

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT TEXNOLOGIYALARI VA
KOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI**

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

“HIMOYAGA”

kafedra mudiri

Abduraxmanova Yu.M. _____

«__» _____ 2015 y.

BAKALAVR BITIRUV ISHI

**Mavzu: “Radioaloqa tizimlarida signallarga raqamli ishlov berish
algoritmini va dasturiy ta'minotini ishlab chiqish”**

Bitiruvchi _____ E.Q. Jo'raboyev

Rahbar _____ S.S.Sadaddinova

Taqrizchi _____ A. Xaydarov

HFX va
ekologiya _____ S.M. Abdullayeva

Toshkent 2015 y.

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT TEXNOLOGIYALARI VA
KOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI**

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

Fakultet: Dasturiy injiniring

Kafedra: Algoritmlash va matematik modellashtirish

Yo'nalish (mutaxassislik): 5521900-Informatika va axborot texnologiyalari

“TASDIQLAYMAN”
“A va MM” kafedrası mudiri
Abduraxmanova Yu.M. _____
«__» _____ 2015 y.

Bitiruv ishini bajarishga

TOPSHIRIQ

Jo'raboyev Elmurod Qahramonovich

(familiyasi, ismi, otasining ismi)

1. **Ish mavzusi:** “Radioaloqa tizimlarida signallarga raqamli ishlov berish algoritmini va dasturiy ta'minotini ishlab chiqish”
2. **Universitet qarori bilan tasdiqlangan:** 2015 yil «22» yanvardagi № 80-16
3. **Ishni to'liq bajarish uchun berilgan vaqt:** 20.04. 2015
4. **Ishning boshlang'ich ma'lumotlari:** Mavzuga oid ilmiy-texnik adabiyotlar, bitiruv oldi amaliyoti materiallari, mavzu bo'yicha olingan ko'rsatkichlar.
5. **Hisob tushuntirish matni mundarijasi (ishni bajarishdagi masalalar ro'yhati):**
Kirish
1. Nazariy qism
2. Asosiy qism
3. Hayot faoliyati xavfsizligi
Xulosa
6. **Grafik materiallar ro'yhati:** chizmalar, grafiklar, Microsoft Office PowerPoint 2007 ilovasida tayyorlangan taqdimot slaydlari
7. **Topshiriq berilgan sana:** 26.01. 2015 y.

Rahbar _____
(imzo)

Topshiriqni oldi _____
(imzo)

8. Bitiruv ishining bo‘limlari bo‘yicha bajariladigan ishlarga maslahatlar:

Bo‘lim	Rahbar va maslahatchining F.I.Sh.	Imzo	
		Topshiriq berdi	Topshiriq oldi
<i>Kirish</i>	Sadaddinova S.S.		
<i>1-bo‘lim</i>	Sadaddinova S.S.		
<i>2-bo‘lim</i>	Sadaddinova S.S.		
<i>3-bo‘lim</i>	Sadaddinova S.S.		
<i>4-bo‘lim</i>	Abdullayeva S.M.		
<i>Xulosa</i>	Sadaddinova S.S.		

9. Ishning bajarilish grafigi:

№	Ish bo‘limlarining nomlari	Bajarilish muddati	Ishning bajarilganligi haqida rahbar belgisi
1.	<i>Kirish</i>	<i>26.01.15-2.02.15</i>	
2.	<i>Umumiy tushunchalar</i>	<i>4.02.15-25.02.15</i>	
3.	<i>Signallarga raqamli ishlov berish jarayonini matematik modellashtirish</i>	<i>26.02.15-19.03.15</i>	
4.	<i>Signallarga raqamli ishlov berish algoritmlari va dasturlari</i>	<i>19.03.15-13.04.15</i>	
5.	<i>Hayot faoliyati xavfsizligi</i>	<i>09.03.15-14.03.15</i>	
6.	<i>Xulosa</i>	<i>13.04.15-16.04.15</i>	
7.	<i>Prezentatsiya slaydlarini ishlab chiqish</i>	<i>16.04.15-18.04.15</i>	
8.	<i>Dastlabki himoya</i>	<i>9.06.15</i>	

Bitiruvchi: _____

«____» _____ 2015 y.

Rahbar: _____

«____» _____ 2015 y.

Ushbu bitiruv ishida radioaloqa tizimlarida signallarga raqamli ishlov berishning samarali algoritmlari va dasturiy ta'minotini ishlab chiqildi. Buning uchun chiziqli approksimatsiyalash nazariyasi metodlaridan, garmonik va spektral analiz nazariyasi metodlaridan, z – almashtirishlar va grupp nazariyasi metodlaridan foydalanildi.

Izlanish natijasida tizimli funktsiyalarning simmetriklik xususiyatlarining signallarga raqamli ishlov berish algoritmlarining hisoblash murakkabligi ko'rsatkichlariga ta'siri o'rganildi.

В данной выпускной работе рассматриваются вопросы разработки программного обеспечения и эффективные алгоритмы цифровой обработки сигналов в системах радиосвязи. Для этого были использованы методы линейной аппроксимации гармонического и спектрального анализа z –обмена и группировании. В ходе исследования изучены влияние симметрических характеристик системных функций на показатели сложности вычисления алгоритмов обработки цифровых сигналов. Разработаны программное обеспечения и алгоритм устройств цифровой обработки сигналов системы радиопередачи

In the following final work, the questions of software development and effective algorithms of digital processing signals in systems of radio communication are considered. Methods of linear approximation of harmonious and spectral analysis of z – an exchange and grouping were for this purpose used. During the research process the influence of symmetric characteristics of system functions of indicator difficulties of algorithms calculation processing of the digital signals are studied. The software and algorithm devices of digital processing system signals of broadcast are developed.

MUNDARIJA

Kirish.....	6
1. Nazariy qism. Umumiy tushunchalar.....	9
1.1. Sonli usullar va dasturlash haqida boshlang'ich ma'lumotlar.....	9
1.2. Radioaloqa tizimlarida tovush signallarining xususiyatlari.....	11
1.3. Chiziqli va nochiziqli buzilishlar.....	15
2. Asosiy qism. Signallarga raqamli ishlov berish jarayonini matematik modellashtirish.....	19
2.1. Tizimlarda signallarga raqamli ishlov berish qurilmalari va ularning o'tkazish funktsiyalari.....	19
2.2. Signallarning chastota xarakteristikalari.....	23
3. Signallarga raqamli ishlov berish algoritmlari va dasturlari.....	34
3.1. Signallarga raqamli ishlov berish algoritmining effektivlik ko'rsatkichini shakllantirish.....	34
3.2. Hisoblashdagi murakkabliklarni kamaytirish uchun dekompozitsiyadan foydalanish.....	38
3.3. Signallarga raqamli ishlov berish qurilmasining tizimdagi funktsiyalari bo'yicha algoritmini va dasturiy ta'minotini ishlab chiqish.....	40
4. Hayot faoliyati xavfsizligi va ekologiya.....	58
4.1. Komp'yuter bilan ishlaganda texnika xavfsizligi.....	58
4.2. Mehnatni muhofaza qilinishini ta'minlash.....	61
4.3. Ekologik xavfizlik va barqaror rivojlanish.....	65
Xulosa.....	71
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati.....	69

Kirish

Prezidentimiz I.A. Karimov o'z nutqlarida "Hozirgi paytda hayotimizni elektron axborot vositalari, xususan, televideniye va radiosiz umuman tasavvur etib bo'lmaydi. Bugungi kunda ular bir vaqtning o'zida ham axborot maydoni, ham ijtimoiy-siyosiy, ma'naviy-ma'rifiy minbar vazifasini bajarmoqda" deb ta'kidlagan edi.

Albatta, hozirgi paytda telekommunikatsiya sohasida rivojlanish jadal sur'atlar bilan bormoqda. Aloqa tizimlarida, radio va televideniya raqamli texnologiyalarni qo'llash keng ko'lamda amalga oshirilmoqda. Raqamli texnologiyalarning afzalligi ularda yuqori shovqinga bardoshlik, chastotali spektrlardan foydalanishning optimal imkoniyatlari, dasturiy ta'minot masalalari yaxshi yo'lga qo'yilganligidadir. Ushbu yo'nalishda taraqqiyotga sabab bo'lgan omil bu - texnologik o'sishdir.

"Mikroprotsessorlarning ko'plab ishlab chiqarilishi, yuqori quvvatli raqamli protsessorlarning paydo bo'lishi, axborotlarni uzatishdagi samarali usullarni yaratish – bu faqat aloqa xizmatlari sonining o'sishi va xizmatlar tannarxining pasayishi kabi tarmoq texnologiyalarining rivojlanishiga eltuvchi texnologik innovatsiya ro'yhatining bir bo'lagi xolos..." [4]. Mikroelektronika sohasidagi o'sishga Mur qonuni keng qamrovli baho bera oladi [4,5]: amaliyot/soniya hisobida o'lchovchi integral sxemalarning ishlab chiqarilishi va xotira hajmining har 18 oyda ikki marta ko'payishi hisobiga mikrosxemalar narxi 50 foizga kamayadi.

Infokommunikatsion texnologiyalarning rivojlanishida signallarga raqamli ishlov berish sohasida erishilgan yutuqlar ham asosiy o'rin tutadi. Signallarga raqamli ishlov berishning murakkab algoritmlari o'z navbatida saralash, signallarni spektral analiz va sintez qilish kabi texnik resurslardan tejamli foydalanadigan effektiv bazaviy algoritmlarni qo'llashni taqozo qiladi.

“...Signallarga raqamli ishlov berish nazariyasida oldimizga qo'yilgan maqsad qurilmaga qo'yiladigan texnik talablarning asosini tashkil qiladigan hisoblashdagi va apparatdagi sarfni minimallashtirishga erishishdir” [4].

Xozirgi kunda aktual ilmiy – texnik muammo aloqa va radiouzatish tizimlarida signallarga raqamli ishlov berish qurilmasini va algoritmini mukammallashtirishdan iborat. Bu muammoni hal qilish borasida ko'pgina ishlar qilinmoqda. Jumladan, m.Belanje, B.Gold, A.konstantinidze, G.Lem, Dj. Makklelan, A.Oppengeym, t.Parks, L.Rabiner, A.Fettveys, R.Xemming ishlarida diskret signallarga ishlov berish va uzatish, ishlov berishning effektiv algoritmlarini yaratish bo'yicha izlanishlarni ko'rish mumkin [4-6].

Raqamli saralagichlar tuzilishining sxemasini sintez qilish bo'yicha izlanishlar 1971 yildan boshlab o'rganila boshlandi. Birinchi bo'lib, bu yo'nalishdagi izlanishlarni A.Fettveys o'zining to'lqinli saralagichlar kontseptsiyasini e'lon qilib, boshlab berdi. Kichik ta'sirlarda ishlaydigan strukturalar kodli so'z koeffitsiyentida atigi bir nechta bitni talab qilar ekan, shuningdek, ular raqamli saralagichlardan effektiv foydalanish imkoniyatlarini ochib beradi.

Raqamli saralagichlardan effektiv foydalanish natijasida bajariladigan arifmetik amallar hajmini kamaytirishga mufavvaq bo'lindi.

1984 yilda Adams va Vil'sonlar oddiy rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarda ko'paytirish amallari sonini kamaytirishga erishishdi.

Ushbu bitiruv ishimizning maqsadi tizimli funktsiyalarning simmetriklik xususiyatlarini signallarga raqamli ishlov berish algoritmlarining hisoblash murakkabligi ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish va radioaloqa tizimlarida chiziqli approksimatsiyalash, garmonik va spektral analiz nazariyasi metodlaridan foydalanishdan iborat.

Bitiruv ishining vazifalari quyidagilar:

- Signallarga raqamli ishlov berish algoritmining effektivlik ko'rsatkichini shakllantirish;

- Amaliyotda ko'p qo'llaniladigan chastota xarakteristikasini aniqlash masalalarini o'rganish;
- Amplituda va faza- chastota xarakteristikalarini topish formulalari keltirib chiqarish va ularni hisoblash algoritmlari va dasturiy ta'minoti ishlab chiqish.

Bitiruv ishi strukturasiga ko'ra kirish, nazariy va asosiy qism, hayot faoliyati xavfsizligi, xulosa hamda foydalanilgan adabiyotlar ro'yhatidan tashkil topgan. Kirish qismida masalaning qo'yilishi va dolzarbligi haqida yozilgan.

Birinchi bo'limda sonli usullar va dasturlash haqida boshlang'ich ma'lumotlar, radioaloqa tizimlarida tovush signallarining xususiyatlari hamda chiziqli va nochiziqli buzilishlar masalalari yoritilgan.

Ikkinchi bo'limda tizimlarda signallarga raqamli ishlov berish qurilmalari va ularning o'tkazish funktsiyalari, signallarning chastota xarakteristikalari haqida matematik fikrlar bayon qilingan.

Uchinchi bo'limda signallarga raqamli ishlov berish algoritmining effektivlik ko'rsatkichini shakllantirish, hisoblashdagi murakkabliklarni kamaytirish uchun dekompozitsiyadan foydalanish, signallarga raqamli ishlov berish qurilmasining tizimdagi funktsiyalari bo'yicha algoritmini va dasturiy ta'minotini ishlab chiqish haqida ma'lumotlar keltirilgan.

To'rtinchi bo'lim ish joyida yoritilganlikning insonga ta'siri, yoritish turlari va sistemalari, aloqa korxonalarini shamollatish masalalariga bag'ishlangan.

Xulosa qismida bitiruv ishining natijasi bayon qilingan.

1. Nazariy qism. Umumiy tushunchalar

1.1. Sonli usullar va dasturlash haqida boshlang'ich ma'lumotlar

XXI asrning xarakterli xususiyatlaridan biri inson faoliyatining turli sohalarida matematik (sonli) usullarning va EHM larning keng qo'llanilishidir. Fan, texnika va ijtimoiy sohalarga sonli usullarni keng ko'lamda tadbiq etish 1950-yillarda EHM ning yaratilishi va tezda takomillashtirilishi natijasida yuz berdi.

Sonli usullar insoniyatning dastlabki davrlarida amaliyot zaruratidan paydo bo'ldi. Qurilish, yer maydonlarini o'lchash, savdo hisoblarini bajarish, davlatni boshqarish – arifmetik amallarni bajarishni va ma'lum geometrik tasavvurga ega bo'lishni talab qilar edi. Insonning ehtiyojlari amaliy faoliyatda matematiklar oldiga yangi-yangi masalalarni qo'ydi, bu matematik usullarning qo'llanish doirasini kengaytirdi, fan-texnikaning ham taraqqiy qilishiga yordam berdi.

Sonli usullarning tarixan o'zgarib, rivojlanib borishiga ikki faktor o'zining muhim ta'sirini o'tkazdi:

- matematik apparatning rivojlanish darajasi va o'rganilayotgan ob'yekt haqidagi bilimlarning puxtalik darajasi;
- ob'yektning eng muhim xossa va xususiyatlarini tenglamalar ko'rinishida tavsiflash imkoniyati, ya'ni ob'yektning matematik modelini qurish imkoniyati.

Ma'lum soddalashtirishga va ideallashtirishga asoslangan matematik model ob'yektning taqribiy tavsifidir. Modelni qurish va tekshirish murakkabligi o'rganilayotgan ob'yektning murakkabligiga bog'liq. Sonli usullar mexanika, fizika, astronomiyada azaldan muvaffaqiyatli qo'llanib kelinmoqda.

EHM lar yaratilguncha matematika fanlarning "tili" bo'lib keldi. EHM lar yaratilishi bilan sharoit keskin o'zgardi. Sababi amaliyotda izlanayotgan miqdorlarni berilgan miqdorlar bilan bog'laydigan formulani har doim ham yozishning iloji yo'q. Bunday masalalarni yechish uchun izlangan javobga yaqinlashtiruvchi qandaydir cheksiz jarayonni topishga harakat qilinadi. Agar shunday jarayon ko'rsatilgan bo'lsa, u holda ma'lum qadamlar bajarib, masalaning

taqribiy yechimlari olinadi. Bu jarayon qat'iy qoidalar asosida bajarilib, unga **algoritm** deyiladi.

Matematik masalalarni yechishning bunday usuli EHM lar yaratilishigacha ham ma'lum edi, ammo bu usulda juda ko'p murakkab hisoblashlar mavjudligi sabab kam qo'llanilgan. Jumladan, U. Lever'ye tomonidan Neptun planetasining kashf etilishi. Olim bu planetaning trayektoriyasini Uran planetasi trayektoriyasining og'ishiga asoslanib, yozuv stolida pero bilan hisoblagan.

Ammo ko'p hollarda tadqiqotchilar katta hisoblashlarni chetlab o'tishga harakat qilardilar. Shuning uchun ham formula ko'rinishida yozish mumkin bo'lmagan matematik modellar o'rganilmagan yoki qo'shimcha farazlar bilan soddalashtirilgan. Modelning soddalashtirilishi uning ob'yektga moslik darajasini kamaytirar, natijada hisoblash aniqligi pasayar edi. Bu ba'zida xato natijalarga olib kelar edi.

Model bu – tadqiqot ob'yektini ifodalaydigan va tajriba o'tkazish uchun qulay bo'lgan fizik yoki abstrakt tizimdir.

1.1.- jadval.

Matematik modellarning sinflanishi

Sinflash belgilari	Matematik modellar turlari
Iyerarxik darajaga mansubligi	Mikrodaraja modellari Makrodaraja modellari Metadaraja modellari
Ob'yekt xossalarini akslantirish xarakteri	Strukturali funktSIONal
Ob'yekt xossalarini namoyon qilish usullari	Analitik Algoritmik Imitatsion
Modelni qurish usullari	Nazariy Tajribaviy (empirik)
Ob'yektning xususiyatlari	Determinirlangan Ehtimoliy

Matematik model qurishda asosiy shart modelning o'rganilayotgan **ob'yektga adekvatlik shartidir.**

Model qurish ob'yektni o'rganish va u haqidagi farazlarni ilgari surishdan boshlanadi. Buning uchun tadqiq qilinayotgan ob'yektga o'xshash ob'yektlar tahlil qilinadi, ular ichidan tadqiqotchi o'rganishi mumkin bo'lgan va ob'yektga eng yaqin prototipi tanlanadi. Prototip tahlili natijasida ob'yekt xossalari aniqlashtiriladigan va tajriba o'tkazish imkonini beradigan mantiqiy sxema quriladi. Bu mantiqiy sxema ob'yekt modeli bo'ladi. Model va ob'ektning matematik izohlari mos kelganda, modelning xossalari haqidagi tadqiqot natijalarini ob'yektga o'tkazish mumkin.

Modellashtirish natijalari tasdiqlansa, model ob'yektga **adekvat** deyiladi.

Yuqoridagi sodda misolni bunchalik batafsil muhokama qilishimizdan maqsad quyidagi muhim fikrni ta'kidlab o'tishdir: matematik modelni tekshirilayotgan ob'yekt bir qiymatli aniqlamaydi. Bitta stolning o'zi uchun yo to'g'ri to'rtburchak modelini, yo umumiy ko'rinishdagi to'rtburchak modelini, yo yana ham murakkab - «yumaloq burchakli to'rtburchak» modelini qabul qilishimiz mumkin. U yoki bu modelni tanlash aniqlikka qo'yilgan talablarga bog'liq. Aniqlik ortib borishi bilan modelni o'rganilayotgan ob'yektning yangi-yangi xususiyatlarini hisobga olgan xolda murakkablashtirishga to'g'ri keladi.

1.2. Radioaloqa tizimlarida tovush signallarining xususiyatlari.

Radioaloqa tizimlarida signallar tovush signallari ko'rinishida bo'ladi. Tovush signallari ikki turga bo'linadi:

1. Birlamchi tovush signallari;
2. Ikkilamchi tovush signallari.

Birlamchi signallarga: nutq, ashula, musiqa asboblarning tovushlari, badiiy nutq eshittirishlarida qo'llaniladigan fonogramma signallari (masalan, poyezd shovqini, dengiz shov-shuvi, shamolning sasi va boshqalar) kiradi. Radioaloqa traktlarini baholaganda har bir akustik signal har doim tasodifiy va

hajmiga mos axborot tashiydi deb faraz qilinadi. Tinglovchilarga bu signallar axborot emas, balki estetik huzur bahshida etadi.

Musiqqa signallari davriy bo'lishiga qaramay, ularni katta vaqt oralig'ida tasodifiy deb qarash mumkin. Shuning uchun ham birlamchi tovush signallari parametrlarini ularning sathi bo'yicha, chastota diapozoni bo'yicha va vaqti bo'yicha taqsimlanishiga qarab aniqlanadi.

Ikkilamchi tovush signallariga elektroakustik qurilmalar yordamida qayta eshittiradigan signallar kiradi. Boshqacha qilib aytganda, elektroakustik aloqa va eshittirish traktlaridan o'tgan va parametrlari o'zgargan birlamchi signallar kiradi – oddiy misol ratsiyani olish mumkin.

Har qanday signallar uzatilganda akustik signalning sathi o'zgaradi, bu o'zgarish diapozoni keng. Signal sathining vaqt bo'yicha o'zgarish diagrammasi 1-rasmda keltirilgan. Signal sathlari vaqt bo'yicha 150-200 ms bo'lganda subyektiv diapozon yoki 20-30 ms bo'lsa, obyektiv diapozon deb yuritiladi.

Signal sathlarining maksimal va minimal sathlari ayirmasi dinamik diapozon deyiladi:

$$D = L_{\max} - L_{\min} \quad (1.1)$$

Ayrim signallarning dinamik diapozoni 1.2- jadvalda keltirilgan.

1.2- jadval.

№	Signal turi	Dinamik diapozon, ms
1	Telefon orqali so'zlashuv	35-45
2	Badiiy o'qish	35-45
3	Diktor nutqi	25-35
4	Kichik ansambllar	45-65
5	Simfonik arkestr	75-85
6	Rok musiqa	75-118
7	Reaktiv samolyot motori	120

Radioaloqa tizimlarida tovush signalini uzatganda signalning dinamik diapozonini tovush diapozoni D_k bilan solishtirish kerak:

$$D_k = 20 \lg \frac{U_{nom}}{U_{sh}} - (\Delta N_1 - \Delta N_2) \quad (1.2)$$

Bunda U_{sh} – kanaldagi shovqin sathi;

U_{nom} – nominal kuchlanish;

ΔN_1 – shovqin va halaqitlarni bosuvchi signal sathi, odatda 10 dB dan kam bo'lmaydi;

ΔN_2 – ortiqcha yuklama qiymat (3-6 dB).

Jadvaldan ko'rish mumkinki, tabiiy signallarni uzatish uchun yuqori sifatli apparaturalar talab qilinadi. Ko'pincha birlamchi akustik signallarning dinamik diapozoni aloqa tizimlarining imkoniyatlaridan yuqori bo'ladi. Buni telefonda gaplashganimizda kuzatamiz. Shuning uchun ularni kanal orqali uzatishdan oldin signalni dinamik diapozonini siqish kerak bo'ladi, buning imkoni bo'lmasa uzatish tratlarida paydo bo'ladigan sezilarli buzilishlarga ko'nikish kerak. Militsiya xodimlari ratsiyalarda gaplashganida buni ko'rish mumkin.

Ikkilamchi signal birlamchi signalni aniq qayta eshittirishi kerak. Radioaloqa tizimlarida kishi ovozi bilan uzatilayotgan to'lqin mosligiga ahamiyat berish kerak. Tinglovchilarda hosil bo'ladigan tovusgh eshitilishi, tinglovchi aynan shu tovushni akustik sharoitlari yaxshi bo'lgan joyda eshitganiga mos bo'lsin. Eshittirishning axborot vositalari va telefon aloqasi uchun bu moslik faqatgina nutq aniqligini ta'minlash bilan bog'liq. Bundan tashqari eshittirish sifatini oshirish bilan ham moslikka erishish mumkin. Ikkala holat iqtisod bilan bog'liq.

Tovushni uzatish aniqligini buzilishi sabablariga quyidagilar kiradi:

1. Sathlarning siljishi.

Signallarni uzatish trakti bo'yicha birlamchi signal jarangdorligining absolyut sathi bo'yicha axborot berilmaganligi tufayli tinglovchi ikkilamchi signal sathi to'g'risida o'zicha fikr yuritadi. Bundan tashqari, qabul qilish tomonidagi

apparaturaning quvvati yetmasligi sababli va tinglash sharoiti o'zgarishi natijasida birlamchi signal sathini tiklab bo'lmaydi. Sathlarning siljishi natijasida birlamchi va ikkilamchi signallarning chastotalari o'rtasidagi nisbat o'zgaradi. Chunki ikkilamchi signal o'rtacha sathining birlamchi signal o'rtacha sathiga nisbatan yuqoriga siljishi past chastotali signallarning ko'tarilishiga, pastga siljishi esa ularning pasayishiga olib keladi.

2. Tovush signali dinamik diapozonining cheklanishi.

Tovush signallarining dinamik diapozoni signal uzatish kanali dinamik diapozonidan katta bo'lganligi sababli, ya'ni $D_s > D_k$ bo'lganligi uchun signallarni kanaldan buzilishlarsiz o'tkazish maqsadida, uzatish kanali boshlanishida signalni siquvchi va oxirida kengaytiruvchi elementlardan foydalaniladi. Uzatish kanalining diapozoni 40 dB ga teng. Shuning uchun dinamik diapozoni 40 dB dan katta bo'lgan eshittirish signallarining dinamik diapozoni **kompessor** yordamida siqiladi. Buning natijasida signalning sifati o'zgaradi. Hosil bo'lgan o'zgarishni to'g'rilash maqsadida uzatish kanalining oxiriga **kengaytiruvchi ekspander** ulanadi. Radioaloqa vositalariga ekspanderni o'rnatish apparaturani murakkablashuviga olib keladi.

3. Chastota diapozonini cheklash.

Tovush signali dinamik diapozonining cheklanishi sababli aytish mumkinki, uzatish trakti barcha chastota diapozonini o'tkazmas ekan. Bundan chastota diapozoni cheklangan deb xulosa qilish mumkin.

4. Halaqitlar.

Radioaloqa vositalaridan tovush signallarini uzatganda bu signallarga atrofdagi shovqinlar, elektr to'lqinlari, akustik shovqinlar qo'shiladi. Albatta akustik shovqinlar birlamchi tovush manbai joylashgan yerda ham, tinglovchi joylashgan yerda ham mavjud.

5. Buzilishlar.

Birlamchi va ikkilamchi signallarning mos kelmasligi buzilishlar deb yuritiladi. Buzilishlar chiziqli, nochiziqli, parametrik, o'tuvchi buzilishlar kabi turlarga ajraladi.

1.3. Chiziqli va nochiziqli buzilishlar.

Signallarni uzatishda traktning uzatish koeffitsiyenti umumiy ko'rinishda quyidagicha bo'ladi:

$$K = \frac{p_2}{p_1} = |K|e^{j\varphi} \quad (1.3)$$

Bunda: p_1 va p_2 – traktning boshlanishi va oxiridagi tovush bosimi;

$|K|$ - uzatish koeffitsenti moduli;

φ - traktdagi faza siljishi.

Uzatish koeffitsiyenti, odatda, shastotaga bog'liq. Uzatish koeffitsentining chastotaga bog'liqligi uzatish traktining **chastota tavsifi** deb ataladi. U birlamchi signal chastotalari tarkibiga kiruvchi amplitudalar nisbatining o'zgarishiga olib keladi. Bunday buzilishlarda sub'yektiv birlamchi signalning tembri o'zgargandek seziladi. Masalan, past chastota tarkiblari bostirilganda, eshittirishlar jarangdor bo'ladi, yuqori chastota tarkiblari bostirilganda esa tovush bo'g'iq bo'ladi.

Buzilishlar chiziqli yoki chastotali bo'lib, ular chastota tavsifining notekisligiga qarab baholanadi.

$$M = \frac{K_{\max}}{K_{\min}} \quad (1.4)$$

Bunda: $K_{\max}$ va $K_{\min}$ - berilgan chastota diapozonidagi maksimal va minimal uzatish koeffitsiyentlari.

Chastota tavsifining notekisligi logarifmik masshtabda o'lchanadi va u quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta L = L_{\max} - L_{\min} \quad (1.5)$$

Bunda: $L_{\max}$ va $L_{\min}$ - ikkilamchi signalning maksimal va minimal sathlari.

Amplituda – chastota buzilishlari, odatda, buzilishlarga moyil bo'lgan zvenolarda paydo bo'ladi. Chastota buzilishlarining normalari tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Past chastotali buzilishlar yuqori chastotali buzilishlarga nisbatan ko'proq sezilarli bo'ladi. Buzilishlar chastota korreksiyasi yo'li bilan yo'qotiladi.

Nochiziqli buzilishlar deb, tabiiy tovush spektri tarkibida bo'lmagan va eshittirish signalida yangi chastota tarkiblarini paydo bo'lishi bilan bog'liq buzilishlarga aytiladi.

Ma'lumki, tovush signallari sinusoidal tenglamalar ko'rinishida ifodalanadi. Signallarni uzatishda chet ta'sirlar sababli sinusoidal tenglama murakkab ko'rinishga kelib qoladi.

Faraz qilaylik, tovush manbai bir vaqtning o'zida bir xil amplituda U_m hamda ikki xil chastota ω_1 va ω_2 tebranishi hosil qiladi, u holda signalni quyidagicha yozish mumkin:

$$u = U_m (\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t). \quad (1.6)$$

Chiqishdagi signal

$$u_{\text{chiq}} = aU_m (\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t) + bU_m^2 (\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t)^2 \quad (1.7)$$

yoki

$$u_{\text{chiq}} = aU_m (\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t) + bU_m^2 (\cos^2 \omega_1 t + 2 \cos \omega_1 t \cos \omega_2 t + \cos^2 \omega_2 t)$$

ko'rinishda bo'ladi. Bu tenglikda darajani pasaytirish

$$\cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos 2\alpha}{2}$$

va ko'paytmadan yig'indiga o'tish

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta)}{2}$$

Formulalaridan foydalansak, chiqishdagi signalni boshqacha tasvirlash mumkin:

$$u_{chiq} = aU_m(\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t) + bU_m^2[1 + \frac{1}{2}(\cos 2\omega_1 t + \cos 2\omega_2 t) + \cos(\omega_1 - \omega_2)t + \cos(\omega_1 + \omega_2)t] \quad (1.8)$$

Oxirgi ifodadan ko'rish mumkinki, asosiy chastota ω_1 va ω_2 lardan tashqari, signalda yangi parazit tarkiblar $2\omega_1$ va $2\omega_2$ ikkinchi garmonikalar hamda $\omega_1 \pm \omega_2$ yig'ma-ayirma tonlar paydo bo'ldi.

Yig'ma - ayirma tonlarni **birinchi hadli kombinatsiya tonlari** deyiladi. Hosil bo'lgan nochiziqli buzilishlarga esa **kvadratik buzilish** deyiladi. Nochiziqli buzilishlarni garmonikalar koeffitsiyenti bilan baholash mumkin:

$$K_r = \frac{\sqrt{U_{m2}^2 + U_{m3}^2 + \dots}}{U_{m1}} \cdot 100\% \quad (1.9)$$

Bunda: U_{m1} - signalning asosiy tarkib amplitudasi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, tinglovchi simmetrik buzilishga qaraganda nosimmetrik buzilishlarni kamroq sezar ekan.

Nosimmetrik buzilishlar $y = f(x)$ funktsional bog'lanishning toq darajalarida, simmetrik buzilishlar esa funktsional bog'lanishning juft darajalarda hosil bo'ladi.

Birinchi bo'lim bo'yicha xulosalar

Birinchi bo'limda sonli usullarning asosi bo'lgan modellashtirishda modelning qanday qurilishi va uning turlari, sinflanishi haqida ta'rif va boshlang'ich tushunchalar berilgan. Shu bilan birga algoritm tushunchasi kiritilib, algoritmnı qurishda nimalarga ahamiyat qaratish kerakligi aytib o'tilgan.

Shuningdek, radioaloqa tizimlarida tovush signallarining xususiyatlari haqida umumiy tushunchalar keltirildi. Signallarning dinamik diapozoni tushunchasi kiritildi va ayrim signallarning dinamik diapozon jadvali berildi.

Tovush aloqa kanallari orqali uzatilganda uni uzatish aniqligi buzilib, bunga sabab bir qancha tashqi faktorlarning ta'siri ekanligi bayon qilindi. Signallarning buzilishlari sabab, ular birlamchi va ikkilamchi signallarga bo'linadi. Buzilishlar chiziqli, nochiziqli, parametrik, o'tuvchi buzilishlar kabi turlarga ajraladi.

Biz chiziqli va nochiziqli bo'lgan holni qarab chiqdik. Tovush signallari sinusoidal tenglamalar ko'rinishida ifodalanishidan foydalanib, signallarni uzatishda chet ta'sirlar sababli sinusoidal tenglama murakkab ko'rinishga kelib qolishi formulalar yordamida ko'rsatib berildi.

2. Asosiy qism. Signallarga raqamli ishlov berish jarayonini matematik modellashtirish

2.1. Tizimlarda signallarga raqamli ishlov berish qurilmalari va ularning o'tkazish funktsiyalari

Diskret vaqt davomida signallarga chiziqli ishlov beruvchi qurilmalarining ishlash printsipli kirish va chiqish signallariga bog'liq.

Kirish signallarini X vektor bilan, chiqish signallarini Y vektor bilan belgilaymiz. U holda quyidagi chiziqli operatorlar bilan kirish ta'sirlarini aniqlash mumkin:

$$L(x_1 + x_2) = L(x_1) + L(x_2). \quad (2.1)$$

Bu yerda x_1, x_2 – chiziqli fazoda kirish ta'sirlarini aniqlaydigan ixtiyoriy vektorlar.

(2.1) tenglikni qanoatlantiruvchi L operatorga **chiziqli operator** deyiladi.

L chiziqli operatorning 3 xil ko'rinishi mavjud:

- 1) X kirishlar fazosining bazisi bo'yicha ko'rinishi;
- 2) Y chiqishlar fazosining bazisi bo'yicha chiziqli funktsional ko'rinishi;
- 3) Matritsaviy ko'rinishi.

Signallarga raqamli ishlov berish usuli bilan ishlaydigan qurilmalar chiziqli qayta ishlash algoritmlarini amalga oshirsa, ularga **raqamli saralagich (fil'tr)lar** deyiladi. Raqamli saralagichlar quyidagi formulaga asosan ishlaydi:

$$y(n) = x(n) \cdot h(n) = \sum_{m=0}^M x(m)h(n-m), \quad (2.2)$$

Bunda $y(n)$ – chiqish signali ketma-ketligi;

$x(n)$ – kirish signali ketma-ketligi;

$h(n)$ – qurilmaning impul's xarakteristikasi uzunligi (son o'lchami).

(2.2) formuladan ko'rinadiki, raqamli saralash algoritmlari tuzilishiga ko'ra juda sodda, bajariladigan amallar bir jinsli xarakterga ega. Raqamli saralash qurilmasi protsessorida bitta kirish – chiqish amaliyotida o'nlab, hattoki, yuzlab ko'paytirish va qo'shish amallarini bajarish mumkin.

2.1 - jadvalda axborotlarni uzatish va qabul qilish tizimlarida ma'lumotlarga raqamli ishlov berish jarayonlari va unga o'xshash jarayonni tanlash, ushbu jarayonlarni sonli tadbqiq qilish xususiyatlarini ko'rish mumkin:

2.1 – jadval

**Axborotlarni uzatish va qabul qilish tizimlarida ma'lumotlarga raqamli
ishlov berish jarayonlari**

№	Jarayon	O'xshash jarayon	Sonli tadbqiq qilish
1	Klassik saralash	O'shash saralagichlar	Sonli sxemalar va qurilmalar
2	Chiziqli fazaviy saralash	O'xshash ushlanib qolish yo'laklari	Tezkor saqllovchi qurilmalar
3	Kauzal bo'lmagan saralash	Bajarish mumkin emas	Ma'lumotlarni xotirada saqlash
4	Qo'shish (ayirish)	Jarayonni kuchaytirgichlar	Arifmetik mantiqiy qurilmalar
5	Funktsiyalarni tadbqiq qilish	Nochiziqli komponentlar	Doimiy saqllovchi qurilmalar
6	Turli xil signallar sintezi	Qiyin tadbqiq qilinadigan generatorlar sxemalari	Doimiy saqllovchi qurilmalar, arifmetik mantiqiy qurilmalar, ko'paytirgichlar
7	Tayanch signal	Stabilizator sxemasi	Ma'lumotlarni tezkor saqllovchi qurilmalar
8	“chastota-kuchlanish” almashtirishi	“chastota-kuchlanish” almashtirgichlari	Impul'slar hisobdoni

9	“kuchlanish-chastota” almashtirishi	Kuchlanishni boshqaruvchi generatorlar sxemalari	Impul’slar hisobdoni yordamida sonli sintezlovchilar
---	-------------------------------------	--	--

Raqamli saralagichlar ikki xil bo’ladi:

- a) Rekursiv raqamli saralagichlar va
- b) rekursiv bo’lmagan raqamli saralagichlar, ya’ni rekursiv o’rtacha qiymatidan chetlanuvchi saralagichlar.

Raqamli saralash nazariyasining asosiy vazifasi qo’limizda mavjud texnik vositalardan foydalanib, raqamli saralash algoritmlarini amalga oshirishdan iborat.

Raqamli saralash nazariyasiga ko’ra signallarga raqamli ishlov berishning ikki xil usuli mavjud:

- a) Analogli usul;
- b) Raqamli usul.

Analogli va raqamli ishlov berish usullarining farqini simmetriya xossasiga munosabatida ko’rish mumkin.

Analogli ishlov berish usuli qo’llanilgan texnikalarda tizimning ishlashida simmetriklik xossasi tadbiq qilinsa, qurilmani ishlatish murakkablik tug’diradi.

Signallarga raqamli ishlov berishda esa simmetriya xossasi qo’llanilishi bilan bajariladigan arifmetik amallar soni kamayadi, masalan, impul’s xarakteristikalarini hisoblashda buni ko’rish mumkin [4].

Klassik nazariyada simmetriya tushunchasi harakat tushunchasi orqali ta’riflanadi. Evklid fazosida **harakat deb**, shunday almashtirishga aytiladiki, unda fazoning ixtiyoriy nuqtalari orasidagi masofa saqlanadi.

Fazoning Y nuqtalar to’plami **simmetrik to’plam** deyiladi, agarda fazoda Y ni o’ziga o’tkazuvchi harakat mavjud bo’lsa. Y ni o’ziga o’tkazuvchi barcha harakatlar to’plami σ **grupp**a deyiladi.

Simmetriyaning gruppaviylik tabiati, qurilmalarning tizimli funktsiyalarida ularni o'rganish zaruriyligini bildiradi. Ya'ni signallarga raqamli ishlov berishda simmetriklik xossalardan foydalanish samarali hisoblanadi.

Raqamli saralash qurilmalarida yana bir kattalik uchraydi. Bu o'tkazish funktsiyasidir. O'tkazish funktsiyalarini o'rganish chiziqli tizim haqida to'liq ma'lumot olishga yordam beradi.

Raqamli saralash qurilmalarida o'tkazish funktsiyasi uning impul's xarakteristikasining Z — almashtirishi hisoblanadi, boshqacha aytadigan bo'lsak, chiqish va kirish signallari orasidagi munosabat Z — **almashtirish munosabatlari** deb qaraladi.

O'tkazish funktsiyasi quyidagiga teng bo'ladi [5,9]:

$$H(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_{L-1} z^{-(L-1)}}{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_{M-1} z^{-(M-1)}} = \frac{\sum_{l=0}^{L-1} a_l z^{-l}}{\sum_{m=0}^{M-1} b_m z^{-m}} = \frac{P_1(z)}{P_2(z)}. \quad (2.3)$$

(2.3) ifoda z^{-1} argumentning kasr-ratsional funktsiyasi bo'lib, rekursiv raqamli saralashga mos tushadi.

Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichning o'tkazish funktsiyasi ko'phad ko'rinishida bo'ladi:

$$H(z) = a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_{L-1} z^{-(L-1)} = h_0 + h_1 z^{-1} + \dots + h_{N-1} z^{-(N-1)} = \sum_{n=0}^{L-1} h_n z^{-n}. \quad (2.4)$$

Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagich o'tkazish funktsiyasining h_n koeffitsiyentlari uning impul's xarakteristikalarini hisobini ko'rsatib beradi. Hozir ham (2.4) dan ko'rish mumkin, rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichning o'tkazish funktsiyasi chekli impul's xarakteristikasiga ega ekan: barcha $n > N - 1$ lar uchun $h_n = 0$.

Rekursiv raqamli saralagichning o'tkazish funktsiyasi koeffitsiyentlari bilan uning impul's xarakteristikalarini hisobi orasidagi bog'liqlikni olish uchun (2.3) ifodani quyidagicha o'zgartirish mumkin. Bu bitta sakrash uchun o'rinli bo'ladi:

$$h_n = a_n - \sum_{i=1}^n b_i \cdot h_{n-i} \quad (2.5)$$

h_n ni hisoblash uchun barcha $i > M-1$ uchun $b_i = 0$ va barcha $n > L-1$ lar uchun $a_n = 0$ deb olinadi. (2.5) dan rekurrent qo'shiluvchilar $\sum_{i=1}^n b_i \cdot h_{n-i}$ hisobiga rekursiv raqamli saralagichning impul's xarakteristikasi cheksiz ketma - ketlik hosil qilishi bevosita kelib chiqadi, bu degani rekursiv raqamli saralagichning cheksiz impul's xarakteristikalariga ega ekan.

Algebraik nuqtai nazardan o'tkazish funktsiyasining (2.3) ratsional shaklida kasrning surati va maxraji z^{-1} kompleks o'zgaruvchining ko'phadidan iborat. (2.3) o'tkazish funktsiyasi uchun quyidagi tenglik o'rinli:

$$H(z) = Q \cdot \frac{\prod_{l=1}^{L-1} (z^{-1} - \alpha_l)}{\prod_{m=1}^{M-1} (z^{-1} - \beta_m)}. \quad (2.6)$$

Bunda Q – o'zgarmas son;

$\{ \}$ kasr suratidagi ko'phad ildizi, bundan keyin uni o'tkazish funktsiyasining **nollari** deb ataymiz;

$\{ \}$ kasr mahrajidagi ko'phad ildizi, bundan keyin uni o'tkazish funktsiyasining **qutblari** deb ataymiz.

2.2. Signallarning chastota xarakteristikalari

Z – tekislikda o'tkazish funktsiyasining aniqlanish sohasini birlik aylana konturiga olamiz va saralagichning o'tkazish funktsiyasidan uning chastota xarakteristikasini olamiz:

$$\frac{H(e^{j\lambda})}{z} = e^{j\lambda} = H(z) = |H(\lambda)| \cdot e^{j\varphi(\lambda)} = H_{\text{Re}}(e^{j\lambda}) + jH_{\text{Im}}(e^{j\lambda}) \quad (2.7)$$

Bunda $|H(\lambda)|$ va $\varphi(\lambda)$ – mos ravishda chastota xarakteristikasining moduli va argumenti;

$H_{\text{Re}}(e^{j\lambda})$ va $H_{\text{Im}}(e^{j\lambda})$ – mos ravishda chastota xarakteristikasining haqiqiy va mavhum qismlari;

$$\lambda = \frac{\omega}{F_g}$$

esa normirlangan chastota.

Amaliyotda ko'pincha chastota xarakteristikasining yoki faqat modulini yoki faqat argumentini aniqlash yetarli bo'ladi.

Modulni texnika tilida **amplituda - chastota xarakteristikasi**, argumentni esa **faza- chastota xarakteristikasi** deb yuritiladi. Argument faza- chastota xarakteristikasidan tashqari kechikish vaqtining gruppaviy funktsiyasi bilan ham xarakterlanadi:

$$\tau(\lambda) = \frac{d \operatorname{Arg} H(e^{j\lambda})}{d\lambda} = - \frac{d\varphi(\lambda)}{d\lambda} \quad (2.8)$$

Raqamli saralagich fizik nuqtai nazardan kauzallik shartini qanoatlantirishi kerak: uning impul's xarakteristikasi $n < 0$ da $h(n) = 0$ bo'ladi. [9,23] adabiyotlarda ko'rsatilishicha, bunday raqamli saralagichlarning o'tkazish funktsiyasi raqamli saralagich xarakteristikasining faqat haqiqiy yoki faqat mavhum qismlarini berish bilan to'liq aniqlanadi.

Xususiyl holda nollarga va qutblarga ega bo'lmagan minimal-fazaviy o'tkazish funktsiyasi Z – tekislik birlik aylanasi ga tegishli bo'lmaydi. Bunday o'tkazish funktsiyasi uchun Gilbert almashtirishidan foydalanib, amplituda- chastota xarakteristikasi bilan faza- chastota xarakteristikasi o'rtasida moslik o'rnatish mumkin:

$$\varphi(\lambda) = \frac{1}{2\pi} V.P. \int_{-\pi}^{\pi} \log |H(\theta)| \cdot \operatorname{ctg} \left(\frac{\theta - \lambda}{2} \right) d\theta \quad (2.9)$$

Bu yerda V.P. – belgisi integral ostidagi ifoda Koshi ma'nosida ekanini bildiradi.

(2.4) ko'rinishdagi minimal – fazali o'tkazish funktsiyasi sinfiga tegishli bo'lgan ko'phadlar, ya'ni birlik aylana ichida nollarga ega bo'lmagan ko'phadlar o'ziga xos bloklar sifatida o'rganiladi. Bunday ko'phadlardan ixtiyoriy ko'rinishdagi o'tkazish funktsiyalarini yaratish mumkin. Bu tasdiqning to'g'riligiga ishonch hosil qilish uchun birmuncha umumiyroq ko'rinishga ega bo'lgan, aytaylik, kasr ratsional (2.3) ko'rinishdagi o'tkazish funktsiyasini ko'rib chiqamiz.

(2.3) ifoda fizik amalga oshiriladigan o'tkazish funktsiyasi bilan mos kelishi uchun mahrajdagi ko'phad $P_2(z)$ **minimal – fazali tipidagi ko'phad** bo'lishi kerak [9,10]. Suratdagi $P_1(z)$ ko'phadning nollari z – tekislikning hohlagan nuqtasida joylashishi mumkin. (2.4) ko'rinishdagi ko'phadni, agar uning barcha nollari birlik aylanadan tashqarida joylashsa, **maksimal-fazali tipdagi ko'phad** deyiladi.

$$C_M^l(z) = C_0^M + C_1^{M-1}z^{-1} + C_2^{M-2}z^{-2} + \dots + C_M^l z^{-(l-1)}$$

$$P_l(z) = C_m^l(z) \cdot G_m^{L-l}(z) \quad (2.10)$$

Bu yerda $C_m^l(z)$ – birlik aylana tashqarisida nollarga ega bo'lmagan minimal-fazali tipdagi l - tartibli ko'phad;

$G_m^{L-l}(z)$ – barcha nollari birlik aylana tashqarisida joylashgan maksimal-fazali tipdagi $L-l$ - tartibli ko'phad.

(2.10) tenglikning o'ng tomonidagi ko'paytuvchilarning yuqori indeksleri ko'phad darajasini bildiruvchi sonlardir, pastki indeksleri esa ko'phadning tipini bildiradi. Yana shuni aytish mumkinki, bu ko'paytuvchilar uchun quyidagi qo'shma ifodalar ham o'rinli:

$$C_m^l(z) = z^{-(l-1)} \cdot C_M^l\left(\frac{1}{z}\right) \quad (2.11)$$

$$G_M^{L-l}(z) = z^{-(L-l+1)} G_m^{L-l}\left(\frac{1}{z}\right) \quad (2.12)$$

Qo'shma minimal va maksimal fazaviy ko'phadlar

$$C_m(n) = C_M(l-1-n) \quad (2.13)$$

$$g_M(n) = g_m(L-l-1-n) \quad (2.14)$$

(2.11) va (2.12) tengliklardan

$$C_m^l(z) \cdot C_M^l(z) = C_m^l(z) \cdot C_m^l(z^{-(l-1)})$$

tenglik kelib chiqadi, shuningdek, quyidagi munosabatning to'g'riligi kelib chiqadi:

$$|C_m^l(l^{j\lambda})| = |C_M^l(l^{j\lambda})| \quad (2.15)$$

$$\arg C_m^l(l^{j\lambda}) \equiv \arg C_M^l(l^{j\lambda}) \equiv -(l-1)\lambda \quad (2.16)$$

$$V(z) = C_m^l(z) = C_M^l(z)$$

simmetrik ko'phad bo'lib, bunda

$$C_m(n) = C_M(l-1-n)$$

va barcha nollari z – tekislikning birlik aylanasi joylashgan kompleks qo'shma juftliklarni tashkil qiladi.

Hosil qilingan qo'shma minimal va maksimal - fazaviy ko'phadlar orasidagi bog'liqlikni aniqlab beradigan (2.15) va (2.16) ifodalarni tahlil qilib, shuni aytish mumkinki, maksimal - fazaviy ko'phad xossalarini unga qo'shma bo'lgan minimal-fazaviy tipdagi ko'phad bir qiymatli aniqlab berar ekan.

Xususan, $G_M^{L-l}(z)$ tipdagi o'tkazish funktsiyasi masalalarida yoki uning modulini yoki fazasini, yoki $G_M^{L-l}(z)$ ni mavhum yoki haqiqiy tashkil etuvchilaridan birini aniqlash yetarli ekan.

Mahraj haqidagi oldingi fikrlarga asoslanib, quyidagicha xulosa qilish mumkin: Ixtiyoriy tipdagi raqamli saralagichning kauzallik va turg'unlik xossalarini qanoatlantiradigan o'tkazish funktsiyasini minimal - fazaviy tipdagi ko'phadlar yordamida hosil qilish mumkin:

$$H(z) = \frac{G_m^l(z) \cdot z^{-(L-l-1)} G_m(z^{-1})}{l_m^M(z)} \quad (2.17)$$

O'tkazish funksiyasini bunday ifodalash raqamli saralagich xarakteristikalarini boshqarish mumkinligi bildiradi, o'z navbatida raqamli saralagichni sintezi bo'yicha, shuningdek, analizi bo'yicha qator masalalarni yechishning oson yo'llarini topishga yordam beradi.

(2.11) va (2.12) ifodalarning tuzilishiga qarab, ular chiziqqa nisbatan simmetriyani ifodalashini ko'rish mumkin, ya'ni bir-biriga qo'shma minimal-fazaviy va maksimal – fazaviy ko'phadlarning nollari o'zaro simmetrik joylashadi. (2.13) va (2.14) ifodalar koeffitsiyentlarning qiymatlarida bu simmetriyaning hosil bo'lishini nomoyon qiladi. Agar saralagich sintezi parametrlar hisobiga bajarilsa, simmetriya tushunchasi asosiy kalit tushunchalar qatoriga kiradi. Bu parametrlar talab qilingan o'tkazish funksiyasini amalga oshiradigan algoritmnining hisoblash murakkabligini xarakterlaydi. [33] ga asosan ma'lum almashtirishlar bajarilganda simmetriya sababli ob'yektning xossalari o'z-o'zi bilan birlashadi va hisoblash amallarini bajarish soni sezilarli kamayadi.

Raqamli fazali zanjir fazali konturning raqamli elvivalenti, o'xshashi hisoblanadi. Raqamli fazali zanjirning o'tkazish funksiyasi L - darajali kasr-ratsional ko'phaddan iborat:

$$H(z) = \frac{z^{-L} + a_{L-1}z^{-(L-1)} + \dots + a_1z^{-1} + a_0}{1 + a_{L-1}z^{-1} + \dots + a_1z^{-(L-1)} + a_0z^{-L}} = \frac{z^{-L}P_m^L(z^{-1})}{P_m^L(z)} = \frac{P_m^L(z)}{P_m^L(z)}. \quad (2.18)$$

(2.18) formulaning suratidagi ifoda maksimal - faza tirdagi ko'phad bo'lib, u maxrajdagi minimal - faza ko'phadning simmetrik qo'shmasidir. [35] sihda raqamli fazali zanjirning sxemalari keltirilgan bo'lib, uni amalga oshirishda ko'paytirish amalini bajarishlar soni simmetriya hisobiga kamaytiriladi. (1.11)-(1.14) qo'shma ko'phadlar xossalariidan foydalanib, shuni ko'rsatish mumkinki, amplituda - chastota xarakteristikasi va faza - chastota xarakteristikasi uchun (2.18) formuladan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$|H(e^{j\lambda})| = 1,$$

$$\arg\{H(e^{j\lambda})\} = -2\arg\{P_m^L(e^{j\lambda})\} + \lambda L.$$

Shunday qilib, (2.18) ifodadagi o'tkazish funktsiyasi uchun amplituda-chastota xarakteristikasi kelib chiqadi:

$$\tau(e^{j\lambda}) = L - 2\tau_p(e^{j\lambda})$$

Bunda $\tau_p(e^{j\lambda})$ – kattalik $P_m^L(z)$ ko'phadni amplituda - chastota xarakteristikasi bo'ladi. Yuqoridagilarga asoslanib, xususiy holda raqamli fazaviy zanjir va maksimal fazaviy zanjirning o'xshashligini keltirib chiqarish mumkin. O'z navbatida $\tau_p(e^{j\lambda})$ uchun quyidagi munosabat o'rinli:

$$\tau(e^{j\lambda}) = \frac{\{\operatorname{Im} P(e^{j\lambda})\} \{\operatorname{Re} P(e^{j\lambda})\}' - \{\operatorname{Re} P(e^{j\lambda})\} - \{\operatorname{Im} P(e^{j\lambda})\} - \{\operatorname{Im} P(e^{j\lambda})\}'}{|P(e^{j\lambda})|^2}$$

Bu yerda $\mathfrak{B}$ belgi λ bo'yicha olingan hosilani bildiradi. Ushbu munosabatga ko'ra, $\tau_p(e^{j\lambda})$ o'zining maksimal qiymatiga $|P(e^{j\lambda})|$ ning minimum atrofida, ya'ni $P_m^L(z)$ ning birlik aylanaga eng yaqin nollari atrofida erishadi.

L - tartibli raqamli – fazaviy zanjirning amplituda - chastota xarakteristikasi birinchi va ikkinchi tartibli elementar zvenolar amplituda - chastota xarakteristikalari yig'indisi ko'rinishida ifodalanishini hisobga olsak, u holda bu xarakteristikalarning asosiy xossalarini atroflicha o'rganib chiqish kerak. 1-tartibli raqamli – fazaviy zanjirning amplituda - chastota xarakteristikasini $\tau_1(e^{j\lambda})$ bilan belgilaymiz. U holda

$$\tau_1(\lambda) = \frac{1 - a^2}{1 + 2a \cos \lambda + a^2}$$

Bu yerda a - o'tkazish funktsiyasining qutb koordinatasi, u o'tkazish funktsiyasi koeffitsiyenti bilan usma-ust tushadi.

$\tau_1(\lambda)$ funktsiyaning ekstremum nuqtalari $\lambda = k\pi$ nuqtalar bo'ladi.

Agar $a < 0$ bo'lsa, $\tau_1(\lambda)$ funktsiya monoton kamayuvchi bo'ladi, agar $a > 0$ bo'lsa, $\tau_1(\lambda)$ funktsiya monoton o'suvchi bo'ladi. Shu bilan birga

$$\max \tau_1(\lambda) = \frac{1+|a|}{1-|a|} \quad \text{va} \quad \min \tau_1(\lambda) = \frac{1-|a|}{1+|a|}.$$

$\tau_1(\lambda)$ ning o'zgarish diapozoni esa

$$\Delta \tau_1 = \frac{4|a|}{1-|a|^2}.$$

$\tau_1(\lambda)$ funktsiyani $[-\pi; \pi]$ kesmada integrallash bilan $\tau_1(\lambda)$ ning o'rtacha qiymati π ga tengligini topamiz. $\tau_1(\lambda) \geq 0$ nomanfiy funktsiyaligini hisobga olsak, $\tau_1(\lambda)$ funksiya bilan chegaralangan yuzasi π ga teng bo'lgan maydonni aniqlaymiz.

n - tartibli rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichning o'tkasizh funktsiyasi o'zining impul's parametrlarining simmetriklik xossalariga ko'ra quyidagi shartni qanoatlantiradi:

$$H(z^{-1}) = \pm Z^N H(z) \quad (2.19)$$

Bunda “+” ishorasi N toq bo'lganda, “-” esa N juft bo'lganda o'rinli.

Oxirgi shart va (2.11) - (2.14) qo'shma ko'phadlar xossalari (2.10) dagi ifoda uchun quyidagilarni beradi:

$$C_m^l(z) \cdot G_M^{N-l}(z) = C_m^l(z) \cdot G_m^{N-l}(z^{-1})$$

n - tartibli rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichning o'tkasizh funktsiyasini uning nollari joylashuvini chiziqqa nisbatan simmetriya ko'rinishida tasvirlash mumkin:

$$H(z) = V(z)C_m^r(z) \cdot C_M^r(z) = V(z)C_m^r(z) \cdot C_m^r(z^{-1})Z^{-(r-1)} \quad (2.20)$$

Bunda $C_m^r(z)$ — barcha nollari faqat birlik aylana ichida yotuvchi qat'iy aniqlangan minimal-fazaviy ko'phad.

n - tartibli rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichning o'tkasizh funktsiyasini chiziqqa nisbatan simmetrik joylashgan ko'phadlar yig'indisi ko'rinishida ham tasvirlash mumkin:

$$H(z) = P(z) \pm Z^{-(N-1)} P(z^{-1}) \quad (2.21)$$

Bunda

$$P(z) = \sum_{m=0}^M a_m z^{-m}$$

ga teng. (1.21) formulada “+” ishorasi simmetrik impul’s xarakteristikasida, “-“ ishora esa antisimmetrik impul’s xarakteristikasida bajariladi. Bu ko’phadni ko’effitsiyentlari raqamli saralagichning impul’s xarakteristikalarini bilan bog’liq bo’lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$a_m = \begin{cases} h_m, & \text{agar } m < M, N - \text{juft bo'lganda } m = \frac{N}{2} \\ \frac{1}{2} h_m, & N - \text{toq bo'lganda } m = M = \frac{N-1}{2} \end{cases} \quad (2.22)$$

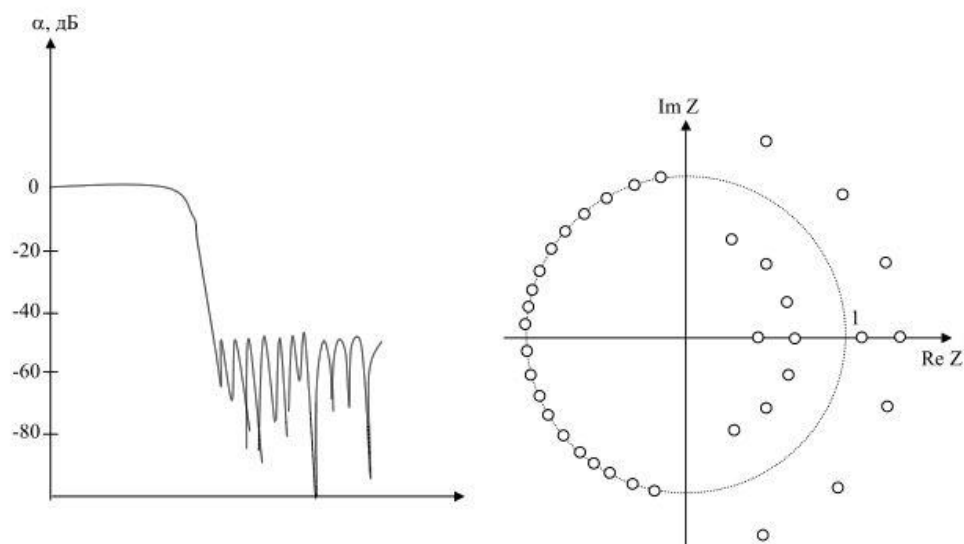
(2.21) dan o’tkazish funktsiyasining boshqa bir ko’rinishini keltirib chiqarish mumkin:

$$H(z) = |P(z)| z^{-j \frac{N-1}{2}} (e^{j\varphi(z)} z^{\frac{N-1}{2}} \pm e^{-j\varphi(z)} z^{-j \frac{N-1}{2}})$$

Bunda $\varphi(z) = \arg P(z)$.

Bundan n - tartibli rekursiv bo’lmagan raqamli saralagichning xususiy xarakteristikasi kelib chiqadi:

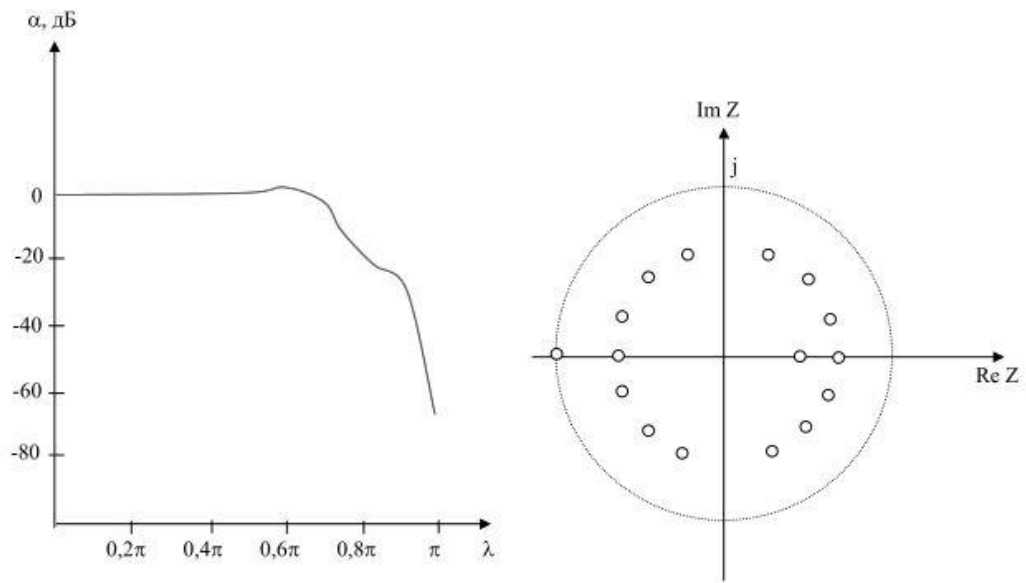
$$H(e^{j\lambda}) = H_0(e^{j\lambda}) e^{-j \frac{N-1}{2} \lambda} = |P(e^{j\lambda})| e^{-j \frac{N-1}{2} \lambda} \begin{cases} 2 \cos[\varphi(\lambda) + \frac{N-1}{2} \lambda] \\ 2j \sin[\varphi(\lambda) + \frac{N-1}{2} \lambda] \end{cases} \quad (2.23)$$



2.1– rasm. Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagich va uning o'tkazish funksiyasi nollarining joylashish diagrammasi.

(2.23) ifodadagi $H_0(e^{j\lambda})$ ning sof haqiqiy xarakteristikasi simmetrik impul's xarakteristika bilan, sof mavhum xarakteristikasi antisimmetrik impul's xarakteristika bilan ustma-ust tushadi.

2.1 - rasmda rekursiv bo'lmagan raqamli saralagich sifatida $N=37$ past chastota va o'tkazish funksiyasining nollarini joylashish diagrammasi keltirilgan. 2.2 - rasmda esa amplituda-chastota xarakteristikasi va uni tasvirlovchi ko'phadning nollari diagrammasi keltirilgan.



2.2-rasm. Amplituda-chastota xarakteristikasi va uni tasvirlovchi ko'phadning nollari diagrammasi.

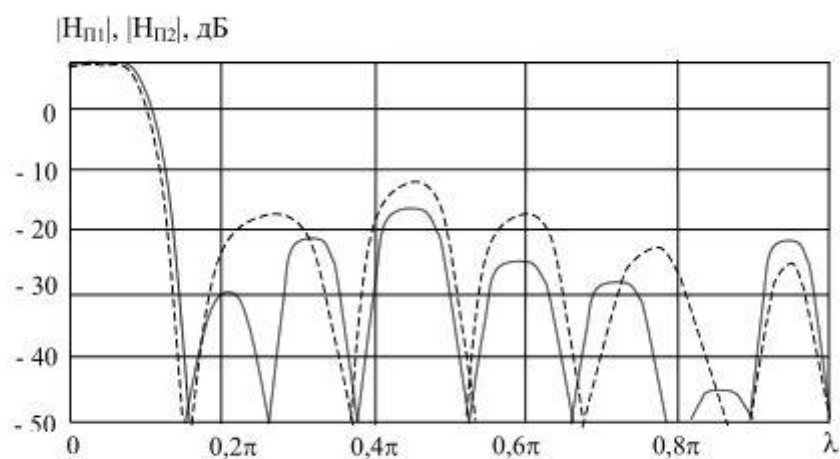
(2.20) dagi $V(z)$ ko'phad simmetrik haqiqiy koeffitsiyentlarga ega bo'lsa, u holda (2.21) ifoda o'rinli bo'ladi va natijada (2.23) dan n - tartibli rekursiv bo'lmagan raqamli saralagich chastota xarakteristikolari uchun quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$H(e^{j\lambda}) = |C_m^r(e^{j\lambda})|^2 |P_1(e^{j\lambda})| e^{-j\frac{N-1}{2}\lambda} \begin{cases} 2 \cos[\varphi_1(\lambda) - \frac{N-22}{2}\lambda] \\ 2j \sin[\varphi_1(\lambda) - \frac{N-1-r}{2}\lambda] \end{cases} \quad (2.24)$$

2-tartibli raqamli – fazaviy zanjirning amplituda - chastota xarakteristikasini $\tau_2(e^{j\lambda})$ bilan belgilaymiz. U holda

$$\tau_2(\lambda) = \frac{2(1-a_0)(1+a_0+a_1 \cos \lambda)}{(1-a_0)^2 + a_1^2 + 2a_1(1-a_0) \cos \lambda + 4a_0 \cos^2 \lambda},$$

Bu yerda $a_0 = A^2$, $a_1 = 2A \cos \theta$, $z_{1,2} = A e^{\pm j\theta}$ o'tkazish funktsiyasining qutb koordinatalari.



2.3-rasm. (2.23) tipdagi fil'trning amplituda-chastota xarakteristikasi

Ikkinchi bo'lim bo'yicha xulosalar

Ikkinchi bo'limda tizimlarda signallarga raqamli ishlov berish qurilmalari va ularning ishlash printsiplari yoritib berilgan. Raqamli ishlov berish qurilmalari raqamli saralagich ham deyiladi.

Raqamli saralagichlar ikki xil bo'lib, ular rekursiv va rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarga ajralishi, raqamli saralash qurilmalarida o'tkazish funktsiyasi, chiqish va kirish signallari orasidagi Z — almashtirish munosabatlari bayon qilingan.

Amaliyotda ko'p qo'llaniladigan chastota xarakteristikasining yoki faqat moduli bo'yicha yoki faqat argumenti bo'yicha aniqlash masalalari yoritib berilgan. Bunda modulni **amplituda - chastota xarakteristikasi**, argumentni esa **faza- chastota xarakteristikasi** deb nomlanishi va ularni topish formulalari keltirib chiqarilgan.

3. Signallarga raqamli ishlov berish algoritmlari va dasturlari

3.1. Signallarga raqamli ishlov berish algoritmining effektivlik ko'rsatkichini shakllantirish.

Signallarga raqamli ishlov berish effektiv qurilmasini yaratish amaliyoti quyidagi bosqichlardan tashkil topadi:

- biror optimallik kriteriysi asosida signallarga ishlov beruvchi operator sintezi;

- algoritmlar effektivligi kriteriysiga asosan hisoblash algoritmlarini optimallashtirish va ishlab chiqish;
- yaratilgan algoritmni amalga oshirish.

Birinchi bosqichda raqamli saralagich uchun impul's xarakteristikasining approksimatsiyalash masalasi, spektral yoyilmani qurish masalasi va boshqa ekvivalent masalalar yechiladi. Olingan yechimlar talab qilingan o'zgarma va o'zgaruvchilarning sonli qiymatlari ko'rinishida tasvirlanishi kerak.

Approksimatsiya masalasi yechimi – signalga ishlov beruvchi sintezlangan operator – turli algoritmlar ko'rinishida bo'lishi mumkin. Masalan, rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichni ko'phad yoyilmasi algoritmi ko'rinishida, zanjirlarning parallel kesimlari ko'rinishida, garmonik analizatorni esa Fur'ye almashtirishlari algoritmi ko'rinishida tasvirlash mumkin.

Qabul qilingan effektivlik kriteriysiga mos algoritmni tanlash ikkinchi bosqichda bajariladi. Bu tanlov ishlov berish imkoniyatlariga bog'liq bo'ladi.

Uchinchi bosqichda protsessor arxitekturasini ishlab chiqiladi. Bunda alohida bo'g'inlar texnik nuqtai nazardan qarab chiqiladi.

Shunday qilib, hisoblash algoritmini ishlab chiqish bosqichi – bu qurilmani loyihalashdagi eng kerakli bosqich bo'lib, bu algoritmda bajariladigan amallar mehnat sarfini, xotira qurilmasida bu algoritm uchun kerak bo'ladigan hajmni ochiq ko'rsatishi kerak.

Algoritmning potentsial imkoniyatlarini xarakterlovchi umumlashgan ko'rsatkichi sifatida algoritmning murakkablik ko'rsatkichi tanlanadi.

Algoritmning murakkablik tushunchasi algoritmlar metrik nazariyasining asosiy tushunchalaridan biri hisoblanadi [7]. Algoritm amallarining chekli to'plamida aniqlangan bo'lsin. Bu amallarni belgilaydigan simvollar to'plami **algoritmning alfaviti** deyiladi. Alfavitdagi so'zlar yoki zanjirlar to'plami **algoritm tili** deyiladi. Algoritmning murakkablik tushunchasi algoritmni yozishdagi murakkablikdan kelib chiqadi. Yozuvdagi murakkablik unda qatnashgan alfavit belgilari soni bilan aniqlanadi [7].

Algoritmnining hisoblash murakkabligini C_h bilan belgilaymiz.

Oldiniga hisoblash murakkabligini vaqt birligi ichida bajarish kerak bo'lgan ko'paytirish amallari soni bilan baholaymiz:

$$C_h = M \cdot F_g \quad (3.1)$$

Bunda M - ko'paytirish amallari soni;

F_g – diskretlash chastotasi, Gts.

Bu usulning keng tarqalganligiga sabab, uning oddiyligidir. Bunda umumiy algoritmnining hisoblash murakkabligini baholash o'rniga ko'paytirish amalining bajarish murakkabligi baholanadi.

Signallarga raqamli ishlov berish algoritmining hisoblash murakkabligi tushunchasini kiritish uchun biz ham oddiy amal sifatida yig'indi, ko'paytirish amali va kechikishni olamiz.

Signallarga raqamli ishlov berish algoritmini **minimal hisoblash murakkabligidagi algoritm** deyiladi, agarda u barcha algoritmlar ichida talab qilingan approksimatsiya sifatini va ishlov berish aniqligini ta'minlovchi eng kichik hisoblash ko'rsatkichiga ega bo'lsa. Bir xil sifatga ega bo'lgan algoritmlarning to'plam ko'rinishida bo'lishi ekvivalent strukturali sxemalarning ko'pligidan kelib chiqadi. Bunday algoritmlar to'plamini **taxminiy algoritmlar to'plami** deyiladi.

Hisoblash murakkabligi ko'rsatkichi taxminiy variantlar to'plami ichidan algoritmni tanlashda asos bo'lib xizmat qilishi kerak. Buning uchun murakkablik ko'rsatkichining sonli qiymatlari tahlil qilinadi.

$$C'_h = \sum_{k=1}^K C_{nk} + \sum_{j=1}^J C_{cj} + \sum_{m=1}^M C_{ym} \quad (3.2)$$

Bunda C_{nk} – k- ko'chirish amalining murakkablik ko'rsatkichi;

C_{cj} – j-qo'shish amalining murakkablik ko'rsatkichi;

C_{ym} – m-ko'paytirish amalining murakkablik ko'rsatkichi.

O'lchovsiz kattaliklarga o'tish uchun (2.2) formulani elementar yacheyka C' ko'chirish amalining murakkablik ko'rsatkichiga normirlaymiz:

$$C_h = \frac{C'_h}{C'} = \sum_{k=1}^K a_k + \gamma_c \sum_{j=1}^J a_j + \gamma_y \sum_{m=1}^M a_m \quad (3.3)$$

Bunda a_n – n- amla ishlatiladigan elementar yacheykalar soni;

γ_c va γ_y – ko'chirish amaliga nisbatan ko'paytirish va qo'shish amallarining murakkabligi.

(3.3) ifoda barcha zarur o'zgarmaslarning qiymatlari ma'lum va algoritmi grafi aniq bo'lganda, murakkablik ko'rsatkichlarining analizi masalasi yechish uchun qulay bo'ladi. (3.3) ifoda o'tkazish funktsiyasi ko'phadi ko'rsatishicha sintezlanayotgan rekursiv bo'lmagan raqamli saralagich algoritmining effektivligini aniqlash uchun yig'indilarni funktsiya ko'rinishida yozish maqsadga muvofiqdir:

$$\sum_{k=1}^K a_k = ND(N),$$

$$\sum_{j=1}^J a_j = NJ(N, \vec{\alpha}),$$

$$\vec{\alpha}, \quad \vec{\beta}.$$

Bunda $\vec{\alpha}, \quad \vec{\beta}$ - o'tkazish funktsiyasining parametrlari vektorlari;

N - o'tkazish funktsiyasi ko'phadining daraja ko'rsatkichi.

Endi (3.3) ifodani ixtiyoriy darajali (o'lchovsiz) ko'rsatkichga o'tish uchun quyidagicha o'zgartirish mumkin:

$$C_h = NF_g \left[\mathbf{p}(N) + \gamma_c J(N, \vec{\alpha}) + \gamma_y M(N, \vec{\beta}) \right] \quad (3.4)$$

Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagich strukturalarini almashtirish bilan funktsional bog'lanishlar mos ravishda o'zgartiriladi. Tanlashdan keyin va C_h struktura optimallashtirish ko'rsatkichini $\vec{\alpha}, \quad \vec{\beta}$ parametrlar bo'yicha parametrik optimallashtirish hisobiga fiksirlash mumkin. Rekursiv bo'lmagan raqamli

saralagichning bazaviy algoritmi to'g'ri yoyilma shaklida saqlanadi va bir vaqtda kirish signali K dan kam bo'lmagan sonda uzatiladi, ya'ni

$$D(N) = K \geq 1.$$

Nagaki, to'g'ri yoyilma hisoblanganda ularning yig'indilari soni ko'paytirish amallari soni bilan o'zaro bir qiymatli bog'liq bo'ladi, u holda

$$\vec{\alpha} = \vec{\beta} \quad \text{va}$$

$$J(N, \vec{\beta}) = M(N, \vec{\beta}).$$

Olingan qiymatlarni (2.28) ga olib borib qo'yamiz va quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$C_h = NF_g \left[K + \gamma_c(d+1)M(N, \vec{\beta}) \right] \quad (3.5)$$

Bu yerdagi $M(N, \vec{\beta})$ funktsiyaning o'zini qanday tutishini ko'rib chiqamiz.

Ushbu funktsiya rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichning o'tkazish funktsiyasi ko'phadida noldan farqli koeffitsiyentlarning ehtimoliy sonini ifodalaydi. Uning qiymati $0 < M(N, \vec{\beta}) < 1$ oraliqda yotadi.

Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagich ning tartibi $H(z)$ ko'phadning N daraja ko'rsatkichiga teng. Bundan koeffitsiyentlarning umumiy soni $H(z)$ funktsiyaning uzluksizligidan kelib chiqadi [6]. Lekin koeffitsiyentlar sonini o'tkazish funktsiyasiga qo'yilgan talablardan aniqlash qulay. Bu talablar raqamli saralagichning maqsadlarida aks etib, turli metrikalarda berilishi mumkin. Amaliyotda eng ko'p tarqalgan texnik talablar Chebishev kriteriysi [5,6] talablaridir. Ular quyidagi amplituda – chastota xarakteristika parametrlari bilan beriladi:

f_{1i}, f_{2i} – i- kirish yo'lagidagi chegaraviy chastota;

Δf_i – i- o'tkazish yo'lagi kengligi;

σ_{1i} – i- kirish yo'lagidagi siljish;

σ_{2i} – i- tutilish yo'lagidagi siljish.

Agar σ_{1i} , σ_{2i} va Δf_i i-indeksli mos kattaliklarning eng kichik qiymati bo'lsa, u holda rekursiv bo'lmagan raqamli saralagich taqriban quyidagi munosabat bilan baholanadi:

$$N = \frac{A(\sigma_1, \sigma_2)}{\Delta f} \quad (3.6)$$

Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichning tartibi umumiy ko'rinishda quyidagicha bo'ladi:

$$N = A_1(\sigma_1, \sigma_2) A_2(f_1, f_2) \lg \left(\frac{1}{\Delta f} \right) \quad (3.7)$$

Bu ifoda rekursiv raqamli saralagichlarning past chastotali tiplari uchun o'rinli bo'ladi, agar (2.3) da $L \leq M$ bo'lsa, ya'ni klassik o'tkazish funktsiyalariga ega bo'lgan saralagichlar: Battervort, Chebishev, elliptik saralagichlar [6]. Past chastotali prototiplarni yo'lakli yoki rejeltorli saralagichlar uchun N ning qiymati 2 marta katta bo'lishi kerak.

3.2. Hisoblashdagi murakkabliklarni kamaytirish uchun dekompozitsiyadan foydalanish

Saralash sifatiga Chebishev yoki o'rta kvadratik kriteriylari bo'yicha qo'yiladigan talablar va sintez masalasini yechish approksimatsiya nazariyasi asosida amalga oshiriladi [6]. Eng maqbul yechimni bevosita raqamli saralagichning chiziqli shakldagi struktura ko'rinishida olish mumkin.

Berilgan shartlarni qanoatlantiruvchi yechimlar to'plamini ko'phad yoki ratsional funktsiya ko'rinishida izlaymiz. Yechimlar orasida shunday bir yechim topilsinki, bu yechim optimal yechim $H_0(z)$ dan farq qilsin (o'tkazish funktsiyalari yuqori darajali ko'phad shaklida beriladi), biroq hisoblash murakkablik darajasi kichikroq bo'lsin.

Hisoblash murakkabligini kamaytirish uchun raqamli saralagich sxemasini strukturaviy almashtirish kerak bo'ladi. Bunday almashtirishlardan

biri – bu **dekompozitsiya usulidir**. Dekompozitsiya usulida bloklarda ob'yektning ma'lum ko'rinishi ajratiladi, buning yordamida keyin berilgan shartlarni qanoatlantiruvchi boshqa bir ob'yekt quriladi. Yangi ob'yektni qurish jarayonida bloklarning foydali xususiyatlarini qo'llash kerak.

Dekompozitsiya usulida quyidagi tengsizlik o'rinli:

$$C_h \geq \sum_{j=1}^m C_h^j + \sum_{j=1}^m \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m C_h^{ij} \quad (3.8)$$

Bunda

C_h – o'tkazish funktsiyasi $H_0(z)$ ning hisoblashdagi murakkablik ko'rsatkichi;

C_h^j – j- blokning hisoblashdagi murakkablik ko'rsatkichi;

C_h^{ij} – j- va i- bloklar orasidagi aloqa elementining hisoblashdagi murakkablik ko'rsatkichi. (3.8) ko'rinishdagi parametrik optimallashtirishda $m=1$, $n=0$.

(3.8) ifodaning o'ng tomonini minimallashtirish uchun bloklarni simmetrik ravishda ajratish kerak.

3.3. Signallarga raqamli ishlov berish qurilmasining tizimdagi funktsiyalari bo'yicha algoritmini va dasturiy ta'minotini ishlab chiqish

Loyihalashtirilayotgan signallarga raqamli ishlov berish qurilmasiga qo'yiladigan texnik talablar odatda loyihalashtirilayotgan ob'yektni o'z ichiga olgan barcha kompleksga qo'yilgan talablarda aks etadi. Bu talablarni keng qamrab

olish uchun ularni barcha masalalarga tadbiq qilib bo'ladigan umumiy talablar guruhiga va aniq bir masala uchun qo'llanadigan maxsus talablar guruhiga ajratib chiqish kerak.

Har qanday loyihalash usulining natijasi bu boshlang'ich ma'lumotlarni analiz qilishdan hosil qilinadi. Analiz natijasida boshlang'ich ma'lumotlarning to'liqligi va asosiy sintez amaliyotiga o'tish uchun yetarliligi aniqlanadi.

So'ngra bu metodikaning eng muhim qismi boshlanadi: tizimli funktsiyalar o'rganiladi va simmetriya ko'rinishi o'rganiladigan tizim funktsiyasi tanlanadi.

Tizimli funktsiya termini o'tkazish funktsiyasi, impul's xarakteristikasi, signal spektri kabi xarakteristikalarni umumlashtiradi. Shundan so'ng tizimli funktsiyaning dekompozitsiya tipi aniqlanadi. Bu tip komponentlarini birlashtirish va guruhlash uchun yordam beradi. Shundan keyin qurilmaning struktura sxemasi yoki algoritmning blok sxemasi ishlab chiqiladi. Mos ravishda elementlarning, qismlarning sintezi amalga oshiriladi.

Signallarga raqamli ishlov berishning afzalligi shundaki, loyihalashtirilayotgan ob'yektni EHM da to'liq amaliy imitatsion yoki matematik modellashtirish mumkin. Modellashtirilayotgan dasturlar parallel ravishda tashkil qiluvchi qismlarning sintezini amalgam oshirishni boshlaydi. Olingan natijaning sifatini tekshirish ham modellashtirilayotgan dasturni ishga tushirish bilan bajariladi. Agar qoniqarsiz natija olinsa, dekompozitsiyalarni tankash bosqichiga qaytiladi va tanlangan dekompozitsiya turi qayta ko'rib chiqiladi. Talablar kriteriysi qoniqarli bo'lmaguncha sintez amaliyoti takror bajarilaveradi. Agar bittadan ortiq qoniqarli natija olish imkoniyati bo'lsa, u holda ular orasidan hisoblash murakkabligi ro'satkichining minimumi olinadi. Shundagina yechimning optimal varianti olingan bo'ladi.

Ishning oxirida dasturdan foydalanish testi va analizlari olinadi. Loyihalash algoritmining blok - sxemasi 3.1- rasmda keltirilgan. Bu rasmda algoritmning bosqichma - bosqich bajarilish ketma - ketligi ko'rsatib berilgan.

Metodikamizni batafsil qarab chiqamiz:

Avvalo tashqi parametrlar kiritiladi. Kiritiladigan parametrlar o'z ichiga qaralayotgan barcha masalalar uchun umumiy parametrlarni va har bir konker masala uchun maxsus parametrlarni qamrab olishi kerak.

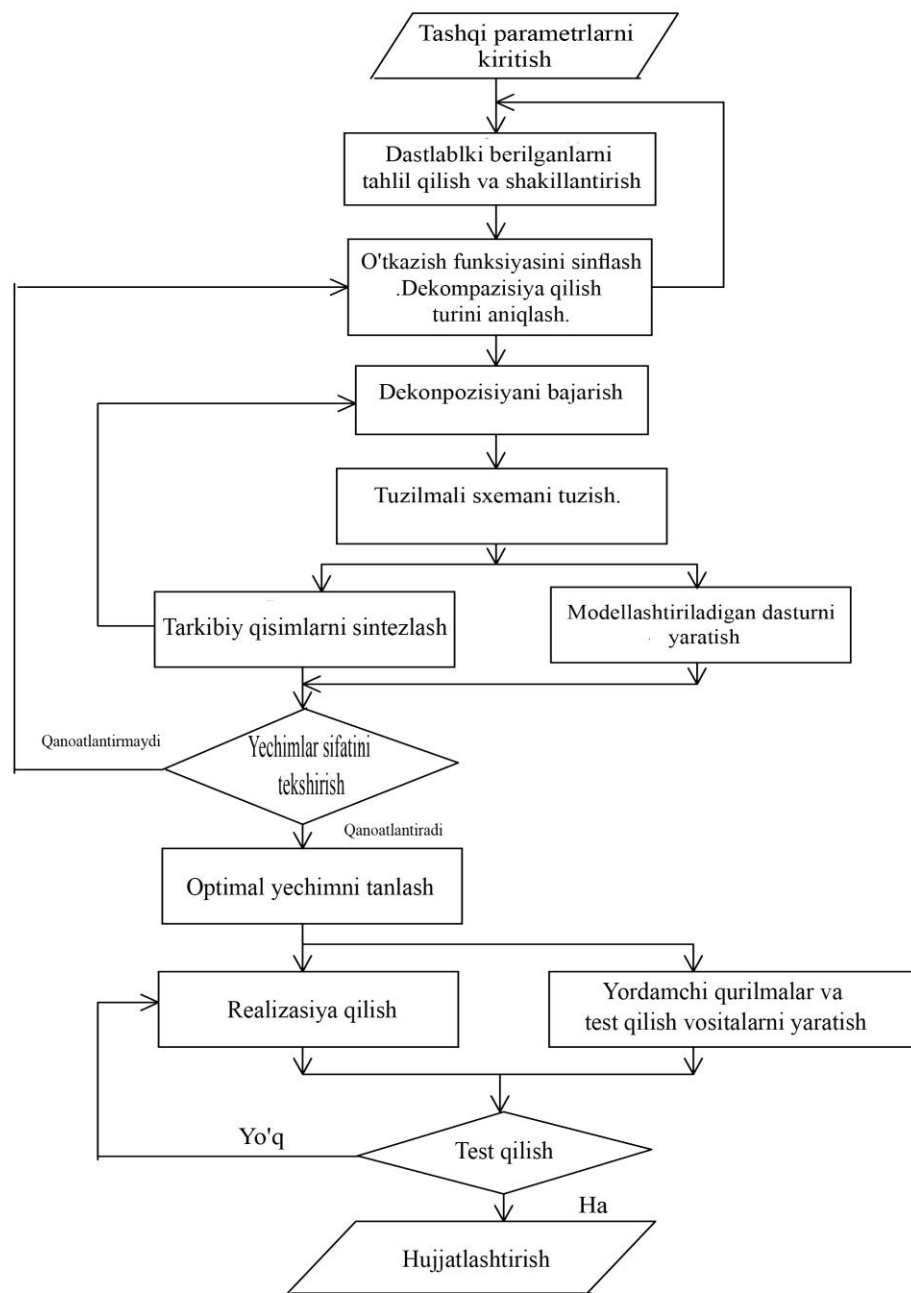
Umumiy talablar ichida eng asosiysi bu – real vaqt birligi talabidir. Real vaqt birligi ruxsat etilgan kattalik bilan ifodalanadi. Bu raqamli ishlov berish jarayonidagi ushlanib qolish vaqti t_q bilan belgilanadi. Real vaqt birligi rejimini ta'minlash zaruriyligiga qarab, **dasturiy** yoki **qurilmaviy** foydalanish usullaridan biri tanlanadi.

Quyidagilar aniqlanadi:

- tizim magistrallari bo'ylab ma'lumotlarga raqamli ishlov berish va uzatish tezligi;
- konveyer rejimini tashkil qilishning xos xususiyatlari;
- bloklar tuzilishiga ko'ra raqamli ishlov beriladigan ma'lumotlar blokining maksimal o'lchami.

Ob'yektning tizimni boshqa bo'laklari bilan ulanishi va o'zaro ta'siri sharti talablar orasida muhim hisoblanadi. Chunki, bular kirish ta'sirlarini tavsiflash uchun, shuningdek, tizimdagi qo'shma funktsiyalar xos xususiyatlarini hisobga olish uchun kerak.

Dasturiy foydalanish uchun mazkur dasturni qo'llaydigan texnik vositaning hisoblash texnikasi bo'yicha asosiy parametrlari ko'rsatilgan aniq bir turini tanlash kerak. Masalan, mikrodasturli vositani tanlash mumkin.



3.1- rasm. Loyihalashning blok-sxemasi.

Agar mikrodesturli qurilma vositasidan foydalanmoqchi bo'lsak, u holda quyidagi axborotlarga e'tibor qaratish kerak: ichki shinalar tuzilishiga, ichki xotira hajmiga, adres fazosiga, ya'ni tashqi xotiraning hajmiga va dasturlashtirilganligiga e'tibor berish kerak bo'ladi.

Qurilmaviy foydalanish elementlar bazasi va energiya sarfi, maxsus protsessorlari, ishonchlilik xarakteristikalarini va boshqalar bo'yicha chegaralar ko'rsatilgan bo'lishi kerak.

Komponentlarni tanlashda tuzilmalar yoki algoritmnining blok-sxemasi bilan protsessor tuzilishidagi alohida tomonlarini mutanosibligini aniqlash zarur. Tanlash metodologiyasi quyidagilarni bajarishni taxmin qiladi va har bir bandga ball qo'yib boriladi:

- qurilmaga, tizimga qo'yiladigan talablarni analiz qilish;
- Strukturaning funksional tuzilishi bo'yicha taxminlar;
- Tizim talablarini aks ettiruvchi jadval tuzish;
- Qabul qilingan parametrlar matritsalarini to'ldirish;
- Eng yuqori ball to'plagan variantni tanlash.

Qabul qilingan parametrlar matritsalarini to'ldirishda talablarning qiymatdorlik darajasi bo'yicha quyidagicha tanlash tavsiya qilinadi [56]:

- kuchsiz qiymatdorlik 8 ball;
- qoniqarli qiymatdorlik 10 ball;
- kuchli qiymatdorlik 12 ball.

Maxsus parametrlar masalaning qo'yilishiga qarab o'zgaradi. Ular chastota va vaqtga qo'yilgan talablarning xos xususiyatlarini xarakterlaydi. Biz har qanday tashqi ta'sirni shovqin deb ataymiz. Masalan, agar shovqinni saralovchi qurilma loyihalashtirilayotgan bo'lsa, u holda qurilmaning parametrlari korrelyatsion funktsiyalari yordamida shovqinga bardoshlik xossalari aniqlanishi kerak. Bu holda faza-chastota xarakteristikasiga qo'yilgan talablar, odatda, havola qilinmaydi.

Analiz va boshlang'ich ma'lumotlarni formallashtirish bosqichida, sintez uchun zarur bo'lgan umumiy va maxsus tipdagi tashqi parametrlar biror chekli xarakteristikalar naborida aks etgan bo'lishi kerak.

Avvalo maqsad funktsiyasi yoki sintez approksimatsiya masalasi uchun optimallik kriteriysi aniqlanishi kerak. Masala yechimi $y_0(x)$ – ideal funktsiyaga yaqin bo'lgan $y(h_1, h_2, \dots, h_n)$ funktsiya bo'ladi, bunda h_i – koeffitsiyentlar yoki approksimatsiya parametrlari deyiladi.

Sintez masalasi uchun tip kriteriysi sifatida

- Chebishev approksimatsiyasidan topilgan minimaksimal kriteriy olinadi:

$$E_1(x) = \min_{h_i} \max_{-x \leq x \leq x} \|W(x)[y(h_i, \dots, h_n, x) - y_0(x)]\|_{L_2[-x, x]} \quad (3.9)$$

Bu yerda $W(x)$ – taqribiy qiymat xatoligini o'lchovchi funktsiya.

$\|W(x)[y(h_i, \dots, h_n, x) - y_0(x)]\|_{L_2[-x, x]}$ yozuv metrik fazodagi norma belgisi.

L_2 – o'rtacha kvadratik chetlanish minimumi kriteriysi.

$$\begin{aligned} E_2(x) &= \min_{h_i} \|y(h_i, \dots, h_n, x) - y_0(x)\|_{L_2[-x, x]} = \\ &= \frac{1}{2} x \int_{-x}^x W(x)[y(h_i, \dots, h_n, x) - y_0(x)]^2 dx \end{aligned} \quad (3.10)$$

Konkret masalalarga tadbiq qilganda bu kriteriy masala shartiga qarab moslashtiriladi. Xususan, bajarilgan amallar natijasida argument qiymati alohida qism oraliqlarda hisoblanishi mumkin, shunga ko'ra $W(x)$ – taqribiy qiymat xatoligini o'lchovchi funktsiya tushunchasi ham umumlashtiriladi.

Umuman optimallashtirish masalalarida eng mashhur kriteriylerden biri quyidagi ko'rsatkich hisoblanadi:

$$E_2^D(\lambda_c) = \frac{\int_{-\lambda_c}^{\lambda_c} |H(\lambda)|^2 d\lambda}{\int_{-\pi}^{\pi} |H(\lambda)|^2 d\lambda}$$

Metrika normasining chegara sifatida qo'yilishini optimallashtirish masalasi deyish mumkin. [5] ishda aproksimatsiya muammosi klassik izometrik masala shaklida qo'yilgan:

$$|\lambda| \geq \lambda_q \text{ uchun } |H(\lambda)| \leq \varepsilon \text{ bo'lganda } \max_{h_i} H(0).$$

Bunday aloqadorlikda turli ko'rinishdagi aproksimatsiolar orasidagi aloqani aniqlash zarur. Chebishev bo'yicha o'lchangan va eng kichik o'rtacha kvadrat ko'phadlar yaqinlashishida o'zaro bog'liqlik mavjud.

$$|\rho(h_i, \dots, h_n, x) - y_0(x)|^p dx \quad (3.11)$$

normani minimallashtiruvchi $\rho(h_i, \dots, h_n, x)$ – ko'phad, bu ko'phad $p \rightarrow \infty$ da minimallashtirilayotgan ko'phadga yaqinlashadi:

$$\min_{-x \leq x \leq +x} \max |\rho(h_i, \dots, h_n, x) - y_0(x)| W(x)$$

Ushbu aloqani asos qilib, (3.9) kriteriyli optimallashtirish masalasini yechish uchun ko'pincha (3.11) shartni qanoatlantiruvchi $\rho > 2$ bo'lgan kvazioptimal yechish usulidan foydalaniladi.

Agar qandaydir sabab bilan masalani qo'yilishi murakkablik tug'dirsa, u holda (3.10) kriteriydan foydalanish mumkin. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, kichik darajalarda Chebishev metodini qo'llash eng kichik kvadratlar usuli bo'yicha olingan taqribiy qiymatga qaraganda noaniqroq bo'ladi.

Masalaning qo'yilishiga qarab, sintez amaliyotida qo'llaniladigan asosiy ishchi parametrlarning aniq qiymatlarini yoki ruxsat etilgan qiymatlar oralig'i aniqlanadi. Raqamli ishlov berish masalasida bunday parametrlar qatoriga quyidagilar kiradi:

F_δ – diskretlash chastotalari nominal qiymati, Gts;

$f_{ok} = \frac{F_k}{F_0}$, $k=1, \dots, n$ saralash kanallrining joylashish xarakteristikasi;

R – diskretlash (interpolyatsiya yoki detsimatsiyalash) chastotasining almashtirish ko'effitsiyenti;

So'ngra har bir saralash kanali uchun o'tkazish funktsiyasi parametrlari olinadi (bular amplituda – chastota xarakteristikasi va faza – chastota xarakteristikalarining ishchi parametrlari).

Masalan, agar o'tkazish funktsiyasi sintezi masalasini energiyani maksimallashtirish bo'yicha yechish zarur bo'lsin. Bunda energiya $(0, \lambda)$ chastota yo'lagida berilgan bo'lsin:

$$\max \int_0^\lambda |H(\lambda)|^2 d\lambda$$

U holda bu masalani tekislovchi oyna funktsiyasi sintezi masalasiga o'xshab yechish kerak. Bunda energiyani maksimallashtirish “o'tish yo'lagida” amplituda – chastota xarakteristikasini qo'ng'iriqsifat xarakteristikaga keltirganligi uchun Δa ga qo'yilgan talablarni olib tashlab, a_s ning qiymati topiladi.

Asosiy texnik xarakteristikalarni aniqlagandan keyin, texnik qurilma yoki elementar baza, protsessor arxitekturasini aniqlab, algoritm va qurilmaning hisoblash murakkabligini bildiruvchi asosiy ko'effitsiyentlar qabul qilinadi:

N_b – konveyer rejimi uchun zarur bo'lgan bufer xotirasida qo'shimcha yacheykalar soni;

γ_c – yig'ish (qo'shish) amalini bajarishni saqlash – ko'chirib o'tkazish amalini bajarishga qaraganda murakkabligi;

σ – ko'paytirish amalini qo'shish amaliga nisbatan murakkabligi.

Yuqoridagi qiymatlarni sonli hisoblash uchun matritsa tuzish metodologiyasidan foydalanish mumkin. Bunda quyidagi xarakteristikalarining solishtirma og'irligi beriladi:

- mantiqiy ventillar soni (kristall maydoni);

- iste'mol qilinuvchi quvvat;
- amallarni bajarish vaqti;
- ishonchlilik ko'rsatkichi;
- nazoratning oddiyligi.

Keltirilgan tizimda talablardan kelib chiqib, har bir koeffitsiyentning qiymatdorlik darajalari aniqlanadi. Masalan, B- bitli so'z uchun mantiqiy ventillar soni

Tezkor saqlovchi qurilma – B;

Arifmetik-mantiqiy qurilma – 16 B;

Ko'paytirgich $10B^2+30B+80$;

Mul'tipleksor $4B+3$.

3.1-jadvalda 12-razryadli so'z uchun iste'mol qilinuvchi quvvat va tezkorlik xarakteristikalarini keltirilgan.

3.1-jadval

Ko'rsatkichlar Amallar nomi \ nomi	Mantiqiy ventillar soni	Bajarish vaqti	Iste'mol qilinadigan quvvat
Saqlash-ko'chirish	1	3	1
Qo'shish-ayirish	16	1	12
Ko'paytirish	150	9	100

O'tilgan qadamlar boshlang'ich ma'lumotlarni shakllantirishga yordam beradi. Shakllantirilgan ma'lumotlar tizimli funktsiyalarni klassifikatsiya qilish uchun va keyingi dekompozitsiyasini tanlash uchun yig'ib boriladi.

Klassifikatsiya qilish o'tkazish funktsiyasi yoki impul's xarakteristikalarini simmetriyasi tipining berilgan ishchi parametrlari uchun olingan maksimal qiymatlari bo'yicha bajariladi.

Barcha simmetriya ko'rinishlari sistemaga solinib, 1.2-jadval tuziladi. Tizim funktsiyalari simmetrik bo'lgan taqdirda saralagich koeffitsiyentlari sonining

kamayishi hisobga hisoblash murakkabligi darajasining kamayganini jadvaldan ko'rish mumkin.

3.2-jadval

№	Dekompozitsiyaning ko'rinishi	Dekompozitsiya elementlarining eng yaxshi simmetriya tipi	Chegaralanishi		Qo'llash sohalari
			O'tkazish funktsiyasi	Impul's funktsiyasi	
1	Ko'p yo'lakli saralagich	D_R	$B(Z^R)G(Z)$	$h((n) = h_B \frac{n}{R} * h_C(n)$ * yoyish amali	Tor yo'lakli, yuqori tartibli rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlar
2	Gibrid saralagich	C_R	$\frac{\prod_{i=1}^M (1 - 2 \cos \frac{\theta}{2} + Z^{-2})}{P(Z^R)}$		Tor yo'lakli saragichlar
3	Korrektor tipidagi	$D_1 S_2(i)$ $D_R S_L(i)$	$H_N(Z)H_K(Z)$	$h(n) = h_p(n) * h_k(n)$	Protssessorni ng hisoblash quvvati yetarli bo'lmagan raqamli saralagichlar
4	Parallel kogorent	$D_2 S_2(i)$	$A(\lambda) + B(\lambda)e^{-j\lambda N}$ $\arg A(\lambda) = \arg B(\lambda) = \lambda N$	$h_o(n) = \pm h_o(N - n)$	Yarim yo'lakli
5	Parallel differentsial-fazali	$S_2(i)$	$e^{ja(\lambda)} + (-1)^{j+1} e^{-jp(\lambda)} = \frac{P_1(\lambda) \pm e^{-jm} P_1(-\lambda)}{P(\lambda)}$		Selektiv raqamli saragichlar
6	Yarim fazali	C_R $D_{2R} S_2(i)$	$\sum_{r=0}^{R-1} H_r(Z^R) Z^{-2k}$	$\frac{n}{R} = \begin{cases} h(n) \\ 0 \end{cases}$	Interpolyator va detsimatorlar

Bu dekompozitsiya qaralayotgan simmetriyaga bog'liq ravishda o'tkazish funktsiyasi yoki impul's xarakteristikasining dekompozitsiyasi bo'ladi.

$|H(\lambda)| > A$ ifoda $\Delta\lambda < a$ chastota yo'lagi uchun o'tkazish funktsiyasining tor yo'laklilik xususiyatini ifodalaydi, $\frac{d|H(\lambda)|}{dh(n)} < S_0$ esa bu yo'lakdagi past sezuvchanlik xususiyatidir.

Dekompozitsiya bosqichlari quyidagilardan iborat:

- dekompozitsiyani tashkil qiluvchi elementlar kombinatsiyasida eng yaxshi moslikni izlash;
- dekompozitsiya parametrlarini aniqlash;
- alohida elementlar orasida ruxsat etilgan ishchi parametrlar qiymatlari, ya'ni norma taqsimoti.

Dekompozitsiya parametrlarini aniqlash uchun quyidagilar kerak bo'ladi:

- dekompozitsiyani tashkil qiluvchi elementlar soni;
- almashtirish koeffitsiyenti qiymati;
- tizimli funktsiya elementlarining tartibi.

Yuqoridagi bosqichni bajargandan keyin qurilmani yoki dastur algoritmini tanlash masalasi hal qilinadi. Buning uchun ikkita - uchta raqobatbardosh, bir - biridan kam farq qiladigan algoritmlar yoki qurilmalar variantlari kerak bo'ladi.

Dekompozitsiya natijasida ko'zlangan g'oya algoritmnining blok – sxemasini yoki qurilma grafini tuzish uchun shakllantiriladi.

Yuqori tartibli raqamli saralagichlarni loyihalash ishi juda murakkab jarayon hisoblanadi, chunki buning uchun katta o'lchamdagi o'zgaruvchilar massivlari bilan ishlashga to'g'ri keladi. Oldingi paragrafda ishlab chiqilgan loyihalash metodikasini amalda qo'llash uchun $N > 300$ bo'lgan sinfga tegishli raqamli saralagichlarni tanlaylik. Buning uchun qo'llaniladigan vositaning apparat-dasturiy ta'minoti mukammal bo'lishi talab qilinadi. Shu talablarga mos ravishda avtomatlashtirilgan hisob tizimi va rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni

dasturlashtirishning qator masalalarining yechimlari topildi, ishlab chiqildi va sinovdan o'tkazildi.

Oldiniga tez harakatlanuvchi rekursiv bo'lmagan chiziqli - fazaviy raqamli saralagichlar loyihalarini ishlab chiqarishni ko'paytirish uchun tizim yaratildi. Bu raqamli saralagichlar $F\partial \cong 500 \div 1000$ kGts kattalikda ishlaydi. Ushbu tizim konkret apparaturalarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Keyin esa bu tizim zamonaviy texnik vositalar komplekslarida qo'llanish bilan mukammallashtirildi. Shuningdek, dasturiy ta'minot vositalari sifatida, sintezlanadigan raqamli saralagich sinflarini kengaytirishda, ularning sintezi metodlari ham qayta yangilandi.

Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni dasturlash va avtomat hisoblash tizimi quyidagilarni amalgam oshirishga imkon beradi:

- rekursiv bo'lmagan raqamli saralagich ko'effitsiyentlarini avtomat hisoblash;
- hisoblash ntijalarini hujjatlashtirish;
- zamonaviy texnologiyalar bo'yicha dasturlashtirishni amalgam oshirish.

Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni dasturlash va avtomat hisoblash tizimi shunday apparat-dasturiy kompleksdirki, u o'z ichiga quyidagilarni qamrab oladi:

- Pentium protsessori dasturiy kompleksi;
- Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni hisoblash amaliy dasturiy paketi;
- Avtomat stend-dasturlovchi dasturiy ta'minoti;
- Avtomat stend-lasturlovchi.

Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni hisoblash amaliy dasturiy paketi tarkibiga quyidagilar kiradi;

WIND - rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarini o'lchash metodlarini hisoblash;

FIR - chiziqli faza-chastotali xarakteristikali rekursiv bo'lmagan raqamli Chebishev saralagichlarini hisoblash;

WFIR - chiziqli faza-chastotali xarakteristikali mukammallashtirilgan rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni hisoblash;

FAZA - minimal fazali rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni hisoblash;

ACHH – raqamli saralagichlarni amplitude-chastotali xarakteristikalarini hisoblash;

GVZ - faza-chastotali xarakteristikalarini va raqamli saralagichni kechikishlar vaqtini hisoblash;

QUANT – raqamli saralagich koefitsiyentlarining kvant qiymatlari;

MWW - rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni impul's xarakteristikalarini tahlil qilish.

Yuqoridagi jarayonlarni amalgam oshirish uchun MAT LAB paketining mos dasturlaridan ham foydalanish mumkin.

Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni hisoblash amaliy dasturiy paketining blok-sxemasi 3.2-rasmda keltirilgan.

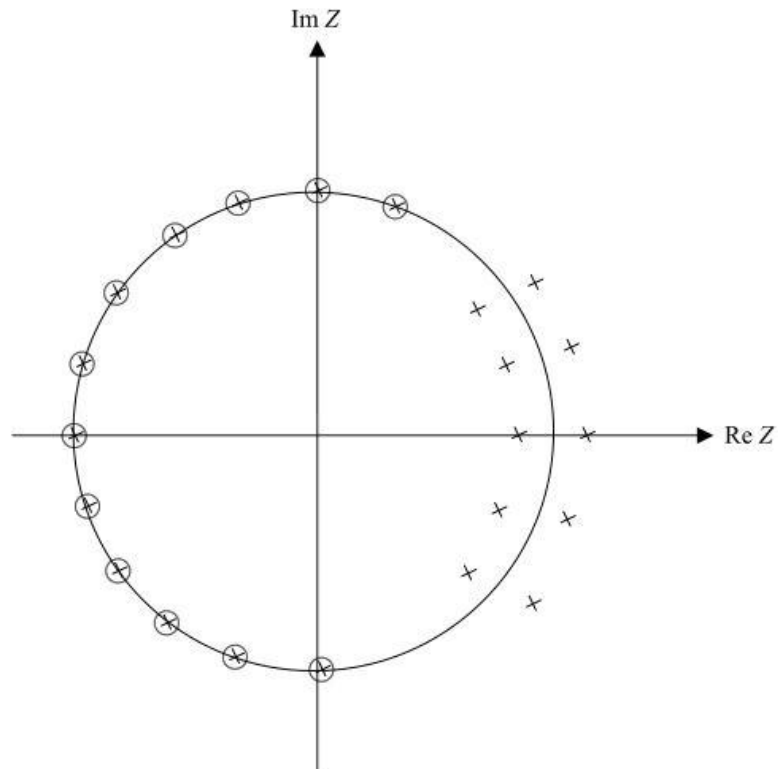
WIND dasturi o'lchash metodlari asosida rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarini sintez qiladi. Umumiy holda saralagich koefitsiyentlari uchun quyidagi ifoda o'rinli:

$$h(n) = W(n) \cdot S_a(n) \cdot D(n)$$

Bu yerda $W(n)$ – oyna funktsiyasini hisoblash qiymati;

$D(n)$ – o'tkazish funktsiyasi tipini aniqlovchi funktsiya.

$S_a(n) = D(n) = 1$ deb olsak, oynalarni o'lchaydigan sintez dasturini hosil qilamiz.



3.2-rasm. Rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarni hisoblash amaliy dasturiy paketining blok-sxemasi.

$W(n)$ sifatida Xemming, dol'f-Chebishev, Kayzer, Barsilon-temesh oynalaridan foydalanish mumkin.

FIR dasturi Chebishev approksimatsiya kriteriysi bo'yicha o'lchangan o'tkazish funksiyasini sintezlaydi.

**Signalning amplituda-chastotasini hisoblash uchun C++ dasturlash tili
yordamida tuzilgan algoritm quyidagicha bo'ladi:**

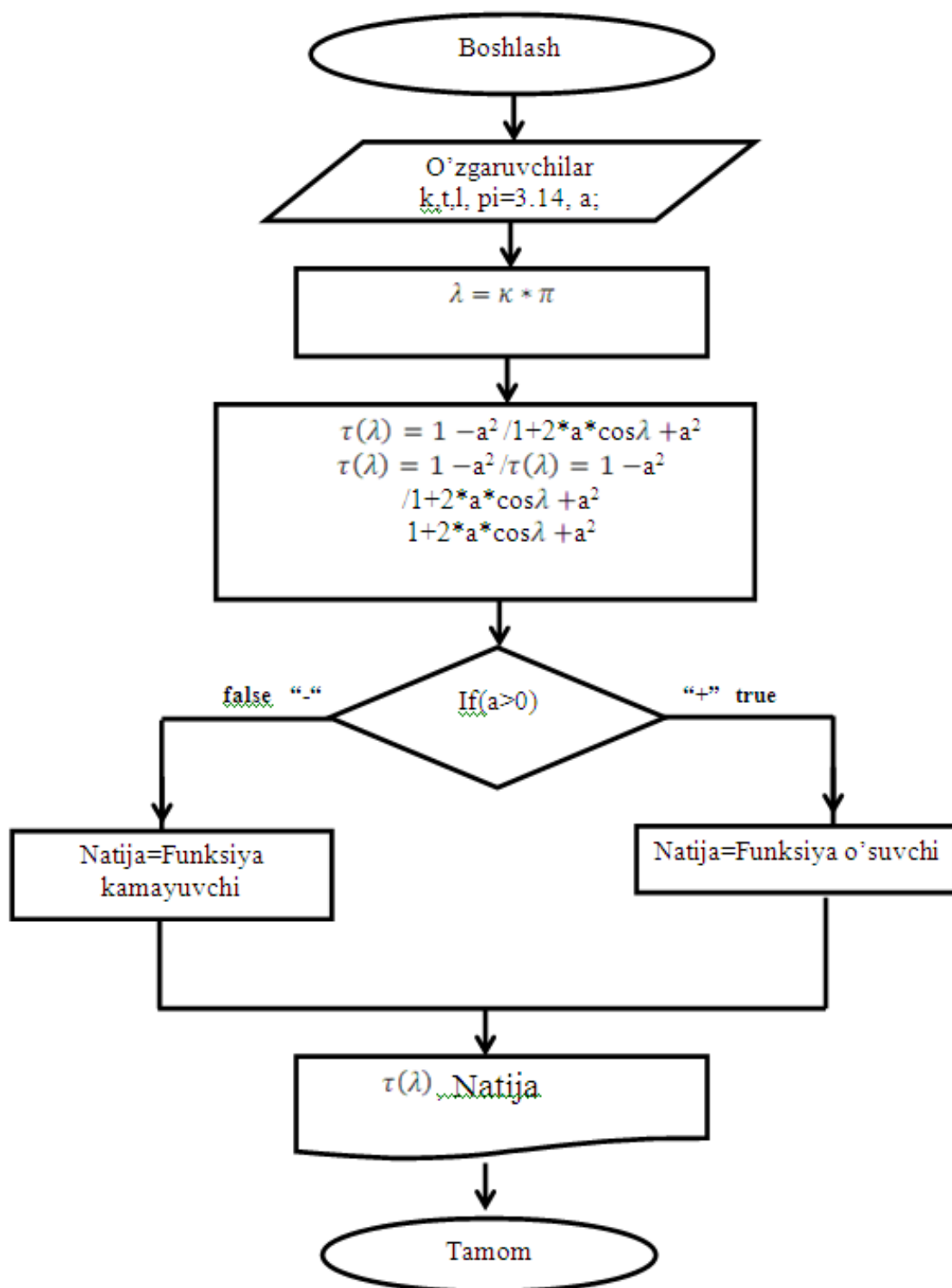
1. Dastur uchun kerak bo'ladigan kutubxonalar e'lon qilinadi.
2. Int va float toifali o'zgaruvchilarni e'lon qilamiz.
3. π ni 3.14 ga tenglab olamiz.
4. k o'zgaruvchisiga raqam kiritamiz.
5. k soni orqali λ dani topamiz.
6. a ni kiritib τ ni topamiz.
7. Dastur oxirida τ_1 hisoblanadi.
8. Dastur so'ngida ekranga λ , τ va τ_1 natijalari chiqariladi

**Signalning amplituda-chastotasini hisoblash uchun C++ dasturlash tili
yordamida tuzilgan dasturi quyidagicha bo'ladi:**

```
#include<iostream>
#include<math.h>
#include <conio.h>

using namespace std;
int main()
{
    int a, l, p,k;
    float t,t1;
    p=3.14;
    cout<<" k ni kiriting = ";
    cin>>k;
    l=k*p;
    cout<<"l= "<<l;
    cout<<"\n a ni kiriting = ";
    cin>>a;
    t=(4*(fabs(a)))/(1-(fabs(a*a)));
    cout<<"\n t = "<<t;
    t1=(1-a*a)/((1+2*a*cos(l))+a*a);
    cout<<"\n t1 = "<<t1;
    system("Pause");
}
```

Signalning amplituda-chastotasini hisoblash uchun C++ dasturlash tili yordamida tuzilgan algoritmning blok - sxemasi quyidagicha bo'ladi:



Uchinchi bo'lim bo'yicha xulosalar

Ushbu bo'limda signallarga raqamli ishlov berish algoritmining effektivlik ko'rsatkichi shakllantirildi. Buning uchun zarur bo'lgan signallarga raqamli ishlov berish effektiv qurilmasini yaratish amaliyotining bosqichlari batafsil bayon qilindi.

Shuningdek, hisoblashdagi murakkabliklarni kamaytirish uchun dekompozitsiyadan foydalanish, ya'ni raqamli saralagich sxemasini strukturaviy almashtirish masalasi qarab chiqildi.

Saralash sifatiga Chebishev yoki o'rta kvadratik kriteriylari bo'yicha qo'yiladigan talablar va sintez masalasini yechish approksimatsiya nazariyasi asosida eng maqbul yechimni bevosita raqamli saralagichning chiziqli shakldagi struktura ko'rinishida olish mumkinligi ko'rsatib berildi. Bunda berilgan shartlarni qanoatlantiruvchi yechimlar to'plamini ko'phad yoki ratsional funktsiya ko'rinishida izlandi, ya'ni yechimlar orasidan shunday bir yechim topilsinki, bu yechim optimal yechim $H_0(z)$ dan farq qilsin, biroq hisoblash murakkablik darajasi kichikroq bo'lsin.

Avtomatlashtirilgan hisoblash tizimi va rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlar dasturlashtirildi.

4. Hayot faloyati xavfsizligi va ekologiya

4.1. Komp'yuter bilan ishlaganda texnika xavfsizligi

Komp'yuter bilan ishlaganda mahalliy tarmoqdagi kuchlanish 110 — 220 V diapazonida bo'lishi kerak. Tizim blokidagi nominal kuchlanish qiymati o'rnatilganligini tekshirish zarur.

Personal komp'yuter – xavsiz tarmoq kabeli bilan jihozlangan va faqat yerga ulangan tarmoq rozetkasiga ulanadi.

Komp'yuter rozetkasi va tarmoq rozetkasi oson bog'lanuvchan bo'lishi kerak. Komp'yuterning ON/OG'G' (ROVER) — o'chirib yoqish tugmasi uni tarmoq kuchlanishidan to'liq izolyatsiya qila olmaydi. Tarmoqdan to'liq izolyatsiya qilish uchun vilkani tarmoq, rozetkasidan ajratish kerak.

Momaqaldiroq vaqtida ma'lumotlar uzatish kabelini uzish ham, yoqish ham ta'qiqlanadi.

Komp'yuter ichiga hech qanday begona buyumlar (misol uchun: zanjir, kontselyar qisqich, mix va shu kabilar), qisqa tutashuv yoki tok urishiga sabab bo'ladigan suyuqliklar tushib qolmasligi kerak.

Favqulotda vaziyat bo'lganda (misol uchun: korpus, boshqaruv elementi yoki tarmoq kabeli shikastlanganda, ichiga suyuqlik yoki begona jismlar tushib qolganda), darhol komp'yuterni o'chirish va tarmoq rozetkasidan vilkani tortib olish kerak.

Komp'yuterni o'z boshimchalik bilan ichini ochish, ichidagi buyumlarga tegish tavsiya qilinmaydi. Komp'yuterni ta'mirlashni faqat vakolatli xodimlarga amalga oshirishi mumkin. Ruxsat etilmagan ochishlar yoki mohirsizlik bilan – ta'mirlash foydalanuvchiga havfni tug'dirishi mumkin (tok urishi, yong'in va shu kabilar). Talablarga muvofiq komp'yuterni ekspluatatsiyasi faqat to'liq ta'mirlangan korpus va orqa qopqog'i o'rnatilgan holdagina ta'minlanadi.

Tizim blokini ochishdan oldin komp'yuterni o'chirish va vilkani tarmoq rozetkasidan chiqarib olish kerak. Tizim blokini ochishda kompyuter

ekspluatatsiyasi va texnik ma'lumotnomasida keltirilgan ko'rsatmalarni e'tiborga olish kerak.

Komp'yuter bilan ishlaganda quyidagi qoidalarga amal qilish kerak:

1. Ishdan oldin:

- ish joyini to'g'ri tashkil qilish;
- kuchlanish kabellarini, ulovchi o'tkazgichlarni, rozetka, shtepel vilkalarini sozligini tekshirish;
- mashinani shunday o'rnatish kerakki, tebranish(vibratsiya) va chayqalish turlari bartaraf etish imkoni bo'lsin;
- mashinaning hamma bloklarini sozligini va komp'yuterni butun ishga tayyorlik darajasini tekshirish;

2. Ish mobaynida:

- komp'yuterda begona shaxslarni ishlashiga yo'l qo'ymaslik;
- begona buyumlarni mashinaning ishlayotgan bloklariga tushib qolmasligini nazorat qilib turish;

3. Ishdan so'ng:

- ish joyini tartibga keltirish:

Ish mobaynida quyidagilar ta'qiqlanadi

- kiyimning yuqori cho'ntaklarida begona metall buyumlar, ayniqsa o'zining tarkibida magnitlangan temirga ega bo'lgan buyumlarni saqlash;
- malakasi ikkinchi toifadan past bo'lgan shaxslarni xonada bir o'zi ishlashi;
- mashinaning tok oqib o'tadigan qismlariga teginish;
- manbaga ulangan komp'yuterdan platalarni olish va qo'yish, shuningdek ajralishli yoki bog'lanishli ulanishlarni ajratish yoki ulash;
- tarmoqqa ulangan komp'yuterning ustki qopqog'ini yechish;
- axborotni tasvirlovchi modul (monitor) qopqog'ini ochish, chunki elektron —nur trubkaga yuqori kuchlanish beriladi;
- ventilyatsion tirqishlarni berkitish;

-malakaviy ma'suliyatga ega bo'lmagan foydalanuvchilarga komp'yuterda paydo bo'lgan nosozliklarni sozlashga ruxsat berish;

-boshqa nominalga ega bo'lgan saqlagichlarni ishlatish;

-nosoz mashinalar bilan ishlash;

-ish vaqtida uzoq tanaffuslarga mashinani yoqiq, holda tashlab ketish;

Kiritish/chiqarish qurilmalari (monitor, klaviatura, va sichqoncha) ergonomik ekspluatatsiya va sog'liqni saqlash uchun mo'ljallangan. Shuningdyek, kiritish/chiqarish qurilmalarini nosoz ishlashi, qo'lni noto'g'ri qo'yish yoki to'g'ri o'tirmaslik, uzoq vaqt uzluksiz klaviatura yoki sichqoncha orqali axborot kiritish inson tanasining zo'riqishiga va charchashiga olib kelishi mumkin. Ko'zni zo'riqishiga, mushaklarda asab tizimini susayishiga, bo'g'imlarda og'riq paydo bo'lishiga ham sababchi bo'ladi. Bu holat quyidagi maslahatlarga amal qilinganda sezilarli darajada kamayishi mumkin.

Ish joyida monitor shunday joylashishi kerakki, yorug'lik iloji boricha yuqoridan burchak ostida tushishi kerak. Monitor derazaga nisbatan yoni bilan turishi, ish stoli esa, yorituvchi qurilmalar orasida turishi kerak. Ko'zni zo'riqtiradigan, to'g'ri (ko'rish maydoniga tushayotgan yorug'lik manbai) va qaytgan (ekrandan qaytgan yorug'lik) yorug'likdan iloji boricha himoyalani kerak. Buning uchun ish joyini o'zgartirish kerak. Monitordagi tasvirning yoritilganligi, ravshanligi va kontrasti bajarilayotgan ishga va xonaning yoritilganligiga bog'liq holda sozlanishi kerak. Monitor, hujjatlar va klaviatura shunday joylashishi kerakki, ularni yorug'lik manbasiga nisbatan joylashganligiga bog'liq bo'lgan yuzalaridagi ravshanlik 1:10 nisbatdan oshib ketmasligi kerak (1:3 nisbat tavsiya etiladi).

Klaviatura va sichqonchani shunday joylashtirish zarurki, ularning ekspluatatsiyasida yezilarli kuchlanishlar paydo bo'lmasligi kerak. Klaviaturani tananing yuqori qismiga nisbatan parallel ravishda, sichqonchani esa, aynan klaviatura sathida joylashtirish kerak.

Stol cheti bilan klaviatura orasi 5—10 m bo'lishi kerak.

Monitorni shunday joylashtirish kerakki, undagi tasvirni boshni yoki tanani burmasdan ko'rish mumkin bo'lsin. Monitorgacha bo'lgan masofa 70 m dan oshmasligi zarur (optimal masofa 30 m). Hujjatlashtirish qurilmalari va tez—tez ishlatib turilmaydigan texnik vositalar operatoridan o'ng tomonda, maksimal erishish zonasida joylashtirish, aloqa vositalari esa chap tomonda o'ng qo'lni yozish uchun bo'sh qoldirish maqsadida joylashtirish tavsiya etiladi. Hujjatgacha bo'lgan masofa huddi monitor uchun mo'ljallangan masofadek bo'lishi kerak. Stol yoki stulning balandligi operatorning bo'yiga qarab moslashtiriladi. Stulning suyanchig'i umurtqa pog'onasini bel qismiga tegib turadigan va operator to'g'ri o'tira oladigan bo'lishi kerak.

O'tirganda oyoqlarning bukilgan burchagi 90° va undan yuqorini tashkil qilishi zarur. Axborot kiritish vaqtida qo'lning tirsakdan to kaftgacha bo'lgan qismi pol bilan parallel bo'lishi, elkalar esa erkin holda bo'lishi kerak.

Monitor tasvirning yuqori chekkasi ko'z chizig'ida bo'lishi zarur.

Bu maslahatlarning hammasi komp'yuter bilan ishlashda tana a'zolarini toliqtirmasdan, zo'riqtirmasdan ishlashini ta'minlaydi.

4.2. Mehnatni muhofaza qilinishini ta'minlash

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi O'zbekiston kasaba uyushmalari Fedyeratsiyasi Kengashi bilan birgalikda mehnatni, atrof muhitni muhofaza qilishning ilmiy asoslangan standartlari, qoida va me'yorlarini ishlab chiqish va qabul qilish yo'li bilan ishlab chiqarishda mehnat xavfizligini ta'minlash uchun zarur bo'lgan talablar darajasini belgilaydi. Shuningdek, kasaba uyushmalari bilan kelishilgan holda mehnat sharoitlarini yaxshilash, ishlab chiqarishdagi jarohatlanishlar, kasb kasalliklarining oldini olishga oid Respublikaning aniq maqsadga qaratilgan dasturlarini ishlab chiqadi va moliyaviy ta'minlaydi hamda ularning bajarilishini nazorat qiladi. Vazirliklar va idoralar tegishli kasaba uyushmasi idoralari bilan kelishilgan holda mehnat sharoitlarini

yaxshilashga oid tarmoq dasturlarini ishlab chiqadilar va moliyaviy ta'minlaydilar.

Korxona ma'muriyati, yollovchi, mulkdor yohud ular vakolat bergan boshqaruv idorasi korxonada mehnatni muhofaza qilish standartlari, qoida va me'yorlarining talablari, shuningdek, jamoa shartnomasida ko'zda tutilgan majburiyatlar bajarilishini ta'minlaydi. Korxonalarning ishlovchilari respublikaning tegishli qonunlari va me'yoriy hujjatlari jamoa shartnomalari bilan belgilangan mehnatni muhofaza qilish qoidalari va me'yorlari talablarga rioya etishlari shart. Standartlar, ergonomika, mehnatni muhofaza qilishga doir qoidalar va me'yorlar talablariga javob bermaydigan ishlab chiqarish binolari va inshootlarini loyihalash, qurish hamda qayta qurish, ishlab chiqarish vositalarini ishlab chiqish, tayyorlash, ta'mirlash, texnologiyalarni joriy etishga, shu jumladan xorijda sotib olinganlarini joriy etishga yo'l qo'yilmaydi.

Hech bir yangi yoki qayta qurilayotgan korxona, ishlab chiqarish vositalari agar ular O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi belgilagan tartibda beriladigan xavfsizlik shahodatnomasiga ega bo'lmasa, foydalanishga qabul qilinishi va ishga tushirilishi mumkin emas.

Belgilangan tartibga ro'yxatdan o'tkazilishi lozim bo'lgan korxonalar O'zbekiston Respublikasining tegishli nazorat idoralari beradigan faoliyatni amalga oshirish huquqini ta'minlovchi ruxsatnomani oldindan taqdim etishlari shart. Korxonaning ko'rsatilgan ruxsatnomani olish tartibi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan belgilanadi.

Mehnat xavfsizligi talablariga javob bermaydigan va ishlovchilar sog'lig'i hamda hayotiga xavf tug'diruvchi korxonalar faoliyati yoki ishlab chiqarish vositalaridan foydalanish, ular mehnat xavfsizligi talablariga muvofiq holga keltirilgunga qadar, O'zbekiston Respublikasi qonunlarida belgilangan tartibda vakolatli idoralar tomonidan to'xtatib qo'yilishi kerak. Yo'l qo'yiladigan eng ko'p me'yorlari (kontsyentratsiyai) ishlab chiqilmagan va belgilangan tartibda ekspertizadan o'tmagan zararli moddalarni ishlab chiqarishda qo'llash ta'qiqlanadi.

O'zbekiston Respublikasida davlat va korxonalar oliy va o'rta maxsus o'quv yurtlarida korxonalarning mehnatni muhofaza qilish uchun mutaxasislar tayyorlashni ta'minlaydilar. Oliy va o'rta maxsus o'quv yurtlari xalq xo'jaligi turli tarmoqlaridagi ishlab chiqarish xususiyatlarini hisobga olgan xolda talabalar va o'quvchilar mehnatni muhofaza qilish kursini albatta o'tishlarni tashkil etishlari kerak. Vazirliklar, idoralar, kontsernlar, asotsiatsiyalar va boshqa xo'jalik boshqaruvi idoralari mehnatni muhofaza qilish tizimida ishlash uchun mutaxasislarning qayta ixtisoslashuvini ta'minlaydilar. Mehnatni muhofaza qilishni moliyaviy ta'minlash davlat tomonidan, shuningdek mulk shaklidan qat'iy nazar jamoat birlashmalari, korxonalarning ixtiyoriy badallari hisobiga amalga oshiriladi va mehnatni muhofaza qilish uchun tegishli byudjetlardan alohida qayd bilan ajratiladigan byudjet mablag'lari (respublika va mahalliy) boshqaruv hamda nazorat idoralari saqlash, ilmiy-tadqiqot ishlarini moliyaviy ta'minlash, mehnatni muhofaza qilishga oid davlatning aniq maqsadga qaratilgan dasturlarini bajarish uchun foydalaniladi.

Har bir korxona mehnatni muhofaza qilish uchun zarur mablag'larni jamoa shartnomasida belgilanadigan miqdorda ajratadi. Korxonalarning xodimlari ana shu maqsadlar uchun qandaydir qo'shimcha chiqim qilmaydilar.

Korxonalar o'zining xo'jalik, tijorat, tashqi iqtisodiy va boshqa faoliyatidan keladigan foyda (daromad), shuningdek boshqa mablag' hisobiga mehnatni muhofaza qilishning markazlashtirilgan fondlarini tashkil etish huquqiga ega. (O'zbekiston Respublikasining 1998 yil 1 may qonuni taxririda-O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining axborotnomasi, 1998 yil 5-6 son, 102 modda).

Mehnatni muhofaza qilishga mo'ljallangan mablag'larni boshqa maqsadlarga ishlatish ta'qiqlangan bo'lib, fondlarni tashkil etish va ulardan foydalanish tartibi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan O'zbekiston Kasaba uyushmalari Federatsiyasi Kengashi ishtirokida belgilanadi.

Korxonalar foydasining mehnatni muhofaza etishga oid adabiyotlar, plakatlari, boshqa targ'ibot vositalarini nashr etish hisobiga hosil bo'lgan qismiga, shuningdek, ilmiy-tadqiqot va loyiha kontsructorlik tashkilotlari foydasining

jamoani va ishlovchilarni yakka tartibda himoyalash vositalarining yangilarini yaratish, ishlab chiqarish muhitini nazorat qilish asboblari va dozimetriya vositalarining yangilarini yaratish, ishlab chiqarish va mavjud vositalarini sotish hisobiga hosil bo'lgan qismiga imtiyozli soliq solinadi.

Korxonadagi, har bir ish joyidagi mehnat sharoiti mehnatni muhofaza qilish standartlari, qoida va me'yorlari talablariga muvofiq bo'lishi lozim.

Korxonada mehnatning sog'lom va xavfsiz sharoitlarini ta'minlash, ishlab chiqarishning xavfli, zararli omillari ustidan nazorat o'rnatilishini tashkil etish va nazoratning natijalari to'g'risida mehnat jamoalarini o'z vaqtida xabardor qilish ma'muriyat zimmasiga yuklanadi.

Mehnat sharoiti zararli va xavfli ishlab chiqarishlarda, shuningdyek, o'ta noxush haroratli yoki ifloslanishlar bilan bog'liq sharoitlarda bajariladigan ishlarda mehnat qiluvchilarga davlat boshqaruvi idoralari belgilagan me'yorlarda maxsus kiyim, poyafzal va boshqa shaxsiy himoya vositalari, yuvish va dezinfektsiyalash vositalari, sut yoki unga tenglashadigan boshqa oziq-ovqat mahsulotlari, parhez ovqatlar bepul beriladi.

Korxonada mehnatning sog'lom va xavfsiz sharoitlarini ta'minlash yuzasidan ma'muriyat bilan xodimlarning o'zaro majburiyatlari jamoa shartnomasi yoki bitmda ko'zda tutiladi.

Vazirliklar, idoralar, kontsernlar, asostsiatsiyalar, boshqa xo'jalik organlari kasaba uyushmalari Markaziy (respublika) qo'mitasi bilan kelishib o'zlari tasdiqlaydigan nizomga muvofiq mehnat muhofazasi ishlarini muvofiqlashtirib boradilar.

Xodimlar soni 50 nafar va undan oshadigan korxonalarda maxsus tayyorgarlikka ega shaxslar orasidan mehnatni muhofaza qilish xizmatlari tuziladi (lavozimlar joriy etiladi), 50 va undan ziyod transport vositalariga ega bo'lgan korxonalarda esa bundan tashqari yo'l harakati xavfsizligi xizmatlari tuziladi (lavozimlar joriy etiladi). Xodimlar soni va transport vositalari miqdori kamroq korxonalarda mehnatni muhofaza qilish xizmatining vazifalarini bajarish rahbarlardan birining zimmasiga yuklanadi. Mehnatni muhofaza qilish va yo'l

harakati xavfsizligi xizmatlari kasaba uyushmasi qo'mitasi bilan kelishilgan nizomlar asosida ishlaydi va o'z maqomiga ko'ra korxonaning asosiy xizmatlariga tenglashtiriladi hamda uning rahbariga bo'ysunadi. Mehnatni muhofaza qilish xizmatlarining mutaxasislari barcha xodimlar mehnatni muhofaza qilish qoidalarini va me'yorlariga rioya etishlarini nazorat qilish, tarmoq bo'linmalari rahbarlariga aniqlangan nuqsonlarni bartaraf etish haqida bajarilishi shart bo'lgan ko'rsatmalar berish, shuningdek, mehnatni muhofaza qilish to'g'risidagi qonunlarni buzayotgan shaxslarni javobgarlikka tortish haqida korxonalarning rahbarlariga taqdimnomalar kiritish huquqiga egadirlar. Mehnatni muhofaza qilish va yo'l harakati xavfsizligi xizmatlarining mutaxasislari ularning xizmat vazifalariga taaluqli bo'lmagan ishlarni bajarishga jalb etilishlari mumkin emas.

Ayrim bir vaqtda mehnatni muhofaza qilish va yo'l harakati havfsizligi xizmatlari korxona faoliyati to'xtatilgan taqdirdagina tugatiladi.

4.3. Ekologik xavfsizlik va barqaror rivojlanish

Ekologik xavfsizlik deganda atrof tabiiy muhit holatini organizmlar hayoti uchun extiyojlariga javob beradigan yoki inson uchun sog'lom, toza va qulay tabiiy sharoitga ega atrof muhit tushiniladi. Ekologik xavfsizlikni ta'minlash uchun har bir alohida davlat ma'lum ekologik siyosat olib borishi kerak.

Ekologik taxdidlar deganda atrof-muhit holati va insonlarning hayot faoliyatiga bevosita yoki bilvosita zarar yetkazadigan tabiiy va texnogen xarakterdagi hodisalar tushiniladi. Ekologik taxdidlar global, mintaqaviy, milliy va maxalliy darajalarga ajraladi.

O'zbekiston Respublikasida ekologik xavfsizlikni ta'minlash strategiyasi ekologiya sohasidagi shaxs, jamiyat va davlatning O'zbekiston Respublikasining milliy xavfsizlik kontsepsiyasi va kontitutsiyasida berilgan hayotiy zarur manfaatlardan kelib chiqadi.

Shaxsning hayotiy zarur manfaatlariga:

-insonning hayot faoliyati uchun optimal ekologik sharoitlarni ta'minlash,

aholisi salomatligini himoya qilish kiradi ;

Jamiyatning hayoti zarur manfaatlariga :

- barqaror ekologik vaziyatni qaror toptirish, aholi salomatligini ta'minlash, sog'lom avlodni shakllantirish kiradi ;

Davlatning hayoti zarur manfaatlariga:

- barqaror rivojlantirish regionda ekologik vaziyatlarning barqarorligi, sog'lom turmush tarzini shakllantirish ;

- iqtisodiyotning ustuvor tarmoqlarida ilmiy-texnik rivojlantirishning yuqori darajasini ta'minlash ;

- milliy xavfsizlikning samarali tizimini yaratish, O'zbekistonning kollektiv xavfsizlik va hamkorlikning regional va global tizimlarini tarkibiy va tabiiy qo'shilishini ta'minlash kiradi.

Ekologik xavfsizlikni ta'minlash va ekologik taxdidlarni oldini olish uchun O'zbekistonda birinchi navbatda quyidagi tadbirlarni amalga oshirish maqsadga muvofiqdir:

1. Tabiiy resurslardan, shu jumladan, suv, er, mineral hom-ashyo va biologik resurslardan kompleks foydalanish.

2. Respublika hududida atrof – muhit ifloslanishini ekologik –gigiyenik va sanitar me'yorlarigacha kamaytirish.

3. Ekologik falokat zonasi – Orol bo'yida, shuningdek mamlakatning boshqa ekologik nomaqbul hududlarida ekologik holatlarni tiklash va sog'lomlashtirish bo'yicha kompleks tadbirlarni amalga oshirish.

4. Respublika aholisini sifatli ichimlik suvi, ozuqa mahsulotlari, dori-darmonlar bilan ta'minlash.

5. Ekologik toza va kamchiqitli texnologiyalarni joriy etish.

6. Ekologiya sohasida ilmiy-texnik salohiyatni oshirish, fan va texnika yutuqlaridan foydalanish.

7. Aholining ekologik ta'limi, madaniyati, tarbiyasi tizimini rivojlantirishi va takomillashtirish.

8. Ekologik halokatlar, ofatlar, favqulotda vaziyatlar, avariylarni oldini

olish va oqibatlarini tugatish.

9. Ekologik muammolarni hal qilishda jahon hamjamiyati bilan hamkorlikni chuqurlatish va boshqalar.

Mamlakatning tashqi va ichki ekologik siyosatini jahon talablari doirasida olib borishda qonuniy hujjatlar hal qiluvchi rol o'ynaydi. Mustaqillik yillarida O'zbekistonda 120 dan ortiq qonun va qonun osti hujjatlari qabul qilingan. Ekologik qonunchilikning maqsadi insonlarning salomatligi, mehnat va maishiy sharoitlari to'g'risida g'amho'rlik qilish hisoblanadi.

Tabiatni muhofaza qilishda qilingan ishlardan biri zarur qonunlar, qarorlar va boshqa me'yoriy hujjatlar tuzishdan iborat. Ekologik huquqning asosiy manbai bo'lib O'zbekiston Respublikasining Kontitutsiyasi hisoblaniladi. Unda tabiat-jamiyat tizimidagi o'zaro munosabatlarni tartibga solish mahsus qoida talablar ham belgilangan bo'lib, ekologik huquqning manbalarini asosini tashkil etadi.

Asosiy qonunimizda fuqarolarning burchlari bu atrof-muhitga ehtiyotkorona munosabatda bo'lishga majburdirlar (50 modda), jamiyatning iqtisodiy negizlaridan biri bu mulkdor mulkni o'z hohishicha egalik qiladi, undan foydalanadi. Mulkdor foydalanish jarayonida ekologik muhitga zarar yetkazmasligi, fuqarolar yuridik shaxslar va davlatning huquqlarini hamda qonun bilan qo'riqlanadigan manfaatlarini buzmasligi shart (54 modda), va yer, yer osti boyliklari, uv, o'simlik va hayvonot dunyosi va boshqa tabiiy zahiralari qator umummilliy boylikdir, undan oqilona foydalanish zarur va ular davlat muhofazasidadir (55 modda).

Huquqni saqlash chegaralari ichki va tashqiga bo'linadi. Huquqiy himoyalashning ichki chegaralari tabiiy dunyoda ijtimoiy dunyoga o'tgan tabiat elementlariga: foydali qazilmalar, suv havzalaridan olingan suv, qazilgan tuproq, otilgan hayvonlar, kushlar va boshqalar. Shu ob'ektlar uchun insonning tabiat bilan aloqasi uziladi, ular tovar-moddiy boyliklarga aylanadi. Huquqiy himoyaning tashqi chegaralari odamlar yashaydigan yer tabiati, shu jumladan o'zida yerning ta'sirini sezadigan va odamning yashash muhiti holatiga ta'sir ko'rsatadigan (masalan, yerning sun'iy yo'ldoshlarini uchirilishi paytidagi hodisalar) yer

atrofidagi bo'shliqni tashkil etadi. Huquqiy himoyalashning tabiiy ob'yektlari milliy, xalqaro, regional va globalga bo'linadi. Tabiatni saqlash qonunchiligiga asosan saqlashning tabiiy ob'yektlariga yer, uning boyliklari, suv, o'rmon, hayvonot dunyosi, atmosfera havosi kiradi. Bularning hammasi inson yashashi uchun tabiiy muhit bo'lgan biosferani tashkil etadi.

O'zbekistonda atrof-muhitni himoya qilishning huquqiy asoslari tabiatni saqlash huquqiy normalaridan, ya'ni qonunlardan va qonun mohiyatiga ega bo'lgan aktlardan iborat. Atrof-muhitni saqlash va tabiiy resurslardan unumli foydalanish qonunchiligi keyingi 20 yilda jadal rivojlandi. Keng ko'lamli munosabatlarni tartibga soluvchi qonunlar qabul qilindi: yer qonunchiligi asoslari, sog'liqni saqlash to'g'risidagi qonunchilik asoslari, suv qonunchiligi asoslari, yer osti boyliklari to'g'risidagi qonunchilik asoslari, o'rmon qonunchiligi asoslari, hayvonot dunyosini saqlash va undan foydalanish to'g'risidagi qonun, atmosfera havosini saqlash to'g'risidagi qonun va boshqalar. Qonunlar orqali korxonalarga tabiatni saqlash qonunchiligiga rioya qilish, tabiiy resurslardan samarali foydalanish va qayta ishlab chiqarish, atrof-muhitni ifloslanishdan saqlash, energiya tejovchi, kam chiqit chiqaradigan va chiqitsiz texnologiyalarni joriy etish, shuningdek, tabiiy hom ashyoni kompleks qayta ishlash, atrof-muhit holatini nazorat qiladigan avtomatlashtirilgan tizimlar va asboblarni ishlab chiqish yuklatilgan. Atrof-muhit holati yangi texnologiyalar va mashinalar yaratuvchilardan ekologiya masalalariga e'tiborni talab qiladi. Ular qanday texnik yechim texnik va iqtisodiy shartlarnigina emas, balki ekologik aspektlarni ham hisobga olgan holda qabul qilinadi. Loyihaviy yechimlar albatta ekologik ekspertizadan o'tkazilishi kerak, yangi yaratilayotgan texnologik jarayonlar, mashina-uskunalar va materiallar ularni joriy etishda xalq xo'jalik samarasi bilan bir qatorda yuqori ekologik xavfsizlik darajasini ta'minlashi kerak.

Ekologik qonunchilik bir necha darajalarni o'z ichiga oladi. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi normalari ekologik qonunchilikning asosini tashkil qiladi. 1992 yil 8 dekabrda qabul qilingan O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi asosiy qonun hisoblanib, hamma uchun majburiy va oliy yuridik

kuchga egadir. Atrof muhitni muhofaza qilish masalalari Konstitutsiyaning 50, 54, 55 va 100-moddalarida berilgan. Konstitutsiyaning 50-moddasida “Fuqarolar atrof-muhitga ehtiyotkorona munosabatda bo’lishga majburdirlar” deb ta’kidlanadi. Ushbu talabga ko’ra O’zbekistonning har bir fuqarosi atrof tabiiy muhitni muhofaza qilishi va tabiiy boyliklardan oqilona foydalanishi talablariga to’la amal qilishi shartdir. Asosiy qonunning 54-moddasiga ko’ra, jamiyatning iqtisodiy negizlaridan biri bo’lgan mulkiy munosabatlar bozor iqtisodiyoti qonuniyatlariga mos ravishda e’tirof etiladi. Lekin mulkdor o’z hoxishicha egalik qilishi, foydalanishi va uni tasarruf etishi hech qachon ekologik muhitga, ya’ni atrof-muhit holatiga zarar yetkazmaslik kerak.

IV bob bo'yicha xulosalar

Ushbu bo'limda xodimlarning komp'yuter bilan ishlaganda texnika xavfsizligi haqida bayon qilingan. Komp'yuter bilan ishlaganda amal qilish kerak bo'lgan qoidalar batafsil aytib o'tilgan.

Shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi O'zbekiston kasaba uyushmalari Fedyeratsiyasi Kengashi bilan birgalikda mehnatni, atrof muhitni muhofaza qilishning ilmiy asoslangan standartlari, qoida va me'yorlarini ishlab chiqish va qabul qilish yo'li bilan ishlab chiqarishda mehnat xavfizligini ta'minlash uchun zarur bo'lgan talablar darajasini belgilashi aytib o'tilgan.

Ekologik xavfizlik va barqaror rivojlanish masalalari yoritib berilgan.

Xulosa

Ushbu bitiruv ishimizda tovush aloqa kanallari orqali uzatilganda uni uzatish aniqligi buzilishi, bunga sabab bir qancha tashqi faktorlarning ta'siri ekanligini o'rganib chiqdik. Signallarning buzilishlari sababli, ular birlamchi va ikkilamchi signallarga bo'linadi. Buzilishlar chiziqli, nochiziqli, parametrik, o'tuvchi buzilishlar turlariga ajraladi.

Biz chiziqli va nochiziqli buzilishlarni qarab chiqdik. Tovush signallari sinusoidal tenglamalar ko'rinishida ifodalanishidan foydalanib, signallarni uzatishda chet ta'sirlar sababli sinusoidal tenglama murakkab ko'rinishga kelib qolishi formulalar yordamida ko'rsatib berildi.

Shuningdek, tizimlarda signallarga raqamli ishlov berish qurilmalari va ularning ishlash printsiplarini yoritib berdik. Tizimlarda signallarga raqamli ishlov berish qurilmalarida raqamli saralagichlar bo'lib, ular ikki turga, ya'ni rekursiv va rekursiv bo'lmagan raqamli saralagichlarga ajraladi. Raqamli saralash qurilmalarida o'tkazish funktsiyasi, chiqish va kirish signallari orasidagi Z — almashtirish munosabatlari bayon qilindi.

Signallarga raqamli ishlov berish algoritmining effektivlik ko'rsatkichi shakllantirildi. Buning uchun zarur bo'lgan signallarga raqamli ishlov berish effektiv qurilmasini yaratish amaliyotining bosqichlari batafsil bayon qilindi.

Shuningdek, hisoblashdagi murakkabliklarni kamaytirish uchun dekompozitsiyadan foydalanish, ya'ni raqamli saralagich sxemasini strukturaviy almashtirish masalasi qarab chiqildi.

Amaliyotda ko'p qo'llaniladigan chastota xarakteristikasini aniqlash masalalari o'rganildi. Amplituda - chastota xarakteristikasi va faza- chastota xarakteristikalarini topish formulalari keltirib chiqarildi va ularni hisoblash algoritmlari va dasturiy ta'minoti ishlab chiqildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

1. I. Karimov. Yuksak manaviyat – yengilmas kuch. - T.: «Maʼnaviyat», 2008. - 176 b.
2. A.Ш.Бекмуродов. Ўзбекистон республикаси президенти И.Каримовнинг “Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида” китобини ўрганиш бўйича ўқув-услубий қўлланма.-Т.: “Ўқитувчи”, 2012.-176 б.
3. Исроилов М. Ҳисоблаш методлари. “Ўзбекистон”, Тошкент, 2003, 440 б.
4. Исроилов М. Ҳисоблаш методлари. 2-қисм. “Iqtisod-moliya”, Тошкент, 2008, 320 б.
5. Хемминг Р. Цифровые фильтры.-М.Сов.Радио.1980 г.
6. Макклелан Дж., Рейдер Ч. Применение теории чисел в цифровой обработке сигналов.-М.: Радио и связь. 1983 г. 264 с.
7. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения.-М.: Мир, 1990.
8. Коваленко И.Н. Вероятностный анализ и оптимизация. Киев: Наукова думка, 1989, 191 с.
9. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. Физматгиз. Москва, 1968.
- 10.Калиткин Н.Н. Численные методы. Физматгиз. Москва, 1978.
- 11.Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. Физматгиз. Москва, 1969.
12. Юдин Д.Б., Гольдштейн Е.Т. Линейное программирование. Физматгиз. Москва, 1969.
13. Қобулов В.К. Функционал анализ ва ҳисоблаш математикаси. “Ўқитувчи”, Тошкент, 1976.
14. Шоҳамидов Ш.Ш. Амалий математика унсурлари. “Ўқитувчи”, Тошкент, 1997.
15. Сиддиқов А.М., Бабакаев С.Н., Утебаев Д. Сонли усуллар алгоритмлари ва программалари. “Билим”, Нукус, 1996.

16. Ёрматов Ғ.Ё., Исомухаммедов Ё.У. Меҳнатни муҳофаза қилиш. Дарслик. Ўзбекистон нашриёти, Тошкент. 2002 й.
17. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. М. Высшая школа. 2003 г.

Internet saytlari

1. www.estudu.uz
2. www.Math.uz
3. <http://www.mforum.ru>
4. <http://webtele.com>
5. <http://www.cisco.com>