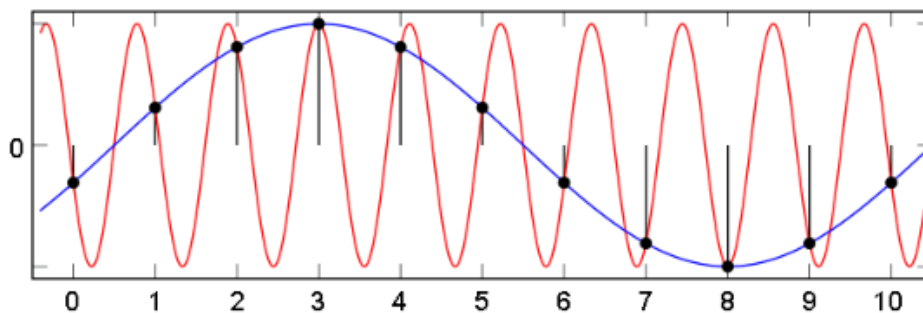
вақт оралиғида олинган дискрет намуналаридан бутунлай ва айнан мос тарзда тиклаш мумкин, яъни.

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

частотаси билан, бу ерда F_d - намуна олиш тезлиги; F_{max} - сигнал спектрининг максимал частотаси. Бошқача қилиб айтганда, сигнални намуна олиш тезлиги (АРЎ(ADC) намуна олиш тезлиги) биз ўлчамоқчи бўлган сигналнинг максимал частотасидан камида 2 барабар катта бўлиши керак.

Ва агар биз Котелников теоремаси талаб қилганидан паст частотали сигнал ўқишларини олсак нима бўлади?

Бундай ҳолда, рақамлаштиришдан сўнг юқори частотали сигнал ҳақиқатда мавжуд бўлмаган паст частотали сигналга айланадиган "тахаллус" эффекти (бу айнан стробоскопик эффект, муар эффекти) юзага келади. 11-расмда юқори частотали қизил рангли синус тўлқини ҳақиқий сигналдир. Пастки частотали кўк рангли синус тўлқини - бу юқори частотали сигналнинг ярмидан кўпроқ даври намуна олиш вақтида ўтиши учун вақтга эга бўлишидан келиб чиқадиган сохта(фиктив) сигналдир.



11-расм. Дискретлашнинг(Намуна олишнинг) этарлича бўлмаган. юқори частотасида нотўғри(ёлғон) паст частотали сигнал пайдо бўлиши.

"тахаллус" эффектини олдини олиш учун АРЎ(ADC) - ПЎФ (паст ўтиш филтри) олдига махсус ант"тахаллус" филтри қўйилади, у АРЎ(ADC) намуна олиш частотасининг ярмидан паст частоталарни ўтказди ва юқори частоталарни кесади(қирқади).

Сигналнинг спектрини унинг дискрет намуналаридан ҳисоблаш учун дискретли Фурье ўзгартириши (ДФЎ) қўлланилади. Яна бир бор

таъкидлаймизки, дискрет сигналнинг спектри "таърифи бўйича" F_{max} частотаси билан чекланган, бу Фд намуна олиш частотасининг ярмидан кам. Шунинг учун, спектри чексиз бўлиши мумкин бўлган узлуксиз сигналнинг Фурье қатори учун чексиз йиғиндидан фарқли ўлароқ, дискрет сигналнинг спектри чексиз сонли гармоникалар йиғиндиси билан ифодаланиши мумкин. Котелников теоремасига кўра, максимал гармоник частота шундай бўлиши керакки, у камида иккита намунага тўғри келади, шунинг учун гармоникалар сони дискрет сигнал намуналари сонининг ярмига тенг. Яъни, агар намунада N намуна бўлса, у ҳолда спектрдаги гармониклар сони $N/2$ га тенг бўлади.

Энди дискретли Фурье ўзгартиришини (ДФЎ) кўриб чиқамиз.

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

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

Фурье қатори билан таққослаб

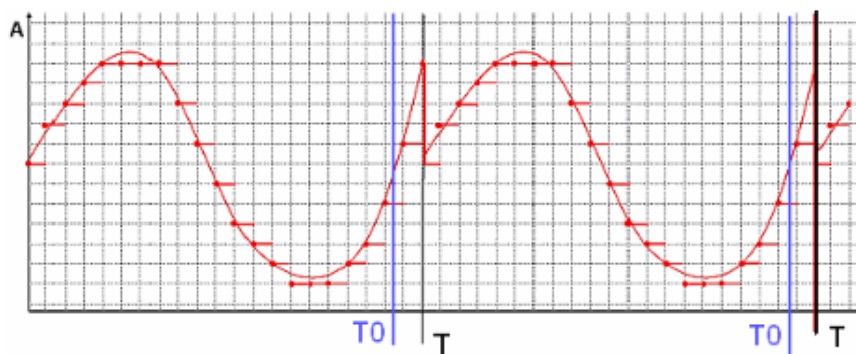
$$u_k = \sum_{s=0}^{\infty} (a_s \cos s\omega_1 t + b_s \sin s\omega_1 t),$$

биз улар бир-бирига тўғри келишини кўрамиз, фақат ДФЎдаги вақт дискрет ва гармониклар сони $N/2$, яъни намуналар сонининг ярмибилан чекланган.

ФТЎ формулалари k , с ўлчамсиз бутун сонли ўзгарувчиларда ёзилади, бу ерда k - сигнал намуналари сони, с - спектрал компонентлар сони.

С нинг қиймати T давридаги гармониканинг тўлиқ тебранишлари сонини кўрсатади (сигнални ўлчаш давомийлиги). Дискрет Фурье ўзгартириши гармониканинг амплитудалари ва фазаларини рақамли равишда топиш учун ишлатилади, яъни. "компьютерда".

Бошида олинган натижаларга қайтиш. Юқорида айтиб ўтилганидек, даврий бўлмаган функцияни (бизнинг сигналимизни) Фурье қаторига кенгайтирганда, натижада олинган Фурье қатори ҳақиқатда T даврига эга бўлган даврий функцияга мос келади (12-расм).



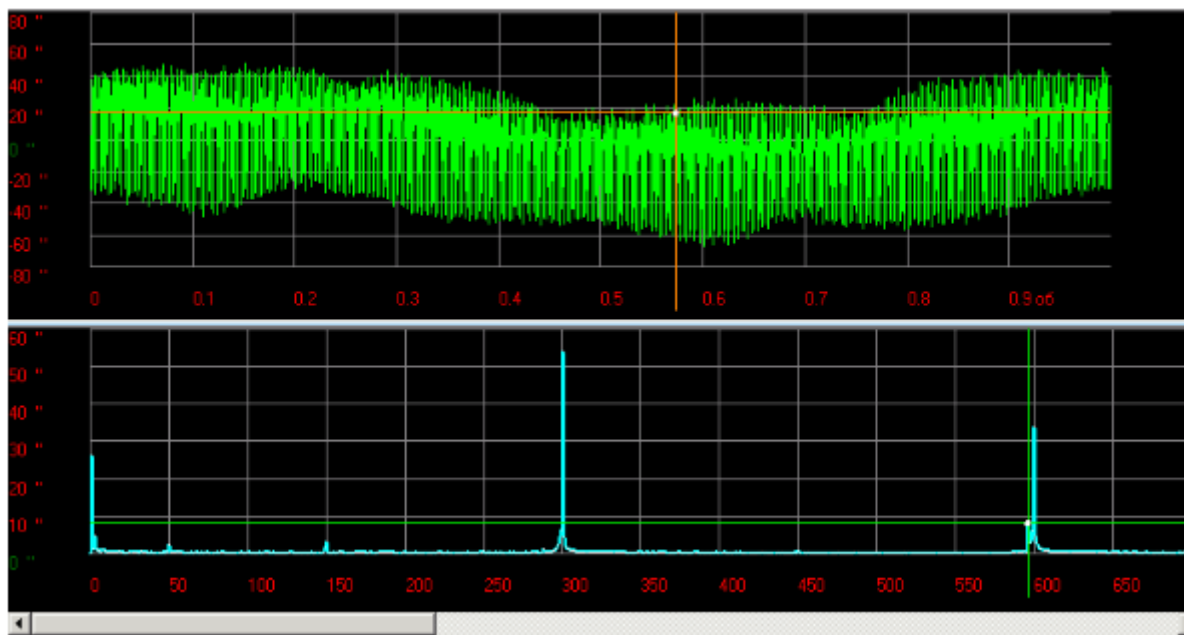
12-расм. Ўлчаш даври $T > T_0$ бўлган $f(x)$ функция T_0 даври билан даврий функция тасвири.

12-расмда кўришиб турибдики, $f(x)$ функция T_0 даври билан даврийдир. Бироқ, T ўлчаш намунасининг давомийлиги T_0 функция даврига тўғри келмаслиги сабабли, Фурье қатори сифатида олинган функция T нуқтада узилишга эга. Натижада, мазкур функциянинг спектри кўп сонли юқори частотали гармоникларни ўз ичига олган бўлади. Агар T ўлчаш намунасининг давомийлиги T_0 функция даврига тўғри келган бўлса, у ҳолда Фурье ўзгартиришидан кейин олинган спектрда фақат биринчи гармоника (намуна давомийлигига тенг бўлган синусоида) мавжуд бўлади, чунки f функцияси $f(x)$ синусоидасидир.

Бошқача қилиб айтадиган бўлсак, ФТЎ дастури бизнинг сигналимиз "синус тўлқинининг бўлаги" эканлигини "билмайди", лекин даврий функцияни кетма-кет кўрсатишга ҳаракат қилади, бунда синус тўлқини(тебраниши) алоҳида бўлақларининг номувофиқлиги туфайли бўшлиқ мавжуд бўлади.

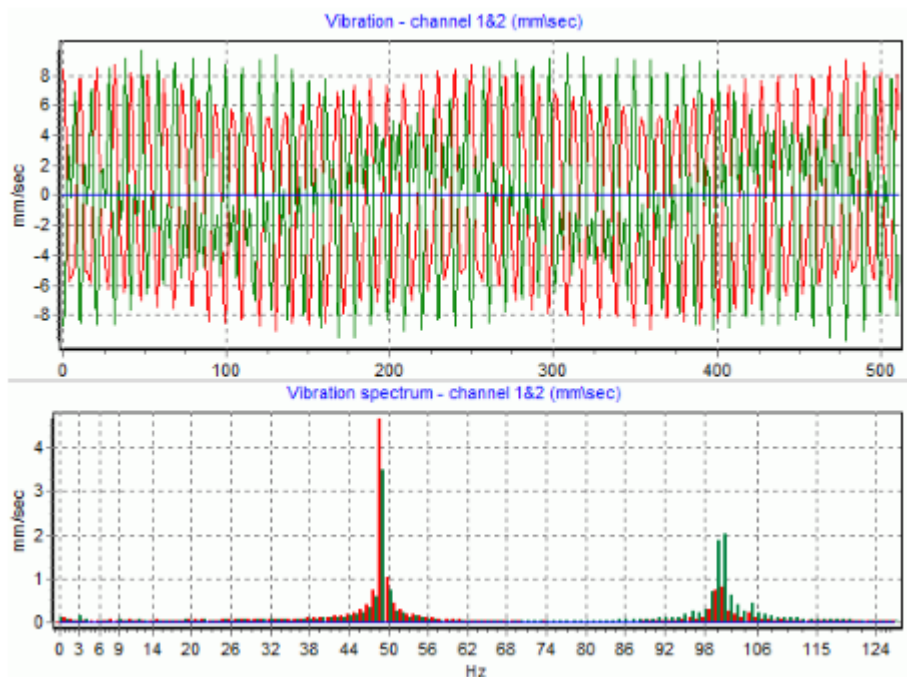
Натижада, спектрда гармоникалар пайдо бўлади, улар жами функция шаклини, шу жумладан ушбу узилишни ифодалаш керак.

Шундай қилиб, турли даврларга эга бўлган бир нечта синусоидларнинг йиғиндисидан иборат бўлган сигналнинг "тўғри" спектрини олиш учун ҳар бир синусоиднинг бутун даврлари сигнални ўлчаш даврига тўғри келиши керак. Амалда, бу шарт сигнални ўлчашнинг этарлича узоқ давом этиши учун бажарилиши мумкин.



13-расм. Редукторнинг кинематик хатолиги сигнаlining функцияси ва спектрига мисол.

Қисқароқ вақт билан расм тасвири "ёмонроқ" кўринади:



14-расм. Ротор тебраниш сигнаlining функцияси ва спектрига мисол.

Амалда "ҳақиқий компонентлар" қаерда ва "артефактлар", компонентлар даврларининг кўп бўлмаслиги ва сигнал намунасининг давомийлиги ёки

"сакраш ва узилишлар" тўлқин шакли қаерда эканлигини тушуниш қийин бўлиши мумкин. Албатта, "ҳақиқий компонентлар" ва "артефактлар" сўзлари бежиз қўштирноқ ичида келтирилмади. Спектр графигида кўплаб гармоникаларнинг мавжудлиги бизнинг сигналимиз аслида улардан "иборат" эканлигини англатмайди. Бу 7 рақами айнан 3 ва 4 рақамларидан "иборат" деган фикрга ўхшайди. 7 рақамини 3 ва 4 рақамларининг йиғиндиси сифатида ифодалаш мумкин - бу тўғри.

Бизнинг сигналимиз ҳам шундай ... ёки тўғрироғи, ҳатто "бизнинг сигналимиз" ҳам эмас, балки бизнинг сигналимизни (намуна олиш) такрорлаш орқали тузилган даврий функцияни маълум амплитудалар ва фазалар билан гармоникалар (синусоидлар) йиғиндиси сифатида кўрсатиш мумкин. Аммо амалиёт учун муҳим бўлган кўп ҳолларда (юқоридаги рақамларга қаранг), ҳақиқатан ҳам спектрда олинган гармоникани сиклик табиатга эга бўлган ва сигнал шаклига сезиларли ҳисса қўшадиган ҳақиқий жараёнлар билан боғлаш мумкин.

Баъзи натижалар

1. АРЎ(ADC) томонидан рақамланган, яъни дискрет намуналар тўплами (N дона) билан ифодаланган ҳақиқий ўлчанган давомийлиги T сек бўлган сигнал, гармоникалар тўплами ($N/2$ дона) билан ифодаланган дискрет нодаврий спектрга эга.
2. Сигнал ҳақиқий қийматлар тўплами билан ифодаланади ва унинг спектри ҳам ҳақиқий қийматлар тўплами билан ифодаланади. Гармоник частоталар мусбатдир. Математиклар учун спектрни манфий частоталар ёрдамида комплекс шаклда ифодалаш қулайроқ эканлиги "бу тўғри" ва "ҳар доим шундай қилиш керак" дегани эмас.
3. T вақт оралиғида ўлчанган сигнал фақат T вақт оралиғида аниқланади. Сигнални ўлчашни бошлашимиздан олдин нима содир бўлган ва ундан кейин нима содир бўлиши фанга номаълум. Ва бизнинг ҳолатимизда - бу қизиқ эмас. Вақт билан чегараланган сигналнинг ФТЎи ўзининг "ҳақиқий" спектрини беради, яъни маълум шароитларда унинг таркибий қисмларининг амплитудаси ва частотасини ҳисоблаш имконини беради.

Интернет манзили:

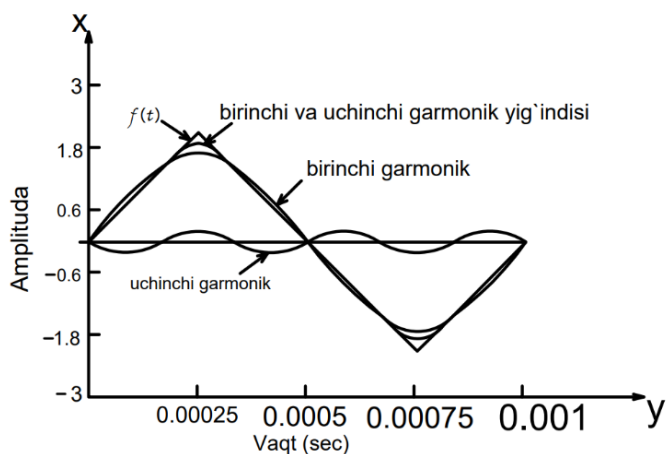
Интернет манзили:

habr.com/ru/post/269991/

УЗЛУКСИЗ СИГНАЛЛАРНИНГ СПЕСТРАЛ ТАҲЛИЛИ

Сигнал тоза синус тўлқин бўлса, частотани аниқлаш оддий жараёндир.

Бирок, вақт ўзгарувчан умумий сигнал оддий синус тўлқин шаклига эга эмас; 5.12-расмда оддий мисол кўрсатилган. Қуйида муҳокама қилинганидек, мураккаб тўлқин шакллари турли частотали синус ёки косинус тўлқинлари йиғиндисидан қурилган деб ўйлаш мумкин. Ушбу компонентларнинг частоталарини аниқлаш жараёни *спектрал таҳлил* деб аталади.



15-расм. Аррасимон тўлқин гармоникалари

Масала 3.1

15-расмда кўрсатилган даврий функция учун биринчи, иккинчи ва учинчи гармоникалар ташкил этувчиларининг амплитудасини топинг.

Ечилиши:

Ушбу тўлқиннинг асосий частотаси 10 Гц, бурчак частотаси $\omega = 2\pi f = 62.83$ рад/с. Ушбу функциянинг биринчи тўлиқ циклини қуйидаги тенглама

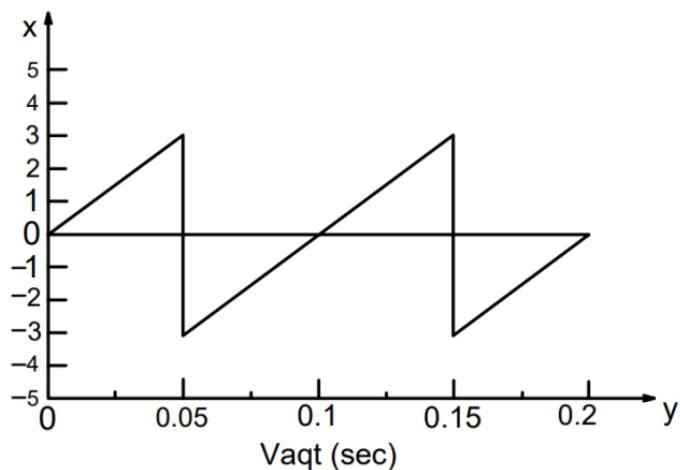
$$\begin{aligned} f(t) &= 60t & 0 \leq t < 0.05 \\ f(t) &= 60t - 6 & 0.05 \leq t < 0.10 \end{aligned}$$

шаклида ифодалаш мумкин

Функциянинг ўртача қиймати битта цикл давомида нолга тенг бўлгани учун, аҚ коэффиценти нолга тенг бўлади. Бунга қўшимча равишда, тадқиқ қилиш орқали биз бу тоқ функция ва косинуснинг хадлари нолга тенг бўлади деган хулосага келишимиз мумкин ва фақат синуснинг хадлари талаб қилинади.

(5.5) тенгламадан фойдаланиб биринчи гармониканинг коэффицентини қуйидагича ҳисоблаш мумкин

$$b_1 = \frac{2}{0.1} \left[\int_0^{0.05} 60t \sin(62.83t) dt + \int_{0.05}^{0.1} (60t - 6) \sin(62.83t) dt \right]$$



16-расм. Аррасимон тўлқин

Тенглама ($\phi_c > 2\phi_m$) намуна олиш тезлигини ϕ_m нинг икки бараварига ўрнатиш учун ишлатилади. Агар шу тарзда аниқланган намуна даражаси жуда юқори бўлса, филтрда юқори сўниш тезлигини белгилашингиз керак.

Ушбу ёндашув чекланган ва фақат таркибий сигнал кучланишида (барча Фурье компонентларининг йиғиндиси) аналог-рақамли ўзгартиргичининг кириш диапазонида бўлишини тахмин қилади. Кўпгина ҳолларда сусайтирилишини талаб қиладиган юқори частотали сигнал компонентлари амплитудаларга композит сигналга нисбатан анча паст бўлади ва шунинг учун камроқ сусайишни талаб қилади. ϕ_c дан юқори частота компонентларининг ҳақиқий амплитудаларини ҳисобга оладиган батафсил таҳлилдан фойдаланиб, одатда пастроқ намуна тезлигини ёки филтрнинг сўндириш тезлигини секинроқ ишлатиш мумкин.

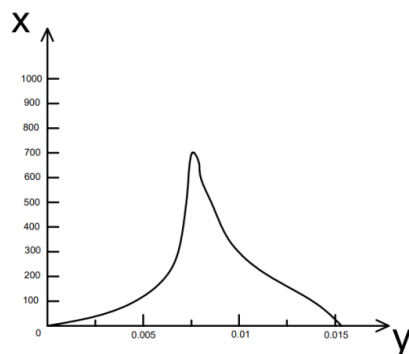
Юмшатишга қарши филтрлар кўпинча сезиларли даражада сўндиришни талаб қилади. Ушбу нисбатан паст даражадаги сўндириш даражаси реал тизимларда амалий муаммоларни келтириб чиқаради. 3-бобда айтиб ўтилганидек, биринчи даражали Баттерворт филтри бир октава учун атиги 6 дБ сўндиради (октава - частотани икки баравар ошириш) ва сигнални 48 дБ га сўндириш учун саккизта октава керак. Натижада, одатда юқори даражадаги филтрлар талаб қилинади - саккизинчи даражали Баттерворт филтри сигнални октава учун 48 дБ сўндириши мумкин. Шу билан бирга, юқори даражадаги филтрлар бошқа эффектларга ҳам эга, масалан, ўтиш полосасида катта силжишлар ўзгариши. Филтрни буюртмаси ва намуна даражаси ўртасида савдо-сотик мавжуд бўлганлиги сабабли, одатда дизайндаги келишув талаб қилинади. Филтрлаш ва намуна олиш тезлигини ўрнатиш жараёни 5.3-мисолда келтирилган.

Масала 3.2

Компьютерлаштирилган маълумотларни йиғиш тизимидан 4000 айл/ мин

тезликда ишлайдиган учқунли ички ёниш двигателининг ёниш камерасига уланган босим сезгичидан маълумотларни ёзиб олиш учун фойдаланиш керак. Маълумотларни йиғиш тизими 8-битли биполяр аналог-рақамли ўзгартиргичга ва максимал сонияда 10000 намунани танлаш тезлигига эга. Тегишли филтрни ва керакли намуна тезлигини кўрсатинг.

Ечилиши: Босимнинг вақтга нисбатан ҳақиқий шакли олдиндан маълум бўлмаганлиги сабабли, муаммо ҳақидаги ушбу баёнот аслида жуда ноаниқ. Бошқа двигателнинг маълумотлари расмларда кўрсатилгандек босим вақтининг хусусиятларини баҳолаш учун ишлатилади (Оберт, 1973). Ушбу расмдаги вақт шкаласи 4000 айл/мин га ўзгартирилди. Биринчи кадам - Фурье спектрал таҳлилини ўтказиш



17-расм. Оддий босим-вақт эгри чизиғи

Хисобот таркиби

1. Фурье ўзгартиришлари ва сигнал спектри қисқача ёзиб олинсин.
2. Узлуксиз функция ва уни Фурье қатори билан тасвирлаш, дискрет сигналлар ва дискрет Фурье ўзгартириши қисқача таҳлил қилинсин.

Назорат саволлари

1. Фурье ўзгартиришлари қандай асосий мақсадда бажарилади қандай?
2. Сигнал спектрини амалда қўлланишига мисоллар келтиринг.
3. Узлуксиз функция ва уни Фурье қатори билан тасвирлаш қандай бажарилади?
4. Дискрет сигналлар ва дискрет Фурье ўзгартиришига мисоллар келтиринг.

4.1-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ МАЪЛУМОТЛАРНИНГ ЎЗАРО БОҒЛИҚЛИГИНИ ЎРГАНИШ

Ишнинг мақсади: Иккита алоҳида танланма экспериментал маълумотларнинг ўзаро боғлиқлигини ўрганиш.

Ишнинг мазмуни: 1. Корреляция усулини тадқиқ қилиш.

2. Икки ўлчамли танлашда танлаб олинганларни гурҳлаш. Корреляцияли жадвал.

3. Икки ўлчамли танлаш тавсифларини ҳисоблаш. Регрессиянинг тўғри чизиғи.

1. Корреляция усулини тадқиқ қилиш

Иккиламчи статистик ишлов беришнинг навбатдаги усули, бу орқали икки қатор экспериментал маълумотлар орасидаги боғлиқлик ёки бевосита боғлиқликни аниқланади, ва бу корреляция усули дейилади. Бу бир ҳодисанинг бошқасига қандай таъсир қилишини ёки унинг динамикасида у билан боғлиқлигини кўрсатади. Бундай муносабатлар, масалан, бир-бири билан сабабий алоқада бўлган катталиклар ўртасида мавжуд. Агар иккита ҳодиса бир-бири билан статистик жиҳатдан сезиларли даражада боғлиқ эканлиги аниқланса ва шу билан бирга улардан бири бошқа ҳодисага сабаб бўлиши мумкинлигига ишонч бўлса, демак, улар ўртасида сабаб-оқибатли муносабатлар мавжуд деган хулоса келиб чиқади. (7)

Агар бир ўзгарувчининг даражасини ошиши бошқасининг даражасининг ошиши билан бирга бўлса, унда биз *мусбат корреляция* ҳақида гапирамиз. Агар битта ўзгарувчининг ўсиши бошқасининг даражасининг пасайиши билан содир бўлса, унда улар *манфий корреляция* эканлиги ҳақида гапирамиз. Ўзгарувчилар ўртасида боғлиқлик бўлмаса, биз *нол корреляция* билан иш юритамиз(1).

Ушбу усулнинг бир нечта турлари мавжуд: чизиқли, тартибланган(ранжли), жуфтликдаги ва кўпликдаги. Чизиқли корреляцион таҳлил ўзгарувчилар ўртасида уларнинг мутлақ қийматлари бўйича бевосита(тўғридан-тўғри) алоқаларни ўрнатишга имкон беради. Ушбу алоқалар

график жихатдан тўғри чизик сифатида ифодаланади, шунинг учун "чизикли" номи берилган. Ранжли корреляцияси ўзгарувчиларнинг абсолют қийматлари орасидаги эмас, балки тартибли жойлар ёки катталиқ тартибида улар эгаллаган даражалар ўртасидаги боғлиқликни аниқлайди. Жуфтликдаги корреляцион таҳлил корреляцион боғлиқликни фақат ўзгарувчан жуфтликлар орасидаги, кўпликдаги ёки кўп ўзгарувчили - бир вақтнинг ўзида кўплаб ўзгарувчилар ўртасидаги боғлиқликни ўрганишни ўз ичига олади. Факторли таҳлил - бу амалий статистикада кўп ўлчамли корреляцион таҳлилнинг кенг тарқалган шакли. (5)

Чизикли корреляция коэффиценти қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

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

бу ерда r_{xy} - чизикли корреляция коэффиценти;

\underline{x} , \underline{y} - таққосланган қийматларнинг ўртача танланган қийматлари;

x_i , y_i - таққосланган қийматларнинг алоҳида намунавий қийматлари;

n - таққосланган кўрсаткичлар қаторидаги қийматларнинг умумий сони;

$\overline{S}_x^2 \cdot \overline{S}_y^2$ - таққосланган қийматларнинг ўртача қийматлардан фарқлари, оғишлари.

Психологик ва педагогик тадқиқотларда ранжли корреляция коэффиценти, боғлиқлик ўрнатиладиган белгилар сифат жихатидан фарқ қиладиган ва интервал ўлчаш қиймат катталиги деб номланган ҳолда аниқ баҳолашмаган тақдирда ҳал қилинади. Интервал шкаласи унинг қийматлари орасидаги масофани тахмин қилишга имкон берадиган ва уларнинг қайси бири бошқасидан каттароқ ва қанча каттароқлигини баҳолашга имкон берадиган шкала деб аталади. Масалан, объектларнинг узунлигини баҳолаш ва таққослаш учун ишлатиладиган ўлчагич оралиқ ўлчашдир, чунки ундан фойдаланган ҳолда икки ва олти сантиметр орасидаги масофа олтидан саккиз сантиметргача бўлган масофадан икки баравар катта. Агар баъзи бир ўлчаш воситаларидан

фойдаланган ҳолда, биз фақат баъзи кўрсаткичлар бошқаларга қараганда кўпроқ эканлигини тасдиқласак, лекин уларнинг сонини айта олмасак, унда бундай ўлчаш воситаси *интервалли* эмас, балки *тартибли* деб номланади.

Психологик ва педагогик тадқиқотларда олинган кўрсаткичларнинг аксарияти интервалли эмас, балки тартибли ўлчашларга тааллуқлидир (масалан, «ҳа», «йўқ», «ҳа эмас, аксинча» каби баҳолашлар ва бошқалар баллга айлантирилиши мумкин), шунинг учун чизикли корреляция коэффициентини уларга тааллуқли эмас. Бундай ҳолда, формуласи қуйидагича бўлган даражадаги корреляция коэффициентидан фойдаланишга мурожаат қилинг:

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

бу ерда R_s - *Сперман* даражасидаги корреляция коэффициенти;

d^2 - тартибланган қаторларда бир хил субъектлар кўрсаткичлари даражалари ўртасидаги фарқ;

n – ўзаро боғлиқ қатордаги мавзулар сони ёки рақамли маълумотлар (даражалар).

Кўпликдаги корреляция усули, жуфтликдаги корреляция усулидан фарқли ўлароқ, кўп ўлчашли экспериментал материал таркибидаги корреляцион боғлиқликларнинг умумий тузилишини, шу жумладан иккитадан ортиқ ўзгарувчини очиқ беришга ва ушбу корреляцион боғлиқликларни маълум тизим шаклида тақдим этишга имкон беради.

Муайян корреляция коэффициентини қўллаш учун қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

1. Таққосланган ўзгарувчилар интерваллар ёки нисбатлар шкаласида ўлчаниши керак.

2. Барча ўзгарувчилар нормал тақсимотга эга деб тахмин қилинади.

3. Таққосланган ўзгарувчилардаги ўзгарувчан хусусиятлар сони бир хил бўлиши керак.

4. Персон корреляция коэффициентининг ишончлилик даражасини баҳолаш учун (**) формуладан ва $k = n - 2$. Студентнинг *t*-тести учун критик қийматлар жадвалидан фойдаланинг. (5)

2. Икки ўлчамли танлашда танлаб олинганларни гуруҳлаш.

Корреляцияли жадвал.

Тасодифий икки ўлчамли векторнинг хоссаларини ўрганилган ҳолатда XU бош тўпладан қийматлар икки ўлчамли бўлсин ҳамда ўзида қийматлар жуфтлиги (\tilde{x}, \tilde{y}) дан иборат йиғинди иккита X ва Y сонли характеристикалар (аломатлар) кўринишида бўлади.

Бир ўлчовли танламага ўхшаш ҳаракатларни амалга ошириб маълумотларнинг k гуруҳини X аломати $[a_0; a_1], [a_1; a_2], [a_2; a_3], \dots [a_{k-1}; a_k]$, ва l гуруҳини Y аломати $[b_0; b_1], [b_1; b_2], [b_2; b_3], \dots [b_{l-1}; b_l]$, бўйича қараб чиқамиз.

Қуйидаги жадвал икки ўлчамли интервалли вариацион қатор деб айтилади.

4.1.1-жадвал

	$[b_0; b_1]$	$[b_1; b_2]$...	$[b_{l-1}; b_l]$
$[a_0; a_1]$	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}

Мазкур жадвалда қуйидаги рамзий белгилар киритилган: $m_{ij}, i=1, 2, \dots, l, j=1, 2, \dots, k$ лар, қанча қийматлар жуфтлиги (\tilde{x}, \tilde{y}) гуруҳлаганда мос равишда қуйидаги

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

ўлчамли тўғри тўртбурчак соҳасига кирганлигини кўрсатувчи частоталарни белгилайди.

4.1.2-жадвал

	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-жадвал -жадвалда танланма берилган гуруҳларининг (кесмаларнинг) ўрталари рамзий қуйидагича белгиланган:

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

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

Қуйидаги муносабатлар ўринли бўлади:

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

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

Танлашнинг ҳажми қуйидаги муносабатларни қаноатлантиради:

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

3.Икки ўлчамли танлаш тавсифларини ҳисоблаш. Регрессиянинг тўғри ЧИЗИҒИ.

XU икки ўлчамли танлаш корреляцияли **4.1.3-жадвал** билан берилган бўлсин. **4.1.1-жадвал** нинг кенгайтмаси бўлган **4.1.3-жадвал** ни қараб чиқамиз:

4.1.3-жадвал

	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}	$\sum_{j=1}^{j=l} m_{kj}$
SU	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{i1}$	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{i2}$...	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{il}$	

4.1.3-жадвалнинг охири SX устунида мос равишда x_1, x_2, \dots, x_k қаторлар

бўйича жойлашган **Жадвал-1** элементлар, охириги S_Y қаторда эса мос равишда y_1, y_2, \dots, y_k устуннинг йиғиндиси ёзилган.

Дискретли вариацион қатор билан берилган бир ўлчамли SX танлашни караб чиқишга киритамиз(3-жадвалга қаралсин).

4.1.4-жадвал

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

4.1.5-жадвал

	y_1	y_2	...	y_l
$S_Y:$	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{i1}$	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{i2}$...	$\sum_{i=1}^{i=k} m_{il}$

Ҳисобларнинг тўғрилигини назорат қилиш учун 3-жадвалнинг қуйи қаторида жойлашган элементларнинг йиғиндиси, 4-жадвалнинг қуйи қаторида жойлашган элементларнинг йиғиндисига тенг бўлиши кераклигини таъкидлаймиз.

- Қуйидаги белгиланишни киритамиз:

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

Корреляциянинг танланган коэффиценти деб қуйидаги ифода билан аниқланадиган сонга айтилади:

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

Бу ерда $\overline{SX}, \overline{SY}, \sigma_{SX}, \sigma_{SY}$ билан мос равишда SX ва SY бир ўлчамли танлашларнинг ўртача танланган қийматлари ва танланган квадратик оғишлари белгиланган.

Мулоҳаза: Танланган коррелясия коэффиценти ўлчанаётган тасодифий катталикнинг X ва Y белгиларининг чизиқли коррелясион боғлиқлигининг тиғизлигини баҳолайди ва модули бўйича 1 дан ортади. $|r|$ қанчалик 1 га яқин бўлса чизиқли коррелясион боғлиқлик шунчалик кучли бўлади.

Регрессиянинг тўғри чизиғи деб XOY координаталар текислигидаги қуйидаги тенгламага эга бўлган тўғри чизиқга айтилади:

$$y = cx + d,$$

бу ерда

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

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

Мулоҳаза: Барча тўғри чизиқлар орасида регрессия тўғри чизиғи энг яхши тарзда танланган маълумотларни яқинлаштиради. Регрессия тўғри чизиғи тенгламасининг коэффицентлари учун келтирилган ифодаларни кичик квадратлар усули ёрдамида олиш мумкин.

• Масалаларини эчишда *регрессия тўғри чизиғи тенгламасини* қуйидаги кўринишда ифодалаш қулай:

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

Иловалар:

Statistik jadvallar

4.1 – jadval

$$\Phi_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^x e^{-t^2/2} dt \text{ Laplas funktsiyasining qiymatlari}$$

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

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

α	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,0450	0,050
U_α	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 χ^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

$\varphi(x)$ 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

Ўрганганлар асосида бажариш керак

1. Корреляция усулини тадқиқ қилишни.
2. Икки ўлчамли танлашда танлаб олинганларни гуруҳлашни ўрганиш.
3. Икки ўлчамли танлаш тавсифларини ҳисоблашни ўрганиш.
4. Регрессиянинг тўғри чизиги ҳақида тушунчага эга бўлиш.

Назорат саволлари

1. Бош тўплам деб нимага айтилади ?
2. Бош тўпламдан олинган кам сонли элементлари гуруҳи қандай номланади ?
3. алоҳида танланма экспериментал маълумотларнинг ўзаро боғлиқлиги нима учун ўрганилади ?
4. Корреляция усулини тушунтиринг.

4.2-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

НОАНИҚЛИКЛАРНИНГ ТАҚСИМЛАНИШИНИ ЎРГАНИШ

Ишнинг мақсади: Эксперимент натижаларидаги ноаниқликларнинг тақсимланишини ўрганиш.

Ишнинг мазмуни: 1. Оддий тасодифий ўзгарувчини номаълум дисперсия билан математик кутилиш учун ишончлилик оралиғи.
2. Маълум дисперсияга эга нормал тасодифий ўзгарувчининг математик кутилиши учун ишончлилик оралиғи.

1. Оддий тасодифий ўзгарувчини номаълум дисперсия билан математик

кутилиш учун ишончлилик оралиғи

Майли $X \sim N(m, \sigma^2)$ ва m билан σ^2 номаълум бўлсин. m параметрининг ҳақиқий қийматини $\gamma = 1 - \alpha$ ишончлилик билан қоплайдиган ишончлилик оралиғини қуриш керак.

Бунинг учун СВ бош тўпламдан ҳажми x_1, x_2, \dots, x_n бўлган танланма ажратиб олинсин:

1) математик кутилишнинг

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

стандарт оғишига мос келадиган нуқтали баҳоланиши сифатида танланган ўртача \bar{x} дан, дисперсияни баҳолаш сифатида эса – тузатилган танланма

дисперсия σ^2 - дан фойдаланилади.

2) Ишончли ораликни топиш учун статистикалар тузилади

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

бу ҳолда m ва σ^2 параметрларнинг қийматларидан қатъи назар, эркинлик даражалари сони $\nu = n - 1$ билан Стюдент тақсимотига эга бўламиз.

3) α кераклилик аҳамиятига эга бўлган даражаси ўрнатилади

4) эҳтимолликни ҳисоблаш учун қуйидаги формула қўлланилади:

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

бунда $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ Стюдент тақсимотининг критик нуқталари жадвали (бир томонламали критик соҳа) бўйича топилган Стюдент тақсимотининг критик нуқтаси.

У ҳолда:

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

Бу шуни англатадики, интервал:

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

номаълум параметр m ни $\gamma = 1 - \alpha$ ишончилиги билан қоплайди.

2. Маълум дисперсияга эга нормал тасодифий ўзгарувчининг математик кутилиши учун ишончлилиқ оралиғи

$X \sim N(m, \sigma^2)$ Бош тўпламнинг миқдорий белгиси берилган дисперсия σ^2 ва m билан нормал тақсимотга эга бўлсин. m учун ишончлилиқ интервалини курамыз.

1) m ни баҳолаш учун n ҳажмнинг (бош тўпламнинг) x_1, x_2, \dots, x_n танланмаси ажратиб олинган бўлсин. У ҳолда

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

2) келинг, тасодифий ўзгарувчини тузамиз:

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

У тасодифий ўзгарувчининг стандартлаштирилган нормал тақсимотга эга эканлигини кўрсатиш осон, яъни:

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

3) α аҳамиятлилиқ даражасини белгилаймиз.

4) оддий қийматнинг математик кутишдан четга чиқиш эҳтимоллигини топиш учун формуладан фойдаланиб, биз қуйидагиларга эга бўламиз:

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

Бу ишончлилиқ оралиғи деган маънони англатади

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

номаълум параметр m ни $1 - \alpha$ ишончлилиги билан қоплайди. Баҳолашнинг ишончлилиги қуйидаги қиймат билан аниқланади:

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

$u_{\alpha/2}$ сони 1-иловадаги Лаплас функциясининг қийматлар жадвалидан қуйидаги тенлама бўйича аниқланади

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

Ниҳоят, биз қуйидагини оламиз:

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

Илова 1

x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$
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		

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

Ўрганганлар асосида бажариш керак

1. Эксперимент натижаларидаги ноаниқликларнинг тақсимланиши билан танишиш.
2. Оддий тасодифий ўзгарувчини номаълум дисперсия билан математик кутилиш учун ишончлилиқ оралиғини ўрганиш.
3. Маълум дисперсияга эга нормал тасодифий ўзгарувчининг математик кутилиши учун ишончлилиқ оралиғини ўрганиш.

Назорат саволлари

1. Эксперимент натижаларидаги ноаниқликларнинг тақсимланиши ҳақида нималарни биласиз?
2. Оддий тасодифий ўзгарувчини номаълум дисперсия билан математик кутилиш учун ишончлилиқ оралиғи қандай аниқланади?
3. Ишончлилиқ оралиғи қандай топилади?
4. Маълум дисперсияга эга нормал тасодифий ўзгарувчининг математик кутилиши учун ишончлилиқ оралиғи қандай аниқланади ?

АССИСМЕНТ ТОПШИРИҚЛАРИ

I. Вариацион қаторлар ва уларнинг хусусиятлари мавзусида ҳисоб-графика ишини бажариш(ХГИ-1).

1. Вариант танлаб олинади.
2. Ҳисоб ишлари ЭҲМ электрон жадвали ёрдамида бажарилади.
3. Ассисмент топшириғи расмийлаштирилади.
4. ХГИ-1 ҳимоя қилинади.

II. Регрессион таҳлил элементлари мавзусида ҳисоб-графика ишини бажариш(ХГИ-2)

1. Вариант танлаб олинади.
2. Ҳисоб ишлари ЭҲМ электрон жадвали ёрдамида бажарилади.
3. Ассисмент топшириғи расмийлаштирилади.
4. ХГИ-2 ҳимоя қилинади.

Тест

№	Тест топшириғи	Жауоблар			
		Тўғри жауоб	Муқобил жауоб	Муқобил жауоб	Муқобил жауоб
1	Асбоб кўрсаткичларининг хақиқий ўлчаш қийматига яқинлиги нима деб аталади?	Аниқлик	Тиниқлик	Хатолик	Асиллик
2	Назорат деб нимага айтилади?	Маҳсулот хусусиятларининг белгиланган стандартларга мувофиқлигини аниқлаш бўйича операция	Физик миқдор мавжудлигини аниқлашга мўлжалланган техник восита	Маҳсулот хусусиятларини белгилайдиган операция	Маҳсулот хусусиятларини ва сифатини белгилайдиган операция
3	Индикатор деб нимага айтилади ?	Физик миқдор мавжудлигини аниқлаш ёки унинг максимал қийматидан ошиб кетишга мўлжалланган техник восита	Физик миқдор мавжудлигини аниқлашга мўлжалланган техник восита	Физик миқдор максимал қийматидан ошиб кетишга олиб келувчи восита	Хабар берувчи восита
4	Физик миқдор мавжудлигини аниқлаш ёки унинг максимал қийматидан ошиб кетишга мўлжалланган техник восита деб нима тушунилади ?	Индикатор	Датчик	Трансформатор	Диод
5	Маҳсулот хусусиятларининг белгиланган стандартларга мувофиқлигини аниқлаш бўйича операция нима ?	Назорат	Ўлчаш	Санаш	Ҳисоблаш
6	Ўлчанадиган катталикнинг унинг ўлчаш бирлиги билан нисбатини топишни ва ушбу катталикнинг қийматини олишни таъминлайдиган операциялар тўплами нима деб аталади ?	Ўлчаш	Санаш	Ҳисоблаш	Белгилаш
7	Фаннинг таркибий қисмига нималар киради?	Илмий билимлар тизими, илмий фаолият ва илмий муассаса	Назарий тадқиқот ва эксперимент	Лойиҳа конструкторлик тадқиқ ва таққослаш ишлари	Назарий тадқиқот ва эксперимент, лойиҳа конструкторлик тадқиқ ва таққослаш ишлари
8	Илмий билимлар тизими билим соҳалари бўйича қандай классификацияланади?	Табиий, техник ва ижтимоий фанлар	Амалий назарий	Математик, физик	Биологик, астрономик
9	Илмий фаннинг ҳар қандай кўринишида унга хос қандай асосий вазифалари мавжуд?	Ўрганиш ва англаш ҳамда татбиқ этиш	Ўрганиш ва англаш	амалий татбиқ этиш	назарий тадқиқотлар
10	Муайян корреляция коэффициентини қўллаш учун қуйидаги шартларнинг қайси бири бажарилмайди ?	Барча ўзгарувчилар нормал тақсимотга эга эмас деб тахмин қилинади.	Таққосланган ўзгарувчилар интерваллар ёки нисбатлар шкаласида ўлчаниши керак.	Барча ўзгарувчилар нормал тақсимотга эга деб тахмин қилинади.	Таққосланган ўзгарувчилардаги ўзгарувчан хусусиятлар сони бир хил бўлиши керак.
11	Ўзгарувчилар ўртасида боғлиқлик бўлмаса, унда бу нимани англатади?	нол корреляцияни	мавҳум корреляцияни	мусбат корреляцияни	манфий корреляцияни

12	Агар битта ўзгарувчининг ўсиши бошқасининг даражасининг пасайиши билан содир бўлса, унда бу нимани англатади?	манфий корреляцияни	нол корреляцияни	мавхум корреляцияни	мусбат корреляцияни
13	Агар бир ўзгарувчи даражасининг ошиши бошқасининг даражасининг ошиши билан бирга бўлса, унда бу нимани англатади?	мусбат корреляцияни	манфий корреляцияни	нол корреляцияни	мавхум корреляцияни
14	Илмий ижод билан шуғулланиш ва кишилик жамияти фаровонлигини оширишга йўналтирилган илмий-техникавий махсулот яратиш стратегияси ва тактикасининг асосини нима ташкил қилади?	Илмий тадқиқотлар самарадорлиги	Янгилик мезони	Янги махсулот намунаси	Яратилган қурилма
15	Қандай янгиликлар ихтиро деб қабул қилинади?	янги услуб, қурилма, модалар	янги самарали таклифлар	янги ишлаб чиқариш учун фойдали таклифлар	янги тадбирлар мажмуи
16	Халқаро патентлар классификатори бўлимлари неча қисмдан иборат?	8	12	5	3
17	Маълумотларни излаш сақлаш, уларга ишлов беришни таъминловчи битта ёки бир нечта маълумотлар базаси ва бошқарув тизимларидан иборат автоматлаштирилган ахборот тизими нима дейилади?	Маълумотлар банки	Маълумотлар базаси	Ахборот ресурслари	Ҳужжатлар
18	Кўзланган мқсадга етиш учун етарли бўлган ва ундаги маълумотларни автоматик қайта ишлаш имконини берувчи машинада ўқий оладиган кўринишдаги маълумотлар тўплами нима дейилади?	Маълумотлар базаси	Ахборот ресурслари	Маълумотлар банки	Ҳужжатлар
19	Бирон бир ахборот тизимининг (ресурс маркази, ахборот маркази) фаолияти натижаси нима деб номланади?	Ахборот махсулоти	Библиографик рўйхат	Ахборот ресурслар	Каталог
20	Маълумотларни нашрий манбаларига нималар қиради?	Китоблар ва даврий нашрлар	Китоблар ва газеталар	Журнал ва газеталар	Мақолалар
21	Мевани қуришдан олдин электр импульсли ишлов бериш қурилмасининг асосий параметрлари нима?	ишлов бериш кучланиши, конденсатор сифими, импульслар сони	ишлов бериш кучланиши, қуввати	конденсатор сифими, импульслар сони	конденсатор сифими, ишлов бериш кучланиши, қуввати
22	Таълим тизимидаги фан сифосининг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:	илмий ва педагогик кадрлар тайёрлаш	ўқув жараёнини илмий-методик таъминлашни такомиллаштириш	илмий фаолиятни режалаштириш ва молиялаштириш и такомиллаштириш	инновацион лойиҳаларни ишлаб чиқиш
23	Суюқ чиқиндиларга озон билан ишлов беришда меъёр (доза) нима?	концентрация ва ишлов бериш вақти функцияси	кучланиш ва суюқлик	суюқлик ва ҳаво сарфи	чиқинди таркиби
24	Суюқ чиқиндиларга озон билан ишлов беришда концентратсия нима?	кучланиш ва ҳаво сарфи функцияси	кучланиш ва суюқлик	суюқлик ва ҳаво сарфи	чиқинди таркиби
25	Ҳаводаги униполяр ионлар махсулотни сақлашга қандай таъсир кўрсатади?	мева устида ион қобик ҳосил қилиб уни ҳимоя қилади	мевада метаболизмни тезлаштириб уни	ҳеч қандай таъсир кўрсатмайди	микроорганизмларни ҳалок қилади, касалланишни

		модда алмашиниш жараёнини секинлаштиради	тез эскириб, сўлиб қолишига олиб келади		камайтиради
26	Ҳисоблаш экспериментининг техникавий асосини нима ташкил қилади?	Электрон ҳисоблаш машиналари	Амалий математика	Математик моделлаштириш	Физика
27	Ҳисоблаш экспериментининг назарий асосини нима ташкил қилади ?	Эмпирик математика	Математик моделлаштириш	Физика	Информатика
28	Ҳисоблаш экспериментининг биринчи босқичида тадқиқ этилаётган объектнинг нимаси яратилади ?	Математик модели	Ҳисоблаш алгоритми	Программаси	Программалаштирилади
29	$N = 2^n$ ифода билан нимани аниқланади?	Актив режалаштиришда n - факторли тажрибалар сонини	Пассив режалаштиришда n - факторли тажрибалар сонини	Актив режалаштиришда тажрибалар сонини	Пассив режалаштиришда тажрибалар сонини
30	Актив режалаштиришда n - факторли тажрибалар сони қандай аниқланади?	$N = 2^n$	$Y = kX$	$n = kx_i$	$N = n^2$
31	Эталон нима?	муайян катталиқ бирлигининг ўлчамини бошқа ўлчаш воситаларига ўтказиш мақсадида уни қайта ҳосил қилиш ва сақлаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси;	муайян кичиклик бирлигининг ўлчамини бошқа ўлчаш воситаларига ўтказиш мақсадида уни қайта ҳосил қилиш ва сақлаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси;	муайян катталиқ бирлигининг ўлчамини бошқа ўлчаш воситаларига ўтказиш мақсадида уни қайта ҳосил қилиш ва сотиш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси;	муайян катталиқ бирлигининг ўлчамини бошқа ўлчаш механизмларига ўтказиш мақсадида уни қайта ҳосил қилиш ва сақлаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси;
32	Ўлчаш воситаси нима?	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва нормаланган метрологик хусусиятларга эга бўлган техника воситаси;	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва нормаланган метрологик хусусиятларга эга бўлган техника;	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва нормадаги метрологик хусусиятларга эга бўлган техника воситаси;	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва нормаланган метрологик хусусиятларга эга бўлган техника қуроли;
33	Ўлчашларни бажариш услубиёти деганда нима тушунилади?	ўлчашларнинг бажа-рилишини ва уларнинг натижалари белгиланган аниқлик кўрсаткичлари билан олинишини таъминлайдиган операциялар ва қоидалар мажмуи;	ўлчашларнинг бажарилишини ва натижалари белгиланган аниқлик кўрсаткичлари билан олинишини таъминлайдиган операциялар ва қоидалар мажмуи;	ўлчашларнинг бажарилишини ва уларнинг натижалари белгиланган аниқлик кўрсаткичлари билан олинишини таъминлайдиган операциялар мажмуи;	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва нормаланган метрологик хусусиятларга эга бўлган техника;
34	Умумий ўлчаш тизими қандай кетма-кетликга эга?	Ўлчанадиган қиймат, Сезгир элемент, Сигнални ўзгарти-ришнинг ост тизими, Кўрсаткич ёки ёзгич;	Ўлчанадиган қиймат, Сигнални ўзгартиришнинг ост тизими, Кўрсаткич ёки ёзгич, Сезгир элемент;	Ўлчанадиган қиймат, Кўрсаткич ёки ёзгич, Сезгир элемент, Сигнални ўзгартиришнинг ост тизими;	Ўлчанадиган қиймат, Сезгир элемент, Кўрсаткич ёки ёзгич, Сигнални ўзгартиришнинг ост тизими;
35	Қандай хатоликлар статик хатоликлар деб аталади?	вақт мобайнида катталиқнинг ўзгаришига боғлиқ бўлмаган хатоликлар;	вақт мобайнида қийматнинг ўзгаришига боғлиқ бўлмаган хатоликлар;	вақт мобайнида натижанинг ўзгаришига боғлиқ бўлмаган хатоликлар;	вақт мобайнида билимнинг ўзгаришига боғлиқ бўлмаган хатоликлар;

36	Динамик хатоликларга тегишли бўлган жавобни кўрсатинг.	катталикнинг вақт мобайнида ўзгаришига боғлиқ бўлган хатоликлар;	катталикнинг ўзгаришига боғлиқ бўлмаган хатоликлар;	вақт мобайнида натижанинг ўзгаришига боғлиқ бўлмаган хатоликлар;	вақт мобайнида билимнинг ўзгаришига боғлиқ бўлмаган хатоликлар;
37	Ифодаланиш усули бўйича ўлчаш ўзгартгичларининг хатоликлари қандай турларга бўлинади ?	абсолют, келтирилган, нисбий;	абсолют, услубий, инструментал;	абсолют, асосий, кўшимча;	абсолют, аддитивли, мултипликатив;
38	Пайдо бўлиш манбаси бўйича ўлчаш ўзгартгич-ларининг хатоликлари қандай турларга бўлинади ?	услубий, инструментал;	абсолют, инструментал;	абсолют, асосий;	аддитивли, мултипликатив;
39	Сабаб ва пайдо бўлиш шароитлари бўйича ўлчаш ўзгартгичларининг хатоликлари қандай турларга бўлинади ?	асосий, кўшимча;	абсолют, инструментал;	абсолют, асосий;	аддитивли, мултипликатив;
40	Нормал шароит деганда қандай параметрлар тушунилади?	температура $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, ҳаво намлиги $65\% \pm 15\%$, атмосфера босими (750 ± 30) мм.сим.уст.;	температура $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, ҳаво намлиги $95\% \pm 15\%$, атмосфера босими (750 ± 30) мм.сим.уст.;	температура $30^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, ҳаво намлиги $65\% \pm 15\%$, атмосфера босими (750 ± 30) мм.сим.уст.;	температура $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, ҳаво намлиги $65\% \pm 15\%$, атмосфера босими (790 ± 10) мм.сим.уст.;
41	Қайси жавобда катталикларнинг ўлчов бирликлари тўғри келтирилган?	Электр-кучланиши(потенциали)-В,Электр қаршилик - Ом,Электр ўтказувчанлик -см, электр сиғим -Ф, Индуктивлик-Гн, Магнит индукция-Тл;	Электр кучланиши (потенциали) - А, электр қаршилик - Ом,Электр ўтказувчанлик - Ф, электр сиғим - см, Индуктивлик - Кл, Магнит индукция - Тл;	Электр кучланиши (потенциали)-В, электр қаршилик - Ом,Электр ўтказувчанлик - Кл, электр сиғим - Тл, Индуктивлик - Вб,Магнит индукция - Ом;	Электр кучланиши (потенциали)-В, электр қаршилик - Ом,Электр ўтказувчанлик - Ф, электр сиғим - См, Индуктивлик-Гн, Магнит индукция - Тл мақсадида уни қайта ҳосил қилиш ва сақлаш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси;
42	Қандай хатолик мултипликатив хатолик дейилади?	Ўлчаш асбобининг ўлчаш чегарасига боғлиқ бўлган хатолик;	Ўлчаш асбобининг ўлчаш чегарасига боғлиқ бўлмаган хатолик;	Ўлчаш натижасига кўшилиб бориладиган хатолик;	Ўлчаш натижасидан айриладиган хатолик;
43	Кўшимча қаршиликларнинг вазифаси нимадан иборат?	Ўлчаш воситаларининг ўлчаш чегарасини кенгайтириш;	Ўлчаш воситаларни ҳимоя қилиш;	Ўлчаш воситаларнинг ишончилигини ошириш;	Ўлчаш воситаларни ўлчаш чегарасини ҳимоялаш;
44	Кўшимча қаршилик вазифаси нимадан иборат?	Волтметрнинг ўлчаш чегарасини кенгайтириш;	Амперметрнинг ўлчаш чегарасини кенгайтириш;	Ваттметрнинг ўлчаш чегарасини кенгайтириш;	Фазометрнинг ўлчаш чегарасини кенгайтириш;
45	Электродинамик ваттметр қандай қувватни ўлчайди?	Актив қувват;	Тўла қувват;	Оний қувват;	Оний актив қувват;
46	Электродинамик ўлчаш механизми асосан қайси ўлчаш асбобида ишлатилади?	Ваттметрда;	Амперметрда;	Волтметрда;	Фазометрда;
47	Волтметр (В) ёрдамида ўзгармас ток занжирида кучланиш ўлчанмоқда. Ушбу ўлчаш усули қайси ўлчаш усулига қиради?	Бевосита ўлчаш;	Солиштирма ўлчаш усули;	Солиштириб ўлчаш;	Билвосита ўлчаш;
48	Ваттметр ёрдамида актив қувват ўлчанмоқда. Бу усул қандай ўлчаш усулига қиради?	Бевосита баҳолаш;	Таққослаб ўлчаш;	Нол ўлчаш усули;	Дифференциал усулда ўлчаш;
49	Ток омбурларининг (клеши) асосий вазифаси нимадан иборат?	Занжирни узмасдан токни	Қувватни ўлчаш;	Кучланишни ўлчаш;	Занжирни узмасдан қувватни

		ўлчаш;			ўлчаш;
50	Қайси идеал ўлчаш асбобининг ички қаршилиги ∞ га тенг ?	Волтметр;	Амперметр;	Ваттметр;	Фазометр;
51	Қайси идеал ўлчаш асбобининг ички қаршилиги 0 га тенг ?	Амперметр;	Волтметр;	Ваттметр;	Фазометр;
52	Сувнинг водород кўрсаткичини қандай асбоб ёрдамида ўлчаш мумкин?	pH – метр;	тестр;	мултиметр;	фазометр;
53	Сув сатҳининг ўлчов бирлигини кўрсатинг ?	м	литр	m^3 / s	кг
54	Резистив ўлчаш ўзгарткичларининг энг асосий камчилиги нимадан иборат?	Ўзгарувчан резистордаги ҳаракатланувчи контактнинг тезда ишдан чиқишидир;	Ўзгарувчан резистор чизиқий силжишни ўлчашга мулжаллангандир;	Ўзгарувчан резисторнинг функционал узгарткич бўлиб ишлашидир;	Ўзгарувчан резистор–бурчак силжишнинг узгарткичи сифатида $330 \div 340^0$ да ишлай олишидир;
55	Кувурдаги сув босимининг ўлчаш бирлиги қайси жавобда тўғри келтирилган ?	Паскал;	Литр;	Нютон;	Фарада;
56	Намлиқни қандай асбоб ёрдамида ўлчаш мумкин?	гигрометр;	манометр;	фазометр;	частотамер;
57	Айланишлар тезлиги қандай асбоб ёрдамида ўлчанади?	Тахометр;	Амперметр;	Мултметр;	Тестр;
58	Ўлчаш воситасининг сезгирлиги деб нимага айтилади ?	Ўлчаш воситаси чиқиш катталиги орттирмасининг кириш катталиги орттирмасига нисбатига айтилади;	Абсолют хатоликнинг ҳақиқий қийматга нисбатига айтилади;	Ўлчаш воситаси кириш катталиги орттирмасининг чиқиш катталиги орттирмасига нисбатига айтилади;	Абсолют хатоликнинг максимал қийматга нисбатига айтилади;
59	Ўнлик коди бўйича ёзилган $2 \cdot 10^2$; $6 \cdot 10^1$; $9 \cdot 10^0$; сонлари қандай қийматга эга?	269	962	629	926
60	Ўнлик рақамлар системасида ёзилган 9 сонини иккилик кодларда ифодаланг?	1001	0101	1100	0011
61	Ўнлик рақамлар системасида ёзилган 7 сонини иккилик кодларда ифодаланг?	0111	0101	0011	1100
62	Ўнлик рақамлар системасида ёзилган 12 сонини иккилик кодларда ифодаланг?	1100	0101	1000	0011
63	Қандай воситага ўлчаш воситаси деб айтилади?	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва нормаланган метрологик хусусиятларга эга бўлган техника воситага;	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва нормаланган метрологик хусусиятларга эга бўлган техникага;	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва нормадаги метрологик хусусиятларга эга бўлган техника воситаси;	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва нормаланган метрологик хусусиятларга эга бўлган техника қуроли;
64	Ўлчашларни бажариш услубиёти тўғри кўрсатилган жавобни кўрсатинг.	ўлчашларнинг бажарилишини ҳамда уларнинг натижалари белгиланган аниқлик кўрсаткичлари билан олинишини таъминлайдиган операциялар ва коидалар мажмуи;	ўлчашларнинг бажарилишини ҳамда натижалари белгиланган аниқлик кўрсаткичлари билан олинишини таъминлайдиган операциялар ва коидалар мажмуи;	ўлчашларнинг бажарилишини ҳамда уларнинг натижалари белгиланган аниқлик кўрсаткичлари билан олинишини таъминлайдиган операциялар мажмуи;	ўлчашлар учун фойдаланиладиган ҳамда нормаланган метрологик хусусиятларга эга бўлган техника;

65	Аналогли ўлчаш асбобининг структура схемаси қандай кетма-кетликга эга?	Ўлчаш занжири, Ўлчаш механизми, Қайд этиш қурилмаси занжири;	Ўлчаш занжири, Қайд этиш қурилмаси занжири, Ўлчаш механизми;	Қайд этиш қурилмаси занжири, Ўлчаш механизми, Қўрсаткич ёки ёзгич;	Ўлчанадиган қиймат, Ўлчаш механизми, Қўрсаткич ёки ёзгич;
66	Пезорезисторли датчикнинг андозали чиқиш(кучланишнинг босимга боғлиқлиги) характеристикаси қандай кўринишга эга бўлади?	тўғри чизикли;	ночизикли;	парабола кўринишида;	гипербола кўринишида;
67	Пезорезисторли датчикнинг андозали чиқиш характеристикаси қандай кўринишга эга?	абцисса ўқиға қия тўғри чизикли;	биринчи чоракда жойлашган эгри тўғри чизикли;	абцисса ўқиға тегувчи парабола кўринишида;	ордината ва абцисса ўқларига тегмайдиган гипербола кўринишида;
68	Нукталар ўрнига тўғри жумлани танланг: “Осциллограф сигнал вақт оралиқларини, жумладан сигналнинг даврини ҳам, ўлчаш имконини беради. Чунки ...”.	... сигнал частотаси унинг даврига тескари пропорционалдир.	... сигнал частотаси унинг даврига тўғри пропорционалдир.	... сигнал частотаси унинг амплитудасига тескари пропорционалдир.	... сигнал частотаси унинг фаза силжишига тескари пропорционалдир.
69	Аналог кириш рақамли кодга ўтказиш жараёни нима?	Аналог-рақамли ўзгартириш	Рақамли аналог-ўзгартириш	Аналогли ўзгартириш	Рақамли ўзгартириш
70	Ишончлилик чегаралари деб нимага айтилади?	Ишончлилик оралиғини белгилайдиган иккита қиймат	Ишончлилик оралиғини белгилайдиган учта қиймат	Ишончлилик оралиғини белгилайдиган тўртта қиймат	Ишончлилик оралиғини белгилайдиган бешта қиймат
71	Белгиланган оралиқда исталган қийматга доимий равишда эриша оладиган тасоддий катталар нима?	Узлуксиз (доимий) тасоддий ўзгарувчи	Узлукли тасоддий ўзгарувчи	Узлукли (доимий) тасоддий ўзгарувчи	Узлуксиз ўзгарувчи
72	“Эгри чизик маълумотлар тўпламига қанчалик мос келишини ўлчашда 1 қиймати мукамал муносабатларни билдиради ва 0 қиймати муносабатларнинг йўқлигини билдиради”.Бу ерда нима ҳақида фикр баён қилинган?билан баҳоланади	Корреляция коэффиценти ҳақида	Конкордация коэффиценти ҳақида	Ўхшашлик коэффиценти ҳақида	Трансформация коэффиценти ҳақида
73	Иккинчи даражали чизикли динамик тизимларнинг амортизация хусусиятларини аниқлаш учун ишлатиладиган параметр - бу...деб аталади.	демпферлаш коэффиценти	конкордация коэффиценти	ўхшашлик коэффиценти	корреляция коэффиценти
74	Сигналнинг бошланғич ҳолатида дискрет мумкин бўлган қийматли маълумот нима деб аталади ?	Рақамли маълумотлар	Рақамсиз маълумотлар	Матнли маълумотлар	Матнсиз маълумотлар
75	Кириш сигналнинг маълум ўзгариши қурилмага қўлланиладиган ва чиқиш сигнали вақтга боғлиқ ёзиб олинадиган калибрлаш жараёни нима деб аталади ?	Динамик калибрлаш	Статик калибрлаш	Содда калибрлаш	Мураккаб калибрлаш
76	Қурилма чиқиш сигналнинг кириш частотасига қараб ўзгариши нимани билдиради ?	Частотали тавсиф	Кириш тавсифи	Чиқиш тавсифи	Волт-ампер тавсифи
77	Тўрт фаол элемент ёки тензодатчиклардан фойдаланган ҳолда Уитстон - кўприк конфигурацияси нима деб	Тўлиқ кўприк	Нотўлиқ кўприк	Мувозанатли кўприк	Мувозанатсиз кўприк

	аталади?				
78	Мутлак(абсолют) босим ва атроф-мухитнинг босими ўртасидаги фарқ нима?	Ортикча босим	Атмосфера босими	Кам босим	Вакуум
79	Иккита фаол элементли ёки тензодатчикли бўлган Уитстон кўприги нима деб номланади?	Ярим кўприк	Тўлиқ кўприк	Нотўлиқ кўприк	Мувозанатли кўприк
80	Қайси жавобда “Уч сигма” қонунига айнан мос келадиган тажрибаларнинг сони тўғри кўрсатилган?	370 марта	37 марта	300 марта	3700 марта
81	Қайси жавобда текис горизонтал сиртга чексиз марта ташланган тангани олд ва орқа томонларининг тушиш эҳтимоллиги катта сонлар қонунига мос келиши тўғри кўрсатилган?	Элликга эллик	Қирққа олтмиш	Бешга тўқсон беш	Тўқсон бешга беш
82	Идиш ичида ўн дона шарча бор ва уладан иккитаси оқ ва саккизтаси қўқ рангли. Қарамасдан олинган шарчанинг оқ рангли бўлиши эҳтимоллигини топинг.	2/10 марта	8/10 марта	2/8 марта	2/12 марта
83	Ахборот бирлиги сифатида битта битни қабул қилишни ким биринчи таклиф қилган?	Клод Шаннон	Близ Паскал	А.Кравсов	Н.Котелников
84	Нукталар ўрнига тўғри жавобни танланг: “Агар битта ўзгарувчининг ўсиши бошқасининг даражасининг пасайиши билан содир бўлса, унда улар...”.	... <i>манфий корреляция</i> эканлиги ҳақида гапирамыз.	... <i>мусбат корреляция</i> ҳақида гапирамыз.	...1 дан катта <i>конкордация коэффиценти</i> ҳақида гапирамыз	...1 дан кичик <i>конкордация коэффиценти</i> ҳақида гапирамыз
85	“Мусбат корреляция” деганда нима тушунилади?	Агар бир ўзгарувчи даражасининг ошиши бошқасининг даражасининг ошиши билан бирга бўлиши тушунилади.	Агар бир ўзгарувчи даражасининг ошиши бошқасининг даражасининг пасайиши билан бирга бўлиши тушунилади.	Ўзгарувчилар ўртасида боғлиқлик бўлмаслиги тушунилади.	Ўзгарувчилар ўртасида боғлиқлик ижобий бўлмаслиги тушунилади.
86	“Нол корреляция” деганда нима тушунилади?	Ўзгарувчилар ўртасида боғлиқлик бўлмаслиги тушунилади.	Агар бир ўзгарувчи даражасининг ошиши бошқасининг даражасининг пасайиши билан бирга бўлиши тушунилади.	Ўзгарувчилар ўртасида боғлиқлик бўлмаслиги тушунимайди.	Ўзгарувчилар ўртасида боғлиқлик ижобий бўлмаслиги тушунилади.
87	“Манфий корреляция” деганда нима тушунилади?	Агар бир ўзгарувчи даражасининг ошиши бошқасининг даражасининг пасайиши билан бирга бўлиши тушунилади.	Агар бир ўзгарувчи даражасининг ошиши бошқасининг даражасининг пасайиши билан бирга бўлиши тушунилади.	Ўзгарувчилар ўртасида боғлиқлик бўлмаслиги тушунилади.	Ўзгарувчилар ўртасида боғлиқлик ижобий бўлмаслиги тушунилади.
88	Идишдаги босим(Па) ўлчанганда	50.35 Па	50.95 Па	50.65 Па	51.45 Па

	қуйидаги қийматлар олинди: 20.0; 40.4; 60.8; 80.2. Ўртача босим нимага тенг бўлади ?				
89	Қайси ифода моторни электр термоғидан ўчиригандаги совуш жараёнининг иссиқлик баланси тенгламасини ифодалайди ?	$Qdt = AEdt + cdE$	$A_0 \tau_0 dt + cdE = 0$	$Qdt = cdE$	$Qdt = AEdt$
90	Натижавий иссиқлик оқимини аниқловчи қуйидаги ифода қайси қонунга тегишли: $Q_{12} = \varepsilon \cdot C_0 \cdot \left[\frac{\varepsilon_1}{A_1} \cdot \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \frac{\varepsilon_2}{A_2} \cdot \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F_{12}$?	Стефан-Болтсман қонунига.	Ньютон қонунига.	Жоул-Ленц қонунига.	Фурье қонунига.ди
91	Маълумки, иссиқлик конвекция, иссиқлик ўтказувчанлик ёки нурланиш орқали узатилади. Мазкур жараёнларда иштирок этувчи Фурье ифодасида қатнашган катталикларнинг тўғри кетма-кетлигини аниқланг: $Q = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial l} \cdot F \cdot \tau$?	иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти (Ж/(м·град·сек)), ҳарорат градиенти(град/м), юзаси(м ²), жараённинг таъсир давомийлиги(сек).	иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти (Ж/м·град·сек), жараённинг таъсир давомийлиги(сек), аниқ градиент, юзаси(м ²).	иссиқлик алмашинув коэффициенти(Вт/ м ² град), жисим ва муҳит орасидаги ҳароратлар фарқи(град), иссиқлик алмашинув юзаси(м ²).	иссиқлик алмашинув коэффициенти(Вт/ м ² град), жараённинг таъсир давомийлиги(сек), иссиқлик алмашинув юзаси(м ²).
92	Маълумки, иссиқлик конвекция, иссиқлик ўтказувчанлик ёки нурланиш орқали узатилади. Мазкур жараёнларда иштирок этувчи Ньютон ифодасида қатнашган катталикларнинг тўғри кетма-кетлигини аниқланг: $Q = \alpha \cdot F \cdot \Delta t \cdot \tau$?	иссиқлик алмашинув коэффициенти(Вт/ м ² град), иссиқлик алмашинув юзаси(м ²), жисим ва муҳит орасидаги ҳароратлар фарқи(град), жараённинг таъсир давомийлиги(сек).	иссиқлик алмашинув коэффициенти(Вт/ м ² град), иссиқлик алмашинув юзаси(м ²), жараённинг таъсир давомийлиги(сек), жисим ва муҳит орасидаги ҳароратлар фарқи(град).	иссиқлик алмашинув коэффициенти(Вт/ м ² град), жисим ва муҳит орасидаги ҳароратлар фарқи(град), жараённинг таъсир давомийлиги(сек), иссиқлик алмашинув юзаси(м ²).	иссиқлик алмашинув коэффициенти(Вт/ м ² град), жараённинг таъсир давомийлиги(сек), иссиқлик алмашинув юзаси(м ²), жисим ва муҳит орасидаги ҳароратлар фарқи(град).
93	Ҳар қандай объектларни моделлари орқали ўрганишга асосланган илмий билиш усули:	Моделлаштириш	Аналогия	Эксперимент	Синтез
94	Фаолият натижаларига кўра фан қуйидагилар бўлиши мумкин:	фундаментал, амалий ва ишланмалар шаклида	фундаментал	амалий	ишланмалар шаклида
95	"Фан" тушунчасининг мазмунини кўриб чиқишда қуйидаги ёндашувлар амалга оширилади:	таркибий, ташкилий ва функционал	таркибий	ташкилий	функционал
96	Тадқиқотнинг мақсади ...	методологиянинг барча таркибий элементларини бир-бирига боғлайдиган, ўрганиш тартибини, унинг босқичларини белгилайдиган асосий ғоя	тадқиқот натижаларининг адабий тақдироти	фактли материалларни тўплаш	режалаштирилган экспериментни ўтказиш
97	_____ - табиат, жамият ва тафаккур ҳақида янги билимларни олишга қаратилган	фан	тасдиқлаш	тушунча	назария

	тадқиқот соҳаси.				
98	_____ - муайян натижаларга эришилганда назарий билим ва воқеликни амалий ўзгартириш техникаси, операциялари ва усуллари тўплами.	метод	принцип	эксперимент	ишланма
99	“Муайян корреляция коэффициентини қўллаш учун қуйидаги шартлар бажарилиши керак:” Қуйидаги жавоблар орасидан ягона нотўғри жавобни танланг.	Барча ўзгарувчилар нормал тақсимотга эга деб тахмин қилинади.	Таққосланган ўзгарувчилар интерваллар ёки нисбатлар шкаласида ўлчаниши керак.	Барча ўзгарувчилар нормал тақсимотга эга деб тахмин қилинади.	Таққосланган ўзгарувчилардаги ўзгарувчан хусусиятлар сони бир хил бўлиши керак.
100	Идишдаги ҳарорат(°C) ўлчанганда қуйидаги қийматлар олинди: 44.9; 102.4; 142.3; 164.8. Ўртача ҳарорат нимага тенг бўлади ?	113.6 °C	104.9 °C	109.6 °C	108.5 °C

ГЛОССАРИЙ

Атаманинг ўзбек тилида номланиши	Атаманинг инглиз тилида номланиши	Атаманинг рус тилида номланиши	Атаманинг маъноси
Аналоги Мултиплексе р(MUX)	Analog Multiplexer (MUX)	Аналоговый мультиплексор (MUX)	Ҳар қандай кириш тўпламини битта чиқишга улаш учун ишлатилиши мумкин бўлган электрон коммутация мосламаси.
Аналог- рақамли(A/P) ўзгартириш	Analog-to- Digital(A/D) Conversion	Аналого- цифровое (A/Ц) преобразование	Аналог кириш сигналини рақамли кодга ўтказиш жараёни.
Анемометр	Anemometer	Анемометр	Ҳаво оқимининг тезлигини ўлчаш ёки кўрсатиш учун асбоб. Баъзан велосиметр ўрнида умумий маънода ишлатилади.
ANOVA (дисперсияли таҳлил қилиш)	ANOVA(Anal ysis of Variance)	ANOVA (дисперсион- ный анализ)	Синов(тест) маълумотлари корреляциясининг (ўзаро боғлиқлигининг) статистик усули.
Калибрлаш	Calibration	Калибровка	Ўлчаш мосламасига ўлчанаётган катталиклари кўрсатилган шартлар белгиланган шароитларда қўлланиладиган ва тегишли чиқиш кўрсаткичлари қайд этиладиган синов.
Калибрлаш цикли (айланиши)	Calibration Cycle	Цикл калибровки	Маълум кириш қийматларига нисбатан асбоб чиқишидан иборат маълумотлар тўплами.
Компаратор	Komparator	Компаратор	Иккита кириш кучланишининг қийматини таққослайдиган ва иккита кириш кучланишидан бирини ишлаб чиқарадиган, бу катта кириш қийматини аниқлайди.
Ишончилилик оралиғи	Confidence Interval	Доверительный интервал	Тўплам параметрини ўз ичига олган тахминий(чамаланган) интервал.
Ишончилилик	Confidence	Уровень	x тасодифий ўзгарувчининг белгиланган

даражаси	Level	надежности	интервалда ётиш эҳтимоллиги. Ишончлик даражаси билан бир хил.
Ишончлилик чегаралари	Confidence Limits	Пределы надежности	Ишончлилик оралиғини белгилайдиган иккита қиймат.
Узлуксиз (Доимий) тасодифий ўзгарувчи	Continuous Random Variable	Непрерывная случайная переменная	Белгиланган оралиқда исталган қийматга узлуксиз равишда эриша оладиган тасодифий катталиқ.
Ўтказиш вақти	Conversion Time	Время конверсии	Маълумотларни йиғиш тизимида аналог-рақамли ўзгартиргич учун аналог киришдан рақамли чиқиш ҳосил қилиш учун зарур бўлган вақт ёки рақамли киришдан аналог чиқишни аниқлаш учун рақамли-аналогли ўзгартиргич учун вақт.
Кориолис Кучи	Coriolis Force	Сила Кориолиса	Жисмининг ҳаракати айланувчи мос саноклар тизимида ўрганилганда пайдо бўладиган куч.
Корреляция коэффициент и, r	Correlation Coefficient, r	Коэффициент корреляции, r	Эгри чизик маълумотлар тўпламига қанчалик мос келишини ўлчаш. 1 қиймати муқамал муносабатларни билдиради. Ва 0 қиймати муносабатларнинг йўқлигини билдиради.
Ҳисоблагич	Counter	Счетчик	Импульсларни ҳисоблаш учун аппаратли схемаси.
Маълумотлар ни йиғиш	Data Acquisition	Получение данных	Датчиклар ва ўзгартиргичлар каби реал манбалардан олинган маълумотларнинг ҳақиқий олинishi.
Децибел (дБ)	Decibel (dB)	Децибел (дБ)	Икки сигнал даражасининг нисбатини логарифмик ўлчаш.
Эркинлик даражаси	Degrees of Freedom	Степени свободы	Намунавий статистикани тахмин қилиш учун мавжуд бўлган мустақил ўлчашлар сони. Эркинлик даражаси янги статистикани ҳисоблаш учун фойдаланилган ҳар бир олдиндан ҳисобланган статистика учун биттага камайтиради.
Зичлик функцияси $f(x)$	Density Function, $f(x)$	Функция плотности, $f(x)$	Узлуксиз тасодифий ўзгарувчининг рухсат этилган қийматлардан бирини қабул қилиш эҳтимоли w функцияси.
Рақамли маълумотлар	Digital Data	Цифровые данные	Сигналнинг бошланғич ҳолатида дискрет мумкин бўлган қийматли маълумот. Рақамли маълумотлар одатда иккилик код ёрдамида намоиш этилади.
Рақамли кодловчи	Digital Encoder	Цифровой кодировщик	Чизикли ёки бурчакли силжишни тўғридан-тўғри рақамли сигналга ўзгартирадиган қурилма.
Дискрет тасодифий ўзгарувчи	Discrete Random Variable	Дискретная случайная переменная	Фақат маълум бир дискрет қийматларга эга бўлиши мумкин бўлган тасодифий катталиқ.
Доплер эффекти	Doppler Effect	Эффект Допплера	Ҳаракатланувчи объект генерацияланган ёки акс эттирганда тўлқин частотасининг ўзгариши. Овоз ёки электромагнит

			тўлқинларга тааллуқли бўлиши мумкин.
Курук термометр- нинг харорати	Dry-Bulb Temperature	Температура сухого термометра	Ҳарорат сенсори билан ўлчанган газнинг харорати. Шунингдек, “Нам термометрнинг харорати” ни ҳам қаранг.
Элементар хатолик	Elemental Error	Элементарная ошибка	Ўлчаш хатолигининг индивидуал манбаи.
Хатолик	Error	Ошибка	Ўлчаш тизими томонидан кўрсатилган қиймат билан ўлчанадиган катталиқнинг ҳақиқий қиймати ўртасидаги фарқ.
Сузувчи нуқта рақамлари	Floating-Point Numbers	Числа с плавающей запятой	Ўнли қисмларни ўз ичига олган ёки экспонента шаклида ёзилган ҳақиқий сонлар.
Тўлиқ ўлчаш шкаласи	Full Scale	Полная шкала	Максимал киришни ўлчаш белгиланган(кўрсатилган) тизими.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга курашимиз. – 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 келажак 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 муасасаларининг 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 20 апрель “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарори.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 19 февраль “Ахборот технологиялари ва коммуникациялари соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5349-сонли Фармони.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июнь “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий

салоҳиятини ривожлантири чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.

13. 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.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармони.

15. 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.

16. 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.

17. 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. 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 modellashtirish. (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> - 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> - Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети
33. <http://www.automationstudio.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.
38. 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>