

B.B. G'oyibnazarov



**ELEKTRON APPARATLARNI
ISHONCHLILIGI,
SINASH USULLARI VA
VOSITALARI**

(darslik)

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

B.B.G‘oyibnazarov

**ELEKTRON APPARATLARNI
ISHONCHLILIGI, SINASH USULLARI
VA VOSITALARI**

DARSLIK

5321900 - “Elektron apparatlarni ishlab chiqarish texnologiyasi”
yo`nalishi bo‘yicha



Toshkent-2022

UDK 004.052(07)

KBK 004.021(07)

G* 57

G'oyibnazarov B.B.

Elektron apparatlar ishonchliligini sinash usullari va vositalari [Matn]:
darslik / G'oyibnazarov B.B. – Toshkent: Muharrir nashriyoti, 2022 – 308 b.

ISBN 978-9943-8016-8-4

Darslik ishonchlilik nazariyasida ishlatiladigan asosiy tushunchalar, ta'riflar va zaxiralangan hamda zaxiralanmagan elektron qurilmalarining ishonchliligini hisoblash usullari, murakkab tiklanuvchi qurilmalarning ishonchliligini baholash usullari, dasturiy ta'minot ishonchliligini hamda buzilishga barqaror hisoblash tizimlarini qurish usullari bayon etilgan.

Ishonchlilik nazariyasining asosiy bo'limlari bo'yicha masala va mashqlar keltirilgan. Masalalarni ratsional yechimini topish yo'llarini ko'rsatuvchi javoblar va ko'rsatmalar berilgan.

Ko'rib chiqilayotgan tajriba ishlari, ishonchlilikni ta'minlash usullari bilan amaliy tanishish, tizim ishonchliligini tadqiqot qilish va ishonchlilikning universal algoritmlarni yaratish usullari bilan tanishishga mo'ljallangan.

Kafedra «Elektron apparatlarni ishlab chiqarish texnologiyasi».

Taqrizchilar:

X.Samarov,

Toshkent axborot texnologiya universiteti texnika fanlari nomzodi.

B.Egamberdiyev,

ToshDTU "Metrologiya standartlashtirish va sertifikatlashtirish"
kafedrası professorı.

*Darslik 5310900 - "Elektron apparaturalarni ishlab chiqarish texnologiyasi" yo'nalishi bo'yicha bakalavrlari uchun mo'ljallangan.
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti o'quv-metodik kengash qaroriga muvofiq nashrga tayyorlandi.*

ISBN 978-9943-8016-8-4

© G'oyibnazarov B.B.
© "Muharrir nashriyoti",
Toshkent, 2022.

MUNDARIJA

Kirish	6
1 bob. EQ larining ishonchliligini asosiy tushunchalari, ta'riflari va kriteriyasi.....	7
1.1. Ishonchlilikning asosiy tushunchalari va ta'riflari.....	7
1.2. EQlarini buzilishlarining sinflanishi.....	8
1.3. Ishonchlilikni oshirish usullari va vositalari.....	11
1.4. Elektron qurilmalarni (EQ) ehtimollik ta'rifi. Ishonchlilik ko'rsatkichlari.....	13
1.5. Tiklanmaydigan ob'yektlarning ishonchlilik ko'rsatkichlari.....	14
1.6. Tiklanadigan ob'yektlar ishonchlilik ko'rsatkichlari.....	19
1.7. EQ larini ishonchlilik ko'rsatkichlarining taqsimlanish ehtimollik qonuni.....	22
2 bob. Zaxiralangan EQ larini baholash va hisoblash usullari.....	26
2.1. EQ lari qurilmalarning buzilmasligini baholash uslubi.....	26
2.2. Elementlari asosiy ulangan tiklanmaydigan maxsulotlar qurilmalarini ishonchlilik tavsiflarini hisoblash.....	30
2.3. Ishonchlilikning taxminiy hisobi.....	32
2.4. Ishonchlilikni yo'naltirilgan hisobi.....	32
2.5. Elementlarining ishlash jarayonini hisobga olgan holda ishonchliligini hisoblash (tuganlangan hisob).....	33
3 bob. Zaxiralangan qurilmalarini ishonchliligini hisoblash usullari.....	38
3.1. Strukturaviy zaxiralash turlari.....	38
3.2. Mojiratar va kombinatsiyali zaxiralash.....	42
3.3. EQ larni darajasida zaxiralashni tashkil etish.....	44
3.4. Tiklanmaydigan zaxiralangan tizimlarning ishonchlilik tavsiflarini xisoblash.....	47
4 bob. Ortiqcha qurilmani (dasturli) tizimlarni ishonchliligini hisoblash usullari.....	52
4.1. Ketma-ket parallel zaxiralangan strukturali yo'qlangan zaxirali tizimlarning ishonchliligi.....	52
4.2. Elementlarini o'chirish usuli (hisobdan chiqarish).....	55
4.3. Minimal yo'llar va tutashishlar usuli bo'yicha ishonchlilikni baholash.....	56
4.4. Tizim ishonchliligini taxlil qilishning mantiqiy-ehtimollik usuli.....	59
5 bob. Tiklanadigan EQ larining ishonchliligini hisoblash.....	64
5.1. Tiklanadigan tizimlarning ishonchliligini hisoblash.....	64
5.2. Integral tenglamalar usuli.....	64
5.3. Differensial tenglamalar usuli.....	65

5.4.	Markov modellari yordamida zaxiralanuvchi tiklanuvchi EQ larini ishonchlilik ko‘rsatkichlarini hisoblash.....	68
5.5.	Tiklanadigan EQ larning ishonchliligini hisoblashning yaqinlashtirilgan usuli.....	71
6 bob.	EQ larning dasturiy ta’minotining ishonchliligi.....	75
6.1.	Dasturiy ta’minot ishonchliligini asosiy tushunchalari.....	75
6.2.	Dasturiy ta’minotning buzilish sabablari.....	76
6.3.	Dasturlarning ishonchliligini ta’minlash va oshirish usullari.....	78
6.4.	Dasturning ishonchlilik modellari.....	78
6.5.	Dasturga strukturaviy ortiqlik usulini kiritish.....	85
6.6.	Operatsion tizimning aniqligi.....	87
7 bob.	EQ ni ishonchliligini kompleks ta’minlash asoslari.....	90
7.1.	Buzilishga barqaror hisoblash tizimlarini ishlatilishi va xususiyatlari..	90
7.2.	Uzilishdan keyin hisoblash jarayonini avtomat ravishda tiklash.....	92
7.3.	Buzilishga barqaror EQ ni tashkil etilishga va qo‘llanilishiga misollar	96
7.4.	Optimal zaxiralash masalalari.....	100
8 bob.	Elektronika sohasida qo‘llaniladigan datchiklar.....	108
8.1.	Qattiq jisimli datchiklar kursi axamiyati.....	108
8.2.	Temperaturani o‘lchash datchiklari.....	110
8.3.	Bosimni o‘lchash datchiklari.....	129
8.4.	Tenzodatchiklar va ularni turlari.....	145
8.5.	Ultratovushli datchiklar.....	152
9 bob.	Elektron vositalarga ta’sir qiluvchi omillar, sinashdagi muammolar.....	156
9.1.	Ta’sir va ta’sir qiluvchi faktorlar klassifikatsiyasi.....	156
9.2.	Iqlimiy ta’sir va omillar.....	158
9.3.	Biologik ta’sirlar.....	160
9.4.	Kosmik ta’sirlar.....	164
9.5.	EVlarni sinashdagi muammolar.....	169
10 bob.	Elektron vositalarni sinash nazariyasi asoslari.....	180
10.1.	Elektron vositalarni sinashda ishlatiladigan ba’zi bir ehtimollik nazariyasi tushunchalari.....	180
10.2.	Sinashlardagi tanlash usullari. Asosiy xarakteristikalar.....	188
10.3.	Sinashlarni sinflash.....	192
10.4.	Tajriba va stendlarda sinashlar o‘tkazish.....	203
10.5.	Elektron vositalarni sinash dasturi.....	205
10.6.	Elektron vositalarni sinash uslublari.....	207
10.7.	Elektron vositalar buzilishlari sinflari va ularni tahlil qilish.....	210

11 bob. Elektron vositalarni mexanik ta'sirlarda sinash.....	217
11.1. Mexanik ta'sirlar haqida umumiy ma'lumotlar.....	217
11.2. Elektron vositalardagi titrashlar turlari.....	218
11.3 Elektron vositalarning rezonans chastotalarini aniqlash.....	223
11.4. Titrashga mustahkamlik va titrashga chidamlilik sinovlari.....	226
1-tajriba ishi. Tarmoqlangan strukturali tizimlarning ishonchliligini tekshirish.....	237
2-tajriba ishi. Differensial tenglama usulidan foydalanib mikro-EHM ishonchliligini analiz qilish.....	246
3-tajriba ishi. Kombinatsion sxemalarni testli diagnostikasi.....	255
4-tajriba ishi. Tizimning vaqt intervallarida ishonchliligini modellashtirish..	263
1-amaliy mashg'ulot. Hisoblash mashinalari va tizimlarining ishonchlili miqdoriy tavsifi.....	270
2-amaliy mashg'ulot. Qayta tiklanmaydigan qurilmalarning asosiy bog'lovchi elementlarining ishonchlilik tavsifini hisoblash.....	282
3-amaliy mashg'ulot. Qayta tiklanmaydigan zaxira qurilmalarining ishonchlilik tavsiflarini hisoblash.....	288
4-amaliy mashg'ulot. Yo'llar va tutashishlar usuli ishonchlilikni Hisoblash mantiqiy-extimolli usuli.....	305
5-amaliy mashg'ulot. Hisoblash tizimlarining ishonchliligini hisoblash.....	309
Foydalanilgan adabiyotlar.....	316

Kirish

Ishonchlilik muammolari sistemotexnik keng qamrovli hisoblanadi. Ishlab chiqarish tajribalari va nazariy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, alohida tarqoq holdagi tadbirlar bilan ishonchlilikni oshirish mumkin emas. Tizimga birikkan bir nechta tadbirlarni birgalikda o'tkazish, nafaqat ularning har birini effektini oshirishga balki, yangi sifatli natijalar olish imkonini beradi. Tizimlarning ishonchliligini ta'minlashning effektiv tadbirlarini yaratish g'oyasini aniq tasavvur qilish kerak. Ular ishonchlilikni baholashning ko'plab usullari va ishonchlilikni oshirish tadbirlaridir. Bu usullarni qo'llash orqali ishonchlilikni baholashni aniq tasavvur qilish mumkin.

«Elektron apparatlarni ishonchliligi, sinash usullari va vositalari» darsligining maqsadi-elektron hisoblash vositalarini yuqori darajadagi ishonchliligini ta'minlash bilan bog'liq masalalarni yoritishdir. Darslikda elektron qurilmalarning (EQ) ishonchliligini statistik, strukturaviy va ishlatish modellari asosida baholash, masalalari, dasturiy ta'minotni ishonchlilik masalalari hamda buzilishga barqaror tizimlarini qurish usullari va ishonchliligi, optimal zaxiralash masalalari yoritib berilgan.

1 bob. Elektron qurilmalarining ishonchliligini asosiy tushunchalari, ta'riflari va kriteriyasi

1.1. Ishonchlilikning asosiy tushunchalari va ta'riflari

Elektron qurilmalarni va mikroprotsessordagi tizimlaridan (MPT) foydalanish, ularning ishlashi uchun ishonchlilik yetarli darajada ta'minlanganda amalga oshiriladi. Ishonchlilik masalalariga katta e'tibor berilishining asosiy sabablari:

1) apparatlarning murakkabligini ortishi, murakkab hisoblash mashinalari va tizimlarining paydo bo'lishi;

2) hisoblash mashinalari, tizimlari va apparatlar tarkibidagi elementlarning ishonchlilik darajasining sekinlik bilan o'sishi;

3) apparatlar, tizimlar va hokazolar, tomonidan bajariladigan vazifalarining ortib borishi;

4) ishlatish sharoitlarining og'irlashishidir.

Elektron qurilma va tizimlarning ishonchliligi bir tomondan qurilmalarning ishlash jarayonida buzilishlar, qisqa uzilishlar va xatolar sodir bo'lmasligi bilan aniqlansa, ikkinchi tomondan apparatlar va hisoblash jarayonini tiklanish imkoniyati bilan aniqlanadi. Ishonchlilik nazariyasining asosiy masalalari quyidagilardan iborat:

-element va tizimlar ishonchliligini taxlil qilish usullari;

-ishonchlilik ko'rsatkichlarini necha turda ekanligini aniqlash;

-ishonchlilikni baholashning analitik usullarini ishlab chiqish;

-loyihalashtirish va ishlatish jarayonlarida ishonchlilikni optimallashtirish.

Ishonchlilik nazariyasining asosiy tushunchasi bo'lib, tizimlar tushunchasi hisoblanadi. Tizim tushunchasi bu, elementlar yig'indisi bo'lib, berilgan vazifani bajarish jarayonida o'zaro bog'liq holda ishlaydi. Misol uchun, tizimlar sifatida, hisoblash mashinalari, hisoblash komplekslari, kosmik kemalarning harakatini boshqarishning avtomat tizimi, mikroprotsessordagi tizimlari va boshqalar olinishi mumkin.

Tizimni tashkil qiluvchi ob'yektlar, o'zida tizim elementlarini mujassamlashtirishi kerak. Tizim elementi, tizimning bir qismi bo'lib, u o'zining mustaqil ishonchlilik tavsiflariga ega. Bu tavsiflar hisoblarda ishlatiladi va tizim uchun aniq vazifalarni belgilab beradi.

Tizim elementlariga EQning hisoblash kompleksining mini-mikro elektron qurilmalari va boshqalar misol bo'la oladi. Ushbu elementlarning har birini mayda elementlardan tashkil topgan tizimlar deb qarash mumkin.

Tizimlar va elementlar ikki holatda bo'lishlari mumkin:

1) ishga layoqatli-tizim (element) bunday holatda berilgan vazifasini bajara oladi, bunda me'yoriy texnik hujjatlarda (MTH) belgilangan shartlardan chiqmagan holda berilgan ko'rsatkichlar qiymatini saqlab qolinadi.

1.2. Elektron qurilmalarini buzilishlarining sinflanishi

1 – jadval

Buzilishlar sinflanishi

Sinflanish belgilariga qarab	Sinflanish belgilarining qiymatlari	Buzilish turlari
1	2	3
1. Ob'yekt ko'rsatkichining buzilishgacha bo'lgan o'zgarishlar tavsifi.	Bitta yoki bir nechta ko'rsatkichlarning sakrab (tez-tez) o'zgarishi. Bitta yoki bir nechta ko'rsatkichlarning sekin-asta o'zgarishi.	Tashqi buzilish. Asta-sekin buzilish.
2. Buzilishlarning o'zaro bog'liqligi.	Ob'yekt elementining buzilishi, ob'yektning boshqa elementlarining buzilishlariga bog'liq emas.	Elementning boshqalarga bog'liq bo'lmagan buzilishi.
3. Buzilishning kelib chiqishi.	Ob'yekt elementining buzilishi ob'yektning boshqa elementlari buzilishiga bog'liq. Konstruktsiya usullari va me'yorlarining buzilishi.	Elementning boshqalarga bog'liq bo'lgan buzilishi. Konstruktsiya buzilishi.

4. Ishga layoqatsiz holatning qat'iyliigi (buzilishning ta'siri).	Ta'mirlash, ishlash jarayonlarini buzilishi.	Ishlab chiqarishdagi buzilish.
	Ob'yektni ishlatish sharoitlarining buzilishi.	Ishlatishdagi buzilish.
	Ishga layoqatsizlikni qat'iy saqlanishi.	Qat'iy buzilish.
	Ishga layoqatsizlik qisqa muddat saqlanadi, keyin bartaraf etiladi.	O'zini-o'zi bartaraf etuvchi buzilish (qisqa uzilish).
	Bir xil tavsifdagi ishga layoqatsizlik ko'p karra qaytariladi.	Ko'p marotaba o'zini-o'zi to'g'rilovchi (tuzatuvchi) buzilish.

2) ishga layoqatsiz-tizimning bu holatida berilgan vazifani bajarish uchun kerakli biror bir ko'rsatkich qiymati me'yoriy texnik hujjatlarda belgilangan (MTH) shartlar buzilganda sodir bo'ladi.

Tizimning ishga layoqatli holatning buzilishidagi voqealar ya'ni, tizimning ishga layoqatli holatidan ishga layoqatsiz holatiga o'tishi buzilish deb ataladi.

Ob'yektlarning buzilishi ko'pgina belgilariga qarab sinflanadi, misol uchun, kelib chiqish tavsifi, tashqi hodisalarga bog'liq holda, topish usullari bo'yicha va hokazolar.

Aniq bir ob'yektning ishonchliligi taxlil qilinganda, undagi buzilishni sinflanishiga qarab buzilish sababini aniqlash va ishonchliligini oshirish yo'llarini topish imkoniyati paydo bo'ladi. Shuni qayd etish kerakki, elektron qurilmalar va mikroprotessorlar tizimlarini buzilishning umumiy hajmini ko'proq qismi qisqa uzilishlarga, ya'ni o'z-o'zidan yo'qoluvchi buzilishlarga to'g'ri keladi.

MTPning yoki hisoblash mashinasining mantiqiy elementini qisqa uzilishi, ushbu elementning ko'zda tutilgan holati hisoblanadi va qisqa uzilishdan keyin ishga layoqatli holat o'z-o'zidan tiklanadi (ta'mirlash amalga oshirilmasdan). Qisqa uzilishlar qisqa vaqtli buzilishni keltirib chiqaradi. Bu EQLar uchun xavfli

bo'lib, tizimning to'g'ri ishlashini buzilishi va axborotni xato bo'lishiga sabab bo'ladi.

Ishga layoqatlilik va buzilish tushunchalari asosida ishonchlilik tushunchasi shakllanadi.

Standartlashtirilgan asosiy ishonchlilik ko'rsatkichlarining ta'rifi

Ishonchlilik – bu ob'yektning xususiyati bo'lib, (MPT va vositalari, EQ), u barcha ko'rsatkichlar qiymatlarini vaqt mobaynida belgilangan me'yorlarda saqlab turuvchi hamda talab etilgan vazifani bajarish qobiliyatini tavsiflovchi, berilgan holatlar, qo'llash usullari, texnik xizmat ko'rsatish, ta'mirlash va saqlashni bildiruvchi xususiyatdir.

Ishonchlilik kompleks xususiyat bo'lib, u o'zida buzilmaslik, ta'mirlashga layoqat va saqlanishni mujassamlashtiradi.

Buzilmaslik – bu, bir qancha vaqt yoki bir qancha ishlash vaqti mobaynida tizimlar yoki elementning ishga layoqatli holatini uzluksiz saqlash xususiyati.

Ishlash muddati deganda tizimning ishlash vaqtining umumiy hajmi tushuniladi.

Saqlanish - (ya'ni buzilishga barqarorlik va ta'mirlanish ko'rsatkichlarini saqlanishi) bu tizimning doimiy ishga layoqatli holatini butun saqlanish vaqti davomida yo'qotmasligi.

Ta'mirlashga yaroqlilik bu tizimning yoki elementning ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatish yo'li bilan buzilishlar sodir bo'lish sabablarini topish va bartaraf etish xususiyati.

Ob'yekt buzilganda qanday qaror qabul qilinishiga qarab, tiklanadigan va tiklanmaydigan ob'yektlarga ajratish mumkin.

Shunday qilib, ishonchlilik tushunchasi fundamentalligini, u element va tizimlarni texnik ishlatishning barcha tamonlarini qamrab olishini ko'rishimiz mumkin. O'z navbatida effektivlik tushunchasini uning katta qismini tashkil etadi.

Effektivlik deganda, tizim tomonidan berilgan vazifani talab darajasida sifatli bajarilish xususiyati tushuniladi.

1.3. Ishonchlilikni oshirish usullari va vositalari

Hozirgi vaqtda hisoblash tizimlari va mikroprotsessor tizimlarining ishonchliligini oshirishning bir nechta asosiy usulini ajratish mumkin.

1. EQLarida birinchi navbatda ishonchlilik yuqori darajali ishonchlilikka ega bo'lgan elementlardan foydalanish hisobiga amalga oshiriladi, bu EQLarida integral sxemalarni (buzilish intensivligi 10^{-6} - 10^{-8} 1/soatli IS lar), qo'llash, optikaviy elementlardan foydalanish hamda yangi turdagi bosma platalar tadbiq etish va boshqalar hisobiga erishiladi.

2. Ishonchlilikni oshirishning ikkinchi usuli, elementlarni optimal tartibda ishlashini ta'minlashdir. Bunda issiqlik, mexanik va ratsional yo'qlanishlar tartibidagi koeffitsientini tanlash katta ahamiyatga ega. Tartiblar qurilmaning konstruktiv tuzilishiga, qabul qilingan texnik yechimga bog'liq bo'lib, ularni loyihalashtirish jarayonida hisobga olish lozim.

3. Elektron qurilmalar va tizimlarini ishonchliligini oshirishning effektiv vositalari, ortiqchalik va zaxiralashni kiritishdir. Zaxiralash bu ob'yektning bitta yoki bir nechta elementi buzilgan holda ham to'g'ri ishlash layoqatini saqlab qolish uchun, qo'shimcha vositalarni qo'llashdir. Zaxiralashni bir qancha turlari qo'llaniladi: strukturaviy, vaqtinchalik, funksional, axborotli va dasturiy.

4. Ishonchlilikni oshirishning effektiv usuli buzilgan qurilmani tiklashdir. Bu yerda buzilishni aniqlash va buzilgan elementni qidirish bilan bog'liq bo'lgan masalalarni yechish lozim. Diagnostika qilishning effektivligini oshirish uchun avtomatlashtirilgan nazorat tizimlaridan foydalaniladi.

Ishonchlilikni oshirish vositalarining biri tiklanish vaqtini qisqartirish hisoblanadi. Tiklanish vaqtining qisqartirish loyihalashtirilayotgan konstruktsiyani ta'mirlashga bo'lgan layoqati bilan aniqlanadi. Hozirgi vaqtda qurilmalarni qurishning modulli-bloklar tamoyilidan keng foydalaniladi, bunda buzilgan elementni almashtirish butun bloklarni almashtirish yo'li orqali amalga oshiriladi. Yechib olingan bloklar esa maxsus nazorat o'lchov vositalari yordamida qayta tiklanadi.

5. EQ va MPT larini ishonchliligini oshirishni ta'minlash uchun dasturiy ta'minotni ishonchliligini ta'minlash zarur. Dasturiy ta'minotni ishonchliligini ta'minlashni oshirish uchun dasturlarni zaxiralash va hisoblash jarayonini to'g'ri bajarilayotganini nazorat qilishning avtomatlashtirilgan vositalaridan foydalaniladi. Tizimda avtomatlashtirilgan nazoratni mavjudligi, tizimning tayyorligini oshirish va EQlariga xizmat ko'rsatishni oshirishni ta'minlaydi.

6. EQlarda yuqori ko'rsatkichlarga erishishining istiqbolli yo'llaridan biri, ularda o'zini-o'zi tekshiruvchi funktsional diagnostika qilish vositalaridan foydalanish, o'zini-o'zi tekshiruvchi qurilmalarni va buzilishga barqaror tizimlarni yaratishdadir.

7. Yuqorida sanab o'tilganlardan kelib chiqadiki, nazorat va diagnostika qilishga alohida e'tibor berish kerak. EQlarini elementlarining ishonchliligini taxlil qilish shuni ko'rsatadiki, barcha buzilishlarning 40-45% loyihalashtirish jarayonida yo'l qo'yilgan xatolar oqibatida sodir bo'ladi, 20% ishlab chiqarishda qo'yilgan xatolar hisobiga, 30% noto'g'ri ishlatish va 5-10% tabiiy eskirish hisobiga sodir bo'ladi.

EQning yashash sikli davomida ishonchliligini ta'minlashning asosiy usullarini ko'rib chiqamiz. Ular ishonchlilikni ta'minlash dasturiga kiritilgan bo'lishi mumkin:

- 1) texnik masalani tuzish bosqichi bu bosqichda tizimga yaqin bo'lgan tizimlar haqidagi barcha ma'lumotlarni yig'ish hamda EQlarini qo'llanish sharoitlari haqidagi axborotlarni va unga qo'yiladigan talablarni o'rganish kerak;
- 2) homaki loyihalash bosqichi bu bosqichda loyihalashtirilayotgan tizimning element bazasi, arxitekturasi, strukturasi tanlanadi va tizimni tashkil qilishning taxminiy ishonchliligi hisoblanadi. Ishonchliligi yetarli bo'lmagan qurilmalarning zaxiralash yechimi qabul qilinadi hamda unga texnik xizmat ko'rsatishni tashkil etish usullarini qabul qilinadi. Tizimning avtomat ravishda tiklanishi va

buzilishlarga barqarorlik usullarini tashkil qilish masalalarini tadqiqot qilinadi;

- 3) texnik va ishchi loyihalashtirish bosqichi-avval qabul qilingan texnik yechimlar tekshiriladi va aniqlashtiriladi, bunga asos qilib, ishonchlilik olinadi. U hisoblar, modullarda, maketlarda, namuna va ishlab chiqarish nusxalari asosida hisoblanadi. Dasturiy ta'minot ishlanadi va testlarda uni tekshiriladi;
- 4) ishlab chiqarish bosqichi bu yerda texnik nazorat asosiy hisoblanib, u barcha ishlab chiqarish jarayonini o'ziga qamrab oladilar;
- 5) ishlatish bosqichi-bunda nazorat va tashqi muhitga tegishli shartlarni to'liq ta'minlash, xizmat ko'rsatuvchilarni malakasini oshirish, texnik xizmat ko'rsatishni tashkil qilish va ko'rsatilgan tartibda ta'mirlashni amalga oshirish kerak.

Ishlatish jarayonida apparatning va dasturiy ta'minotning buzilishlari haqida ma'lumotlar to'planadi. Bu ma'lumotlar apparatni yaratganlarga buzilish sabablarini bartaraf etish va ishonchlilik hisoblarining boshlang'ich axborotlarini aniqlashtirish uchun beriladi.

1.4. Elektron qurilmalarni (EQ) ehtimollik ta'rifi.

Ishonchlilik ko'rsatkichlari

Ishonchlilik ko'rsatkichlari bitta yoki bir nechta xususiyatlar tavsiflari bilan aniqlanadi va ular tizimning ishonchliligini tashkil etadi.

Tizim va elementlarning buzilishi yoki vaqtincha uzilishi tasodifiy hodisa hisoblanadi. Shu sababli ishonchlilikni tadqiqot qilishda ehtimollik nazariyasi va matematik statistikadan asosiy vosita sifatida foydalaniladi. Bundan kelib chiqadiki, ishonchlilik ko'rsatkichlari, bu ehtimollik ko'rsatkichlari demakdir.

Ko'proq qo'llaniladigan tavsiflar qatoriga quyidagilar kiradi:

- ◆ ma'lum vaqt oralig'ida buzilmay ishlash ehtimolligi (BIE) - $R(t)$;
- ◆ birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti- $T_{o'r.}$;
- ◆ buzilishgacha ishlashi- $t_{o'r.}$;

- ◆ buzilish chastotasi- $a(t)$;
- ◆ buzilish intensivligi- $\lambda(t)$;
- ◆ buzilish oqimining ko'rsatkichlari- $w(t)$;
- ◆ tayyorlik funktsiyasi- $K_t(t)$;
- ◆ tayyorlik koeffitsienti- K_t ;
- ◆ operativ tayyorlik koeffitsienti- K_{ot} ;
- ◆ ishlamay turib qolish koeffitsienti- K_{it} .

Ishonchlilikning sonli tavsiflarini tanlash ob'yektining turiga bog'liq-tiklanadigan yoki tiklanmaydigan.

Tiklanuvchi ob'yektlar (EQ, ularning qism tizimlari, elementlar) deb o'z vazifasini bajarish jarayonida ta'mirlashni imkoniga ega bo'lgan ob'yektlarga aytiladi. Agar ob'yektda buzilish sodir bo'lsa, bunday ob'yektlar buzilish bartaraf etilguncha bo'lgan davrgagina ishlashni to'xtatib turadi. Bunday mahsulotlarga EHM, televizor, avtomobil va boshqalar kiradi.

Tiklanmaydigan ob'yektlarda esa, o'z vazifasini bajarish vaqtida ta'mirlash ishlarini olib borishi mumkin emas. Agar bunday ob'yektlarda buzilish sodir bo'lsa, ularda bajarilayotgan amal to'xtaydi. Lekin ob'yektdagi buzilishni bartaraf etish imkoni bo'lsa, bajarilayotgan amalni qaytadan boshlashga to'g'ri keladi. Bunday ob'yektlarga bir marotaba ishlatiladigan (raketalar, boshqariladigan snaryadlar, yerning sun'iy yo'ldoshlari) kiradi, bundan tashqari ko'p marta foydalaniladigan ob'yektlar (havo xavfsizligini ta'minlovchi tizimlar, havodagi harakatni boshqarish tizimlari va boshqalar) kiradi.

1.5. Tiklanmaydigan ob'yektlarning ishonchlilik ko'rsatkichlari

Buzilmay ishlash ehtimolligi $P(t)$ -tiklanmaydigan ob'yektning t vaqti mobaynida buzilishgacha bo'lgan ishlashining ehtimolligini bildiradi (buzilishgacha ishlash vaqti kalendar vaqt sifatida ifodalanishi, ishlash siklining soni sifatida ifodalanishi mumkin). Ko'rsatkichlar quyidagi xususiyatlarga ega:

1. $P(0)=1$ -(ob'yekt ishlashni boshlashdan oldin ishga layoqatli deb qaraladi);

$\lim_{t \rightarrow \infty} P(t) = 0$ -(ob'yeckt cheksiz uzoq vaqt mobaynida o'zining ishlash qobiliyatini saqlay olmaydi deb qaraladi).

2. $dP(t)/dt \leq 0$ -(ob'yeckt buzilishdan so'ng o'zidan-o'zi tiklanmaydi deb qaraladi. Tiklanadigan ob'yektlar uchun xizmat ko'rsatuvchilar tomonidan bu ko'rsatkichdan foydalanilmaydi).

t -ushbu vaqt mobaynida buzilmay ishlash ehtimolligi aniqlanadi. Buzilmay ishlash ehtimolligi (BIE) buzilishlar to'g'risidagi statistik ma'lumotlarga ko'ra quyidagi ifodalar orqali baholanadi:

$$P(T = (N_0 - n(t))/N_0)$$

bunda N_0 -sinash boshlanishidan oldingi ob'yektlar soni;

$n(t)$ - t vaqt mobaynida buzilgan ob'yektlar soni;

$P(t)$ -BIE ligini statistik bahosi.

Amalda qulay tavsif buzilish ehtimolligi hisoblanadi.

Buzilish ehtimolligi $Q(t)$ -tasodifiy buzilishgacha bo'lgan vaqt, berilgan t vaqtdan kichiklik ehtimoli. Buzilish va buzilmay ishlash o'zaro mos kelmaydigan va o'zaro teskari hodisa, shu sababli $Q(t) = 1 - P(t)$ (BIE ligi birgacha $Q(t) = 1 - P(t)$ buzilish ehtimolligi deyiladi), statistik buzilish ehtimolligi

$$Q(T) = n(t) / N_0 \text{ ga teng.}$$

$Q(t)$ -funktsiyasi vaqtning taqsimlash funktsiyasi bo'lib,

$F(t)$ ga mos keladi.

$$Q(t) = F(t) \int_0^t f(x) dx.$$

$f(x)$ -buzilishgacha bo'lgan taqsimlanish vaqtining zichlik funktsiyasi.

Unda ishonchlilik ko'rsatkichi:

$$Q(t) = 1 - P(t) = 1 - \int_0^t f(x) dx = \int_0^{\infty} f(x) dx \text{ bo'ladi.}$$

Ishonchlilik ko'rsatkichi sifatida funktsional bog'liqlik $P(t)$ dan foydalanish noqulay. Shu sababli odatda texnik shartlarda (TSH) alohida $P(t)$ funktsiyasining t qiymatlardagi koordinatalari (bitta yoki ikkita) beriladi. Ular me'yoriy qatordan tanlanadi $t = 100, 500, 1000, 2000, 5000, 10000$.

Buzilish chastotasi-taqsimlanish vaqtining zichligini buzilmay ishlashini yoki buzilmay ishlash ehtimoligining darajasini ko'rsatadi.

Shunga ko'ra $a(t) = Q'(t) = -P'(t)$ bo'ladi.

Kattaligini aniqlash uchun quyidagi statistik baholashdan foydalaniladi:

$$a(t) = n(\Delta t) / N_0 * \Delta t,$$

bu yerda $n(\Delta t)$ - $t - \Delta t/2$ dan $t + \Delta t/2$ gacha vaqt oralig'ida ob'yektning buzilishlari soni; N_0 -sinov boshlanishidagi ob'yektlar soni.

Buzilish chastotasi orasida, buzilmay ishlash ehtimolligi va buzilish sodir bo'lishning ehtimolligi orasida bog'liqlik mavjud.

$$Q(t) = \int_0^t a(t) dt$$

$$P(t) = 1 - \int_0^t a(t) dt$$

Buzilish intensivligi $\lambda(t)$ -buzilish sodir bo'lishi jarayonini intensivligini ko'rsatadi. Ushbu ehtimollik tavsifini baholash quyidagi ifoda orqali amalga oshiriladi.

$$\lambda(t) = a(t) / P(t).$$

$\lambda(t)$ kattalikni aniqlash uchun quyidagi statistik baholashdan foydalaniladi.

$$\lambda(t) = n(\Delta t) / N_{or} * \Delta t.$$

$N_{or} = (N_i + N_{i+1}) / 2 - \Delta t$ vaqt oralig'ida to'g'ri ishlaydigan elementlarning o'rtacha soni.

Buzilish intensivligi va buzilmay ishlash ehtimolligi quyidagi bog'liqlik orqali o'zaro bog'langan.

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$$

Agar $\lambda(t) = \lambda = \text{const}$, bo'lsa, unda

$$P(t) = e^{-\lambda t} \text{ va } a(t) = \lambda * e^{-\lambda t}$$

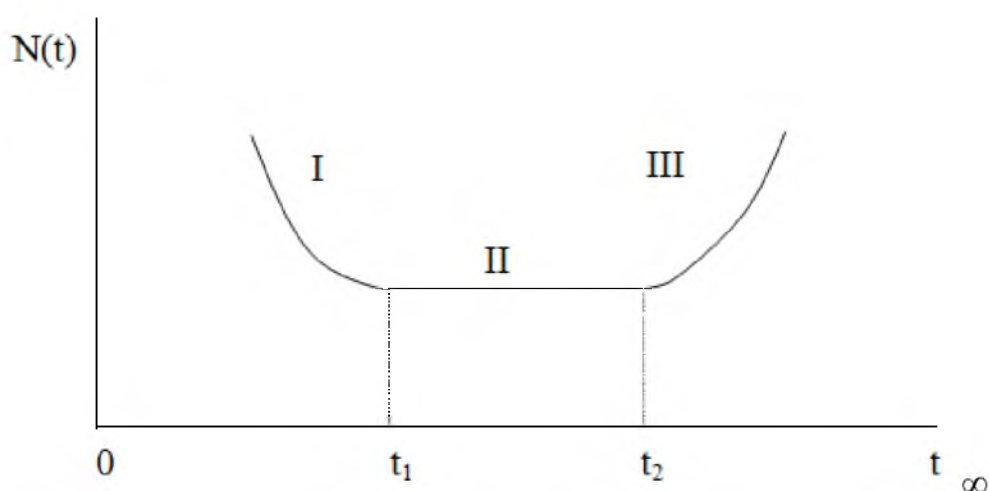
Ushbu tenglama buzilmay ishlash vaqtini eksponensial taqsimlanishini tavsiflaydi.

Yuqori ishonchlilikka ega bo'lgan tizimlar uchun $P(t) \geq 0,99$ bo'lsa, unda $a(t) \approx \lambda(t)$ bo'ladi.

EQlarini ishlatish tajribasi shuni ko'rsatadiki, $\lambda(t)$ buzilish intensivligini t vaqt mobaynida o'zgarishi 1-rasmda keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turganidek funktsiyani uchta qismga ajratish mumkin.

Birinchi (I) qismda $0-t_1$ buzilish intensivligi yuqori va vaqt o'tishi bilan kamayadi. Bu qismda ishlab chiqarishning qo'pol kamchiliklari aniqlanadi va ushbu qism 1-intensiv buzilishlar qismi deb nomlanadi.

EQ bloklari uchun bu qismi o'nlab, gohida yuzlab soatga bo'linadi.



1-rasm. Vaqt mobaynida $\lambda(t)$ buzilish intensivligining o'zgarishi

Ikkinchi (II) qism t_1-t_2 . Bu qismda buzilish intensivligi me'yoriy ishlashda doimiy qiymatga ega ekanligi bilan tavsiflanadi. Bu qismning davomiyligi mingga mos keladi va ming soatga bo'linadi.

Uchinchi (III) qismda $t_2-\infty$ elementlarning uzoq muddat ishlashi (qarishi) hisobiga buzilish intensivligi oshib boradi. Apparatlar t_2 vaqtga yetib borsa ularni ishlatishdan olib tashlab yuborish mumkin.

Buzilishgacha ishlashning o'rtacha vaqti (buzilmay ishlashning o'rtacha (vaqti)-ob'yektni birinchi buzilishgacha bo'lgan ishlashning matematik ifodasi hisoblanadi.

$$T_{or} = M[T] = \int_0^{\infty} t * f(t) dt = - \int_0^{\infty} t * dP(t) = -t dP(t) \Big|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (1.1)$$

$$T_{or} = M * t = \int_0^{\infty} t * f(x) dx = -t * dP(t) \Big|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} P(x) dx \quad (1.2)$$

Agar $t=0$, hamda $t \rightarrow \infty$ bo'lsa (1.2) birinchi a'zo nolga intiladi, shunda noaniqlik hosil bo'ladi $\lim t * P(t)$ amalda uchrovchi funktsiya $P(t)$ nolga intiladi. Bundan kelib chiqadiki:

$$T_{or} = \int_0^{\infty} P(t) dt \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Ekspontensial qonun uchun buzilmay ishlash vaqtining taqsimlanishi:

$$T_{or} = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = 1/\lambda \text{ bo'ladi.}$$

Buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashini aniqlash uchun quyidagi statistik baholashdan foydalaniladi:

$$T_{or} = \sum_{i=1}^{N_0} t_i / N_0,$$

Bunda t_i -elementning buzilmay ishlash vaqti, N_0 -sinalayotgan ob'yektlar soni.

Shunday qilib ko'rib chiqilgan tavsiflar tiklanmaydigan ob'yektlarning ishonchliligini baholashga to'liq imkoniyat beradi. Bundan tashqari ular tiklanadigan ob'yektlarni birinchi buzilishgacha ishonchliligini baholash imkonini ham beradi. Bir nechta kriteriyalarning mavjudligi ularning barchasi bo'yicha ob'jekt ishonchliligini baholash kerak degani emas.

Buzilish intensivligi-oddiy elementlar ishonchliligini tavsiflash uchun qulay, chunki ular murakkab tizimlar ishonchliligini sonli tavsiflarini hisoblash imkonini beradi.

Ko'proq ishonchlik ko'rsatkichlarini maqsadga muvofiq keladigani bu buzilmay ishlash vaqtidir. Buzilmay ishlash ehtimolligini quyidagi xususiyatlari bilan tushuntiriladi:

1. U tizimning umumiy tavsiflari tarkibiga ko'paytuvchi sifatida kiradi, misol uchun, effektivlik va narxi;

2. Ishonchlilikni vaqt bo'yicha o'zgarishini tavsiflaydi;
3. Tizimni loyihalashtirish jarayonida hisoblash yo'li bilan olinishi mumkin va uni sinash vaqtida baholanadi.

1.6. Tiklanadigan ob'yektlar ishonchlilik ko'rsatkichlari

Tiklanadigan ob'yektlar ishonchlilik bo'lib: buzilish oqimining ko'rsatkichi, buzilishgacha ishlash vaqti, tayyorlik koeffitsienti, tiklanish intensivligi hisoblanadi.

Buzilish oqimining ko'rsatkichi-buzilgan ob'yektlar sonining vaqt birligidagi sinalayotgan ob'yektlar soniga nisbati bo'lib, ishdan chiqqan mahsulotlar to'g'ri ishlaydigani bilan almashtiriladi (yangi yoki ta'mirlanganlariga).

Statistik jihatdan bu ko'rsatkich quyidagi formula orqali baholanadi:

$$\Delta W(t) = n(t)/N \cdot \Delta t$$

$$W(t) = n(t)/N \cdot t$$

Bunda $n(\Delta t)$ - $t-\Delta t/2$ dan $t+\Delta t/2$ vaqt oralig'ida buzilgan namunalar soni; N -sinalayotgan namunalar soni, Δt -vaqt oralig'i.

Buzilmay ishlash vaqtining taqsimlanish qonuniga bog'liq bo'lmagan holda har qanday vaqt birligi uchun buzilish oqimining ko'rsatkichi, buzilish chastotasidan katta, ya'ni $w(t) > a(t)$.

Tiklanish intensivligi quyidagicha hisoblanadi.

$$\mu = 1/t_v$$

Buzilishgacha ishlash vaqti - qo'shni buzilishlar orasidagi vaqtning o'rtacha qiymatidir.

Bu tavsif buzilish haqidagi statistik ma'lumotlarga ko'ra quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$t_{or} = \left(\sum_{i=1}^n t_i \right) / N_0$$

$t_{i-(i-1)}$ va i buzilishlar oralig'ida mahsulotni to'g'ri ishlash vaqti; n -qandaydir t vaqtdagi buzilishlar soni;

Buzilishgacha bo‘lgan ishlash vaqti ishonchlilikni amalda qo‘llaniladigan tavsifidir.

Buzilishlar oqimi ko‘rsatkichi va buzilishgacha bo‘lgan ishlash vaqti ta‘mirlanadigan mahsulotlarning ishonchliligini tavsiflaydi va uni tiklash uchun kerak bo‘ladigan vaqtni hisobga olmaydi. Shu sababli ular mahsulot kerakli vaqtda o‘z vazifasini bajarishi uchun tayyorligini tavsiflamaydi. Shu sababli tayyorlik koeffitsienti va majburiy to‘xtash koeffitsienti tayyorlik koeffitsienti (KT) kriteriyalari kiritiladi, agar buzilishdan tashqari tiklanish vaqtini hisobga olish kerak bo‘lsa, ishonchlilik ko‘rsatkichi sifatida ushbu koeffitsientdan foydalaniladi.

Tayyorlik koeffitsienti-ixtiyoriy berilgan vaqt t mobaynida ob‘yekt ishga layoqatli holatda ekanligining ehtimolligidir (rejalashtirilgan davrdan tashqari, vaqtda ob‘yektning maqsadli qo‘llanilishi nazarda tutilmaydi).

$$KT = t_{o'r} / (t_{o'r} + t_{tik})$$

$$\mu = 1 / t_{tik}$$

$$T_{tik} = 1 / \mu$$

$T_{o'r}$ -buzilishgacha bo‘lgan ishlash vaqti

T_{tik} -tiklanishning o‘rtacha vaqti.

Majburiy to‘xtab turish koeffitsienti deb, tiklanish vaqtining buzilishgacha bo‘lgan ishlash vaqti yig‘indisi va bitta kalendar muddati tiklanish vaqtining nisbatiga aytiladi.

$$K_{T,T} = t_{tik} / (t_{o'r} + t_{tik})$$

Tayyorlik koeffitsienti va majburiy to‘xtab turish koeffitsienti quyidagi formula orqali bog‘langan.

$$K_{T,T} = 1 - KT.$$

Tezkor tayyorlik koeffitsienti ($K_{T,Tay}$)-ob‘yekt rejalashtirilgan davrdan tashqari ixtiyoriy vaqt mobaynida ishga layoqatli holatda bo‘lib, qolish ehtimolligi. Bunda ob‘yektning maqsadli qo‘llanilishi nazarda tutilmagan bo‘ldi va shu lahzadan boshlab berilgan vaqt oralig‘i mobaynida buzilmay ishlaydi.

$$K_{tez.tay} = T_{o'r} / (T_{o'r} + T_{tik}) * R(t_x, t)$$

Agar $P(t_x, t)$ -tizimning (t_x, t_{x+1}) vaqt oralig'ida buzilmay ishlash ehtimolligi, agar tizim t_x vaqt lahzasida ishga layoqatli bo'lsa.

Ishonchlilik ko'rsatkichlarini tanlash

Ishonchlilik ko'rsatkichlarini har bir holat uchun shunday tanlash kerakki, ular ob'yektni ishonchlilik tavsiflarini maqsadli yo'nalganligini to'liq ko'rsata olsin. Ishonchlilik ko'rsatkichlarini tanlashning maxsus usullari mavjud. Qisqacha takliflarni keltiramiz [1,9,11]:

1. Agar tiklanmaydigan ob'yekt eng katta berilgan vaqt qismi mobaynida bir karra ishlasa $t_{Ber} \ll T_{oT}$, unda ishonchlilik ko'rsatkichi sifatida berilgan vaqt mobaynida buzilmay ishlash ehtimolligini $R(t_{Ber})$ tanlash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Bu ko'rsatkich vaqti-vaqti bilan xizmat ko'rsatiladigan EQLari va ularning tizim qismlarida ishlatiladi, misol uchun samolyotlarda, uchish vaqtida ta'mirlash mumkin emas. Bunday hollarda ishonchlilik ko'rsatkichi uchish vaqtida buzilish yo'qligini tavsiflaydi.

2. Agar tiklanmaydigan ob'yektlarning buzilishi xavfli oqibatlarga olib kelmasa va ob'yekt buzilish sodir bo'lguncha ishlatilsa, unda uning ishonchliligini buzilishgacha bo'lgan o'rtacha vaqt T_{oT} bilan tavsiflash maqsadga muvofiq bo'ladi.

3. Agar tiklanmaydigan ob'yekt buzilish intensivligining doimiyligi bilan tavsiflansa ishonchlilik sifatida uning qiymati λ dan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Bu ko'rsatkichdan tiklanmaydigan elektron qurilmalarni (IS va KIS lar) tavsiflash uchun foydalaniladi.

4. Agar tiklanuvchi ob'yektning tiklanish vaqti buzilmay ishlash vaqtidan kichik bo'lsa, u holda $w(t)=\text{konstanta}$ bo'lganda $w(t)$ va T_{oT} ishonchlilik ko'rsatkichidan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Buzilish oqibati og'ir qiyinchiliklar keltirib chiqaruvchi yuqori ma'suliyatli boshqarish hisoblash mashinalari va tizimlarida tiklanish vaqti tez amalga oshirilishiga qaramay, ishonchlilik ko'rsatkichi sifatida buzilish oqimi ko'rsatkichi

yoki buzilishgacha ishlash vaqtidan T_{0T} (agar $w(t)=\text{konstanta}$) foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

5. Agar tiklanuvchi ob'jektning foydali ish vaqti sezilarli qiymatga ega bo'lsa, ishonchlilik ko'rsatkichi sifatida tayyorlik koeffitsientidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bu ko'rsatkich XT va Hisoblash markazlari (HM lar) katta qiymatga ega, chunki mashina vaqtini yo'qotish katta ahamiyatga ega.

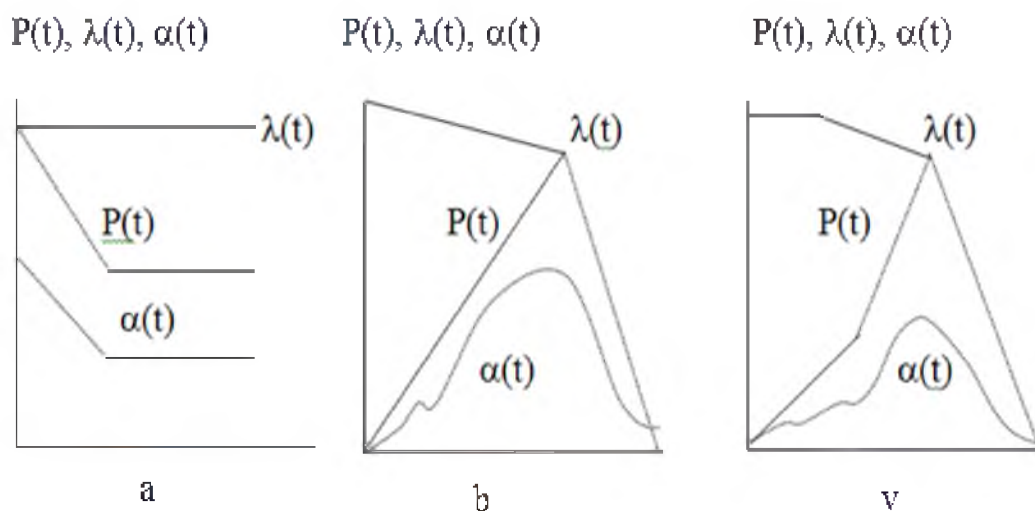
6. Agar amalni bajarish davrida ob'jektning buzilmay ishlashi katta ahamiyatga ega bo'lsa, unda ishonchlilik ko'rsatkichi sifatida tezkor tayyorlik koeffitsientidan foydalaniladi.

1.7. EQLarini ishonchlilik ko'rsatkichlarining taqsimlanish ehtimollik qonuni

Yuqorida ko'rilgan ifodalardan ko'rinib turibdiki, ishonchlilik tavsiflarini sifatli baholashda, birinchi buzilishgacha ishlashdan tashqari barcha tavsiflar vaqt funktsiyalaridir. Apparat elementlari uchun ikkita qo'shni buzilishlar orasidagi vaqt uzluksiz tasodifiy kattalik bo'lib, u ba'zi taqsimlanish qonunlari orqali tavsiflanadi. EQLarini ishonchliligini tadqiqot qilishda, buzilmay ishlash vaqtining taqsimlanish qonuni: eksponensial, me'yoriy, Relle, Gamma, Veybolla, binominal, Puasson va boshqalar.

Bu usullarning eksponensial, me'yoriy va Relle qonunlari keng qo'llaniladi.

Ushbu qonunlar uchun ishonchlilikni miqdoriy tavsiflarini ko'rsatuvchi oddiy bog'liqliklarni ko'rib chiqamiz.



2 - rasm. Taqsimlash ko'rsatkichi

a) eksponensial taqsimlanishi (eksponensial qonun).

$$P(t) = e^{-\lambda t}$$

$$A(t) = e^{-\lambda t}$$

$$\lambda(t) = a(t)/P(t) = 1/T$$

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

λ -eksponensial taqsimlanish ko'rsatkichi.

b) Relle taqsimlanishi.

$$P(t) = e^{-t^2}/2\delta^3$$

$$A(t) = 1/\delta^2 * e^{-t^2}/2\delta^2$$

$$Q(t) = 1 - e^{-t^2}/2\delta^2$$

$$\lambda(t) = a(t)/P(t) = t\delta^2$$

δ -Relle taqsimlanish ko'rsatkichi.

v) Me'yoriy taqsimlanish.

$$P(t) = [1 - 1/(2\pi)^2] * \int_0^t e^{-(x-t)^2/2\delta^2}$$

$$A(t) = 1/(2\pi)^2 \delta * e^{-(t-t_1)^2/2\delta^2}$$

T_1 va δ - me'yoriy taqsimlanish ko'rsatkichi $\delta \ll T_1$.

Eksponensial qonun uchun buzilish intensivligi doimiy bo'ladi $\lambda = \text{const}$. Tizim va elementlar uchun bu qonunni qo'llashda ularning ishlash davri va eskirish qismini hisobga olmasa ham bo'ladi.

Ekspontensial taqsimlanish qonunidan farqli me'yoriy taqsimlanishdan, tizim va elementlarning eskirishi hisobiga olinadi, buzilish intensivligi $\lambda(t)$ kattalashadi.

1-misol.

Ekspontensial taqsimlanish (ko'rsatishli) uchun EQning ishonchlilik tavsifini aniqlaymiz.

Tizimning buzilishgacha bo'lgan ishlashi ekspontensial qonun orqali $\lambda=0,001$ 1/soat ko'rsatkichi bilan ifodalansin.

$T=50$ soat uchun $P(t)$, $Q(t)$, $a(t)$, $T_{o'r}$ kattaliklarni aniqlaymiz (BIV, buzilish ehtimolligi, buzilish chastotasi, buzilishgacha o'rtacha ishlash).

yechim:

$$P(50) = e^{-0,01 \cdot 50} = e^{-0,5} = 0,607$$

$$Q(50) = 1 - P(50) = 0,393$$

$$T_{o'r} = 1/\lambda = 100 \text{ soat}$$

$$A(t) = 0,01 \cdot e^{-0,01 \cdot 50} = 0,00607 \text{ 1/soat}$$

2 -misol. (Rele taqsimlanishi).

Agar $\delta=10$ soat bo'lsa $t=50$ soat uchun $P(t)$, $Q(t)$, $a(t)$, $T_{o'r}$, $\lambda(t)$ kattaliklarini aniqlaymiz.

yechim:

$$P(50) = e^{-2500/20000} = e^{-0,125} = 0,88$$

$$Q(50) = 1 - P(50) = 0,12$$

$$Q(50) = 50/1000 \cdot e^{-2500/20000} \cdot 0,005 \cdot 0,08 = 0,044 \text{ 1/soat}$$

$$\lambda(50) = 50/10000 = 0,005 = 0,005 \text{ 1/soat}$$

$$T_{o'r} = (\pi/2)\delta = (\pi/2)^{-2} 100 = 126 \text{ soat}$$

Savollar:

1. «Ishonchlilik», «buzilmaslik», «saqlanish» tushunchalariga ta'rif bering.
2. EQLari ishonchliligining asosiy nazariy masalalariga nimalar kiradi?
3. EQLarining elementlari va qurilmalari qanday holatlarda bo'lishi mumkin?
4. "Buzilish" va "qisqa muddatli uzilish" tushunchalari nimadan iborat?
5. EQLar ishonchliligini oshirishning qanday yo'llari mavjud?
6. EQ ishonchliligini baholashning qaysi sonli (miqdoriy) ko'rsatkichlaridan keng foydalaniladi?
7. Qanday hollarda ishonchlilik ko'rsatkichi sifatida buzilmay ishlash ehtimolligi $P(t)$ dan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi?
8. EQLarida tiklanadigan qurilmalarga nimalar kiradi?
9. Birinchi buzilishgacha o'rtacha ishlashni nima tavsiflaydi?
10. EQ buzilish intensivligini statistik baholash nima?
11. Tiklanadigan ob'yektlar qanday ishonchlilik ko'rsatkichlarini tavsiflaydi?
12. EQLarining buzilish intensivligi vaqt mobaynida qanday o'zgaradi?
13. Tayyorlik koeffitsienti va to'xtab turish qanday bog'liqlik bilan bog'langan?
14. EQLarining ishonchliligini tadqiqot qilishda, buzilmay ishlash vaqti taqsimlanishining qaysi qonunidan foydalaniladi?
15. Eksponensial taqsimlanishda qaysi ko'rsatkich doimiy bo'lib qolaveradi?

2 bob. Zaxiralangan EQ larini baholash va hisoblash usullari

2.1. Elektron qurilmalarning buzilmasligini baholash uslubi

Loyihalashtirish bosqichida EQLarni va qism tizimlarining ishonchliligini hisoblashdan maqsad:

-texnik yechim qabul qilishda ularning variantlarini taqqoslash;

-tadqiqot qilinayotgan EQLari va uning qismlarining (EQ va uning bloklari) ishonchlilik ko'rsatkichlarini taxminiy bahosini olish;

Ob'yektning ishonchlilik darajasini baholash uchun hisoblash, yaqinlashtirilgan usulda bajariladi, chunki ishonchlilik uchun berilgan axborotlar yaqinlashtirilgan, lekin shunga qaramay ishonchlilikni taqqoslashni hisoblarini aniq usullarda bajarish maqsadga muvofiq bo'ladi. Chunki u yoki bu texnik yechimlarda yaqinlashtirilgan baholash ishonchlilikning farqini ilg'ab ololmaydi.

Elektron qurilmalarining buzilmasligini baholash usuli quyidagilarni o'zida mujassamlashtiradi:

-elementlar turi va tavsiflarini aniqlashtirish;

-ma'lum jadvallar, grafiklar va to'g'irlovchi koeffitsientlarni (tebranish, xarorat, balandlik va xokozalar) yig'ish hisoblash usulini tanlash uchun kerak bo'ladi;

-har bir elementning buzilish intensivligini grafik yoki jadvalga qarab aniqlash;

-maxsulotni buzilish intensivligini aniqlash uchun barcha buzilish intensivliklarini yig'ish.

EQLarini ishonchliligini hisoblash va baholash quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

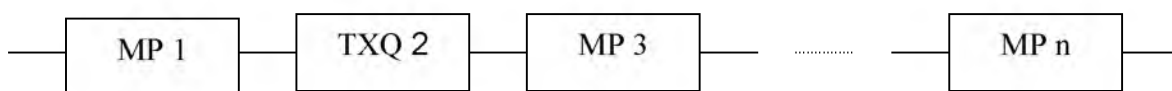
1. Ko'rib chiqilayotgan qurilma va uning tashkil etuvchi qismlari uchun buzilish tushunchasi shakllanadi.

Iшонchlilikni hisoblashni boshlashdan oldin, qurilmanig buzilishi deganda nimani tushinish kerakligini aniq tasavvur qilish kerak. Keyin ishonchlilikni to'g'ri ishlash jarayonida qurilmani elementlari sonini aniqlashtiriladi (bunda faqat elementning buzilishi tizimning buzilishiga olib keladiganlari hisobiga olinadi);

2. Qurilma strukturasi tahlil qilishni asosiy va yordamchi bloklari aniqlanadi;

3. Ishonchlilikni hisoblash sxemasi tuziladi;

Hisoblash sxemasini shunday tuzish kerakki, bunda hisoblash qurilmalarda (zaxirlanmagan tizimlarda), hisoblash struktura sxemasi ulanish turi ketma-ket bo'ladi.



3 - rasm. Ishonchlilikni hisoblashning struktura sxemasi

Agar EQ n-elementlardan tashkil topsa, undagi xar bir element o'z vazifasiga ega. Bundan kelib chiqadiki, agar tizimning biror elementi buzilsa u tizimning buzilishiga olib keladi. Ishonchlilikni hisoblash sxemasi asosiy ulanishlar bo'lib hisoblanadi (3 - rasm).

4. To'satdan buzilishga qarab ishonchlilikni hisoblash usulini tanlash va qurilmaning buzilmasligini baholash amalga oshiriladi;

Hisoblash turiga mos keluvchi hisoblash formulalari tanlanadi va maxsulotni buzilish intensivligini aniqlash uchun jadvaldan elementlarning buzilish intensivligi aniqlanadi.

Zaxirlanmagan tizimlarning konstruktiv ishonchliligini hisoblash buzilish intensivliklarini jamlash orqali amalga oshiriladi.

$$Q(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t)$$

buzilmay ishlashning o'rtacha vaqti esa

$$T_{or} = 1 / \sum_{i=1}^n \lambda_i(t)$$

bo'ladi.

Agar tizim i ta turdagi N_i -elementlardan tashkil topgan bo'lsa va n-tizimdagi xar xil turdagi elementlar soni bo'lsa, unda

$$\lambda_{\text{tiz.}}(t) = \sum_{i=1}^n N_i * \lambda_i(t)$$

bo‘ladi.

n_i -elementlar turlarining soni;

N_i –i turdagi elementlar soni;

Almashtiriladigan tipik elementlarning (ATE) buzilish intensivligini aniqlash uchun, uning tarkibiga kiradigan barcha raz’yemlar, paykalar (qalaylashlar) va IS larni buzilish intensivligini qo‘shiladi.

EQ ning buzilish intensivligini aniqlash uchun uning tarkibiga kiruvchi barcha tizim qismlari va tashkil etuvchilarining buzilish intensivligi qo‘shiladi.

Agar na faqat apparatlarni balki butun EQni ishonchliligini (dasturiy ta’minot ishonchliligi bilan birga) baholansa, unda apparatlar buzilish intensivligiga dasturiy ta’minotning (DT) buzilish intensivligi qo‘shiladi.

Elementlar buzilishlari bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan shart uchun bir guruh elementlarning buzilmay ishlash ehtimolligining darajasiga teng:

$$RT(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i t} = \exp(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i)$$

Elementlarning buzilish intensivligi aniqlash, sanash va ishlatishdan olingan statistik ma’lumotlarni ishlash yo‘li bilan amalga oshiriladi. EQLarni tashkil etuvchilarning buzilish intensivligi haqidagi ba’zi ma’lumotlarni 2-jadvaldan misol tariqasida keltirilgan. Ushbu raqamlarni 10^{-6} ga ko‘paytirish kerak, shunda bir soatga nisbatan buzilish intensivligi kelib chiqadi.

2 – jadval

Elementlar buzilish intensivligi

Tashkil etuvchi komponentlar	Buzilish intensivligi $\lambda * 10^{-6}$ 1/soat
IS	0,1
Diod	0,2-0,5
Tranzistor	0,05-0,3
Sig‘im (kondensator)	0,02-0,04
Qarshilik	0,01-0,1
Transformator	0,1-0,2
Qalaylash (payka)	0,0001
Raz’yom	2,0-3,5

Serdechnik	0,00001
O'chirgich	0,2-0,5
4 K so'z xajmli xotira	100
48 K so'z xajmli xotira	300
Yozuv mashinkasi kontrolleri	10
Diskali xotira	250
Yozish mashinkasi	1000
Magnit tasmali xotira	350
Diskali xotira kontrolleri	15
Perfolentali quritish qurilmasi	250
Kiritish qurilmasi kontrolleri	10
Basma qurilmasi	420
Bosma qurilma kontrolleri	15

Ishonchlilikning sonli tavsiflarini hisoblash. Ushbu hisoblar oxiriga natijalar jadvaliga kiritiladi yoki grafiklar ko'rinishida keltiriladi. Hisoblar texnik hisobotlar ko'rinishida beriladi.

Hisobot quyidagilarni o'zida aks ettirishi kerak:

- tizimning struktura sxemasining ishonchliligini qisqacha tushuntirish matni;
- tizimning buzilishi tushunchasini tushuntirish;
- ishonchlilikning sonli tavsiflari uchun hisoblash formalalari;
- ishonchlilikning sonli tavsiflari hisobi;
- hisobni aniqligini hisoblash;
- xulosa va yo'l-yo'riqlar.

2.2.Elementlari asosiy ulangan tiklanmaydigan maxsulotlar qurilmalarini ishonchlilik tavsiflarini hisoblash

Agar biror-bir elementning buzilishi texnik qurilmaning buzilishga olib kelsa, bunday qurilma elementlari asosiy ulangan bo‘ladi. Bunday qurilmalarning ishonchliligini hisoblashda, elementdagi buzilish tasodifiy va bog‘lanmagan deb qaraladi.

U holda maxsulotning t vaqt mobaynida buzilmay ishlash vaqti (BIV) o‘sha vaqt mobaynida elementning BIV ning darajasiga teng bo‘ladi. Chunki t vaqt mobaynida elementlarning BIV ni buzilish intensivligi orqali ifodalash mumkin, qurilmaning asosiy ulanishlarida BIV ni hisoblash formulasini quyidagicha yozish mumkin:

$$P_T(t) = P_1(t) * P_2(t) * \dots * P_n(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t)$$

$$P_T(t) = \exp(-\int \lambda_1(t)dt) * \exp(-\int \lambda_2(t)dt) * (\exp(-\int \lambda_n(t)dt) = \exp(-\sum_{i=1}^n \int \lambda_n(t)dt)$$

bunda, N -elementlar soni.

Keltirilgan ifodalar umumlashtirilgan. U buzilish intensivligini vaqt mobaynida har qanday qonuniyatga asosan o‘zgarishidan qat’iy nazar birinchi buzilishgacha bo‘lgan buzilmay ishlash vaqtini (BIV) aniqlash imkonini beradi.

Amalda ko‘pincha maxsulot intensivligi doimiy kattalik bo‘ladi. Shunga qaramay buzilishning sodir bo‘lish vaqti eksponensial taqsimlash qonuniga bo‘ysinadi, aniqrog‘i apparatning me‘yoriy ishlash davri uchun $\lambda = \text{const}$ xaqqoniy shart bo‘ladi.

Bu holat uchun sonli tavsiflarni ifodalash quyidagi ko‘rinishga ega:

$$P_T(t) = e^{\lambda t} = e^{-t/T_{O.R}}$$

$$\lambda_T = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

$$a_T(t) = \lambda_c * e^{\lambda t}$$

$$T_{O.R.} = 1/\lambda_t$$

Agar ushbu turning barcha elementlari bir xil ishonchli bo'lsa, tizimning buzilish intensivligi:

$$\lambda_T = \sum_{i=1}^n N_i * \lambda_i$$

bo'ladi.

N_i -i-turdagi elementlar soni;

n-elementlar turlari soni.

Amalda ko'pincha yuqori ishonchlilik tizimlarini BIV ni hisoblashga to'g'ri keladi. Bunda $\lambda_T * t < 1$ biridan ancha kichik, BIV esa unga yaqin. Bunday hollarda $e^{-\lambda_T * t}$ qatorga yoyib va birinchi ikkitasi bilan qanoatlanib $R_i(t)$ ni yuqori darajali aniqlik bilan topish mumkin.

Unda ishonchlilikning asosiy sonli tavsiflari amaliyot uchun yetarli aniqlikda hisoblashning quyidagi yaqinlashtirilgan formulalari keltirilgan.

$$P_T(t) \approx 1 - t * \sum_{i=1}^n N_i * \lambda_i = 1 - \lambda_T * t$$

$$\lambda_T = \sum_{i=1}^n N_i * \lambda_i = 1 / T$$

$$T_T = 1 / \sum_{i=1}^n N_i * \lambda_i = 1 / \lambda_T$$

$$a(t) = \lambda_T * (1 - \lambda_T * t)$$

Yaqinlashtirilgan formula orqali ishonchlilikni sonli tavsiflarini hisoblash tizimlar uchun katta xatolik bermaydi, ya'ni $\lambda * t \leq 0,1$.

Tizim ishonchligini hisoblashda ko'pincha aloxida elementlarning BIVni ko'paytirish, darajaga ko'tarish va ildiz ostidan chiqarishga to'g'ri keladi.

Birga yaqin bo'lgan $R(t)$ hisoblashda, ularni amaliyot uchun yetarli aniqlikda yaqinlashtirilgan formula orqali hisoblash mumkin.

$$P_1(t) * P_2(t) * \dots * P_n(t) = 1 - \sum q_i(t),$$

$$P_n^N(t) = 1 - N * q_i(t)$$

$$V[P_i(t)] = 1 - q_i(t) / N$$

$q_i(t)$ -i - blokning buzilish ehtimoligi.

Maxsulotni ishlashga ta'sir etuvchi ko'rsatkichlarning to'liqligiga qarab ishonchlilikni taxminiy, yo'naltirilgan hisoblash va uzil-kesil hisoblashga ajratish mumkin.

2.3. Ishonchlilikning taxminiy hisobi

Taxminiy hisoblash quyidagilarga asoslanadi:

- maxsulotning barcha elementlari teng ishonchli;
- maxsulotning barcha elementlarini buzilish xavfi vaqtga bog'liq emas, ya'ni $\lambda = \text{const}$;
- biror elementning buzilishi tizimning buzilishga olib keladi;

Ishonchlilikni taxminiy hisoblash quyidagi holatlarda qo'llaniladi:

- buyurtmachi tomonidan loyihalashtirilayotgan maxsulotga qo'yilgan texnik vazifadan ishonchlilikga bo'lgan talabni tekshirishda;
- alohida bloklar, qurilmalar va tizim asboblarning ishonchliligini me'yoriy axborotlar orqali hisoblashda (tizimning alohida qismlarining ishonchlilik me'yorlarini hisoblashda);
- loyihalashtirilayotgan maxsulot elementlarini minimal mumkin bo'lgan ishonchlilik darajasini aniqlashda;
- tajribaviy loyihalashtirish bosqichida maxsulotning alohida variantlarini ishonchlilik bahoini taqqoslashda;
- ishonchlilik tavsiflari yuqorida keltirilgan formula orqali hisoblanadi va $\lambda_T = N * \lambda_{ekv}$. bunda λ_{ekv} - maxsulotga kiruvchi elementlar buzilish intensivligini ekvivalent qiymati.

2.4. Ishonchlilikni yo'naltirilgan hisobi

Yo'naltirilgan ishonchlilikni hisoblash qo'llanilayotgan elementlarning turi va sonini ishonchlilikka ko'rsatadigan ta'sirini hisobga oladi va quyidagilarga asoslanadi:

- ushbu turning barcha elementlari bir xil ishonchlilikka ega, ya'ni buzilish intensivligining qiymati λ_i barcha elementlari uchun bir xil;

- texnik talaba ko'rsatilgani bilan, barcha elementlar me'yoriy rejimda ishlaydi;
- barcha elementlarning buzilish intensivligi vaqtiga bog'liq emas, ya'ni maxsulot tarkibiga kiruvchi elementlarida, eskirish va ishga yaroqsizlik sodir bo'lmaydi, bunda ular $\lambda = \text{const}$ bo'ladi.

Elementlarning buzilishi tasodifiy va bog'liq bo'lmagan holat deb qaraladi.

Maxsulotni ishonchliligini aniqlash uchun quyidagilarni bilish kerak:

- ishonchlilikni hisobga olgan holda, elementlarning ulanish turi;
- maxsulot tarkibiga kiruvchi elementlarning turlari va har bir tur elementlarining soni;
- maxsulot tarkibiga kiruvchi elementlar buzilish intensivligi λ_i kattalik;
- har bir element uchun λ_i ni tanlash mos keluvchi jadval orqali amalga oshiriladi.

Shunday qilib ishonchlilikni yo'naltirilgan hisoblashda tizimning strukturasi, qo'llangan elementlarning turlari va ularning sonlarini bilish yetarli.

Ishonchlilikni yo'naltirilgan hisoblash usuli maxsulotni elektr prinsipial sxemasini ishlab chiqilgandan keyin tajribaviy loyixalashtirish bosqichida foydalaniladi.

Bu hisoblash maxsulotni ratsional elementlar tarkibini aniqlash va tajriba loyixalashtirish davrida maxsulotni ishonchliligini belgilash yo'llari va yuqorida keltirilgan formula orqali amalga oshiriladi.

2.5. Elementlarning ishlash jarayonini hisobga olgan holda ishonchliligini hisoblash (tugallangan hisob)

Maxsulotni tugallangan hisobi tajriba sharoitida sinalgandan keyin elementning real sharoitida ishlashida bajariladi.

Maxsulot elementlari odatda har xil ishlash tarkibida bo'ladi u me'yoriy kattalikdan farq qiladi. Bu butun maxsulotning ishonchliligigagina emas balki uning alohida qismlariga ham ta'sir qiladi.

Ishonchlilikni tugallangan hisobini bajarish faqat alohida elementlarning yo‘qanish koeffitsienti haqidagi axborotlar to‘planganidagina va elektr yo‘qanishlarni elementlar buzilish intensivligiga bog‘liq grafiklarini mavjudligi, tashqi muhit temperaturasi va boshqa ko‘rsatkichlar, ya’ni tugallangan hisoblash uchun quyidagi bog‘liqliklarni bilish kerak:

$$\lambda_T = f(K_n, T_{o'r}, \Delta t)$$

Bu bog‘lanishlar grafik ko‘rinishda keltirilgan yoki ularni hisoblash buzilish intensivligini $\Delta\lambda K_n$, $\Delta\lambda_i$ to‘g‘irlash koeffitsientlari yordamida hisoblanadi, u maxsulot ishonchliligiga ta’sir ko‘rsatuvchi har xil faktorlarni nazarda tutish imkonini beradi.

Maxsulotni ishonchliligini aniqlash uchun quyidagilarni bilish kerak.

- ishlash tartibi va elementlar sonini turlarga ajratish;
- elementlar buzilish intensivligi λ_i ni ishlashining elektr tartibi va berilgan tashqi shartlarga bog‘liqligi;

- tizim strukturasi.

Umumiy holatda λ_i ni boshqa ta’sir etuvchi faktorlarga bog‘liqligi:

- ushbu elementning elektorlik ishlash tartibi;
- muxit temperaturasi;
- chiziqli tezlanishlar;
- namlik;
- biologik faktorlarning ta’siri;
- bosim;
- o‘rgatish va xokazolar.

Elementlarni tayyorlash va ishlab chiqarishda odatda ma’lum me’yoriy ishlash sharoitlari nazarda tutildi; xarorat $+25 \pm 10^0$ s, nominal elektr tartibi, nisbiy namlik $60 \pm 20\%$, mexanik yo‘qanishlar bo‘lmasligi va xokazo [8, 9].

Elementlarning buzilish intensivligi naminal tartibda ishlatilsa, u naminal buzilish intensivligini λ_i deyiladi.

Elementlar buzilish intensivligi haqiqiy sharoitda ishlashini λ_i , to'g'irlash koeffitsientlariga α_i va K_i ga ko'paytirilgan buzilish intensivligining nominal qiymatiga teng.

Buzilish intensivligining to'g'irlash koeffitsienti $\alpha_i=f(t_1^0 K_n)$ tashqi xaroratni ta'sirini va elektrik yo'qlanishlari hisobiga oladi, bundan tashqari $K_i=f(j*\varphi)$ -ta'sir etish turi, asosan mexanik yo'qlanishlarni va tashqi xavoning nisbiy namligini hisobga oladi.

Grafiklar $\alpha_i=f(t^0, K_n)$, $K_i=f(j, \varphi)$ ishonchlilikni hisoblash bo'yicha savollarda keltirilgan (Ushakov I. A., Polovno A. M.).

Maxsulot ishonchliligining tugallangan hisobi texnik loyihalashtirish bosqichida qo'llaniladi.

Misol.

3 – jadval

Mexanik faktorlar ta'sirida qarab tanlanadigan to'g'irlash koeffitsientlar

Apparatlarni ishlatish sharoitlari	K_1 tebranishlar	Urilish yo'qlanish K_2	Ta'sirlar yig'indisi K_1*K_2
Tajribaviy	1,0	1,0	1,0
O'rnatilgandan keyingisi	1,04	1.03	1,07
Temir yo'ldagi	1,4	1,1	1,54
Tayyoradagi	1,46	1,13	1.65

4 – jadval

Tuzatuvchi koeffitsientlar

Namlik, %	Xarorat, °S	Tuzatuvchi koeffitsientlar, K_i
60-70	20-40	1,0
90-98	20-25	2,0
90-120	30-40	2,5

Tuzatuvchi koeffitsientlar K_i

Balandlik, km.	Tuzatuvchi koeffitsient
0-1	1,0
1-2	1,05
2-3	1,1
4-5	1,14
5-6	1,16
...	...
30-40	1,45

2 bobga oid savollar:

1. EQ buzilmasligini baholash usuli nimalarni o'z ichiga oladi?
2. Zaxiralanmagan tizimlarning ishonchliligini hisoblash struktura sxemasini qanday tuziladi?
3. Ketma-ket ulangan qurilmalarning buzilmay ishlash ehtimolligi qanday hisoblanadi?
4. Qurilmalarni taxminiy va yo'naltirilgan hisoblash qanday hisoblanadi?
5. EQlarini tugallangan (oxirgi) hisobi qachon bajariladi?
6. Elementlari asosiy ulanishga ega bo'lgan tiklanmaydigan tizimlar ishonchlilik tavsiflari qanday hisoblanadi?
7. 5 ta IS, 6 ta kondensator, 10 ta rezistor, 50 ta payka va bitta razyomdan iborat EHV si blokining buzilish intensivligi qanday baholanadi?
8. Qurilmani buzilish intensivligini aniqlash uchun analitik ifodasini keltiring?
9. Qanday hollarda buzilishlar oqimidan ishonchlilik ko'rsatkichi sifatida foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi?
10. EQni loyihalashning qanday bosqichida ishonchlilikni tugallangan hisobidan foydalaniladi?

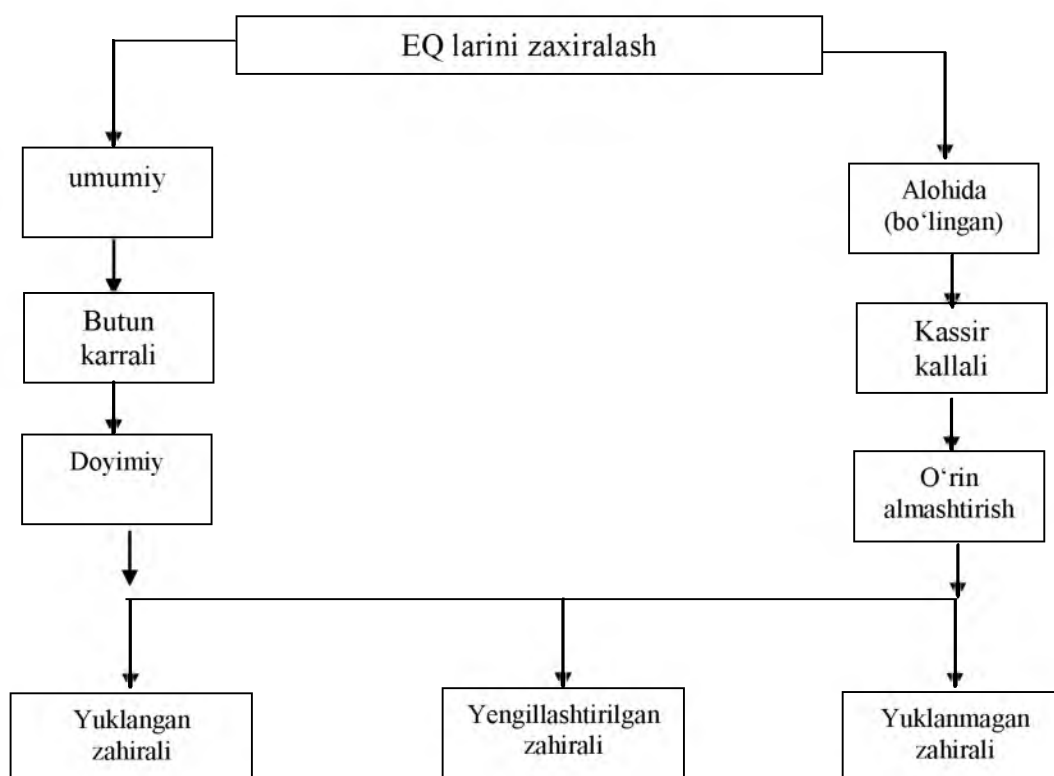
3 bob. Zaxiralangan EQLarini ishonchliligini hisoblash usullari

3.1. Strukturaviy zaxiralash turlari

Zaxiralash deb ortiqchalik (qo‘shimcha qurilmalar) kiritish yo‘li bilan ob‘yekt ishonchliligini oshirish usuliga aytiladi. Qo‘shimcha qurilmalarini kiritishdan maqsad tizim elementlarida buzilish sodir bo‘lgan holatlarda ham, tizimni me‘yoriy ishlashini ta‘minlashdir.

Zaxiralash strukturaviy, axborotli, vaqtli va dasturiy bo‘lishi mumkin.

Axborotli zaxirlashda qo‘shimcha (ortiqcha) axborotlardan foydalanish nazarda tutiladi. Vaqtli zaxiralash – bunda ortiqcha (qo‘shimcha) vaqtdan foydalaniladi. Dasturiy zaxiralashda qo‘shimcha dasturlardan foydalaniladi.



4 - rasm. EQ ni zaxiralash usullari

Strukturaviy zaxiralashda tizimning minimal kerakli bo‘lgan elementlari varianti asosiy hisoblanib, ularga qo‘shimcha elementlar va qurilmalar kiritiladi, yoki bitta tizim o‘rniga bir nechta xuddi shunga o‘xshash bir nechta tizimdan

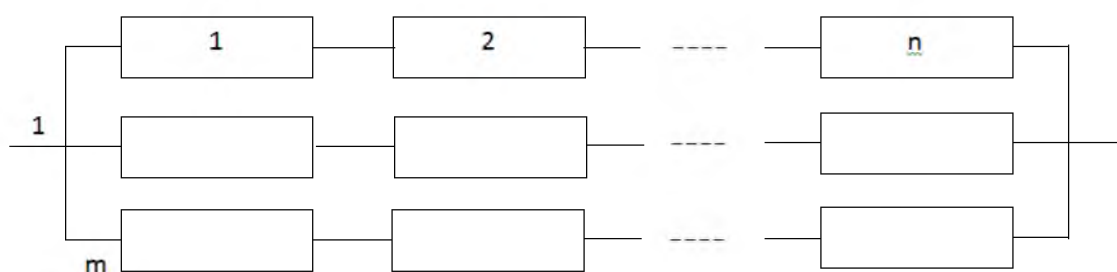
foydalaniladi. Agar, asosiy elementlarda buzilish sodir bo'lganda qo'shimcha zaxirlangan struktura elementlari ishini bajarishni o'z zimmasiga oladi.

Yuqorida ko'rsatilgan zaxiralash turlari butun tizim uchun yoki uning alohida elementlari va guruhlari uchun qo'llanilishi mumkin.

Amalda strukturali zaxiralash keng qo'llaniladi.

Zaxira elementlarini ulanish sxemasi doimiy, alohida zaxiralangan, almashtiriladigan zaxirali va sirpanishli zaxiralashga ajratiladi.

Doimiy zaxiralash bunday zaxiralashda asosiy elementlar bilan teng ravishda zaxira elementlari ham ob'yektning ishlashida ishtirok etadi.



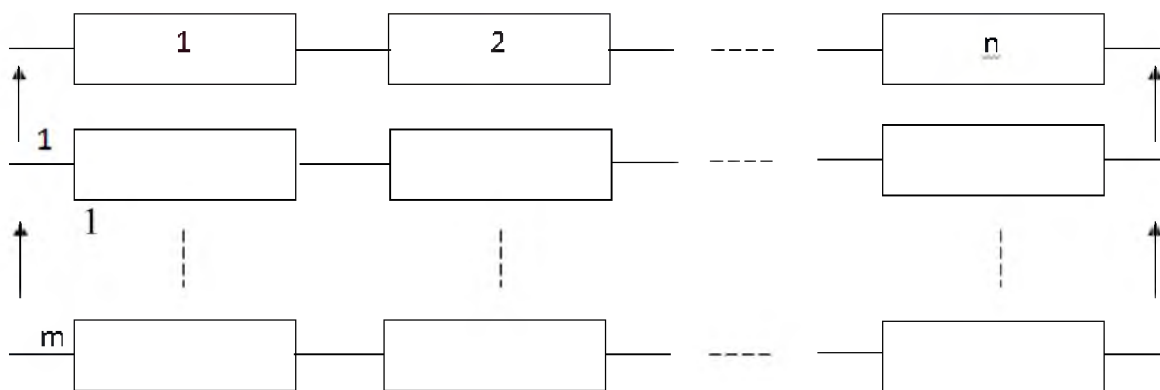
5 - rasm. Doimiy ulangan zaxirali umumiy zaxiralash

Doimiy zaxiralashda asosiy element buzilgan holda, zaxira elementlarini ishga tushirish uchun maxsus qurilmalar kerak emas, chunki ular asosiy elementlar bilan bir vaqtda ishlay boshlaydi.

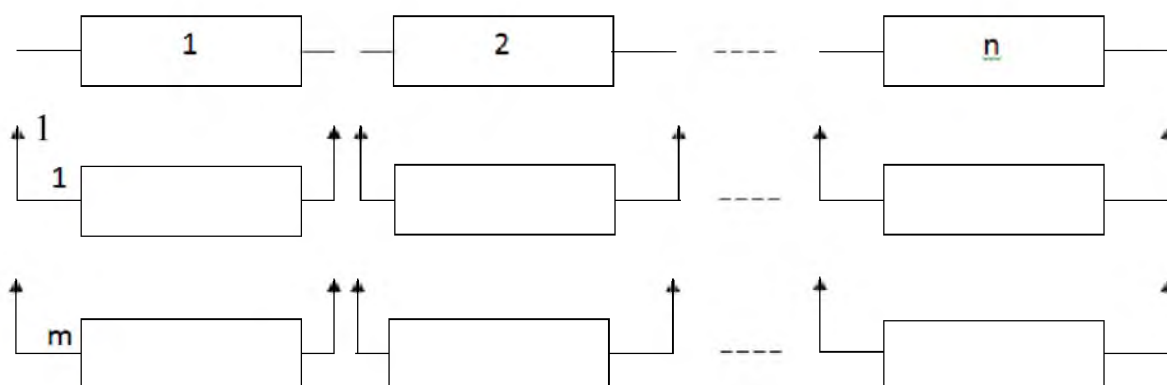
Zaxiralashning asosiy ko'rsatkichlari uning karraligi (oshiqchaligi darajasi) bo'ladi.

Ishonchlilikni oshirishning bo'lingan zaxiralash usulida ob'yektning aloxida qismlari zaxiralanadi.

O'rin bosishli zaxiralash – bunda asosiy elementlar buzilganidan keyin uning bajaradigan vazifasi zaxira elementlariga o'tadi. O'rin bosuvchi zaxiralashdan foydalanishda nazorat qiluvchi va zaxiraga o'tkazuvchi qurilma kerak bo'ladi, agar asosiy elementlar buzilishi aniqlansa uning vazifasi zaxiradagisiga o'tkaziladi.



a)



b)

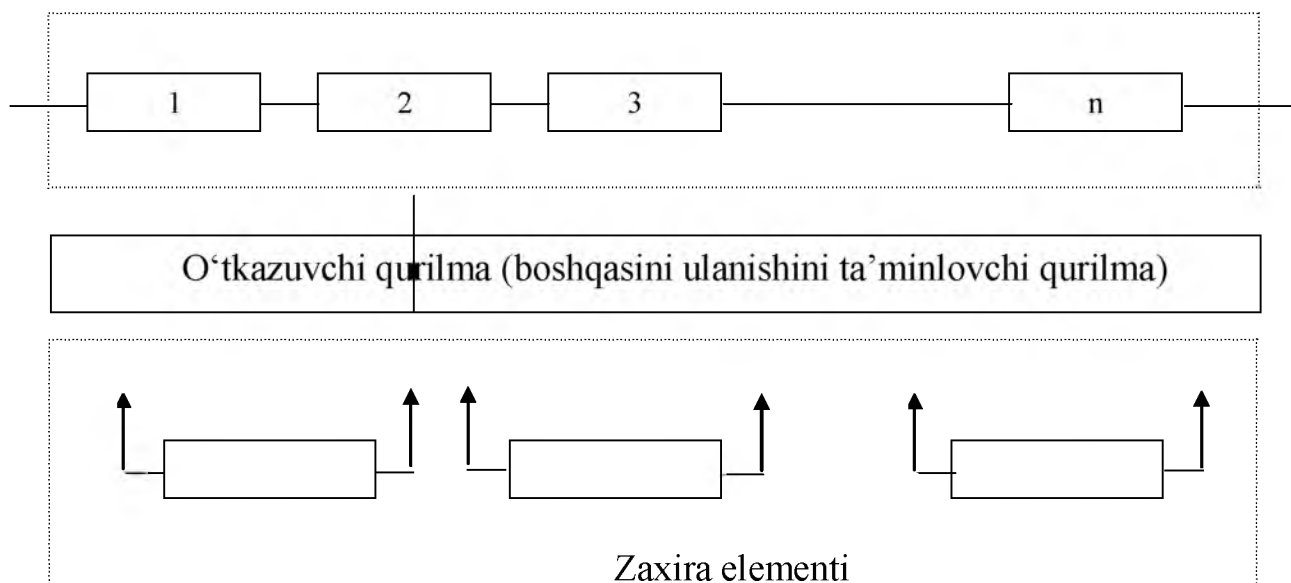
6-rasm. Zahiralash usuli.

a) ulangan zaxirali o‘rin bosishli zaxiralash

b) ulangan zaxirali o‘rin bosishli ajratilgan zaxiralash

Sirpanuvchi zaxiralash bu o‘rin bosishli bo‘lib, bunda ob‘yektning asosiy elementlari guruhi bitta yoki bir nechta zaxirali zaxiralanadi, ularning xar biri guruhdagi buzilgan elementni almashtira oladi (o‘rniga ishlay oladi).

Sirpanuvchi zaxiralar doim aktiv bo‘ladi, doim boshqasiga o‘tkazuvchi qurilmasi bor. U buzilish borligini aniqlaydi va zaxira elementini ishga tushiradi.



7-rasm. Sirpanuvchi zaxiralash sxemasi

Ishlash tartibiga bog'liq bo'lgan zaxira elementlarining turlari.

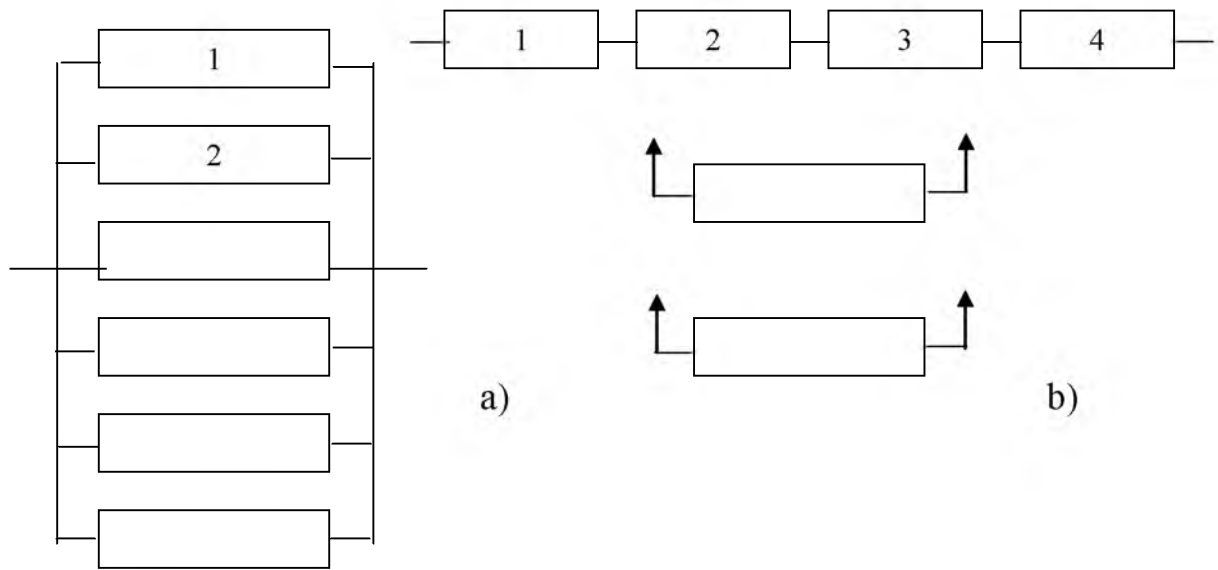
Ishlash tartibiga bog'liqlik quyidagicha farqlanadi:

Yo'qlangan zaxira-zaxira elementlari xuddi asosiy elementlar kabi ishlash tartibida bo'ladi. Bunda zaxiradagi elementlar ishonchlilik tartibi zaxirada turgan vaqtdagi kabi, uni asosiy o'rniga ishlatilganda ham o'zgarmaydi.

Yengillashtirilgan zaxira elementi asosiysiga nisbatan kamroq yo'qlanishda bo'ladi. Bunda zaxirada turgan elementlar ishonchlilik tartibi zaxirada turgan vaqtida, uni asosiysi o'rniga ishlatish vaqtidagidan ko'ra yuqori bo'ladi.

Yo'qlanmagan zaxira elementi amalda yo'qlanmagan bo'ladi. Bunday element zaxirada bo'ladi, u buzilishi mumkin emas, ya'ni shu vaqt mobaynida ideal ishonchlilikka ega bo'ladi. Uni asosiysi o'rniga ishlatish vaqtida esa uning ishonchliligi asosiyniki bilan teng bo'ladi.

Zaxiralashni butun va kasr karralikka ajratiladi, ularni farqlash uchun sxemalarda karrali zaxira m ni ko'rsatiladi.



a) Kasr karrali doimiy zaxiralash ($m=4/2$)

b) Kasr karrali ajratilgan zaxiralash ($m=2/4$)

8 - rasm. Kasr karrali zaxiralash

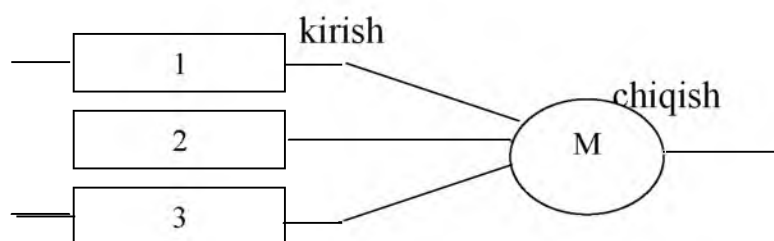
Butun karrali zaxiralanganda m butun son bo'ladi. Kasr karrali zaxiralashganda m qisqartirilmaydigan kasr son bo'ladi. Misol uchun, $m=4/2$ bo'lganda zaxira kasr karrali bo'ladi. Bunda zaxira elementlari soni 4 taga teng bo'lib, asosiysi 2 ta va elementlarning umumiy soni 6 ta. Kasrlarni qisqartirish mumkin emas, chunki $m=4/2=2$ deb qaralsa u butun karrali zaxiralash hisoblanib, undagi zaxiralar soni 2 ga teng va elementlarning umumiy soni 3 ta bo'ladi.

Bir xil elementlardan tuzilgan ob'yeetni zaxiralash uchun buzilgan asosiy elementlar o'rniga ko'p sonli bo'lmagan zaxira elementlaridan foydalanish mumkin (sirpanuvchi zaxiralash).

3.2. Mojaritar va kombinatsiyali zaxiralash

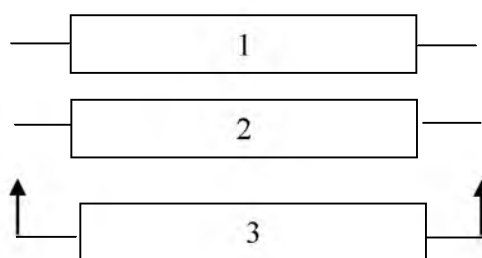
Xususiy holda kasrli karrali zaxiralash mojaritar zaxiralash bo'lib, u diskret ta'sirli (xarakatli) qurilmalarda foydalaniladi. Mojaritar zaxiralashda bitta element (kanal) o'rniga uchta bir xil element ulanadi va uning chiqishi mojaritar a'zosi M ga uzatiladi (ovoz berish elementi). Agar zaxira guruhning barcha elementlari

to'g'ri ishlasa, M chiqishga uchta bir xil signal tushadi va xuddi shunday signal M chiqishdan tashqi zanjirga tushadi.



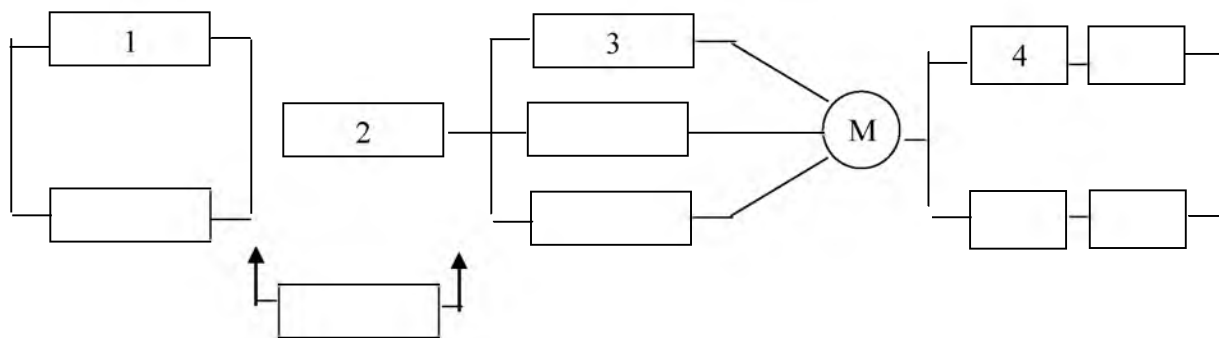
9 - rasm. Mojaritar zaxiralash (ko'plik bo'yicha tanlash)

Agar uchta zaxira elementidan bittasi buzilsa, M ning chiqishiga ikkita bir xil signal (haqiqiy) va bitta yolg'on signal tushadi. M ning chiqishda kirishdagi ko'pchiligi mos keluvchi signal hosil bo'ladi, ya'ni mojaritar a'zo ovoz berish amalini bajaradi yoki ko'pchilik bo'yicha tanlaydi.



10 - rasm. Kombinatsiyali zaxira

Kombinatsiyali zaxira 9-rasmda yo'qlangan zaxirali (uzluksiz ishlaydigan) va yo'qlanmagan zaxirali (ishonchlilikda ko'proq yutuqni ta'minlaydigan) zaxiralangan guruhlar keltirilgan. Ushbu holda ikkita element o'rin bosish guruhini tashkil etadi (yo'qlanmagan zaxira) uchunchisi esa yo'qlangan zaxira holatida bo'ladi. Bunday zaxira kombinatsiyali deyiladi.



11 - rasm. Murakkab EQ larini tizim qismlarini strukturaviy zaxiralash sxemasini mantiqiy hisoblash

EQlari strukturasiqa ortiqchalikni (qo‘shimcha qurilma yoki dasturlarni) kiritish bilan va optimal ishlash tartibini tanlab, nazariy jixatdan xoxlaganimizcha ko‘p ishonchli EQlarini yaratish mumkin. Amalda esa bu xar doim ham mumkin bo‘lavermaydi. Zaxiralashning barcha turlarini taxlil qilib, amaliy xulosalar chiqarish mumkin: EQlarini yuqori ishonchliligini ta‘minlash uchun umumiy yo‘qlanishli zaxira usulidan foydalanish iqtisodiy jixatdan qimmat tushadi, elementlarni xar birini zaxiralash esa katta effekt beradi.

Yo‘qlangan va yo‘qlanmagan zaxirali zaxiralash turlarini taqqoslab, shuni qayd etish mumkinki, bir xil sharoitdagi tizimlar uchun yo‘qlanmagan zaxiralash yo‘qlangan zaxiralashdan ko‘ra ishonchliroq bo‘ladi.

3.3. EQ va XT li darajasida zaxiralashni tashkil etish

Universal EQ va XT larida qurilmalarini zaxiralash xar xil darajada bo‘ladi. EQ darajasidagi zaxiralash:

EQ darajasida zaxiralash bir turdagi ko‘plab EQlar orqali amalga oshiriladi, bu qo‘yilgan masalani yechish uchun zarur. Bunday hollarda tizimning ishonchliligini baholash xuddi sirpanuvchi zaxiralash kabi bo‘ladi. Universal EQlarda barcha mavjud EQlarning samaradorligidan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Unda tizimning xususiyatlarini, tizim samaradorligini effektivlik tavsifi orqali baholash qulay bo'ladi.

$$\prod_{ef} = \sum_{i=1}^n \prod_i *K_i$$

bunda, \prod_i -vaqt birligida EQning bajaradigan masalalari soni.

n-tizimdagi EQLar soni.

K_i -EQning samaradorligi va tayyorlik koeffitsienti.

Agar alohida EQLar kanallar orasidagi adapterlar orqali tashqi qurilmalar umumiy xotira maydoniga birlashtirilsa boshqa usul bilan birlashtirilgan bo'lsa, ular ko'p mashinali XTlarini tashkil etadi. Bunday tizimning effektiv samaradorligi

$$\prod_{ef.c} = \sum_{j=1}^m \prod_j *K_j$$

bunda, m-tizim holatlarining soni;

P_j -tizim j holatda bo'lish ehtimolligi;

P_j -tizimning samaradorligini j holatda bo'lishi;

P_j -ehtimolligi markov zanjiri usuli orqali aniqlanadi.

Bunday tizimlarning konfiguratsiyasi xar hil bo'lishi mumkinligi sababli tizimning bog'liqligini saqlashning ehtimolligini baholashda murakkab strukturali tizimning ishonchliligini hisoblash usulini qo'llash kerak bo'ladi, misol uchun minimal yo'llar va kesishishlar usuli.

Qurilma darajasida zaxiralash

Universal EQLarning strukturasining quyiroq darajadagi ierarxiasini zaxiralash tashqi qurilmalar darajasida amalga oshiriladi. Masalani yechish uchun tashqi qurilmalarning ($T_{qur.}$) minimal soni talab etiladi.

Kodlar darajasida zaxiralash

EQLarda TXQsi va TashXQLarini ishonchliligini oshirish uchun xatoni topish va tuzatish kodlari qo'llaniladi. Bu kodlarni qo'llash axborot uzatish kanalidagi xatolarni ma'lum qismini tuzatish imkonini beradi yoki TXQ va

DXQsining ba'zi yacheykalaridagi buzilish hollarida axborotni tiklash yoki magnit diskli tashuvchilarni yo'llarini tiklash imkonini beradi. Bunday qurilmalarini ishonchliligini baholash zaxiralangan tizimlarni sirpanuvchi zaxiralash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Maxsuslashtirilgan va boshqaruvchi EQLarni zaxiralash

Maxsuslashtirilgan va boshqaruvchi EQLarda zaxiralash keng qo'llaniladi, chunki bu tizimlarda ishonchlilikka bo'lgan talab juda yuqori. EQ darajasida, ba'zan dasturiy ta'limot darajasida uch karra zaxiralash qo'llaniladi. Ba'zi tizimlarda bir nechta EQli zaxiralash qo'llaniladi. Ishonchlilikni oshirish maqsadida ularning bir qismi yo'qlangan zaxira tartibida ishlashi mumkin, bir qismi esa yo'qlanmagan zaxirada bo'ladi.

Lekin EQ darajasida zaxiralash ekonomik jihatdan qimmat bo'ladi. Narxi, hajmi va og'irligi chegaralangan XTlarining ishonchliligini oshirish uchun EQning alohida qurilmalarini uch karra zaxiralash yoki bir nechta yo'qlangan va yo'qlanmagan zaxiralashdan foydalaniladi.

Ma'suliyatli katta bo'lgan qismlarni ishonchliligini oshirish uchun uch karrali zaxiralash yoki to'qilgan mantiqli zaxiralashdan foydalaniladi (u ortiqlik mantiqiy sxema ko'rinishida bo'lib, bitta qatlamdagi xato shu qatlamning o'zida yoki mantiqiy elementning keyingi qatlamida to'g'irlanadi).

EQLarini zaxiralashning ko'rib chiqilgan barcha usullar passiv zaxiralash xisoblanadi, chunki ularda tizimni rekonfiguratsiya qilish nazarda tutilmagan.

Avtomat ravishda tizimni rekonfiguratsiya qilinishini nazarda tutilgan zaxiralash usullari, ushbu qo'llanmaning buzilishga barqaror xisoblash tizimlari (BBXT) bobida keltirilgan.

BBXTlarida buzilishlarni topish, bartaraf etish va rekonfiguratsiya qilish vositalaridan foydalaniladi.

BBXTlarida buzilish nazorat vositalari orqali topiladi, bartaraf etish esa diagnostika vositalari orqali amalga oshiriladi va tizimni rekonfiguratsiya qilish orqali tuziladi.

Rekonfiguratsiya tizimning xisoblash vositalari strukturasi qayta qurish bilan amalga oshiriladi, bunda tizimning buzilgan qismi ishlash jarayonidan chetlashtiriladi.

3.4. Tiklanmaydigan zaxiralangan tizimlarning ishonchlilik tavsiflarini xisoblash

Yuqorida keltirilgan zaxiralash turlari uchun asosiy xisoblash formulalarini keltiramiz.

1. Butun karrali va doimiy ulangan zaxirali umumiy zaxiralash:

Bu holatda tizimning BIEligi

$$P_i(t) = 1 - [1 - \sum_{i=1}^n P_i(t)]^{m+1} \text{ ga teng.}$$

$P_i(t)$ -vaqt mobaynida i elementining buzilmay ishlash ehtimolligi;

n -asosiy yoki ixtiyoriy zaxira zanjirining elementlari soni;

m -zaxira zanjiri soni.

Elementlarni ketma-ket ulanishi uchun buzilish bog‘liq bo‘lmagan tasodifiy hol bo‘lib, tizimning BIE ehtimolligi ko‘paytirish aksiomasi bo‘ladi.

$$P_{ketma-ket} = \prod_{i=1}^n P_i$$

P_i -qism tizimining BIE;

$$P_{par} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

P_i -qism tizimining BIE;

Ishlatishning ishonchlilik qonuni, $P_i(t) = e^{-2i \cdot t}$ bo‘lganda

$$P_t(t) = 1 - [e^{-2i \cdot t}]^{m+1}$$

birinchi buzilishgacha bo‘lgan o‘rtacha ishlash

$$T_{o'rt.t} = 1/\lambda_0 * \sum_{i=1}^n 1/i + 1 = T_{o'rt.t} * \sum_{i=1}^m 1/i + 1$$

bunda, $\lambda_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ - zaxiralanmagan tizimning buzilish intensivligi yoki

ixtiyoriy zaxiralangan tizim buzilish intensivligi.

$T_{o'rt}$ – zaxiralangan tizimning yoki xoxlagan zaxiralangan tizimning buzilmay ishlashining o'rtacha vaqti.

2. Butun karrali va doimiy ulangan zaxirali alohida (ajratilgan) zaxiralash.

$$P_i(t) = \sum_{i=1}^n \{1 - [1 - P_i(t)]^{m+1}\}$$

bunda, $R_i(t)$ -i-elementning buzilmay ishlash ehtimolligi;

m_i -i-elementning zaxiralanish darajasi;

n -asosiy tizimning elementlari soni.

Eksponensial qoida bo'yicha, $P_i(t) = e^{-\lambda_i t}$ bo'lganda

$$P_i(t) = \sum_{i=1}^n \{1 - [1 - e^{-\lambda_i t}]^{m+1}\}$$

bunda

$$T_{o'rt} = \int_0^{\infty} P_T(t) dt$$

3. O'rin bosish va butun karrali umumiy zaxiralash.

$$P_{m+1}(t) = P_m(t) + \int_0^t P(t-\tau) * Q_m(\tau) dt$$

$P_{m+1}(t)$, P_m -m va $m+1$ ga mos karrali tizim ishlashining BIE gi;

$P(t-\tau)$ -vaqt mobaynida tizimning asosiy BIE gi;

$Q_m(\tau)$ -zaxiralangan tizimning vaqtga karrali buzilish chastotasi.

Bu formula har qanday karrali zaxiralangan qurilmalar uchun hisoblash tenglamasini topish imkonini beradi. Bunday formulalarni olish uchun uning o'ng tomonini integrallash kerak, bunda tanlangan taqsimlanish qonuni bo'yicha va zaxira holatiga ko'ra mos keluvchi qiymatlar qo'yiladi.

Ishonchlilikning eksponensial qonuni va zaxirani yo'qanmagan holatiga ko'ra:

$$P_i(t) = e^{-\lambda_i t} * \sum_{i=0}^m [\lambda_0 * t]^i / i!$$

$$T_{o'rt} = T_{o'r.o} * (m+1)$$

bunda

$\lambda_0, T_{o'r,t}$ – asosiy zaxiralanmagan qurilmaning buzilish intensivligi va birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashi:

m – zaxira zanjirining soni (zaxiraning karraligi)

4. Butun karrali aloxida o'rin bosishli zaxiralash.

$$P_T(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t)$$

$P_T(t)$ – almashtirish usuli bilan zaxiralangan i -tur tizimning BIE;

$P_T(t)$ ni almashtiradigan zaxiraning umumiy formulasi orqali topiladi;

n – asosiy guruh elementlari soni.

5. Sirpanuvchi zaxiralash.

$$P_T(t) = e^{-\lambda_0 t} * \sum_{i=0}^{m_i} [\lambda_0 * t]^i / i!$$

$$T_{O'r,t} = T_{o'r,o} * (m_0 + 1);$$

bunda,

$\lambda_0 = \lambda * n$ – zaxiralanmagan tizimning buzilish intensivligi;

λ – elementning buzilish intensivligi;

n – asosiy tizim elementlari soni;

$T_{o'r,o}$ – zaxiralanmagan tizimning buzilmay ishlashning o'rtacha vaqti;

Bu holatda zaxiralash karraligi $m = m_0 / n$ bo'ladi.

6. Mojaritar zaxiralash.

Tizimning buzilmay ishlash ehtimolligi:

$$P_t(t) = P_M(t) * [3P^2(t) - 2P^3(t)]$$

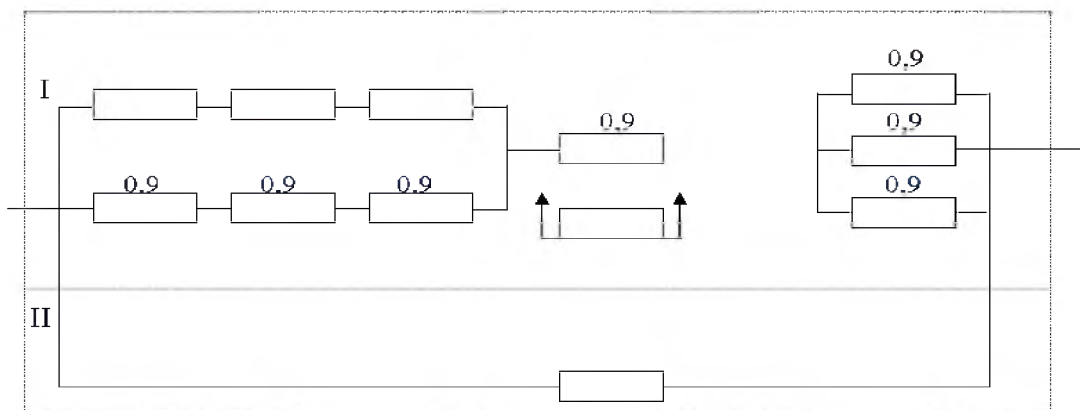
bunda

$P_M(t)$ – mojaritar a'zoning vaqt mobaynida BIE;

$P_t(t)$ – bitta elementning vaqt mobaynidagi BIE ($m=2$ va $n=1$ holatlar uchun)

Misol:

Keltirilgan tizimning ishonchliligini hisoblash sxemasi 12 – rasmda ko'rsatilgan.



12 – rasm Ishonchlilikni hisoblash sxemasi

Tizim ikkita (I va II) zaxiralanmagan qurilmalardan tashkil topgan.

1-qurilma to‘rtta qismdan iborat.

a) doimiy ulangan zaxirali o‘rin bosuvchi qismlar, ularning har biri ketma-ket ulangan hisob elementlaridan tashkil topgan;

b) o‘rin almashish usulidagi o‘rin bosuvchi qism;

v) bitta zaxiralanmagan elementli qism;

g) zaxiralangan qism $m=1/2$ karrali.

II-qurilma zaxiralanmagan bo‘lib, uning ishonchliligi ma’lum.

Tizimning BIEgini topish lozim, agar uning BIElik elementlari ma’lum bo‘lgan holatda.

yechim:

Ikkala qurilma bir xil ishonchlilikka ega bo‘lmaganligi uchun, formulaga asosan:

$$P_T(t) = 1 - \prod_{i=0}^m [1 - P_i(t)] = 1 - [1 - P_i(t)] * [1 - P_i(t)]$$

$$P_i(t) = P_a(t) * P_b(t) * P_v(t) * P_T(t)$$

$$P_t(t) = 1 - (1 - P_i) * (P - 2) = 1 - (1 - 0,868) * (1 - 0,9) = 0,987$$

$P_i(t)$ -i-mahsulotning t vaqt mobaynidagi BIEligi;

m -zaxiralash karraligi.

3 bobga oid savollar:

1. Zaxiralash nima?
2. Amalda qanday strukturaviy zaxiralash turlari keng tarqalgan?
3. Zaxiralashning karraligi nima?
4. O‘rin bosishda zaxiralash karraligining qiymati qanday bo‘ladi?
5. EQLari elementlarini kombinatsiyali zaxiralanishiga misol keltiring.
6. Umumiy (doimiy) zaxiralanishda BIEgini baholash uchun analitik ifodani keltiring.
7. EQLari qurilmalarining to‘rtta asosiy elementidan iborat yo‘qlangan zaxirali ($m=1$) ulanishlari alohida zaxiralangan sxemasining ishonchlilik strukturasi yozing.
8. Mojaritar zaxiralanishda BIEligi qanday baholanadi?
9. Sirpanuvchi zaxiralanishda buzilishgacha bo‘lgan ishlash qanday aniqlanadi?
10. Dinamik zaxiralash ko‘proq qayerda qo‘llaniladi?

4 bob. Ortiqcha qurilmani (dasturli) tizimlarni ishonchliligini hisoblash usullari

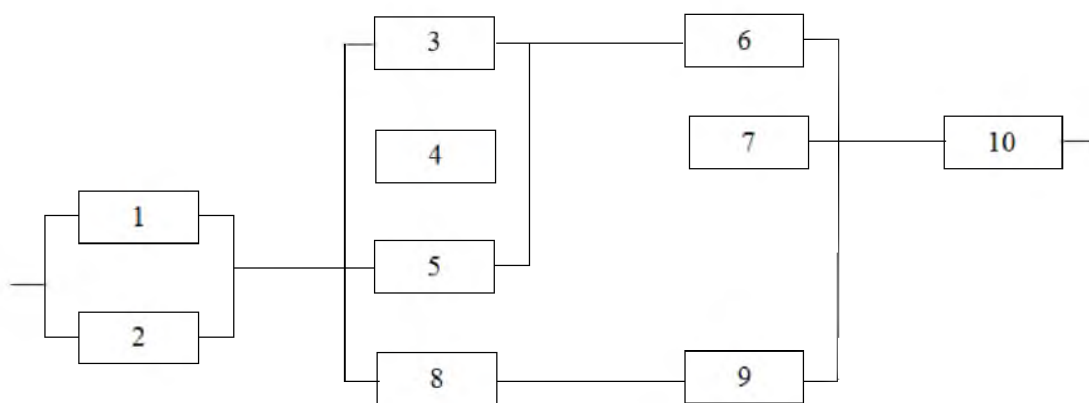
4.1. Ketma-ket parallel zaxiralangan strukturali yo‘qlangan zaxirali tizimlarning ishonchliligi

Svertka usuli

Ketma-ket parallel tiklanmaydigan strukturali EQLari uchun ishonchlilikni effektiv baholash usuli svertka usulidir.

Ushbu usul aniq usul hisoblanadi va EQning strukturasi ketma-ket o‘zgartirishga asoslanadi va uni elementlarining asosiy ulanishiga olib keladi.

Ushbu usulning qo‘llanilishini 13-rasmda ko‘rsatilgan struktura misolida ko‘rib chiqamiz.



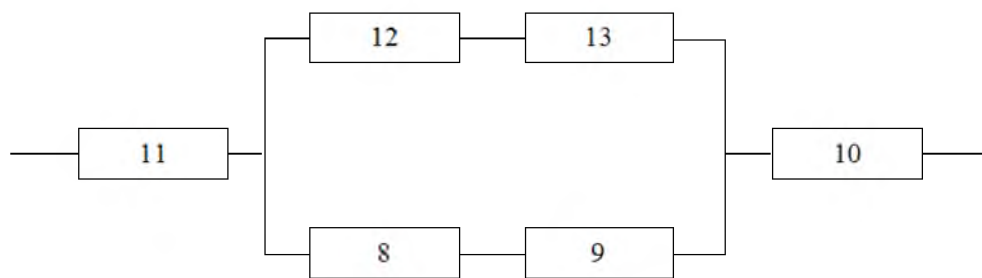
13-rasm. Ketma – ket parallel strukturali EQLarining ishonchlilik struktura sxemasi

Qurilayotgan strukturaning har bir elementini P_i BIE bilan tavsiflansa, tizimning BIE gini aniqlash kerak.

Svertka usuli bir nechta bosqichdan tashkil topgan:

Birinchi bosqichda barcha parallel ulanishlar ko‘rib chiqiladi. Ular ekvivalent ishonchlilik ko‘rsatkichlariga mos keluvchi elementlar bilan almashtiriladi. Ko‘rilayotgan tizimda parallel elementlar: 1 va 2, 3, 4 va 5, 6 va 7.

Birinchi bosqichdagi o‘zgartirishdan keyin sxema quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi.

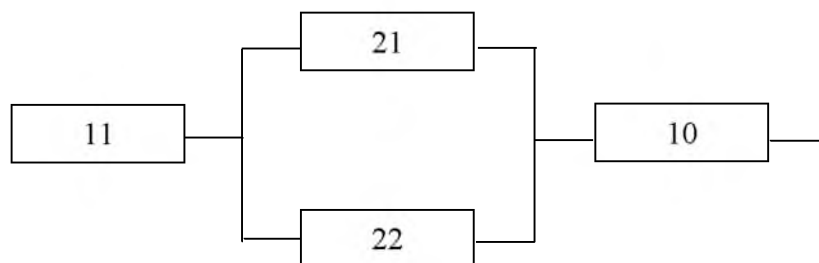


14-rasm. Birinchi bosqich o'zgartirishdan keyingi sxema

Bunda elementlarning ketma-ket ulanishi: 8 va 9, 12 va 13 bo'ladi.

Elementlarning ishonchlilik tavsiflari quyidagi ifodalar orqali aniqlanadi.

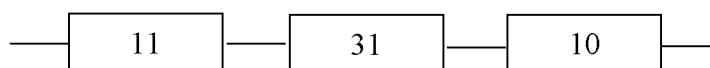
$$P_{11}=P_{12}*P_{13}=[1-(1-P_3)*(1-P_4)*(1-P_5)]*[1-(1-P_6)*(1-P_7)]$$



15 - rasm. Ikkinchi bosqich o'zgartirishdan keyingi sxema

$$P_{22}=P_8*P_9$$

Uchinchi bosqichda yana barcha parallel ulanishlar kirib chiqiladi va ekvivalent elementlar bilan almashtiriladi.



16 - rasm. Uchinchi bosqich o'zgartirishdan keyingi sxema

Elementlarning ishonchlilik tavsiflari quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$P_{31}=(1-P_{21})*(1-P_{22})=1-\{1-[1-(1-P_3)*(1-P_4)*(1-P_5)]*[1-(1-P_6)*(1-P_7)]\}*(1-P_8*P_9)$$

To'rtinchi bosqichda ketma-ket strukturali EHV lari uchun tizimning BIEgi aniqlanadi.

$$P_t = P_{11} * R_{31} * R_{10} = [1 - (1 - P_1) * (1 - P_2)] \{ [1 - (1 - P_3) * (1 - P_4) * (1 - P_5)] [1 - (1 - P_6) * (1 - P_7)] \} * (1 - P_8 * R_9) * R_{10}$$

Misol.

Elementlarning BIEligi quyidagilarga teng bo'lgan holi uchun tizimning ishonchlilik ko'rsatkichlarini aniqlaymiz.

R ₁ =0,8	R ₆ =0,9
R ₂ =0,9	R ₇ =0,95
R ₃ =0,7	R ₈ =0,95
R ₄ =0,8	R ₉ =0,9
R ₅ =0,9	R ₁₀ =0,98

6 – jadval

BIEligi hisob natijalarini jadvalga joylashtirish

Hisobning boshlang'ich axborotlari	1-bosqich hisobi	2-bosqich hisobi	3-bosqich hisobi	4-bosqich hisobi
R ₁ =0,8	R ₁₁ =0,98	R ₁₁ =0,98	R ₁₁ =0,98	R _t =0,959
R ₂ =0,9	R ₁₂ =0,994	R ₂₁ =0,991	R ₃₁ =0,999	
R ₃ =0,7	R ₁₃ =0,995	R ₂₂ =0,855	R ₁₀ =0,98	
R ₄ =0,8	R ₈ =0,95	R ₁₀ =0,98		
R ₅ =0,9	R ₉ =0,9			
R ₆ =0,9	R ₁₀ =0,9			
R ₇ =0,95				
R ₈ =0,95				
R ₉ =0,9				
R ₁₀ =0,98				

Keltirilgan misoldan ko'rinib turibdiki, svyortka usuli parallel ketma-ket strukturali tiklanmaydigan tizimlarni ishonchlilik ko'rsatkichlarini aniqlashda effektiv hisoblanadi. Elementlar soni hisobni o'tkazishga kam mushkullik keltiradi, asosan hisoblash bosqichlari soni ko'payadi.

Svyortka usulining kamchiligi parallel-ketma-ket sxemalarning chegaralanishidir. Misol uchun, ushbu usul orqali koʻpriqli strukturaga ega boʻlgan tizimlarning ishonchlilik koʻrsatkichlarini hisoblab boʻlmaydi.

4.2. Elementlarini oʻchirish usuli (hisobdan chiqarish)

Murakkab strukturali EQLarining ishonchliligini baholashda (xususan, koʻpriqli struktura turidan foydalanish mumkin) elementlarini oʻchirish usulida foydalanish mumkin, u yaqinlashtirilgan usul hisoblanadi.

Uning mazmuni shundaki, struktura sxemada bitta yoki ikkita element tanlab olinadi, soʻngra ikkita holatlar uchun ishonchlilik koʻrsatkichlari hisoblanadi:

-tanlab olingan element absolyut ishonchlilikka ega deb taxmin qilinadi (elementning buzilmay ishlash ehtimolligi 1 ga teng);

-tanlab olingan elementlar absolyut ishonchsiz deb taxmin qilinadi (elementlarning buzilmay ishlash ehtimolligi 0 ga teng).

Birinchi holatda sxemaning ikkita nuqtasi elementlar ulanadigan nuqtalar, doimiy ulangan boʻladi. Ikkinchi holatda-ushbu ikkita nuqtalarda hech qanday ulanishlar boʻlmaydi. Olingan ikkita strukturalar uchun buzilmay ishlash ehtimolligi, R_{\max} va R_{\min} ga teng boʻladi.

Keyin oʻchiriladigan elementlar uchun buzilmay ishlash ehtimolligini oʻrtacha qiymati topiladi:

$$R_{o'r} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

bunda R_i -oʻchiriladigan i-elementning buzilmay ishlash ehtimolligi;

n-oʻchirilgan elementlar soni.

Tizim strukturasining buzilmay ishlash ehtimolligining tugallangan hisobi quyidagi formula orqali aniqlanadi;

$$P_T = P_{\min} + (P_{\max} - P_{\min}) * P_{o'r}.$$

Bundan kelib chiqadiki, $P_{o.r.}=1$ (absolyut ishonchli elementi), $P_T=P_{max}$ bo'ladi. Agar $P_{o.r.}=0$ bo'lsa (absolyut ishonchsiz elmenti), $P_T=P_{min}$ bo'ladi.

Elementlarni o'chirish (hisobdan chiqarish) usulini ba'zi xususiyatlarini ko'ramiz:

1) O'chirilayotgan elementlar sonini ko'payishi bilan hisoblash aniqligi kamayadi;

2) Aniq belgilab qo'yilgan o'chiriladigan elementlar soniga ega bo'lgan tizimning elementlari sonini o'sishi hisoblash aniqligini oshiradi;

3) O'chiriladigan elementlar sifatida yuqori ishonchlilikka ega elementlarini tanlash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Misol.

Ko'priqli strukturali oddiy sxemani ko'rib chiqamiz (17-rasmga qarang). Elementlarning buzilmay ishlash ehtimolligi bir xil $R=0,8$ ga teng deb hisoblaymiz.

Yechim.

O'chiriladigan element sifatida 5-elementni tanlaymiz. Undan ikkita struktura kelib chiqadi. Birinchi strukturada 5-element joyi bo'ladi.

Shuning uchun

$$P_{min}=1-(1-P^2)^2=0,88$$

Ikkinchi strukturada 5-element o'rniga qisqa tutashish (zamikaniya) sodir etiladi. Shuning uchun

$$P_{max}=[1-(1-P^2)^2]=0,91; P_{o.r.}=0,8$$

Tugallangan hisobda

$$R_t=0,88+0,8(0,91+0,88)=0,90$$

bo'ladi.

4.3. Minimal yo'llar va tutashishlar usuli bo'yicha ishonchlilikni baholash

Shunday struktura va EQLarini tashkil etish usullari uchraydiki, ularda zaxiralanish bo'ladi, lekin ularni elementlarini ketma-ket va parallel ulash sxemasi bo'yicha tasavvur qilib bo'lmaydi. Bunday strukturalarni ishonchliligini tahlil

qilish uchun minimal yo‘llar va tutashishlar (ulanishlar) usulidan foydalaniladi. U yaqinlashtirilgan hisobga ta’luqli bo‘lib, yuqoridan va quyidan ishonchlilikni baholash chegarasini aniqlash imkonini beradi.

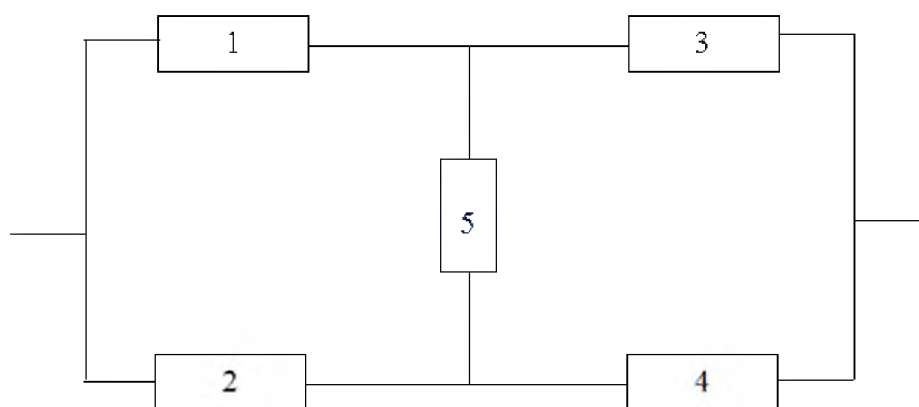
Yo‘llar murakkab tizimlarda elementlar ketma-ketligi bo‘lib, tizimni ishlashini ta’minlaydi.

Tutashishlar elementlar yig‘indisi bo‘lib, ularning buzilishlari tizim buzilishiga olib keladi.

Ketma-ket ulangan parallel zanjirli BIEligi ushbu strukturani tizimining quyi bahosining BIEligini beradi. Parallel ulangan ketma-ket zanjirning BIEligi, ushbu struktura tizimi uchun yuqori bahoni beradi.

Ishonchlilik ko‘rsatkichlarining haqiqiy qiymati yuqori va quyi chegara oralig‘ida bo‘ladi.

5 ta elementdan iborat ko‘prik ulanish sxemasini ko‘rib chiqamiz.

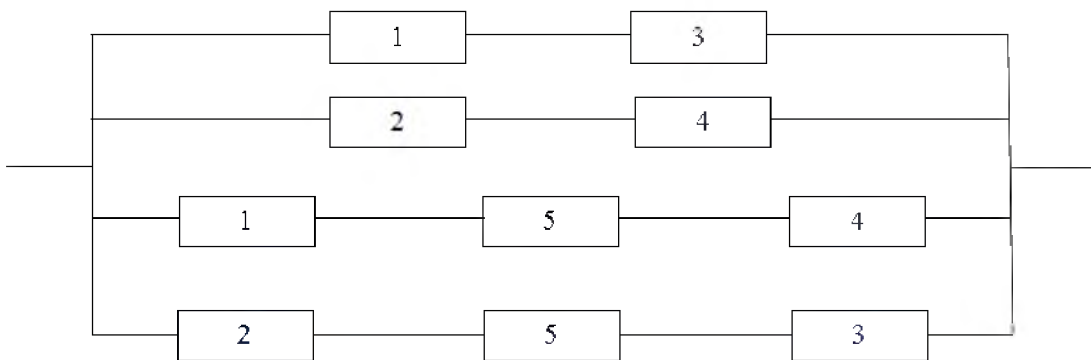


17 – rasm. Elementlarning ko‘prik sxemasi

Bu yerda elementlarning to‘plami minimal yo‘lni tashkil etadi, bunda ixtiyoriy bitta elementning o‘chirilishi yo‘lning buzilishiga olib keladi. Bundan kelib chiqadiki, bitta yo‘l tarkibida elementlar asosiy ulanishda bo‘ladi va yo‘llar parallel yoqiladi.

Ko‘prik sxemalari uchun minimal yo‘llar to‘plami 18-rasmda keltirilgan, yo‘lni 1 va 3, 2 va 4, 1, 5 va 3 elementlar tashkil etadi.

1- yo'l uzunligi.



α - yo'llar soni

18-rasm. Minimal yo'llar to'plami

Sxemaning barcha elementlari uchun BIE ma'lum R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 va Q_1, Q_2 mos keluvchi «uzilish» turidagi buzilishlar.

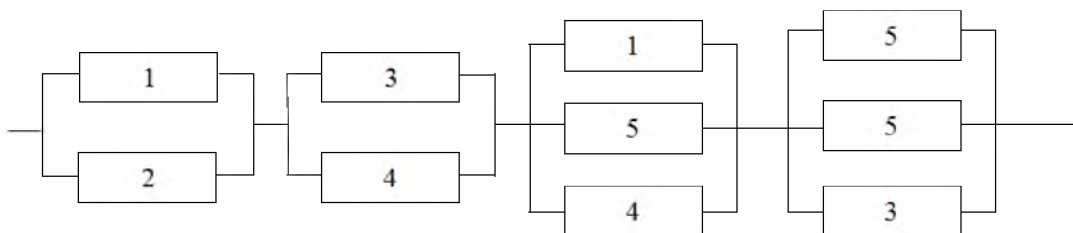
Bunda bitta element ikkita parallel yo'lga ulansa, hisoblash natijasida yuqori buzilmaslik bahosi olinadi.

$$P_{10} = 1 - Q_{13} * Q_{24} * Q_{154} * Q_{253} = 1 - (1 - P_1 P_3) * (1 - P_2 P_4) * (1 - P_1 P_5 P_4) * (1 - P_2 P_5 P_3)$$

Minimal kesishishlarni aniqlashda elementlarning minimal sonini tanlashga to'g'ri keladi, ularning ishga yaroqlilik holatidan ishga yaroqsiz holatga o'tishi, tizimning buzilishiga olib keladi.

Kesishish elementini to'g'ri tanlashda ularning ixtiyoriy elementi ishga yaroqli holatga qaytishi, tizimning ishga yaroqli holatga o'tkaziladi.

Xar bir kesishishning buzilishi, tizimning buzilishiga olib kelishi sababli, birinchilari ketma-ket ulanadi. Xar bir kesishish doirasida esa, elementlar parallel ulanadi, chunki tizimning ishlashi uchun ixtiyoriy kesishish elementi ishga yaroqliligi kifoya qiladi.



19-rasm. Ko'prik sxemasi uchun minimal kesishishlar

Bunda bitta element ikkita kesishishga ulanganligi uchun, olingan baho quyi hisoblanadi.

$$P_{13} = P_{12} * P_{34} * P_{134} * P_{253} = (1 - q_1 * q_2) * (1 - q_1 * q_3 * q_4) * (1 - q_2 * q_3 * q_3)$$

Tizimning BIE R_T ikkita tengsizlik bilan baholanadi.

$$R_K \leq R_T \leq R_{10}$$

Shunday qilib ushbu usul ixtiyoriy strukturali tizimni parallel ketma-ket va ketma-ket-parallel zanjir ko'rinishda tasavvur qilish imkonini beradi. Minimal yo'l va kesishishlarni tuzayotganda xar qanday tizim strukturasi parallel-ketma-ket va ketma-ket-parallel elementlar ulanishga aylantiriladi. Bu usul juda sodda, lekin barcha yo'llar va kesishishlarni aniq belgilanishini talab etadi. Bu usul ABTTJlari (avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarining texnologik jarayonlari) tizim qismlarini ishonchliligini hisoblashda keng qo'llaniladi, bundan tashqari himoya tizimlari va mantiqiy boshqarishda ham qo'llaniladi.

4.4. Tizim ishonchliligini tahlil qilishning mantiqiy-ehtimollik usuli

Mantiqiy-ehtimollik usulining mazmuni shundaki, tizimning ishlash qobiliyatini analitik yozishda algebra logika funktsiyalaridan (ALF) foydalanish va ALFdan ehtimollik funktsiyalariga o'tib, shu funktsiyalar orqali tizimning xavfsizligini ob'yektiv ifodalashdir. Bu ALF yordamida EQLari ishonchliligini matematik apparatlar yordamida hisoblash uchun sxemalarni matematik yozish va ishonchlilik ko'rsatkichlarini aniqlashda ehtimollik nazariyasidan foydalanishdir.

Tizim ikkita holatda bo'lishi mumkin: to'liq ishga layoqatli ($u=1$) va to'liq buzilgan holatda ($u=0$). Bunda taxmin qilinadiki, tizim xarakati determinlashgan,

uning elementlari xarakteriga bog‘liq, boshqacha aytganda u $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$ funksiyasi hisoblanadi. Bundan tashqari elementlar ikkita mos kelmaydigan holatda bo‘lishi mumkin: to‘liq ishlash qobiliyatida ($X_i=1$) va to‘liq buzilgan holatda ($X_i=0$) ALF elementlar holatlarini tizim holatlari bilan bog‘lovchi u (X_1, X_2, \dots, X_n) ni tizimning ishga layoqatli funksiyasi deb ataladi.

$$F(y)=1$$

Tizimning ishga layoqatli holatini baholash uchun ikkita tushunchadan foydalaniladi:

1. Muvaffaqiyatli ishlash uchun qisqa yo‘l (MIQY) elementlarning konyunktsiyasi bo‘lib, komponentlarning birortasini olib tashlasa tizimning ishlashi bo‘linadi. Bunday konyunktsiya quyidagi ALF ko‘rinishida

$$P_1 = \bigwedge_{i \in K_p} X_i$$

bunda i, K_p ning ko‘plab nomerlariga tegishli i -yo‘lga mos keladi.

Boshqacha aytganda MIQY tizim ishga layoqatli holatini ta’riflaydi, bu tizimga qo‘yilgan vazifalarni bajarish uchun kerak bo‘ladigan minimal ishga layoqatli elementlar to‘plami orqali aniqlanadi.

2. Tizim buzilishining minimal kesishishlari (TBMK)-tizim elementlarining shunday inkor etish konyunktsiya, tizimning ishga yaroqsizligini buzmasdan birorta ham komponentasini olib bo‘lmaydi. Bunday konyunktsiyasini quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$S_j = \bigwedge_{i \in K_g} X_i$$

bunda K_g -ushbu kesishmaga mos keluvchi ko‘plab nomerlarni bildiradi.

Boshqacha aytganda TBMK tizimning sodir bo‘lishi mumkin bo‘lgan ishga yaroqliligini buzilish usulini, tizim buzilishining minimal kesishishlari yordamida ta’riflaydi.

Tizimning xar bir ortiqchaligi uchun qisqa yo‘llarning tugallangan soni bor ($l=1, 2 \dots d$) va minimal kesishishlari ($j=1, 2 \dots m$).

Ushbu tushunchalardan foydalanib tizimning ishlashga yaroqlilik shartini yozishimiz mumkin:

1. Barcha mavjud dizyuktsiyalar turining muvaffaqiyatli ishlashining qisqa yoʻli:

$$y(X_1, \dots, X_n) = \bigvee_{i=1}^{\alpha} P_i = \bigvee_{i=1}^{\alpha} [\bigwedge_{i \in K_p} X_i]$$

2. Barcha TBMK konyunktsiyasini inkor turi:

$$y(X_1, \dots, X_n) = \bigwedge_{i=1}^m S_i = \bigwedge_{i=1}^m [\bigvee_{i \in K_p} X_i]$$

Shunday qilib, haqiqiy tizimning ishlashga yaroqlilik shartini baʼzi ekvivalent ishlashga yaroqli tizimlar koʻrinishida tasavvur etish mumkin. Uning strukturasi parallel ulangan MIQY deb qarash mumkin, yoki boshqa ekvivalent sxemani, yaʼni struktura ulanishi TBMQ inkori boʻladi.

Misol uchun: koʻproq strukturali EQLari tizimning ishlashga yaroqlilik funksiyasi quyidagicha yoziladi:

$$u(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) = \left. \begin{array}{l|l} R_1 & X_1 X_3 \\ R_2 & X_3 X_4 \\ R_3 & X_1 X_5 X_4 \\ R_4 & X_2 X_5 X_3 \end{array} \right|$$

Xuddi shu tizimning ishlashga yaroqliligini TBMQ orqali quyidagicha yozish mumkin:

$$u(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) = |X_1 X_2| X_3 X_4 | X_1 X_5 X_4 | X_2 X_5 X_3 | = [S_1, S_2, S_3, S_4, S_5]$$

Elementlar soni koʻp boʻlmagan (20 dan ortiq boʻlmasa) hollarda ishonchlilikni hisoblashning jadval usulidan foydalanish mumkin, unda qoʻshma hodisalar ehtimolligini qoʻshish teoremasidan foydalaniladi.

Tizimning buzilmay ishlash ehtimolligini ushbu formula orqali hisoblanadi:

$$R_T[y(X_1, X_2, \dots, X_n)] = P_T \{ \bigvee_{i=1}^d P_i \}$$

Mantiqiy ehtimollik usuli (qirqish usuli, jadval, ortoganallashtirish) buzilish daraxtlarini qurish jarayonlarini diagnostikasida va tizimning buzilishini keltirib chiqaruvchi bazis hodisalarini aniqlashda qoʻllaniladi.

Murakkab strukturali zaxiralangan EQLarining ishonchliligini hisoblash uchun statistik modellashtirish usulidan foydalaniladi.

Usulning g'oyasi X_i mantiqiy o'zgaruvchilarni P_i berilgan ehtimollik bir bo'lguncha ishlab chiqarishdir. U modellashtirilayotgan tizim funktsiyasiga ixtiyoriy ko'rinishda qo'yiladi va natija hisoblanadi.

To'liq guruhni tashkil etuvchi bir-biriga bog'liq bo'lmagan tasodifiy hodisalar yig'indisi $X_1, X_2, \dots, X_n, P_i$ hodisalarning xar birini paydo bo'lish ehtimolligi bilan tavsiflanadi, bunda $\sum P_i=1$ ga.

Tasodifiy hodisalar yig'indisini modellashtirish uchun tasodifiy sonlar generatoridan foydalaniladi, u sonlarni $[0;-1]$ oralig'ida bir xilda taqsimlaydi. X_1 tasodifiy mantiqiy o'zgaruvchilarni P_i bir xosil bo'lguncha berilgan ehtimollikda generatsiya qilish, tasodifiy kattalik ξ $[0;1]$ oralig'ida bir xil (teng) taqsimlanishi ta'minlanadi. Ular dastur ta'minoti orqali olinadi va barcha XMLari matematik ta'minotiga kiradi.

P_i qiymati i-tizim qismining BIEgiga teng qilib tanlanadi. Hisoblash jarayoni N_0 marta yangi bog'liq bo'lmagan X_i argumentlari qiymatlari bilan qaytariladi. $N(t)N_0$ lar esa BIENing statistik baholanishi bo'ladi.

4 bobga oid savollar:

1. Svyortka usuli qanday strukturali EQLarining ishonchliligini hisoblashda ishlatiladi?
2. Yo‘qlangan zaxirali ketma-ket-parallel strukturali qurilmalarni ishonchliligini baholashning mazmuni nima?
3. Qanday holatlarda zaxira elementi ideal ishonchlilikka ega bo‘ladi?
4. Svyortka usulining kamchiligi nimada?
5. Mantiqiy-ehtimollik usulining mazmuni nimada?
6. Qanday strukturali EQLarining ishonchliligi mantiqiy-ehtimollik usuli orqali topiladi?
7. Tizim ishlashga yaroqliligi funktsiyasi deb nimaga aytiladi?
8. Siz tizimlarning ishga yaroqlilik shartlarini yozish usullarini qaysilarini bilasiz?

5 bob. Tiklanadigan EQ larining ishonchliligini hisoblash

5.1. Tiklanadigan tizimlarning ishonchliligini hisoblash

Loyihalashtirilayotgan EQLarini ishonchliligini hisoblashning asosiy masalasi, ularni ishlash jarayonining ehtimolliklariga mos keluvchi matematika modelini beradi.

Matematik model turi hisob formulalarini olish imkonini aniqlaydi. Tiklanadigan zaxirali va zaxirasiz tizimlarning ishonchliligini hisoblash uchun ushbu usullardan foydalaniladi: integral tenglamalar usuli, differensial tenglamalar usuli, o'tuvchi intensivlik usuli, mumkin bo'lgan holatlar grafik orqali ishonchlilikni baholash usuli va boshqalar.

5.2. Integral tenglamalar usuli

Integral tenglamalar usuli umumiy bo'lib, uni xar qanday (tiklanadigan va tiklanmaydigan) tizimlarni ishonchliligini hisoblashda, BIEligini har qanday taqsimlanishda va tiklanish vaqtida qo'llash mumkin.

Bu holda tizimning ishonchlilik ko'rsatkichlarini aniqlash uchun integral va integral-differensial tenglamalarni yechiladi. Ular BIEligini taqsimlanish tavsiflarini bog'laydi. Tiklanadigan tizimlar uchun esa, elementning tiklanish vaqtini ham aniqlaydi.

Integral tenglamalarni tuzish uchun odatda bitta yoki bir nechta cheksiz kichik vaqt oraliqlari ajratiladi, bunda bir nechta ko'rsatkichlarning birgalikdagi xarakatidan kelib chiqadigan murakkab hodisalar ko'rib chiqiladi.

Umumiy holda yechim RXM (Raqamli hisoblash mashinalari) yordamida topiladi. Integral tenglamalar usulida yechim murakkabligi tufayli keng qo'llanilmaydi.

5.3. Differensial tenglamalar usuli

Ushbu usul tiklanadigan ob'yektlarni ishonchligini baholash uchun qo'llaniladi va buzilishlar hamda tiklanish vaqtlari orasidagi vaqtni taqsimlanish ko'rsatkichlariga asoslanadi. Bunda buzilish orqali ko'rsatkichi

$$W=\lambda=1/t_{o'r.}$$

va tiklanish intensivligi $\mu=1/t_{tik.}$, formuladagi $t_{o'r.}$ -buzilmay ishlashning o'rtacha vaqti, $t_{tik.}$ -tiklanishning o'rtacha vaqti.

Usulni qo'llash uchun tizimning ko'plab mumkin bo'lgan holatlari uchun matematik modeli bo'lishi kerak $S=\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, tizim bu holatlarda buzilish va tiklanish vaqtida bo'lishi mumkin. Vaqti, vaqti bilan tizim S aloxida elementlari, buzilishlar va tiklanishlar ta'sirida bir holatdan boshqasiga sakrab o'tkazish.

Tizimning vaqt bo'yicha eskirish jarayonini tahlil qilish uchun holatlar grafidan foydalanish qulay. Holatlar grafi, bu graf yo'nalishi bo'lib, tizim holatlari doiralar yoki to'g'ri burchaklar bilan ko'rsatiladi. U tizim yoki ob'yekt qancha xar hil holatda bo'lishi mumkin bo'lsa, o'shancha cho'qqiga ega bo'ladi. Graf yoylari esa ba'zi holatlardan boshqa holatlarga tiklanish va buzilish intensivligi ko'rsatkichiga ko'ra o'tish imkonini ifodalaydi. Tizim qismning buzilishi va ishga yaroqliligi holati tizimning bitta mos keluvchi holatiga to'g'ri keladi. Tizimning holatlari soni $1(k)$, bunda k-tizim qismlar soni.

Ehtimollik bilan tizim mumkin bo'lgan holatlarining barchasida bo'lishi mumkinligi orasidagi bog'liqlik Kalmagorovning differensial tenglamasi orqali ifodalanadi (birinchi darajali tenglama).

Kalmagorov tenglamasining strukturasi quyidagi qoidalarda ko'riladi: xar bir tenglamaning chap tomonida ob'yektni ko'rilayotgan holatda bo'lish ehtimolligi yoziladi (graf cho'qisida), o'ng tomonida esa cho'qqi bilan bog'langan graf qovirg'alari holatlari nechta bo'lsa, o'shancha a'zodan iborat bo'ladi. Agar qovurg'a ushbu cho'qqiga chiqayotgan bo'lsa mos keluvchi a'zoning belgisi manfiy bo'ladi, agar cho'qqiga kirayotgan bo'lsa musbat bo'ladi. Xar bir a'zo buzilish intensivligi ko'rsatkichiga teng bo'lib ushbu qovurg'a bilan bog'langan.

Kalmagorov tenglamasining tizimi ob'yektning holatlari grafida qancha cho'qqi bo'lsa o'shancha tenglamadan iborat.

Differensial tenglamalar tizim qo'shimcha me'yorlashtirish shartlaridan iborat.

$$\sum_{j=0}^n P_j(t) = 1$$

bunda, $P_j(t)$ -tizimning j -holatda bo'lish ehtimolligi;

$n+1$ tizimning bo'lishi mumkin bo'lgan holatlari soni.

Tenglamalar tizimini aniq shartlariga ko'ra yechim qidirilayotgan ehtimollik $P_j(t)$ qiymatini beradi.

Tizimning barcha holatlari ko'pligi ikki qismga ajratiladi: n_1 holatlar ko'pligida tizim ishga yaroqli va n_2 holatlar ko'pligida tizim ishga yaroqsiz holatda bo'ladi.

Tizimning tayyorlik funksiyasi:

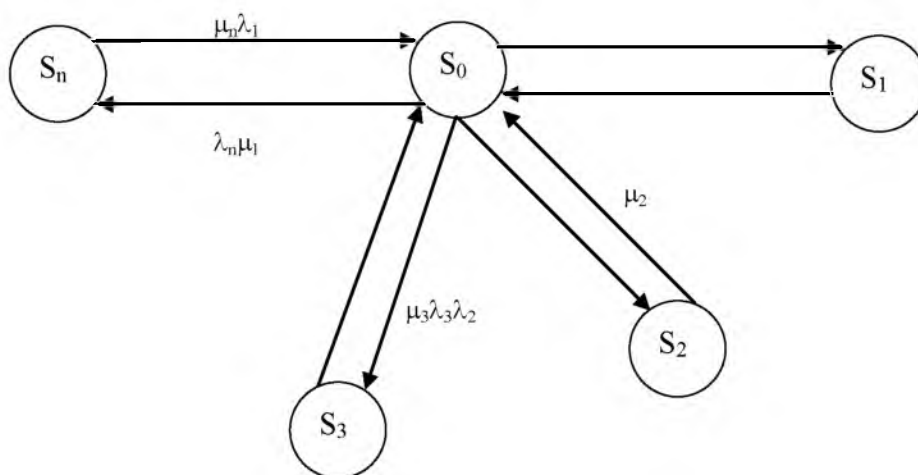
$$K(t) = \sum_{j=0}^{n_1} P_j(t) = 1$$

bunda, $P_j(t)$ -tizimishlashga yaroqli holatda bo'lishi ehtimoli;

j -tizimning ishga yaroqli holatda bo'lishlari soni.

Qachonki tizimning ishlashga yaroqlik koeffitsientini yoki turib qolish (ishlamay turish) koeffitsientini hisoblash zarur bo'lsa, joriy etilgan ishlatish tartibini ko'rib chiqiladi $t \in [0, \infty)$. Bunda barcha $P_j(t) \geq 0$ bo'lsa, tizimning differensial tenglamalari algebraik tenglamalar tizimiga o'tadi.

Zaxiralanmagan tiklanadigan n elementidan tashkil topgan tizimning graf holatlariga misol 20-rasmda keltirilgan.



20 - rasm. Tiklanadigan tizimning grafik holatlari

Tizim qaysi holatlarda bo‘lishi mumkinligini ko‘rib chiqamiz.

Bu yerda quyidagi holatlar bo‘lishi mumkin:

S_0 -barcha elementlar ishlashga yaroqli;

S_1 -birinchi element ishlashga yaroqsiz, qolganlari yaraydi;

S_2 -ikkinchi element ishlashga yaroqsiz, qolganlari yaroqli;

S_n -n-element ishlashga yaroqsiz, qolganlari yaroqli.

Ikkita element bir vaqtda ishlashga yaroqsiz holatda bo‘lish ehtimoli juda ham oz. Buzilish intensivligi $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ bilan belgilanadi, tiklanish intensivligi esa $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ bilan belgilanadi.

20-rasm holatlar grafi bo‘yicha differensial tenglamalar tizimi tuziladi (S_0 holat uchun tenglama katta bo‘lishi hisobiga olinib yozilmaydi).

Me‘yorlashtirish shartiga ko‘ra:

$$\sum_{j=0}^n P_j(t) = 1$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \lambda_1 * P_0(t) - \mu_1 * P_1(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_2 * P_0(t) - \mu_2 * P_2(t)$$

$$\frac{dP_n(t)}{dt} = \lambda_n * P_0(t) - \mu_n * P_n(t)$$

Tadbiq etilgan ishlash tartibiga ko'ra ($t \rightarrow \infty$):

$$\lambda_1 * P_0(t) - \mu_1 * P_1(t)$$

$$\lambda_2 * P_0(t) - \mu_2 * P_2(t)$$

$$\lambda_n * P_0(t) - \mu_n * P_n(t)$$

Boshlang'ich shart:

$$P_0(t) = 1$$

$$P_1(0) = P_2(0) = \dots = P_n(0) = 0$$

Olingan algebraik tenglamalar tizimini me'yorlashtirish shartini hisobga olgan holda yechib ishonchlilik ko'rsatkichini topamiz.

Tenglamalar tizimini yechishda holatlar ehtimolligi uchun Lafranj o'zgaruvchilari yoki sonli hisoblash usulidan ham foydalanish mumkin.

5.4. Markov modellari yordamida zaxiralanuvchi tiklanuvchi

EQlarini ishonchlilik ko'rsatkichlarini hisoblash

EQlari va uni tashkil etuvchi qismlarini ishlashini qandaydir sabablar ta'sirida bir holatdan boshqasiga o'tuvchi jarayonlar yig'indisi sifatida qarashimiz mumkin.

Tiklanuvchi EQlari ishonchligi nuqtaiy nazaridan qaysi element vaqt mobaynida ishga yaroqli, qaysilari yaroqsiz ekanligini tavsiflovchi holatlar ko'riladi.

Agar har bir ishlashga yaroqli (yaroqsiz) elementlarga ob'yektning ko'plab mos keluvchi holatlari qo'yilsa, unda elementning buzilish va tiklanishi ob'yektning bir holatdan boshqa holga o'tishida ko'rsatiladi.

Misol uchun ob'yekt ikkita elementdan tashkil topgan. Unda u to'rtta holatdan bittasida bo'lishi mumkin:

S_1 -ikkala element ishga yaroqli;

S_2 -faqat birinchi element ishga yaroqsiz;

S_3 -ikkinchi element ishga yaroqsiz;

S_4 -ikkala element ishga yaroqsiz.

Ob'jektning bo'lishi mumkin bo'lgan holatlar ko'pligi:

$$S=\{S_1, S_2, S_3, S_4\}$$

Tekshirilayotgan tizimning holatlarini ko'pligi diskret yoki uzluksiz (sonli o'qning bir nechta vaqt oralig'ini yoki bittasini uzluksiz to'ldiradi) bo'lishi mumkin.

Kelgusida diskret kenglikdagi holatlar tizimini ko'rib chiqamiz. Bunday tizimning holatlari ketma-ketligi va bir holatdan boshqa holatga o'tish jarayonini o'zi maqsad deb ataladi.

Tizimning xar bir holatda bo'lish vaqtiga holda uzluksiz vaqt jarayoni va diskret vaqt jarayonlari farqlanadi. Uzluksiz vaqt jarayonida tizimni bir holatdan boshqa holatga o'tishi ixtiyoriy va laxzada amalga oshiriladi. Ikkinchi holatda esa, tizimning xar bir holatda bo'lishi belgilangan bo'lib, o'tishlar vaqti, vaqt o'qida teng bo'lgan oraliq joylashadi.

Xozirgi vaqtda ko'proq Markov xususiyatiga ega bo'lgan zanjirlar o'rganilgan. O'tishlar ehtimoli $P_{ij}(t)$ bilan belgilanadi, o'tishlar jarayoni esa Markov zanjiri deb ataladi.

Markov xususiyatlari ketma-ketligi yo'qligi bilan ajralib turadi. Bu esa tizimning kelgusida o'zini tutishi aynan xozirgi vaqtdagi holatiga bog'liq va bu holatga qanday o'tganiga sira ham bog'liq emas.

Markov jarayonlari holatlar grafi yordamida yoziladigan tizimning buzilishlarini ketma-ket tiklanishini yozish imkonini beradi.

Xususan ishonchlilikni hisoblash uchun uzluksiz vaqtga ega bo'lgan zanjirlar uchun Markov usulini qo'llaniladi. U differensial tenglamalar tizimiga asoslangan bo'lib, matritsa ko'rinishida quyidagicha yoziladi.

$$\frac{dP(t)}{dt} = P(t) * \Lambda$$

$$\frac{dP(t)}{dt} = \left[\frac{dP_1(t)}{dt} \quad \frac{dP_2(t)}{dt} \quad \frac{dP_n}{dt} \right]$$

bunda, $dP(t)=R_0$ -boshlang'ich shart;

o'tishlarning intensivlik matritsasi (ehtimollik holatlaridagi koeffitsientlari matritsasi):

$$\Lambda = \begin{pmatrix} -\lambda_{11} & \lambda_{12} & \lambda_{13} & \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & -\lambda_{22} & \lambda_{23} & \lambda_{2n} \\ \lambda_{31} & \lambda_{32} & -\lambda_{33} & \lambda_{3n} \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2} & \lambda_{n3} & -\lambda_{nn} \end{pmatrix}$$

bunda

$$\lambda_i = \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}$$

bu yerda λ_{ij} -tizimni i-holatdan j-holatga o'tish intensivligi.

R_i -tizimni j-holatda ekanligining ehtimoli.

Murakkab zaxiralanadigan va tiklanadigan tizimlarni ishonchliligini baholashda Markovning zanjirlar usuli, holatlar soni ko'p bo'lganligi sababli ularning yechimlari murakkab bo'ladi. Bir sharoitda ishlovchi bir turdagi tizim qismlari uchun holatlar sonini kamaytirish uchun kattalashtirish usulidan foydalaniladi. Bunda tizim qismlarining bir xil sonli buzilish holatlari birlashtiriladi. Unda tenglamaning xajmi kamayadi.

Markov zanjiri usulidan foydalanib zaxiralangan tiklanadigan tizimlarni ishonchliligini baholashning uslubiy ketma-ketligi quyidagicha [1, 4, 12];

1. Qurilmaning tarkibi taxlil qilinadi va ishonchlik struktura sxemasi tuziladi. Barcha bo'lishi mumkin bo'lgan holatlarni hisobga olib sxemaga asosan graf quriladi;

2. Struktura sxemani taxlil qilish natijasida grafning barcha cho'qqilari ikkita ko'plikka bo'linadi: tizimning ishlashga layoqatli holatiga mos keluvchi cho'qqi va tizimning ishlashga layoqatsiz holatiga mos keluvchi cho'qqisi;

3. Holatlar grafi yordamida differensial tenglamalar tizimi tuziladi (Kalmagorov qoidasidan foydalanib);

4. Masalani yechishning boshlang'ich shartlari tanlanadi;

5. Ixtiyoriy vaqt mobaynida tizimning ishlashga yaroqli holatda bo'lish ehtimolligi aniqlanadi;

6. Tizimning buzilmay ishlash ehtimolligi aniqlanadi;

7. Kerak bo'lsa boshqa ko'rsatkichlari ham aniqlanadi.

5.5. Tiklanadigan EQLarning ishonchliligini hisoblashning yaqinlashtirilgan usuli

Tiklanadigan EQLarini o'rnatilgan qiymatlari ishonchlilik ko'rsatkichlarini hisoblashning yaqinlashtirilgan usulini ko'rib chiqamiz. Usul quyidagilarga asoslangan:

1. Tiklanish vaqti BIV ancha katta;
2. Tizimning tiklanish va buzilish intensivligi doimiy kattalik;
3. Alohida tizim qismlarining buzilish va tiklanish-bog'liq bo'lmagan tasodifiy hodisalar.

Tizim qismlarini ketma-ket ulash uchun quyidagi yaqinlashtirilgan bog'liqliklari mavjud:

$$\lambda_r = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$
$$K_r = 1 - n + \sum_{i=1}^n K_{ri}$$
$$\mu = \lambda / (1 - K_r)$$

Tizim qismlarini parallel ulash uchun:

$$\mu = \sum_{i=1}^n \mu_i$$
$$K_r = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - K_{ri})$$
$$\lambda = \mu (1 - K_r)$$

Ushbu formulalarda quyidagi belgilashlar qabul qilingan.

λ -n(m) tizim qismlaridan iborat ketma-ket (parallel) tizimning buzilish intensivligi;

K_r -n(m) tizim qism guruhidan iborat ketma-ket (parallel) tizim qismning tayyorlik koeffitsienti;

O'sha o'zgaruvchi alohida tizim qismlari ko'rsatkichlar mos ravishda i-indeks bilan belgilanadi.

Agar tizimda sirpanuvchi zaxira qo‘llansa, unda tayyorlik koeffitsientini aniqlash uchun quyidagi formula qo‘llaniladi:

$$K_r = \sum_{i=\varepsilon}^m C_m^i * K_{TKT} * (1 - K_{TKT})^{m-i}$$

Bunda r-samaradorligi talablariga minimal kerakli bo‘lgan ishga yaroqli tizim qismlari soni.

K_{TKT} -tizim qismlarining tayyorlik koeffitsienti (sirpanuvchi zaxiralashda barcha tizim qismlari bir turda bo‘ladi).

Sirpanuvchi zaxiralash holatini tiklanish intensivligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\mu = (m-r+1) * \mu_n$$

μ_n -tizim qismining tiklanish intensivligi;

Yuqorida ko‘rsatilganidan buzilish intensivligi λ soni, buzilish oqimi ko‘rsatkichiga μ teng.

Oltita tizim qismidan tashkil topgan XTni ko‘rib chiqamiz: markaziy protsessor (MP), tezkor xotira qurilmasi (TXQ), magnit diskli xotira (MD), magnit tasmali xotira (MT), bosma qurilmasi (Bosm. Q) va perfopentali kiritish qurilmasi (PKQ). Tizim qismlari uchun ma’lumotlar 7-jadvalda keltirilgan.

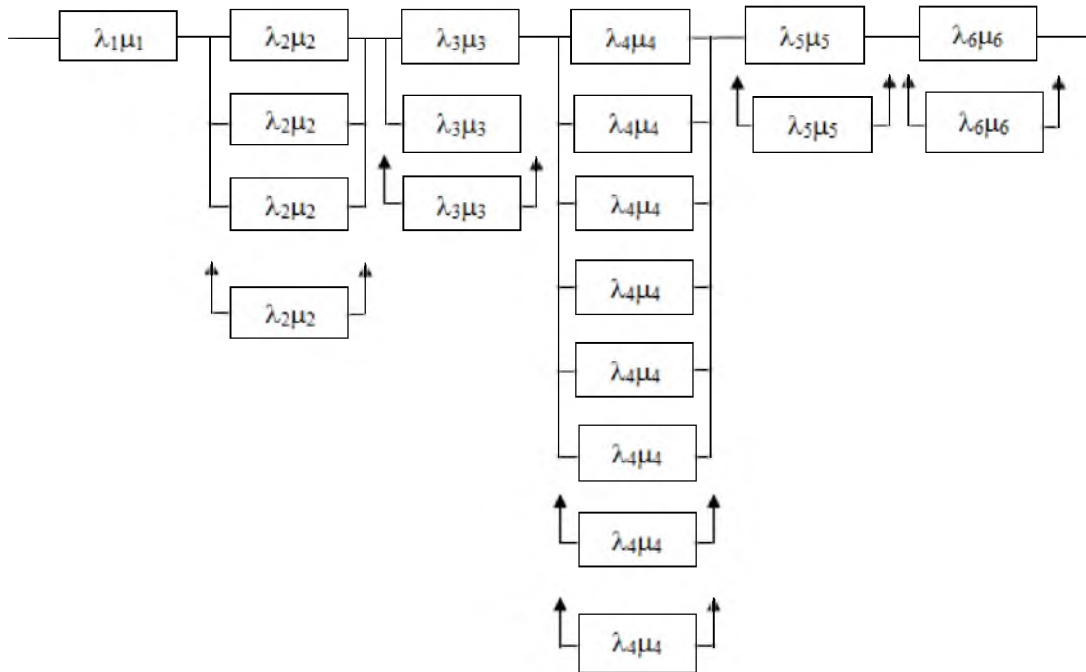
7 - jadval

Tizim qismlari

Tizim qismlarining nomi	Qiymatlar m(r)	Intensivligi		Tayyorlik koeffitsienti K_{ri}
Markaziy protsessor (MP)	1	$\lambda_i, 1/\text{soat}$	$\mu_n, 1/\text{soat}$	
TXQ modeli	4(3)	$152 * 10^{-6}$	1	$1 - 1,52 * 10^{-4}$
MD xotira qurilmasi	3(2)	$300 * 10^{-6}$	0,01	$1 - 3 * 10^{-2}$
MT xotira qurilmasi	8(2)	$250 * 10^{-6}$	0,025	$1 - 10^{-2}$
Bosma qurilma (Bosm.Q)	2(1)	$350 * 10^{-6}$	0,035	$1 - 10^{-1}$
Perfopentali		$420 * 10^{-6}$	0,021	$1 - 2 * 10^{-2}$

kiritish (PKQ)	qurilmasi	2(1)	$250 \cdot 10^{-6}$	0,025	$1 \cdot 10^{-2}$
-------------------	-----------	------	---------------------	-------	-------------------

XT ning ishonchliligini hisoblash sxemasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi.



21 - rasm. XT ning ishonchliligini hisoblash sxemasi

Yaqinlashtirish usuli bilan aloxida zaxiralangan guruhlar ko‘rsatkichlari hisoblangan. TXQ, MD, MTlar sirpanuvchi zaxiralash usuli orqali zaxiralangan. Bos.Q va PKQ bitta zaxira orqali zaxiralangan.

5 bobga oid savollar:

1. Tiklanuvchi tizimlarni ishonchlilik ko'rsatkichlarini aniqlashni qaysi usullari ma'lum?
2. EQsi qurilmalari va elementlarining holatlari qanday aniqlanadi?
3. Tizimni ishlashga yaroqli holatlari qanday aniqlanadi?
4. Tiklanuvchi tizimlarni ishonchliligini baholashda differensial tenglamalar usuli nega keng qo'llaniladi?
5. Differensial tenglamalar tizimini yechishda qanday shartlar kerak?
6. Markov zanjirlari deganda nima nazarda tutiladi?
7. Markov usulidan foydalanilgan EQning ishonchliligini baholash algoritmini keltiring?
8. EQlarini ishonchlilik ko'rsatkichlarini aniqlash uchun differensial tenglamani yozing.
9. Markov usulidan foydalanib ishonchlilik ko'rsatkichlarini qanday qiymatlarini olish mumkin?
10. Murakkab tizimning ishonchliligini Markov modelida ko'rishning asosiy bosqichlarini sanab o'ting.

6 bob. EQLarning dasturiy ta'minotining ishonchliligi

6.1. Dasturiy ta'minot ishonchliligini asosiy tushunchalari

Hisoblash apparatlarini ishonchli ishlashini dasturiy ta'minot bilan birgalikda ko'rib, hisoblash jarayonining ishonchliligi sifatida qaraladi [1, 10].

Dasturiy ta'minot (TD) deganda, dasturga qo'yilgan vazifani bajarish xususiyati tushuniladi, ya'ni ma'lum bir sharoitda ishlatilganda dasturga qo'yilgan me'yoriy tavsiflar o'zgarib saqlanib turishi tushuniladi.

DTning ishonchliligi uning buzilmasligi va tiklanuvchanligi bilan aniqlanadi.

Dasturni yoki dasturiy ta'minotni buzilmasligi, EQda axborotlarni ishlash uchun foydalanilgan ularning xususiyatlarini yo'qatmasliklaridir.

Dasturiy ta'minotni buzilmasligini tashqi muhitning alohida sharoitlarida, berilgan muddat mobaynida buzilmay ishlash ehtimolligi bilan baholash mumkin.

Dasturiy vositalarini buzilishga barqarorligini, dasturning ishlash vaqtida buzilishlar sodir bo'lishining o'rtacha vaqti bilan ham tavsiflash mumkin. Bunda EQLarining apparatlari to'liq ishlashga layoqatli deb taxmin qilinadi.

Iшонchililik nuqtai nazaridan DTni apparatlardan farqi, dasturlar jismoniy qarimaydi, demak ular hisobiga buzilishlar sodir bo'lmaydi.

DTning buzilishga barqarorligi uning to'g'riligi bilan aniqlanishi, demak, dasturlar yaratilish vaqtida xatolar bo'lmaganligiga bog'liq bo'ladi. Apparatlarning buzilishga barqarorligi tasodifiy buzilishlar asosida aniqlanadi, ular apparatlarning ishlash vaqtida ko'rsatkichlarini o'zgartirishdan kelib chiqadi.

Apparatlarda buzilishni sodir bo'lish mexanizmi DTdagi buzilishdan farq qiladi. Apparatlarning buzulishi elementlarning nosozligi bilan shartlanadi. DTning buzilishi esa unga qo'yilgan masalani mos tushmasligi bilan shartlanadi.

Mos tushmaslikka ikkita sabab bo'lishi mumkin: dasturni loyihalashtirishda xatolik qo'yilgan ya'ni dasturga texnik talablar vaqtida qo'yilmagan yoki spetsifikatsiyasi noaniq va to'liq bo'lmagan.

Dasturning aniqligi unga qo'yilgan talabga javob berishi bilan aniqlanadi. DTning aloxida ko'rsatkichi uning tiklanish qobiliyatidir. Buzilishdan keyin dasturni tiklash uchun dasturga tuzatishlar kiritiladi va dastur matn tiklanadi, axborotlar tuzatiladi yoki hisoblash jarayonini tashkil etilishiga o'zgarishlar kiritiladi.

DTning tiklanishini baholashda dasturdagi xatolikni bartaraf etishning o'rtacha davomiyligi va uning ishlashga layoqatini tiklash vaqti hisoblanadi. DTning tiklanuvchanligi ko'plab ko'rsatkichlarga bog'liq ular dastur strukturasi murakkabligi, dastur yozilgan algoritmik tilning murakkabligi, dasturlash usuli xujjatlarining sifati va boshqalar.

6.2. Dasturiy ta'minotning buzilish sabablari

Dasturning me'yoriy ishlashdan chetlanishi ishni chaqiruvchi asosiy sabablar bo'lib:

1. dasturda yashiringan xatolar;
2. ishlanishi kerak bo'lgan kirish axborotlarining xatoliklari;
3. foydalanuvchining noto'g'ri xati xarakati;
4. hisoblash jarayoni tashkil etilgan qurilmaning nosozligi kiradi.

1) Dasturda yashiringan xatolik uning me'yoriy ishlash shartini buzilishining asosiy ko'rsatkichi hisoblanadi;

- Hisoblashdagi xatolik-bunday xatolik sinflari kodlangan matematik ifodalarda yoki ular yordamida olingan natijalarda bo'ladi. Bunday xatolikalarga misol sifatida o'zgaruvchilar turlarini noto'g'ri o'zgartirish, noto'g'ri amal belgilari, indeksni ifodalashda xatolar, hisoblashda qiymatlarni yo'qolish va to'lib ketishlar kiradi.
- Mantiqiy xatolar-masalani yechishdagi algoritmdagi xatoliklar hisoblanadi. Bunday xatoliklar boshqaruvni noto'g'ri uzatilganda, siklning diapozon ko'rsatkichlarini berilishidagi noto'g'ri o'zgarishi, noto'g'ri shartlar va xokazolardan kelib chiqadi.

- Kiritish-chiqarish xatoliklar kiritish-chiqarish boshqarishda, chiqish yozuvlarini shakllanishi bilan bog‘liq bo‘ladi.
- Axborotlarga ta’sir qiluvchi xatoliklar-bunday xatoliklarga axborotlar elementlari sonini noto‘g‘ri aniqlash, operand uzunligini noto‘g‘ri ko‘rsatish, o‘zgaruvchi nomini noto‘g‘ri ko‘rsatish misol bo‘la oladi.
- O‘rin bosishdagi xatolar ushbu dasturda foydalaniladigan operatsion tizim yoki boshqa amaliy dasturlarni mos kelmasligi bilan bog‘liq.
- Ulashdagi xatolar dasturlarni boshqa dasturlar bilan noto‘g‘ri o‘zaro ta’siri keltirib chiqaradi, tizim dasturlari, EV qurilmalari bilan va boshqalar.

Ulashdagi xatoga misol sifatida dastur qismlaridagi argumentlar va ko‘rsatkichlarni mos kelmasligi, dasturni sinxron bajarishda sinxronlikni buzilishi va boshqalar.

2) Foydalanuvchi tomonidan DTni ishlash jarayonida buzilishga olib keluvchi xatti-xarakatlar jumlasiga ma’lumotlarni noto‘g‘ri ko‘rsatilishi, foydalanuvchi bilan EQ orasidagi muloqat jarayonidagi noto‘g‘ri xatti-xarakatlari kiradi.

3) Apparatni xatoligi-hisoblash jarayonini tashkil etish uchun foydalaniladigan apparatlarni ishlashda sodir bo‘ladigan nosozliklar DT ishonchliligini tavsiflariga ta’sir ko‘rsatadi. Apparatlarni ishlashdagi buzilishi yoki uzilishi hisoblash jarayonini me’yoriy ishlashni buzilishiga olib keladi va ko‘p hollarda axborotlarni xatoliklaridan va asosiy hamda tashqi xotiradagi dastur matnlarini xatoliklaridan kelib chiqadi.

Xatolarni sodir bo‘lish belgilari.

Dasturda xatoni sodir bo‘lishining belgilari:

- dasturni bajarishni muddatdan oldin tamomlanishi;
- dastur bajarilish vaqtini ruxsat etib bo‘lmaydigan darajada o‘sishi;
- qandaydir bitta dastur buyrug‘ini bajarilish ketma-ketligida, EQni tekisllanib qolishi;
- masalani muvaffaqiyatli yechish uchun kerakli axborotlarni to‘liq yoki qisman yo‘qotish;

-alohida dasturlarni chiqarishning ketma-ketligini buzilishi oqibatida kerakli dasturlarni o'tkazib yuborish;

-berilgan xato axborotlarni (kirish, chiqish, oraliq), ishlash natijasida axborotning ba'zi elementlarini xatoligi.

6.3. Dasturlarning ishonchliligini ta'minlash va oshirish usullari

Ular quyidagilarga ajratildi:

1. Dasturlash texnologiyasini mukammallashtirish;
2. Hisoblash jarayonini har xil turdagi nosozliklarga sezgir bo'lmagan algoritmlarni tanlash (ortiqchalik algoritmlaridan foydalanish).
3. Dasturni zaxiralash-dualniy yoki N-versiyali dasturlash, bunda strukturaviy ortiqchalikni boshqa usullari kiritiladi.
4. Dasturlarni keyingi tuzatishlar uchun nazorat va testlash.

Hisoblash jarayonining buzilishlarga sezgir bo'lmagan algoritmini tanlash, ularni sezgirligini tekshirib so'ng tanlashga asoslanadi. Sezgirlik me'yoriy buzilishlar oqibatida kelib chiqadigan xatoliklar bo'ladi.

Hisoblash natijalari xatoliklar bilan buzib ko'rsatiladi:

- hisoblash vaqtida shakllanishi buzilgan boshlang'ich axborotlar;
- butunlash;
- uslubiy;
- dasturdagi buzilishlar, uzilishlar va xatolar bilan shartlanadi.

6.4. Dasturning ishonchlilik modellari

Ishonchlilikning analitik modeli dasturda xato kelib chiqishi qonuniyati tadqiqot qilish imkonini beradi, shu bilan bir qatorda loyihalashtirish va ishlatish vaqtida ishonchlilikni oldindan aytib bera oladi.

Dasturning ishonchlilik modellarida xatoni paydo bo'lishi tasodifiy hodisa deb hisoblanadi va shu sababli ehtimollik tavsifiga ega bo'ladi. Bunday modellar testlash jarayonida dastur va dasturiy komplekslarni ishonchlilik ko'rsatkichlarini

baholash uchun ishlatiladi. Ular tuzatish ishlarini loyihalashtirish vaqtini asoslangan yechimini qabul qilish imkonini beradi.

Dasturlar modellarini qurishda ishonchlilikning quyidagi tavsiflaridan foydalaniladi.

Ishonchlilik funksiyasi $P(t)$, t vaqt oralig'ida dasturda xatolik kelib chiqish ehtimolligini aniqlash, ya'ni uning buzilmay ishlash vaqti katta bo'ladi.

Ishonchlilik funksiyasi $Q(t)$ - t vaqt mobaynida dasturda xato oqibatida buzilish sodir bo'lishi ehtimolligi. Shunday qilib:

$$Q(t)=1-P(t)$$

Buzilish intensivligi $\lambda(t)$ -dasturda buzilish sodir bo'lish ehtimollik vaqtini zichlik, sharti bo'lib, t vaqt mobaynida sodir bo'lmaydi.

$$\lambda(t) = \frac{-dP(t)}{d(t)} / P(t) = \frac{dQ(t)}{d(t)} / P(t)$$

Dastur ishonchliligini asosiy turlarining qo'llanilish modeli bo'lib, dastur ishonchliligini diskret o'zgarish tavsifiga asoslangan taxmin va testlash vaqtiga bog'liq holda xatolar sonini eksponensial o'zgaruvchan tavsifli modellari hamda dasturning ishlashi hisoblanadi.

Dasturlarni ishlash vaqtidagi ishonchliligini aytib berish matematik ishonchlilik modellariga asoslanadi, bu usul Litluy, Djelinsk-Morand, Shumumanov, Shika-Volvertonlar tomonidan tavsiya etilgan. Xozirda dastur ishonchlilik modellarining xatolar sodir bo'ladigan diskret-kamayuvchi, eksponensial modellari mavjud. Bundan tashqari dasturlarni boshlang'ich loyihalashtirish davridayoq ishonchliligini aytib beruvchi ishonchlilik modellari mavjud, ulardan ba'zilarini ko'rib chiqamiz.

1. Diskret-kamayuvchi intensivlikga ega bo'lgan ishonchlilik modelida xatoni kelib chiqishi.

Bu usulga ko'ra xatoni topish intensivligi bo'lakli-doimiy funksiya orqali ifodalanadi. Ular bartaraf etilmagan xatolar soniga teng bo'ladi, ya'ni buzilish intensivligi $\lambda(t)$ xatoni topish va bartaraf etilguncha doimiy deb faraz qiladi. Xato bartaraf etilgandan so'ng u yana konstantaga aylanadi, lekin boshqa kichik qiymat

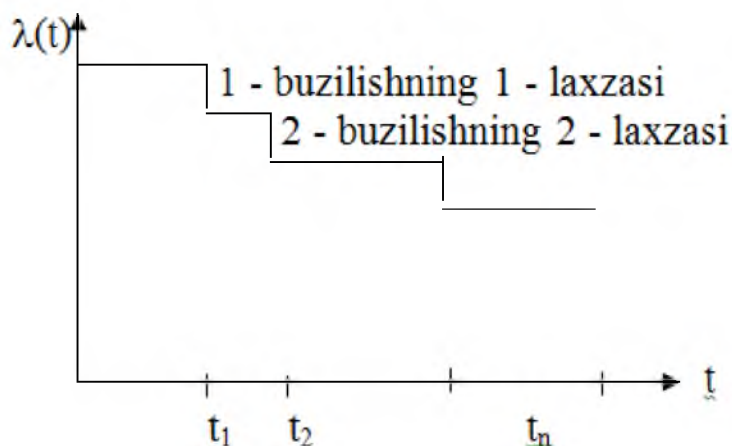
bilan. Bunda $\lambda(t)$ va dasturda qolgan xatolar soni orasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik mavjud:

$$\lambda(t) = K * (M - i) = \lambda_i$$

bunda, M-xatolarning noma'lum boshlang'ich soni;

i-i vaqtga bog'liq bo'lgan xatolarni topilish soni;

K-qandaydir konstanta (22-rasm).



22 - rasm. Dasturning buzilish intensivligining ishlash vaqtiga bog'liqligi (diskret-kamayuvchi intensivlikga ega bo'lgan ishonchlilik modelida xatoni kelib chiqishi).

Dasturni ushbu ishlatilish qismi uchun

$\lambda(t)$ ning bog'liqligi keltirilgan:

1-birining buzilish lahzasi;

2-ikkinchi buzilish lahzasi;

t_i vaqtda i-xatoni topish vaqtining taqsimlanish zichligi quyidagiga mos ravishda beriladi:

$$f(t_i) = \lambda_i * e^{-\lambda_i * t_i}$$

K va M ning ko'rsatkichlarining noma'lum qiymatlari maksimal to'g'ri kelish usuli bo'yicha xatolarni topishning vaqt oralig'i ketma-ketligida tuzatishga asoslanadi.

2. Dasturning buzilishgacha ishlash vaqtini diskret ortuvchi ishonchlilik modeli.

U shunday taxminga qurilganki, dasturdagi xatoni bartaraf etish ishlash vaqtini bitta, aynan o'sha vaqtdagi tasodifiy kattalikka oshishiga olib keladi.

3. Djelinski-Morandi modeli.

Bu model quyidagi taxminlarga asoslanadi:

1. Keyingi buzilishgacha bo'lgan vaqt eksponensial taqsimlanadi;
2. Dasturda buzilishlar sodir bo'lishi, dasturda qolgan xatolar soniga teng;

Yuqoridagiga ko'ra dasturning buzilmay ishlash vaqti (BIV) t_i vaqt funksiyasi sifatida.

$$P_i(t_i) = e^{-\lambda_i t_i}$$
$$-\lambda_i = Cd * (N - (i - 1))$$

i -topilgan xatolar soni;

Cd -tenglik koeffitsienti;

N -dasturdagi boshlang'ich xatolar soni.

Ifodada vaqtning sanog'i dasturning oxirigi ($i-1$) buzilishidan boshlab hisoblanadi.

4. Shuman modeli.

Ushbu model Djelinski-Morandi modelidan shunisi bilan farq qiladiki, dasturni sozlash va ishlatish vaqti aloxida qarab chiqiladi.

5. Shika-Volvarton modeli.

Bu modelga asosan dasturdagi buzilish sodir bo'lishi oralig'i, nafaqat dasturda qolgan xatolar soniga, balki uni sozlash uchun ketgan vaqtga ham teng.

6. Dastur ishonchliligining eksponensial modeli.

Bu modelga ko'ra dasturdagi xatolar soni vaqt maboynida eksponensial tavsifdagi o'zgarishlar taxminiga asoslangan.

Ushbu modelda dastur ishonchliligini bashorat qilish testlash vaqtida olingan axborotlarga asoslanadi. Modelda ishlash τ vaqtning umumiy yig'indisi kiritiladi, ishonchlilikni baholashda dasturni testlash boshlangan vaqtdan (topilgan xatolarni tuzatuvchi) to nazorat vaqtining oxirigacha ishlaydi.

Barcha xatolar bir-biriga bog'liq emas va uzluksiz funktsiya orqali topiladi deb taxmin qilinadi.

$$m_0(\tau) = M - m(\tau)$$

bunda, M-dasturni testlashdan oldingi xatolar soni; (M qandaydir konstanta deb qaraladi).

$m(\tau)$ -tuzatilgan xatolarning soni;

$m_0(\tau)$ -qolgan xatolar soni.

Buzilish intensivligi qolgan xatolar soniga $m_0(\tau)$ teng deb taxmin qilamiz, ya'ni:

$$\lambda(\tau) = S * m_0(\tau)$$

bunda, S-EQ ning haqiqiy tezligini va dasturdagi buyruqlar sonini hisobga oluvchi tenglik koeffitsienti.

Tuzatish jarayonida xato tug'ilmaydi deb faraz qilamiz, ya'ni xatoni tuzatish intensivligi $dm/d\tau$ ularni tuzatish intensivligiga teng.

$$dm/d\tau = \lambda(\tau)$$

Yuqorida ko'rsatilgan tenglamani birgalikda yechib quyidagini olamiz.

$$dm/d\tau + S * m = S * M$$

EQni ishlashidan oldin ($t=0$) xech qaysi xato tuzatilmagan edi ($\tau=0$), shu sababli tenglamaning yechimi

$$m = M * [1 - \exp(-C * \tau)]$$

bo'ladi.

m vaqt mobaynida tuzatilgan xatolar soni;

Buzilishgacha bo'lgan o'rtacha vaqt τ vaqti mobaynida oshadi (kattalashadi), u dasturning testlashdan keyingi ishonchliligini tavsiflaydi:

$$\lambda_{o'r} = 1/\lambda(\tau)$$

Bundan kelib chiqadiki,

$$T_{o'r} = (1/S * M) * \exp(S * \tau)$$

bo'ladi.

Buzilishgacha bo'lgan ishlash vaqti xatoni topish va tuzatish chorasiga qarab oshadi.

Ko‘rib chiqilayotgan model dasturni sinash vaqtini aniqlash uchun qo‘llaniladi, bundan maqsad berilgan ishonchlilik darajasiga yetishdir, hamda dasturda qolgan xatolar sonini baholash uchun qo‘llaniladi.

7. Katta dasturiy komplekslarning ishonchlilik modellari.

Katta dasturiy komplekslarni ishonchliligini bashorat qilish uchun Markov modelidan foydalanish mumkin. Dasturning barcha komplekslarini ishonchliligini aniqlashda uni tashkil etuvchi qismlarining ishonchlilik funksiyasini ko‘rish mumkin. Agar dastur modul ko‘rinishida bo‘lsa uni baholash ancha osonlashadi. Dastur kompleksining ishonchliligi ushbu modullarning har birini ketma-ketligiga bog‘liq bo‘ladi.

8. Ishonchliligini loyihalashtirishning boshlang‘ich pog‘onalarida bashorat qilish.

Xozirgi vaqtda dasturdagi kutilayotgan xatolar sonini bashorat etish usullari ko‘plab ishlab chiqilgan.

Dasturda kutilayotgan xatolar sonini Y baholash chiziqli bog‘liqlik orqali ifodalanadi:

$$Y = \sum_{j=1}^r a_j * Z_j$$

bunda r -bor ko‘rsatkichlar soni;

a_j -dastur turiga bog‘liq koeffitsient (boshqarish, kiritish-chiqarish, hisoblash, xizmatchi);

Z_j -dasturning j -k;

Z_j ko‘rsatkichi sifatida quyidagi ko‘rsatkich kattaliklari olingan;

Z_1 -IF shartli operatorlari murakkabligi;

Z_2 -ventellarning umumiy soni;

Z_3 -amaliy dasturlar bilan umumiy bog‘lanishlar soni;

Z_4 -tizim dasturlari bilan umumiy bog‘lanishlar soni;

Z_5 -kiritish-chiqarish amallari soni;

Z_6 -hisoblash operatorlari soni;

Z_7 -axborot ishlovchi operatorlar soni;

Z_8 -izohlar soni.

Agar dasturda kutilayotgan xatolar soni baholangan bo'lsa, unda dasturdagi buzilishlar intensivligi quyidagi ifoda orqali baholanadi:

$$\lambda_{\text{das.}} = \bar{\gamma} * Y / t_{\text{yechim}}$$

bunda t_{yechim} -dasturning bir marotaba o'tishini o'rtacha vaqti;

$\bar{\gamma}$ -barcha xatoliklarning o'rtachasi γ -sharli ehtimolligi, bunda xato bir marotaba dastur o'tishida aniqlanadi.

γ ni tadqiqot yo'li bilan baholash tavsiya etiladi, bunda buzilish intensivligi va bir nechta dastur uchun xatolar soni aniqlanadi.

Unda

$$y = \bar{1} / n = \sum_{j=1}^r t_{\text{yechim}} * \lambda_j / Y_j$$

ga teng.

λ_i , Y_i , t_{yechim} -buzilish intensivligi, xatolar soni va i-dastur yechimi uchun vaqt.

n-dasturni sinashlar soni.

9. Intuitiv model.

Bu modeldan dasturdagi xatolar sonini baholashni tadqiqot qilishda foydalaniladi.

Ushbu modelga ko'ra dasturdagi xatolar soni quyidagicha baholanadi:

$$Y = Y_1 * Y_2 / Y_{12};$$

Bunda Y_1 , Y_2 -birinchi hamda ikkinchi dasturlovchi tomonidan topilgan xatolar soni, u birinchi test dastur orqali bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda kuzatiladi.

Y_{12} -esa birinchi hamda ikkinchi dasturlovchi orqali aniqlangan xatolar soni.

Bunda, boshlang'ich test dasturi uchinchi dasturlovchi tomonidan yaratilishi kerak, shundagina tuzatuvchi test dasturlari teng sharoitda bo'ladi.

DT ishonchliligini bashorat qilish uchun, xususan testlash bosqichida topilmagan xatolar sonini bashorat qilish uchun individual model mavjuddir.

Birinchi guruh testlovchilari N_1 ikkinchi guruh N_2 xatolarni aniqladi deb faraz qilaylik, N_{12} ikkala guruhlar tomonidan aniqlangan xatolar soni. Uni DTning umumiy xatolari soni orqali belgilaymiz. Agar guruhlar testlarining effektivligi, umumiy xatolar soniga nisbatan topilgan xatolar soni tushunchasi kiritilsa, unda guruhlar testlash effektivligi $E_1=N_1/N$; $E_2=N_2/N$ bo'ladi.

Taxmin qilamizki, ikkala guruh effektivligi bir xil. Bu holda ushbu tenglama xaqqoniydir.

$$E_1=N_1/N=N_{12}/N;$$

N_2 ni qo'ysak ushbu ifoda kelib chiqadi.

$$N=N_{12}/E_1 * E_2;$$

bunda,

$$E_2=N_{12}/N_2; E_2=N_{12}/N_1;$$

Misol.

Xar bir guruh mos ravishda 20 ta va 25 ta xato topgan, ularning 5 tasini ikkala guruh ham topgan. Bu holda $E_1=0,2$; $E_2=0,25$ bo'ladi.

Umumiy xatolar soni $N=100$ ta, topilmay qolgan xatolar soni 60 tani tashkil etadi.

6.5. Dasturga strukturaviy ortiqlik usulini kiritish

Dastur ishonchligini zaxiralash yo'li bilan oshiriladi. Bunda bitta masala uchun ikkita yoki bir nechta dasturlar tayyorlanadi. Bu dasturlar bir-biriga katta farq qilishi lozim, ya'ni imkoniyat qadar har xil algoritmgaga asoslanib, boshqa-boshqa dasturlovchilar tomonidan loyihalashtirilishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Dasturdagi xatoliklar tekshirish vaqtida va dastur natijalarini taqqoslash vaqtida topiladi. Lekin oddiy dasturni ishlatish vaqtida unga kiruvchi barcha axborotlar kombinatsiyasi yoki dastur elementlarini barcha mumkin bo'lgan o'tish ketma-ketligini tekshirib bo'lmaydi.

Shu sababli parallel (bir vaqtda) yoki ketma-ket dasturning har xil versiyalarini aynan ishlatish jarayonida tekshirish tavsiya etilgan.

Dastur versiyalari ikkita yoki ko'p bo'lishi mumkin. Agar versiyalar ikkita bo'lsa dual dasturlash bo'ladi. Dual dasturlashda natija (yechim) farqli bo'lsa

(natijalar apparat vositalari orqali taqqoslanadi), unda qandaydir qo‘shimcha qiymatlarga ko‘ra qaysi natija to‘g‘ri ekanligi aniqlanadi va undan keyin boshqa natijalar ko‘rib chiqiladi.

N-versiyali dasturlashda, dasturlarni N-versiyasi tayyorlanadi va to‘g‘ri yechim mojaritar belgiga ko‘ra apparat yoki dasturiy vositalar orqali aniqlanadi.

Dual yoki N-versiyali dasturlashda hisob uchun ikkita yoki N marta ko‘p vaqt talab etiladi (agar ular vaqt bo‘yicha bajarilsa). Bundan tashqari dasturlovchi uchun ish hajmi ham shunchaga oshadi.

Dual va N-versiyali dasturlashdan foydalanish, hisoblash apparatida yo‘qlangan zaxiralash bo‘lgan holda maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Bir nechta dastur versiyasini yaratish ish hajmi va narxi jihatdan qimmat tushadigan jarayonidir. Shu sababli ko‘pincha modifikatsiyalangan dual dasturlashdan foydalaniladi, unda aniq va murakkab dastur bilan bir qatorda, kamroq aniqlikka ega bo‘lgan va narxi arzon zaxira dasturidan foydalaniladi. Bir xil berilgan axborotlar dastur ishlashidagi natijalari bir-biridan katta farq qilsa (ruxsat etilgan xatolikka qaraganda), asosiy dastur buzilganligi ma‘lum bo‘ladi, unda kamroq ishonchlilikka ega bo‘lgan zaxira dasturning natijasini olish tavsiya etiladi. Natijada ikkita dasturning o‘rtacha xatoligi birmuncha oshadi, lekin buzilish ehtimoli kamayadi.

Birinchi dastur xatoligini δ_1 va ikkinchi dasturning mumkin bo‘lgan xatoligini δ_2 bilan belgilaymiz. Birinchi dasturning buzilish ehtimolligi q_1 va ikkinchisi q_2 bo‘lsin.

Ushbu dasturlarning bir-biriga bog‘liq emasligida, quyidagi mos kelmaslik hodisalari bo‘lishi mumkin:

1). Ikkala dastur buzilmay ishlaydi, bu hodisani sodir bo‘lish ehtimolligi $P=1-q_1-q_2+q_1*q_2$, δ_1 natija xatoligi;

2). Asosiy dastur buziladi, bu hodisani sodir bo‘lish ehtimolligi

$q_{01}=q_1*(1-q_2)=q_1-q_1*q_2+q_1*q_2$, δ_1 natija xatoligi;

3). Zaxira dasturi buziladi, bu hodisani sodir bo'lishi ehtimolligi $q_{01}=q_1*(1-q_2)=q_2-q_1*q_2$, natija xatoligi ancha katta qiymatga teng, δ_3 bo'lsin (buzilgan dastur xatoligi);

4). Asosiy va zaxira dasturlar buziladi, ushbu hodisani sodir bo'lish ehtimolligi $q_{11}=q_1*q_2$, δ_4 xatolik.

Tizimning buzilgan ikkita dasturning o'rtacha xatoligi quyidagiga teng:

$$\delta_{12} = R * \delta_1 + q_{01} * \delta_2 = \frac{1 - q_1 - q_2 + q_1 * q_2}{1 - q_1} * \delta_2 + \frac{q_1 - q_1 * q_2}{1 - q_2} \delta_2 = (1 - q_1) * \delta_1 + q_1 * \delta_2$$

Tizimning buzilish ehtimoligida:

$$q_{tiz.} = q_{10} + q_{11} = q_2 - q_1 * q_2 + q_1 * q_2 = q_2$$

Faqat asosiy dastur bo'lgan holat uchun, natija xatoligi δ_1 ga teng. Buzilish ehtimolligi esa q_1 ga.

Modifikatsiya qilingan dual dasturlash qo'llanilgan ishonchlilik hisobi va tizim aniqligiga misol: $\delta_1=0,01$; $\delta_2=0,1$; $q_1=0,05$; $q_2=0,001$ unda $\delta_{12}=0,95*0,01+0,05*0,1=0,0145$ va $q_{tiz.}=q_2=0,001$ bo'ladi.

Bundan kelib chiqadiki yechuvchi a'zoli aniq va qo'pol dasturdan iborat tizimdan foydalanilganda, tizim ishlashdagi o'rtacha xatolik aniq dasturga nisbatan 1,5 marta ortadi, buzilish ehtimolligi 50 marta kamayadi.

Bunda yechuvchi a'zo bo'lib oddiy dastur hisoblanadi, u aniq va qo'pol dastur natijalarini taqqoslaydi va quyidagi algoritmlarni o'zida aks ettiradi:

$$y = \begin{cases} u_1, & \text{agar } |y_1 - y_2| \leq \delta_1 + \delta_2 \\ u_2, & \text{agar } |y_1 - y_2| > \delta_1 + \delta_2 \end{cases}$$

Absolyut farq ikkita dastur xatoligini yig'indisi maksimaldan oshgan holatda, algoritm birinchi u_1 natijani tashlab yuborishni va ikkinchi dasturning u_2 natijasini chiqarishni amalga oshiradi, ya'ni (1) algoritmni amalga oshiradi.

Tizimning ushbu yozilishi effektivlik qiymati bo'yicha o'rtacha xatolik deb qaralgandagina effektiv bo'ladi. Agar xatolik maksimal qiymat bo'yicha hisoblansa ushbu ta'riflangan zaxiralash usuli effektiv bo'lmaydi.

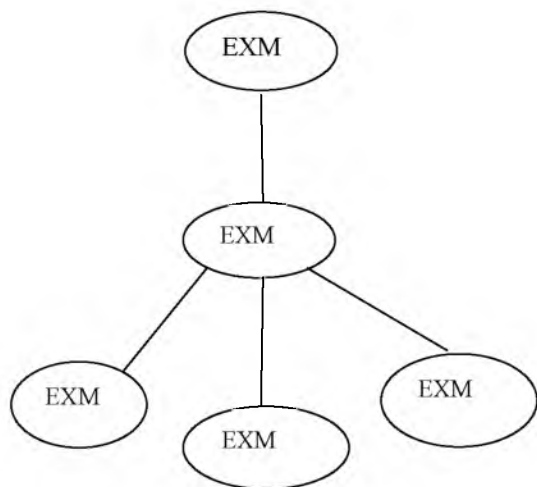
6.6. Operatsion tizimning aniqligi

Dual N ehtimollik dasturni zaxiralash usullari, foydalanuvchining dasturi va operatsion tizimga ham tegishli ravishda qo'llaniladi. Dastur ishonchliligini oshirish multiprogrammali ishlovchi virtual mashinalarda qo'llash orqali ta'minlanadi.

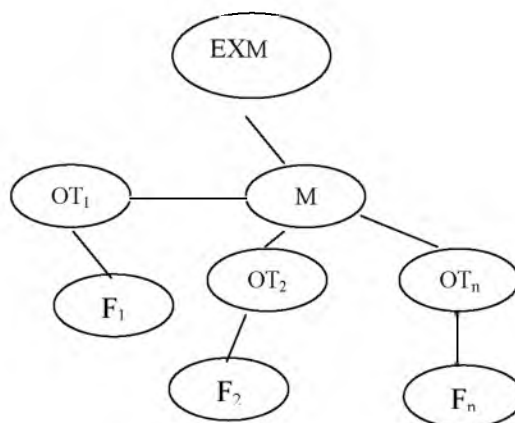
Virtual mashinalar manitor yordamida maxsus dastur yoki dasturiy apparat tizimi yordamida tashkil etiladi. U har bir foydalanuvchi uchun alohida hisoblash mashinasida ishlash ko'rinishini beradi.

Virtual xotira, XQ tizimi shunday tashkil etilgan bo'ladiki, dasturlovchi uni bitta katta tezkor xotira sifatida ko'radi, u multiprogrammali RMX lari uchun dastur tizim jarayonini anchagina osonlashtiriladi.

Bunda har bir virtual mashina yuqori darajada aloxidalik qoplamasiga ega bo'lish kerak. Shu sababli bitta virtual mashina dasturidagi xatolik ikkinchisiga ta'sir etmaydi.



23 - rasm. Multidasturli ishlash strukturasi



24 - rasm. Alohida operatsion tizimli multidasturli ishlovchi struktura

Virtual mashina tamoyili qo'llanmagan multiprogrammali ishlovchi bitta EHM strukturasi 23-rasmda tasvirlangan. Foydalanuvchi F_1, F_2, \dots, F_n umumiy operatsion tizimga ega. Operatsion tizimdagi xatolik barcha foydalanuvchilar dasturini ishdan chiqaradi.

24-rasmda esa virtual mashina tizimi yuqori darajada aloxida qoplangan struktura keltirilgan. Bunda manitorning M katta bo'lmagan dasturning xatoligi foydalanuvchilar F_1, F_2, \dots, F_n ni xato ishlashiga olib keladi. Aloxida operatsion tizimlar buzilishi OT_1, OT_2, \dots, OT_n faqat aynan buzilgan operatsion tizimga tegishli foydalanuvchini ishdan chiqaradi.

6 bobga oid savollar:

1. Dasturi ta'minot (DT) ishonchliligi deganda nimani tushiniladi?
2. DT «buzilmasligi» tushunchasi ta'riflab bering?
3. Elektron operatorlarda (EA) DTning tiklanishi nimaga bog'liq bo'ladi?
4. DT korrektiligi nima?
5. DT buzilishining asosiy sabablarini aniqlang?
6. EVlari DTning ishonchlilik modelidan nima uchun foydalaniladi?
7. Ishonchlilikning qaysi ko'rsatkichlari DT modeli yordamida aniqlash mumkin?
8. Ma'lum DT modellarining afzallik va kamchiliklarini baholang?
9. EQ loyihalashtirish bosqichida DT ishonchliligini bashorat qilish qaysi modellar yordamida mumkin bo'ladi?
10. DT ishonchliligini oshirish uchun qanday usullar mavjud?
11. Dual va N versiyali dasturlash orasidagi farqni aniqlang?
12. Qanday hollarda modifikatsiya qilingan dual dasturlashdan foydalaniladi?
13. Nima uchun axborotni multidasturli ishlashda virtual mashina tomonidan foydalaniladi?

7. EQ ni ishonchliligini kompleks ta'minlash asoslari.

7.1 Buzilishga barqaror hisoblash tizimlarini ishlatilishi va xususiyatlari

Hisoblash texnikasi vositalarining ishonchlilik sohasidagi oxirgi yutuqlari shu bilan tavsiflanadiki, alohida komponentlari buzilgan holda ham o'rnatilgan me'yorda ishlay oladigan xususiyatga ega bo'lgan hisoblash tizimlari paydo bo'lishidir. XTlarining bunday xususiyatlari buzilishga barqarorlik deb nom oladi. XTlarining o'zi esa buzilishga barqaror hisoblash tizimlari (BBXT) deb nomlandi.

Buzilishga barqarorlik – XTning arxitekturasiga bog'liq xususiyat bo'lib, foydalanuvchiga (universal XTli bo'lgan holatda) yoki funktsional dasturda (boshqaruvchi XT bo'lgan holatda) tizimning apparat yoki dasturiy vositalarida buzilish sodir bo'lganda ham ishlashni davom ettira olishidir.

Buzilishga barqarorlik tashkil qilinish usuliga ko'ra aktiv va passivga (tezkor va sustkash) ajratiladi.

Aktiv buzilishga barqarorlik, buzilishni topish protsessori, buzilishni bartaraf etish va tizimni qayta qurishga (rekonfiguratsiya) asoslanadi. Buzilishlar diagnostika vositalari yordamida aniqlanadi va tizimni avtomat ravishda qayta qurish orqali bartaraf etiladi. Tizimni rekonfiguratsiya qilish shundan iboratki, bunda tizim hisoblash vositalari sturukturasi shunday qayta quriladiki uning buzilish qismi ishlash jarayonidan uzib qo'yiladi.

Passiv buzilishga barqarorlikning xususiyatlari shundan iboratki, tizimning alohida elementlari buzilgan holda ham tizim o'zining funktsionol imkoniyatlarini yo'qatmaydi. Passiv buzilish barqaror tizimlarga misol qilib mojaritar a'zoli tizimlarni keltirish mumkin.

Passiv buzilishga barqarorlik apparatlar sonini bir necha marotaba oshishi bilan bog'liq. Passiv buzilishga barqarorlik alohida ma'suliyatli XTlarida qo'llaniladi. Bunday XTlarining ishlash vaqtida qisqa uzilishlarga ham yo'l qo'yib bo'lmaydi. U XTning ishlashida buzilishga barqarorlikni kafolatlaydi va saqlaydi.

Aktiv buzilishga barqarorlikni qo'llash apparat vositalarini ekanomli sariflash bilan tavsiflanadi, lekin, tizimni ishlashida buzilishdan keyingi tiklanishga yetadigan vaqt yo'qotiladi.

Aktiv buzilishga barqarorlik faqat ko'p protsessorli tizimlarda tashkil etiladi. Shu sharoitlar aktiv va passiv buzilishga barqarorlikni qo'llanish sohasini aniqlaydi. Buzilishga barqarorlikni kiritish ishonchlilikni oshirishni bitta usuli hisoblanadi.

Tizimning buzilishga barqarorligi birlamchi buzilish oqimini bo'shatish koeffitsienti K_b bilan tavsiflanadi. U tizim elementlari barcha buzilishining qaysi qismi tizimni buzilishiga olib kelishini ko'rsatadi. Bo'shatish koeffitsenti

$$K_b = \lambda / \sum \lambda_e.$$

bunda λ_t tizimning buzilish intensivligi soat⁻¹;

$\sum \lambda_e$ – tizim elementlarining barchasini buzilish intensivligining yig'indisi.

Buzilishga barqarorlikning o'lchami sifatida d- qat'iylik xizmat qiladi. d-elementlar maksimal soni yoki tizimning boshqa strukturasi o'lchamlarining buzilishi tizimning buzilishga olib kelmaydi.

Buzilishga barqarorlik ortiqchalik kiritilishi bilan ta'minlanadi, boshqacha aytganda tizimda zaxira tashkil etiladi. BBXTlarida quyidagi ortiqchalik foydalanilishi mumkin:

- 1) ko'rsatkichlar bo'yicha;
- 2) algoritmik;
- 3) vaqtli;
- 4) strukturaviy.

Ko'rsatkichlar bo'yicha ortiqlikda elementlar va apparat qismlarini ishonchliligini oshirish maqsadida, ishlash sharoitlarini yengillashtirishda ifodalanadi.

Algoritmik ortiqlikda hisoblash jarayonida xatoni borligi yoki kelib chiqqanda ham qoniqarli natijani ta'minlovchi algoritmlarni qo'llashdan iborat.

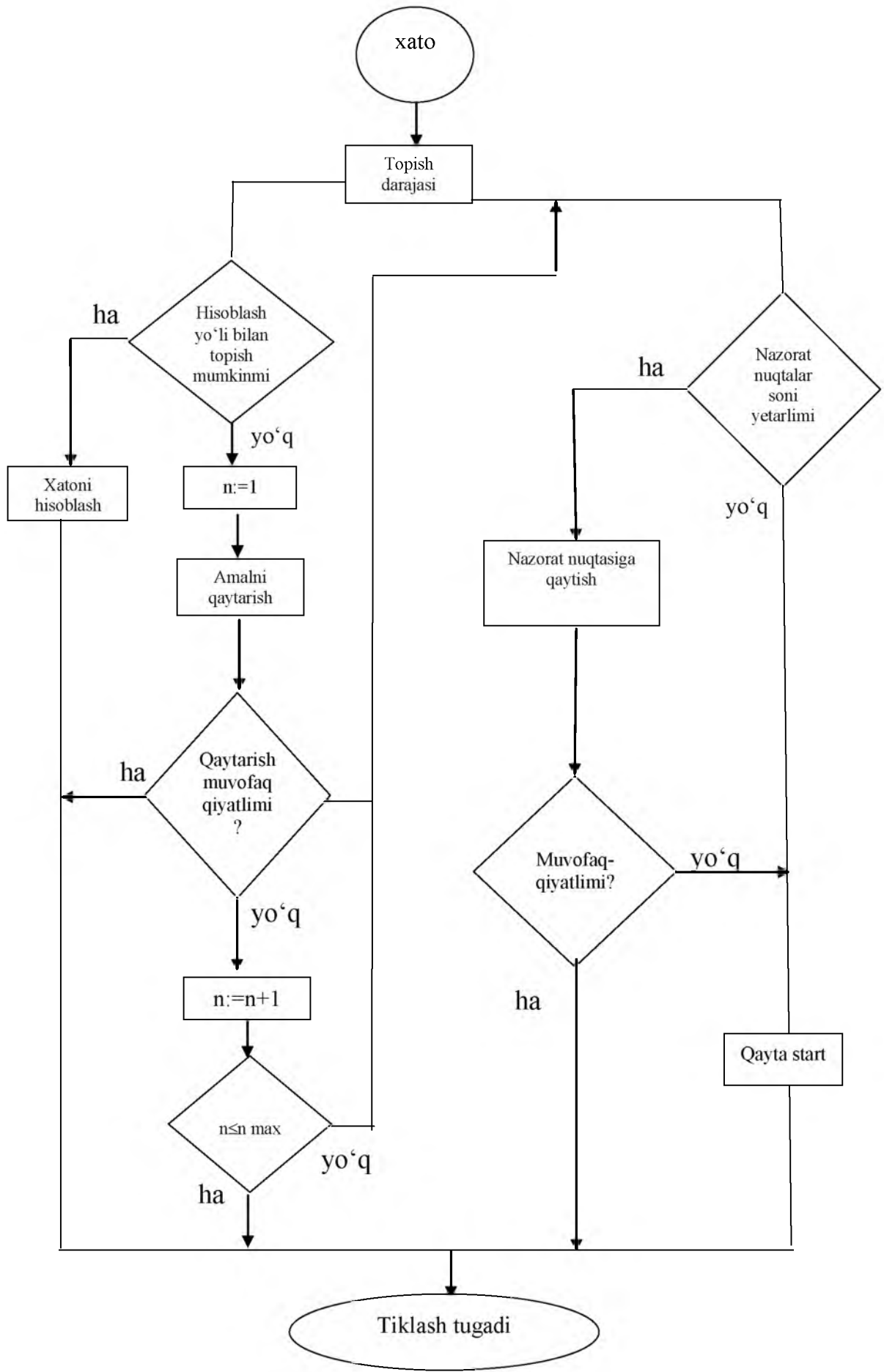
Strukturaviy ortiqlik effektiv hisoblanadi. U hisoblash mashinasi sturukturasiga qo‘shimcha elementlar, qismlari va qurilmalar kiritish bilan ifodalanadi.

Vaqtli ortiqlik_uzilish yoki xatolik sodir bo‘lgan holda qayta hisoblash yo‘li bilan tuzatish uchun qo‘shimcha vaqt borligi bilan ifodalanadi.

7.2. Uzilishdan keyin hisoblash jarayonini avtomat ravishda tiklash

Tiklash vositalari apparat, apparat-mikrodasturli va dasturli tiklashga ajratiladi. Nazorat tizimi xatoni topishi bilan tiklash vositalari ishga tushiriladi. Tiklash usuli xatoni topilgan darajasiga bog‘liq bo‘ladi. Quyidagi usullarini ajratish mumkin: niqoblash, qayta amal, nazorat nuqtasiga qaytish va dasturiy restor (25-rasm).

Niqoblash deb to‘g‘irlovchi kodlar yoki zaxiralash yordamida xatolarni tuzatishga aytiladi. Niqoblash yoki qayta amalni bajarish yo‘li bilan tiklash uchun xato mantiqiy darajadagi nazorat vositalari orqali topilgan bo‘lsin va tarqalishga ulgurmagan bo‘lishi kerak.



25 - rasm. Hisoblash jarayonini ishlashi

Amalni qaytarish yo‘li bilan tiklash uchun xato tasodifiy yoki joyini o‘zgartiruvchi bo‘lishi va amal takrorlanganda o‘z-o‘zidan yo‘qolishi kerak, boshqacha aytganda qisqa uzilishdan bo‘ladi. Tasodifiy xatolikning davomiyligi xar hil bo‘lish mumkin bo‘lgani uchun, tizim amalni bir necha marta qaytarishi kerak. Qaytarish mikrobuyruq, buyruq va kiritish-chiqarish amali darajasida bo‘lishi mumkin.

Ba’zi hollarda nazorat vositalarini funktsional yoki tizim darajasida xatosi topilsa, ya’ni axborotni buzishga ulgurgan bo‘lsa tiklashning nazorat nuqtasiga qaytish yo‘lidan foydalaniladi.

Nazorat nuqtasi deb, hisoblash jarayonida (dasturda) xisobning oraliq natijalari saqlangan nuqtasiga aytiladi va xatolik sodir bo‘lganda shu nuqtaga qaytish mumkin bo‘ladi. Bunday tiklash usulida, hisoblash jarayonining nazorat nuqtasini o‘z vaqtida shakllantirish talab etiladi (ya’ni, hisoblash jarayonini oraliq natijalarini vaqti-vaqti bilan xotirada saqlab qolish kerak bo‘ladi).

Dasturiy qayta start deb topshiriqni hisoblashni qayta ishga tushirishga aytiladi. Bunday tiklash usulidan nazorat vositalarini xatoni topishning foydalanuvchi darajasidagisida foydalaniladi.

Tiklashda niqoblash va amalni qayta bajarish usullari ko‘proq e’tiborga ega, chunki ularni xato vaxtiroq taniladi va tiklanadi. Lekin ularga ko‘proq apparat vositalari sarflanadi.

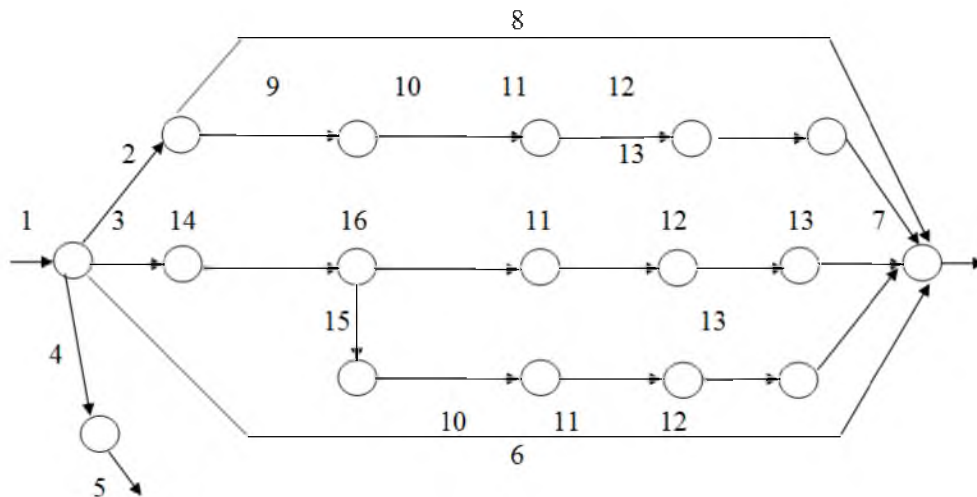
Buzilish sodir bo‘lgan hollarda hisoblash mashinasini ishlashga layoqatini saqlash xaqiqiy vaqt mobaynida ishlovchi tizimlarda, taqsimlangan vaqtli tizimlarda, tegishlovli tizimlarda va dialogli tizimlarda katta ahamiyatga ega.

Buzilgan hisoblash jarayoni avtomat ravishda tiklash EQda buzilishga barqarorlik xususiyatini kiritish yo‘li bilan amalga oshirilishi mumkin.

Buzilishga barqaror tizim deb, xatoni avtomat ravishda aniqlovchi, uni xususiyatini aniqlovchi (tasodifiy yoki doimiy), nosozlikni alohida ajratib qo‘yuvchi, tizimni qayta quruvchi va hisoblash jarayonini tiklovchi tizimga aytiladi.

Buzilishga barqaror tizimlarni hisoblash jarayonlarini graflar (26-rasm) yordamida ko‘rib chiqamiz. Bunda xatoni (1) apparatlar (2) yordamida, balki dastur (3) yordamida, balki nazorat vositalari (4) yordamida aniqlash mumkin bo‘ladi. Oxirgi holda natija tizimning buzilishi (5) bo‘ladi. XTni passiv buzilishga barqarorlikni qo‘llash darajasiga bog‘liq xato hisoblanadi (6). Bu holatda hisoblash jarayoni ushlanishsiz davom etadi (7). Xatoni apparat vositalari bilan topadigan ko‘plab tizimlarda bajarilayotgan amalni talab etilgan marta qaytarish amalga oshiriladi.

Agar qayta bajarish muvaffaqiyatli bo‘lgan bo‘lsa, ya‘ni uzilish sodir bo‘lgan holat qayd etilsa va amalni qayta bajarilganda yo‘qolsa hisoblash jarayoni davom ettiriladi (8). Agar amalni qayta bajarish muvaffaqiyatsiz bo‘lgan bo‘lsa (9), bu apparatda qat‘iy xato borligidan dalolat beradi va shu sababli avtomat ravishda qayta qurish amalga oshiriladi (10). Bundan tashqari grafda nazorat nuqtasi (11), axboratlarni tiklash (12), hisoblashni qayta bajarish (13), testlar (14), qat‘iy buzilish (5) va qat‘iy bo‘lmagan buzilish (16) keltirilgan.



26 – rasm. Tiklanish jarayonning ta‘rifi

Rekanfiguratsiya buzilgan tizim qismini (qurilmani, protsessorni) zaxiradagisi hisobiga almashtirishdan yoki uni buzilgan qismini uzib qo‘yishdan iboratdir. Uzib qo‘yish holatida tizim sekin – asta o‘z xususiyatini yo‘qota boshlaydi. Rekonfiguratsiyadan so‘ng axborotni tiklash amalga oshiriladi (12).

Buning uchun hisoblash jarayoni davomida nazorat nuqtalari nazarda tutilgan, ulardan tizimning holati va hisoblash jarayoni nazoratga olinadi. Nazorat natijasi ushbu dastur va protsessor uchun to'g'ri holatda (oraliq natija, registrlardagi axborotlar) tezkor xotiraga magnit tasmalariga yoki magnit disklarga yoziladi.

Axborotni tiklash vaqtida ushbu takrorlovchi yozib qo'yilgan axborot, rekonfiguratsiyadan keyin qayta protsessorni (buzilganini) vazifasiga o'z zimmasiga olgan bo'lsa o'xshashiga yoziladi. So'ng nazorat nuqtasidan boshlab hisoblash jarayoni yengilanadi (13). Xuddi shunday jarayon dasturiy vositalar bilan aniqlangan holda ham takrorlanadi. Dasturiy vositalar orqali xato topilganda test (14) ishga tushirilishi mumkin. Agar testlar qat'iy buzilish borligini aniqlasa (15), unda rekonfiguratsiya (10) amalga oshiriladi, nazorat nuqtasiga qaytish (11), axborotlarni tiklash (12) va hisoblashni qaytarish (13). Agar qat'iy buzilish bo'lmasa (16) unda sanab o'tilgan amallar rekonfiguratsiyasiz qaytariladi. Tiklanish dasturda uchraydigan xatolar hisobiga, nazorat nuqtasida axborotni buzilib ketishi hisobiga, hamda zaxira tugashi yoki buzilish hisobiga tizim samaradorligi ruxsat etilgan darajadan pasayib ketishi hisobiga ham muvaffaqiyatsiz bo'lishi mumkin.

7.3. Buzilishga barqaror EQni tashkil etilishga va qo'llanilishiga misollar

Xozirgi vaqtda har xil buzilishga barqaror hisoblash tizimlari mavjud. Bunday tizimlarga misol bo'lib: «TANDEM», AS 220, Startus, STAR, SIFT, ulangan XTlari va boshqalar hisoblanadi.

Ular har xil maqsadlarga mo'ljallangan bo'lib, har xil firmalarda yaratilgan va buzilishiga barqarorlikni ta'minlash vositalarini (BBTV) tashkil etilishiga ko'ra bir-biridan farqlanadi. Ulardan birini ko'rib chiqamiz.

«TANDEM» tizimi.

«TANDEM» tizimi apparatning bitta yoki bir nechta elementi buzilgan holda ham uzluksiz ishlashni ta'minlovchi XT hisoblanadi. Tizim haqiqiy vaqtda ishlashga mo'ljallangan bo'lib, yuqori darajali ishonchlilikga ega.

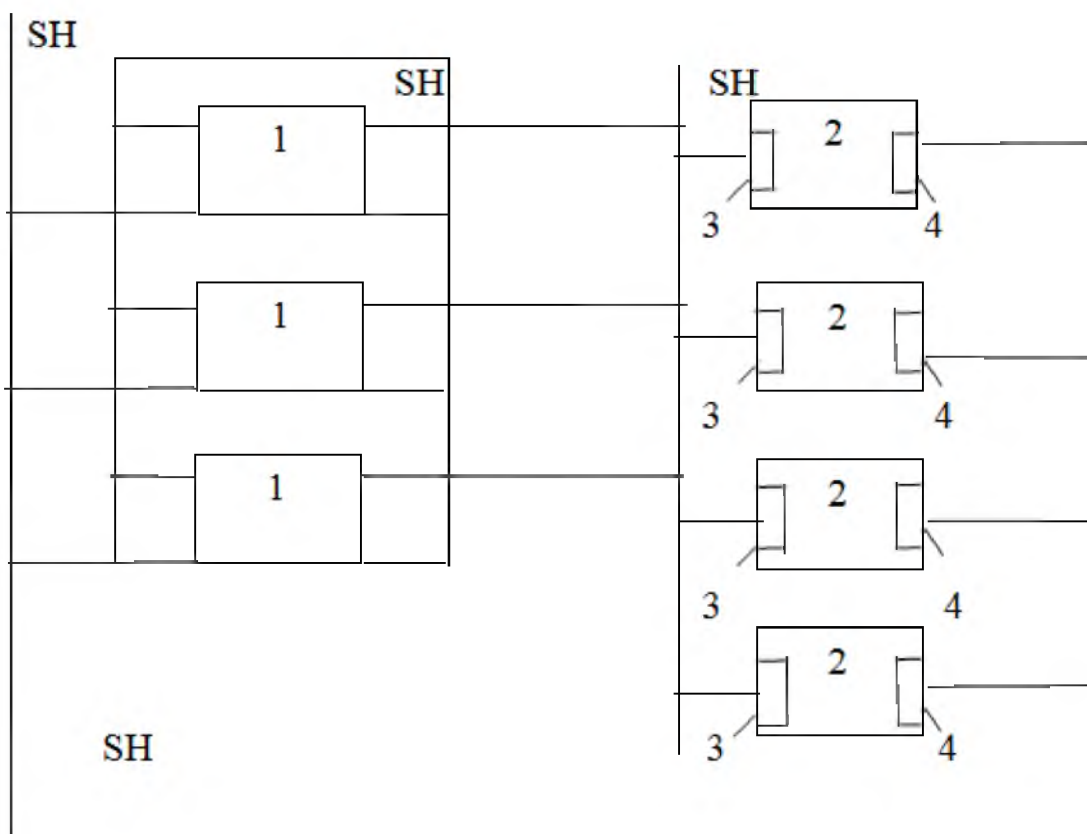
Tizim tarkibiga 1 dan 16 gacha protsessor moduli kirishi mumkin, ularning har bir boshqaruv blokiga, 16-razyadli protsessorga, xotira blokiga va kiritish-chiqarish kanaliga ega. Bu qismlarni har biri zaxiralangan. Tizim aloxida ajratilgan «bosh» protsessorga ega emas; tizimning barcha protsessorlari boshqarish vasifasini bajara oladi. Tizimni ishlayotgan vaqtida ta'mirlash mumkin, ya'ni buzilgan qismini olib tuzatilgandan so'ng qaytarib qo'yiladi, bunda foydalanuvchining dasturi to'xtatilmaydi. Bu bir necha protsessori borligi, kiritish-chiqarish qurilmasini takrorlash, ma'lumotlari asoslangan zaxiralangan tizim hisobiga erishiladi.

«TANDEM» tizimning strukturasi 27-rasmda keltirilgan, u uchta protsessor – 1, to'rtta kiritish-chiqarish kontrolleri – 2 dan tashkil topgan. Tizim qanday modifikatsiyadaligiga bog'liq holda 2 tadan to 16 tagacha protsessor bo'lishi mumkin. Bunda har bir protsessor xotira va kiritish-chiqarish kanalidan tashkil topadi. Har bir protsessor SH turda va kiritish – chiqarish kontrollerlari ikkitadan portdan (3 va 4) tashkil topgan bo'lib, unga ikkita protsessoridan ikkita kanal orqali murojaat tashkil etilgan.

Disklarda tashkil etilgan xotira qurilmasi ham ikkitadan portga ega bo'lib, xar bir qurilma ikkitadan kontroller orqali murojaat etishi mumkin. Diskdagi axborotlarga ham protsessor, ham kontroller buzilgan holda ham, murojat qilish mumkin bo'ladi.

Diskning yo'lkasi buzilgan holda ham yozuvni tiklash mumkin, agar uni boshqa diskga yozib olingan bo'lsa. Agar disklardagi barcha yozuvlar takroran boshqalariga yozilgan bo'lsa tizim barcha disklarni nusxasiga ega bo'ladi. Agar disklar almashtirilsa ulardagi yozuvlarni asosiy tizim ishlash vaqtida tiklash mumkin.

Barcha protsessorlar va disklarni iste'mol manbai alohida (bog'liq emas). Tizim ishlashga layoqatli holatda bo'lishi uchun uning bitta protsessori va bitta tashqi qurilmalarni boshqarish bloki ishchi holatda bo'lsa yetarlidir. Misol uchun, agar protsessor modullaridan biri safdan chiqsa uni o'rnini boshqasi bosadi va u bajaradigan vazifani o'ziga oladi, shu sababli tizim o'z ishini davom ettiraveradi.



27-rasm. TANDEM tizimining strukturasi

Tizimning xar bir protsessori o‘zining operatsion tizimning nusxasiga egadir. U jadval ko‘rinishida bo‘lib, unda tizimning ruxsat etilgan barcha qurilmalarining holatlari ko‘rsatilgan.

Nazorat nuqtalari. Ular «TANDEM» tizimni tiklashning asosiy mexanizmi hisoblanadi. Tizimda oraliq hisoblash jarayoni uchun bir xil yarim aktiv takrorlovchi jarayon bor.

Takrorlovchi jarayon asosiy jarayon buzilganda o‘rnini bosadi. Asosiy jarayon takrorlovchi jarayonga “nazorat ma’lumotlarini” yuboradi, ular hisoblashning og‘ir nuqtalarini jarayondagi holatlarini aniqlaydi.

Operatsion tizim asosiy protsessor buzilganligi haqida ma’lumotga ega bo‘lganidan so‘ng mos keluvchi takrorlovchi jarayonni ishlatadi. Takrorlovchi jarayon oxiriga qayd etilgan nazorat nuqtasidan boshlab jarayonni davom ettiradi.

Dasturiy ta'minot o'zida virtual operatsion tizimni mujassam etgan va multidasturli ishlovni amalga oshirish imkonini beradi (bo'lingan operatsion tizimli multidasturli ishlov strukturasi).

Ma'lumotlar tizimi "TANDEM" tizimida foydalanuvchi jarayonlariga daxilsizlik ma'lumotlarni shakllantirish orqali ta'minlanadi. Foydalanuvchi masalalari tizim tashkil topgan detallaridan aloxidaligi uni ishlayotgan vaqtida ham ta'mirlashni amalga oshirish uchun katta axamiyatga ega. Bundan tashqari daxilsizlik tizim samaradorligini doimiy oshishini ta'minlaydi.

Yana bir aktiv buzilishga barqaror tizim bu xalqali EQ tizimi hisoblanadi, ular katta metal quyuvchi va metal prokati kombinatlarida boshqaruvchi EQ sifatida qo'llaniladi. Xalqadagi axborotlar uzatilishini buzilishga barqarorligini ta'minlash xalqa bo'ylab takrorlash hisobiga erishiladi.

Passiv buzilishga barqaror tizimlardan keng tarqalgan takrorlovchi va kuchlangan boshqaruvli XT hisoblanadi (AS 22OH). Passiv o'zini-o'zi tekshiruvchi buzilishga barqaror tizim Startusda takrorlanuvchi nazoratni taqqoslashdan foydalanilgan, bunda barcha asosiy vazifalar to'rt marta bajariladi. Har bir almashtirish elementlari (AE) takrorlangan. Takrorlovchi tizimlar me'yoriy ishlaganda qat'iy sinxiron tarzda ishlaydi. Agar birortasida xato paydo bo'lsa shu sistema o'chiriladi va boshqasi ishlashni davom ettiradi.

Uchuvchisiz uchishga mo'ljallangan kosmik kemalardagi XTlarida, avtomat ravishdagi nazorat va yoqilgan zaxira bilan bir qatorda, telemetrik nazorat ham o'rnatilgan bo'lib, tizimni rekonfiguratsiya qilish buzilish topilganda tele boshqaruv kanali orqali amalga oshiriladi.

Protsessor matritsalaridan tashkil topgan va yerli sun'iy yo'ldoshidan olingan ma'lumotlarni ishlovchi maxsuslashtirilgan tasvirlarni ishlovchi XTlarida ishonchlilikni ta'minlash masalasi aktual bo'lib bormoqda.

Bitta protsessorning buzilish intensivligi $\lambda=10^{-6}$ soat⁻¹ bo'lgan holda ham M protsessorlardan tashkil topgan tizim buzilish intensivligi har soatda bitta buzilishga to'g'ri keladi, shu sababli ham protsessor buzilgan holda tizimni avtomat ravishda rekonfiguratsiya qilish zarur ekanligi kelib chiqadi.

7.4. Optimal zaxiralash masalalari

Yuqorida qayd etilganidek zaxiralash sodda va shu bilan bir qatorda ishonchlilikni oshirish uchun effektiv usul hisoblanadi. Lekin zaxiralashda nafaqat oʻrnatilgan ishonchlilik koʻrsatkichlarini taʼminlash masalasi, balki butun tizimni zaxiralashda ham elementlardan foydalanib, maksimal ishonchlilikka erishish kerak boʻladi.

Optimal zaxiralash masalasi koʻproq buzilishga barqaror tizimlarda kelib chiqadi. Bunday tizimlarni loyihalashtirishda nafaqat kerakli ishonchlilikka erishishga intilish, bilan ushbu ishonchlilikni minimal vositalar bilan taʼminlashga ham intilish kerak, yaʼni optimal yechimni topish kerak.

Buzilishga barqaror hisoblash tizimlari va mashinalarida bir qaror koʻrsatkichlar mavjud boʻlib, tizimning ishonchliligi ularga bogʻliqdir.

Bularga: zaxira elementining, qurilmasining yakka tizim koʻrsatkichlari; tizimning dasturiy taʼminotining tavsiflari; kattaliklar, arxitektura tavsifi, konfiguratsiyasi, va tizimni ishlashini tashkil etishlar kiradi.

$$R(t) = F(C, M, \dots, P, Q).$$

Iшонchlilik sanab oʻtilgan koʻrsatkichlarga funktsional bogʻliq qilib koʻrsatiladi. Shu kabi chegaralovchi koʻrsatkichlar sifatida yana narxini, hajmini, ogʻirligini, isteʼmol quvvatini ham olish mumkin. Qaysi chegaralanishni olish tizim turi va uning qanday maqsadda ishlatilishi bilan aniqlanadi. Odatda bitta asosiy tavsifini, yaʼni narxini ajratiladi.

Odatda optimal zaxiralash masalalarining butun tizim uchun zaxira narxi:

$$S(x_1, \dots, x_m) = \sum_{1 \leq i \leq m} C_i(x_i)$$

i-zaxira guruhidagi zaxiraning narxi

$$C_i(x_i) = C_i \times x_i,$$

bilan aniqlanadi. Bunda C_i -i-turdagi bitta elementning narxi.

Bitta chegaralovchi tavsif (narxi) boʻlgan holda, quyidagi ikkita optimal zaxiralash masalasi kelib chiqishi mumkin [1, 3, 13].

1. To'g'ri masala. Tizim. m-zaxira guruhidan tashkil topgan bo'lingan zaxiralanganda, ishonchlilik ko'rsatkichi R_{ber} . o'rnatilgan minimal zaxira narxidan past bo'lmagan holda

$$\min \{C(x_1 \dots x_l) / R(x_1 \dots x_n) \geq R_{ber}\} \text{ bo'ladi.}$$

2. Teskari masala. Tizimni m-zaxira guruhlaridan tashkil topgan ajratilgan zaxiralashda tizimning maksimal ishonchlilik ko'rsatkichi R bo'lganda, butun zaxira narxi berilgan S_{ber} qiymatdan katta bo'lmasin.

$$\max \{R(x_1, \dots, x_m) / C(x_1, \dots, x_m) \leq S_{ber}\} \text{ bo'ladi.}$$

Agar ishonchlilik ko'rsatkichi sifatida BIV R_t olinsa

$$\max \{(P_T(x) / C_I(x_i) \leq S_{ber})\}.$$

bunda S_i yoki $-XM$ i-tizim qismining bitta blokini narxi;

x_i - XM yoki XT i-tizim qismining zaxira bo'laklari soni;

S_{ber} $-XM$ yoki XG zaxira blokining berilgan qiymatdagi narxi;

R_T - T vaqt mobaynida XM , XT ning buzilmay ishlash ehtimolligi.

Optimallashtirish masalasining mazmuni shundan iboratki, bunda chegaralangan umumiy narxda tizimning ishonchliligini zaxiralash yo'li bilan oshirishdadir. Buni ikkita xususiy holda tushuntirish mumkin. Faraz qilaylik, tizimning barcha elementlari bir xil ishonchlilikka ega va har bir zaxira guruhida bittadan asosiy element bor. Bunday hollarda zaxiralayotgan guruh elementlarini qaysinisining narxi arzon bo'lsa o'shanisi e'tiborga loyiq bo'ladi. Agar elementlar narxi jixatdan teng bo'lsa, unda kamroq ishonchlilikka ega bo'lgan element guruhi zaxiralanadi.

Zaxira guruhlarini xar hil sonli elementlardan tashkil topgan va har hil guruhdagi elementlar bir-biridan farqli bo'lganda (ishonchlilik ko'rsatkichlari va narxi jixatdan), tizimda zaxira elementlarini optimal tarkibini aniqlashda, maxsus optimallashtirish masalalarini yechuvchi algoritmdan foydalanish talab etiladi.

Chegaralangan ekstrimal masalalar (funktsiyasini min yoki max ekstrimumini topish masalalari) analitik yechilishi mumkin (Logorifimning aniqlanmagan ko'paytiruvchilar usulidan foydalanib) va sonli usul yordamida: to'lib ketishi usuli va gradiyentlar usuli.

Optimallashtirish masalalarini yechishda tizimning narxiga, hajmli, og'irligiga va boshqa tavsiflariga chegaralanish qo'yilishi mumkin.

Bitta ko'rsatkichni, narxini, hisobga oluvchi zaxiralashni optimallashtirish masalasi qanday shakllanishni ko'rib chiqamiz.

Hisoblash tizimlarini ishonchlilik ko'rsatkichlariga ko'ra optimallashtirish masalasida xar bir tizim qismi shunday zaxiralashdiki, narxiga bo'lgan chegaralanishga qaramay tizimni maksimal buzilmay ishlashiga erishishdir- $C(m_i) \leq C_{ber.}$ yoki masalani yechilishini ko'rsatuvchi m_i vektorini topish mumkin.

$$\max \{P_T(m_i)/C_i(m_i) \leq C_{ber.}\}$$

bunda m_i -XT ning i-tizimidagi zaxira bloklari soni:

S_i -i-tizim qismidagi bitta blokning narxi;

$S_{ber.}$ -XT ning zaxira bloklarining narxini berilgan qiymati;

P_T -T vaqt mobaynida XT buzilmay ishlash ehtimolligi.

Protsessor, qurilma yoki tizim qismi darajasida XTni zaxiralash optimal taqsimlanishini Logorifimning chegarasiz ko'paytuvchilar usulini analitik yaqinlashishi misolida ko'rib chiqamiz.

Har bir elementi bo'yicha zaxiralangan sxemali ulashishga ega bo'lgan yo'qlangan zaxirali tizimga ega bo'laylik. Har bir n-tizim qismi (protsessorlar, TXQ TashQuri. va bosh.) m_i-1 zaxirali bo'lsin. Tizim qismining i sini ($i=1, n$) buzilmay ishlash ehtimolligi (BIE) P_i orqali ifodalansa, P_T BIE quyidagicha ifodalanadi.

$$P_T = \prod_{i=1}^n [1 - (1 - P_i)^{m_i}]$$

Formulani soddalashtirish uchun $P_i = 1 - q_i$, deb faraz qilamiz, bunda q_i -i-tizim qismining buzilishi ehtimolligi Q:

$$Q(m) = \sum_{i=1}^n q_i^{m_i},$$

bunda $m = (m_1, m_2, \dots, m_n)$ bo'ladi.

Tizimning hajmi, og'irligi va narxi chiziqli bog'liqda ifodalanadi.

$$C = C(m) = \sum_{i=1}^n C_i * m_i,$$

bunda C_i -i-tizim qismining narxi.

Tizimining o'rnatilgan narxining qiymatiga ko'ra $S(m) \leq S_{ber.}$, bunda $S_{ber.}$, $\min Q(m)$ shartni aniqlashi lozim, qidirilayotgan qiymatlari m_i buzilish ehtimolligini minimallashtiradi.

Bunda $Q(m)$ va $C(m)$ monolit bog'liqlik, shu sababli tengsizlik sharti tenglik sharti bilan almashtiriladi, masala esa usulida yechiladi.

Lagranj funktsiyalari $F(m)$ quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$F(m) = Q(m) + \xi * (C_{ber.} - C(m)),$$

bunda ξ -Logorifimning aniqlanmagan ko'paytuvchisi.

Ekstremum shartlarning kerakli qo'shimcha yechimi.

$$\partial F(m) / \partial m_i = 0,$$

va tenglik sharti turida

$$C_{ber.} = C(m)$$

m_i ning n optimal qiymatlarini aniqlash imkonini beradi va ularga mos keluvchi aniqlanmagan ko'rsatuvchi ξ qiymatini beradi.

$Q(m)$, $C(m)$, $F(m)$ larni o'rniga qo'yish bilan, quyidagi tenglamalar tizimini olamiz.

$$q_i^{m_i} * \ln(q) - \xi * C_i = 0, \text{ bundan } m_i = (\xi) * \alpha_i / \ln(q_i),$$

bunda $\alpha_i = S_i / \ln(q_i)$.

ξ ni aniqlash uchun m_i qo'yamiz, shunda

$$C_{ber.} = \sum_{i=1}^n C_i (\ln(\dots)) / (\ln(q_i)) = \sum_{i=1}^n \alpha_i * (\ln(-\xi) + \ln(-\alpha_i))$$

Oxirgi ifodada ko'paytuvchilar ξ va α_i qiymatlarining ishorasi o'zgartirilgan, bunda ξ va α_i o'rniga $(-\xi)$ va $(-\alpha_i)$ yozilgan, bunda lagorifm orqali topishni mumkin bo'lishi uchun shunday qilingan, chunki $\alpha_i \leq 0$.

Bundan kelib chiqadiki faqat ξ manfiy kattalik bo'lsagina yechimi topiladi. Optimal qiymatga ega bo'lgan m_i ni qiymatini oxirgi ifodasini topish uchun $\ln(-\xi)$ ifodani joyiga qo'yamiz.

$$m_i = 1 / (\ln(q_i)) * [(C_{ber.} - \sum_{i=1}^n \alpha_i * \ln(-\alpha_i)) / (\sum_{i=1}^n \alpha_i + \ln(-\alpha_i))],$$

masalani boshqacha qo'yilimida yechim (min, max) $\varphi(x)$ amalga oshiriladi.

$$P(X) \in N$$

bunda, N-Lagaranjning keyingi funktsiyasiga chegaralanishdir;

$$F_1(m) = C(m) + \eta * (Q_{ber.} - Q(m)),$$

bunda, η -Lagaranjning aniqlanmagan ko'paytuvchisi;

$Q_{ber.}$ -buzilish ehtimolligining berilgan qiymati.

$dF_1(m)/dm_i = 0$, $i=1, 2, \dots, n$ va $Q_{ber.}$ Q_m tenglamalarni yechib, zaxiralashni optimallik darajasi uchun ifodani olamiz:

$$(m_i = 1/(\ln(q_i)) * \ln((i * Q_{ber.}) / (\sum_{i=1}^n \alpha_i)))$$

Keltirilgan ifodalar natijani butunlash kerakligini hisobiga yaqinlashtiradigan bo'ladi. Xato kichik m_i holatida kattalashadi. Bundan tashqari analitik usulda faqat sodda ishonchlilik modellaridagina yechimni olish mumkin bo'ladi.

Gradiyentlar usuliga ko'ra zaxirani optimal taqsimlash

Optimal zaxiralash usuli yechim nafaqat analitik (Logorifimning aniqlanmagan ko'paytuvchilar usuli), balki sonli usul bilan ham mumkin.

Optimal zaxiralashning sonli usuli aniqroq yechimni topish imkonini beradi va zaxira tizimi qismlarining kichik sonlarini uchun aloxida effektivdir.

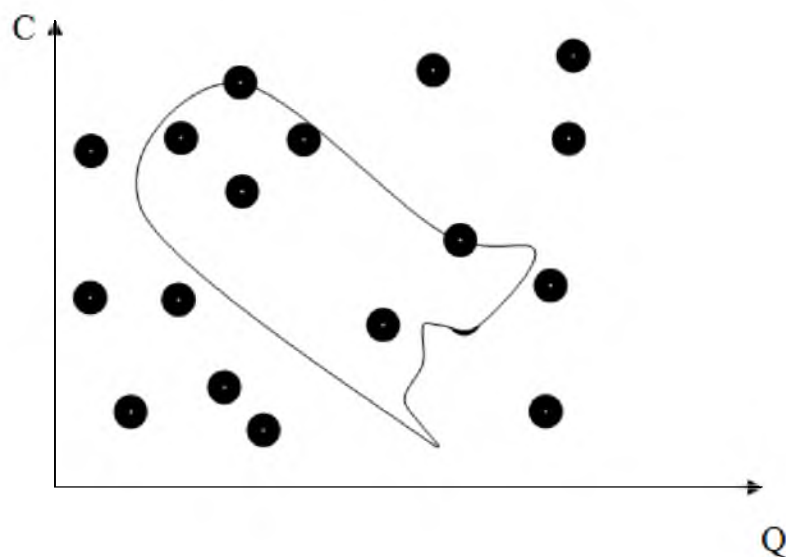
Sonli usulga ortiqchalik usuli kiradi, unga ko'ra strukturada bo'lishi muhim bo'lgan barcha variantlar taqqoslanadi. Keyin ularda qo'yilgan masalaga yaxshiroq javob beradigani tanlanadi. Lekin bunda variantlar soni juda katta bo'lishi mumkin, shu sababli ortiqchalik usulidan sodda holatlardagina foydalaniladi.

Raqobatchi variantlar sonini N_V bilan belgilaymiz. 28-rasmda tasvirlangan struktura uchun N_V quyidagicha aniqlanadi.

$$N = \prod_{c=1}^n \min$$

bunda m_{i_m} -i-turdagi parallel tizim qismlarining maksimal soni.

Misol uchun, $m=10$ va $m_{im} = 10$ uchun S-1, n, unda $N_v=10^{10}$, bu amalda ortiqchalikni yo‘qatadi.



28-rasm. Ustuvor ketma – ketlikni ko‘rsatuvchi grafik

Ortiqchalikda variantlar sirtini qisqartirish imkonini ko‘rib chiqamiz. Ustuvor ketma-ketlik tushunchagina kiritamiz va koordinatalarda variantlar grafigini texnik yechimini ko‘rib chiqamiz S-narxi, Q-buzilish ehtimolligi. (28-rasm).

Grafikda xar bir variantlar nuqtalarda beriladi. Berilgan narxni variantlari S ichida minimal buzilish ehtimolligiga ega bo‘lgan Q variantlar bizni qiziqтира oladi. Barcha berilgan buzilish ehtimolligi Q variantlar ichida minimal narxga S ga ega variantlar qiziqarlidir. Bundan kelib chiqadiki barcha variantlar ichida qiziqarlisi 28-rasmdagi pastki va chap tomonda turganlaridir.

Optimal variantni qidirish nuqtasi nazaridan istiqbolli variantlar ko‘pligi ustuvor ketma-ketlik deyiladi. 28-rasmda ustuvor ketma-ketliklar o‘rab qo‘yilgan. Ustuvor ketma-ketliklar quvvati odatda variantlar ko‘pligidan ancha bo‘ladi. Shu sababli ustuvor ketma-ketlikka kiruvchi variantlarning optimal yechimini tanlash osondir.

Sonli usulga ko‘ra ustuvor ketma – ketlikni elementgacha qurish imkonini beradi-minimal narxda kerakli ishonchlilikka erishish yoki kerakli ishonchlilik

uchun minimal narxga erishish. Strukturaviy optimallashtirish ko'rib chiqiladigan variantlar sonini chegaralovchi effektiv usulni topish shart.

Gradiyentlar usuli effektiv bo'lib, unda qadam ba qadam maksimum qiymatlar izlanadi.

$$\Delta g(Q)/(\Delta C)$$

Gradiyentlar usuli ustuvor ketma-ketlik elementlarini qismini aniqlash imkonini beradi, ya'ni ba'zi elementlar o'tkazib yuborilishi mumkin. Shu sababli ushbu usulda topilgan natijalarni yaqinlashtirilgan deb qarash lozim yoki qo'shimcha qidiruv o'tkazish kerak.

Zaxirani optimal taqsimlashga misol.

To'rtta tizim qismidan tashkil topgan tizim mavjud bo'lsa, ya'ni $n=4$. Tizim qismi C_i narxi bilan tavsiflanadi va berilgan vaqt mobaynida q_i buzilish ehtimolligiga ega.

$i \dots 1. 2 3 4$

$C_i \dots 1.2 2.3 3.4 4.5$

$q_i \dots 0.2 0.3 0.25 0.15$

Buzilmay ishlash ehtimolligi $P \geq 99$ bo'lgan va minimal narxga S ga ega tizim qurish talab etilsin. Zaxira yo'qligida tizimning boshlang'ich holati $m=(m_1 m_2 m_3 m_4)=(1111)$ vektor orqali yoziladi. Variantlarni (2111), (1211), (1121) va (1112) taqqoslash $\Delta g(Q)/\Delta C$ maksimal qiymatlarni ta'minlovchi qiymat orqali amalga oshiriladi.

7 bobga oid savollar:

1. Tizimning buzilishga barqarorligi deganda nimani tushinasiz?
2. Buzilishga barqarorlikni tashkil etishning qanday usullari mavjud?
3. Qanday hollarda passiv buzilishga barqarorlik qo'llaniladi?
4. Buzilishga barqarorlikni qanday usulda tashkil etilganda apparatlar soni ko'payadi?
5. EQ larining qurilmalarini buzilishlarga barqarorligini qanday vositalar va usullar orqali ta'minlanadi?
6. Buzilishga barqaror tizimlarda hisoblash jarayonini tiklash usullarini sanab berish?
7. Buzilishni topishning qaysi darajasida niqoblashgan tiklash usulidan foydalaniladi?
8. Nazorat nuqtasi nima?
9. STAR va SIFT tizimlarini tarkibiga qanday asosiy modullar kiradi?
10. Tiklanish jarayonining grafi nimani ko'rsatadi?
11. Optimal zaxiralash uchun qaysi analitik usuldan foydalaniladi?
12. Logorifimning aniqlanmagan ko'paytiruvchilar usuliga ko'ra zaxirani optimal taqsimlash qanday amalga oshiriladi?
13. Ustuvor ketma-ketlik tushunchasini tushintirib bering?
14. EVM larini ishonchliligini optimallashtirish masalalarini gradiyentlar usulida yechish nimadan iborat?
15. To'rtta tizim qismidan tashkil topgan tizim uchun optimal taqsimlanuvchi zaxirani tashkil etishga misollar keltiring, bunda buzilmay ishlash ehtimoli $P \geq 0,99$ minimal narxi $S(S_i=1, 2, 3, 3, 4, 4, 5)$.

8 bob. Elektronika sohasida qo'llaniladigan datchiklar.

8.1. Qattiq jisimli datchiklar kursi axamiyati

Ma'lumki hozirga kelib biror bir sohani texnikasiz tasavvur qilish qiyin. Xar qanday soha u ishlab chiqarish bo'ladimi, kundalik turmush bo'ladimi yoki mayishiy xizmat bo'ladimi xammasi texnika xizmatidan foydalanishga majbur. Xar qanday ishlab chiqarish ma'lum texnologik jarayon asosida boradi. Bu texnologik jarayonlarni ketma-ketligi, jarayon parametlarini qiymati tajribalar asosida yoki ilmiy izlanishlar yordamida aniqlangan yoki joriy etilgan. Texnologik jarayonlar qanday sohada bo'lishidan tashqari ma'lum fizik parametrlarga ega. Misol uchun oddiy bo'yoqni tayyorlash uchun xam uni tarkibini tashkil etuvchi elementlar miqdoriy ulishi, bo'yoqni tayyorlashda zarur bo'lgan temperatura, reaksiya amalga oshiriladigan bo'lsa reaksiyani borish vaqti, jarayon bosimi. Undagi suv miqdori, sarf bo'layotgan energiya va boshqalar texnologik jarayon parametrlari xisoblanadi. Sanab o'tilgan fizik parametrlarni miqdorini baholash va o'lchash uchun fizik datchiklardan foydalanish zarur bo'ladi. Xozirda mavjud barcha texnologik jarayonlarni umumlashtirilganda quyidagi parametrlarni sanab o'tish mumkin:

- temperatura
- bosim
- satx
- sarf
- massa
- namlik
- shaffovlik
- sirt teksligi
- mustaxkamlik
- tok o'tkazuvchanlik
- tebranish xarakteri
- maxsulot tarkibi

Bu sanab oʻtilgan parametrlarni aniqlash uchun biror qurilma yoki tizim zarur boʻladi.

Hodisa yoki voqea boʻyicha birlamchi informatsiyani olish imkoniyati boʻlgan qurilmalarni datchik (xabar beruvchi) deb ataladi. Aksariyat datchiklar qattiq jismlardan yaratilgan. Bu datchiklarni tuzilishi va ulardan foydalanishni oʻrgatuvchi bu bizni kursimizdir.

Birinchi navbatda asosiy eʼtibori texnologik jarayonni kuzatib borish qanday amalga oshirilishini taxlil qilamiz. Xar qanday texnologik jarayonni borishida yuqorida aytib oʻtilgandek aniq texnologik yoʻriqnoma (karta)dan foydalaniladi. Jarayon kartaga mos boʻlishi uchun uni parametrlarini solishtirib borish lozim. Solishtirishni amalga oshirish uchun uni datchik yordamida oʻlchash lozim. Masalan avtomobillarni taʼmirlash jarayonida boʻyash uchun kuzovni temperaturasini maʼlum oraliqda ushlab turish lozim. Agar bu oraliq ushlab turilmasa boʻyashda yaxshi natija olinmaydi. Oddiy beton quyoshda xam sement miqdori bilan shagʻal miqdori proporsiyasi ushlab turilmasa toʻgʻri natija olinmaydi. Kimyoviy reaksiyalar maʼlum bosim ostida amalga oshiriladi. Sanab oʻtilgan hollarda temperaturani oʻlchash uchun termodatchikdan, bosimni oʻlchash uchun bosim datchigidan, miqdorni aniqlash uchun ogʻirlikni oʻlchash datchigidan foydalanish zarur boʻladi.

Agar texnolog yoki foydalanuvchi zaruriy datchiklardan foydalanishni bilmasa maqsadga erisha olmaydi.

Xozirgi zamon elektronika mutaxassisi datchiklardan foydalanishni, datchiklarni tuzilishini bila olmasa yetarli darajadagi mutaxassis boʻlla olmaydi. Chunki aksariyat birlamchi datchiklarni asosini elektronika elementlari tashkil etadi.

- texnologik jarayonlardagi fizik hodisalarni borishini tushinish.
- fizik parametrlarni oʻlchash mexanizimlarini oʻrganish
- fizik parametrlarni oʻlchash datchiklarini tuzilishini oʻrganish
- fizik parametrlarni oʻlchov birliklarini mukammal oʻrganish
- texnologik jarayonlarni borishida parametrlarni taqqoslay bilishni oʻrganish

- datchiklarni ulanishini elektron sxemalarini o'rganish
- ikkilamchi o'lchov qurilmalarni ishlash prinsiplarini o'rganish
- mustaqil holatda ba'zi datchiklarni tashkil etishni bilish.

Xozirgi zamon texnologik jarayonlarda zamonaviy elektron qurilmalardan foydalanilmoqda. Ularda jarayonlarni borishi zamonaviy datchiklar yordamida nazorat qilinib boshqarilmoqda. Bu yerda oddiy suyuqlik satxini doimiy o'lchab nazorat qilib boruvchi radiatsion datchikdan foydalanilyotganda, shu datchiklar yordamida odamsiz uchuvchi samalyotlarni boshqarilishini solishtirish yetarlidir.

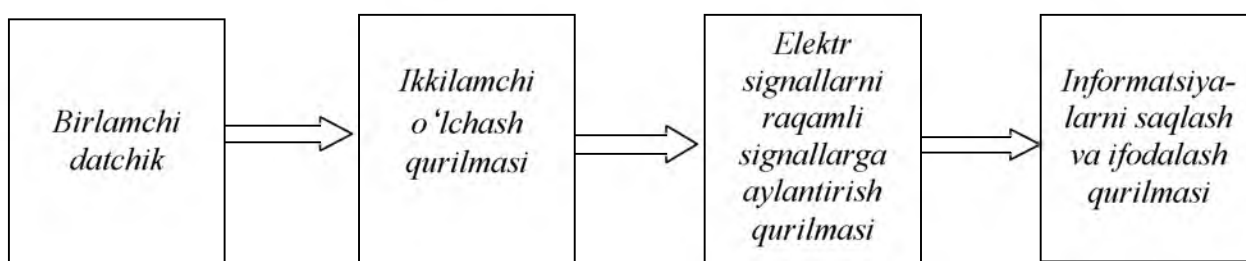
Insoniyat hozirgi zamon elektron datchiklardan foydalanilgan holatda fan va texnikada juda katta imkoniyatlarga ega bo'lmoqdalar. Bunga bir misol qilinib tibbiyotda keng foydalanilayotgan ultra tovush datchiklarini va insonni ixtiyoriy organlarini suratga olib ixtiyoriy kesimda borayotgan magnitotomografiyani eslatish yetarlidir.

8.2. Temperaturani o'lchash datchiklari

Ma'lumki, xar qanday ishlab chiqarish korxonalarida texnologik jarayonlarning quyidagi fizikaviy kattaliklari (texnologik parametrlari) o'lchanadi:

- texnologik jarayondagi harorat (temperatura);
- texnologik jarayonni borishidagi bosim;
- texnologik jarayonda maxsulotlarni tayyorlash uchun qo'llanilayotgan xom ashyolarning nisbiy miqdorlari;
- texnologik jarayonda atrof muxitga chiqarilayotgan chiqindi gazlarini tarkibi va ularni nisbiy miqdori.

Sanab o'tilgan texnologik jarayonlarni fizikaviy parametrlarini qiymatini o'lchash maxsus birlamchi datchiklar yordamida amalga oshiriladi. Sxematik tarzda ixtiyoriy fizik parametрни o'lchash tizimini quyidagicha ifodalash mumkin:



Sxemadan ko‘rinib turibdiki, texnologik jarayonni kuzatishda asosiy birlamchi o‘rinni datchiklar egallaydi. *Datchik* bu fizikaviy parametrni qiymatini mos elektr yoki boshqa ko‘rinishdagi signalga aylantirish qurilmasidir.

Ikkilamchi qurilmalar datchiklardan olingan elektr yoki boshqa ko‘rinishdagi signallarini qiymatini ma’lum o‘lchov shkalasi yordamida ifodalash bilan birgalikda o‘rnatilgan chegaraviy qiymatlarda diskret boshqaruvchi signallar chiqarishi mumkin.

Elektr signallarini maxsus programma ta’minoti asosida aniq protokollarga mos raqamli signallarga aylantiruvchi qurilma informatsiyalarni saqlash (yozib borish) va vizual ifodalash qurilmasi xisoblangan kompyuterga uzatadi.

Bizni maqoladan asosiy maqsadimiz, ishlab chiqarishni xamma sohalarida keng qo‘llanilayotgan hozirgi zamon birlamchi temperatura datchiklarini ishlash prinsiplari va kvalifikatsiyasi bilan taxliliy tanishishdir.

O‘tgan asrni 90-yillaridan boshlab dunyo bo‘yicha texnologik jarayonlarni nazorat qilishni o‘lchov asboblari yangi pog‘onaga o‘ta boshladi. Bu qo‘llanilayotgan datchiklarni bir standartga olib kelish, ya’ni datchiklardan olinayotgan signallarni aniq universal shkalalarga keltirish, ularni ixtiyoriy markadagi ikkilamchi o‘lchov qurilmasiga ulash imkoniyatini berdi.

Ko‘pchilik turdagi birlamchi datchiklardan olinayotgan ya’ni, datchikdan chiqayotgan analog elektr signallari datchikni texnologik jarayonni qanday fizik parametrini o‘lchashidan qat’iy nazar quyidagi universal qiymatlar shkalasiga keltirildi:

- 0 dan 5 mA gacha;
- 0 dan 20 mA gacha;
- 4 dan 20 mA gacha;
- 0 dan 1 V gacha;
- 0 dan 10 V gacha.

Xaroratni o‘lchashni suyuqlikli, manometrik termometrlaridan farqli o‘laroq, xozirgi zamon ishlab chiqarish korxonalarida texnologik jarayonlarni uzluksiz

nazorat qilish va boshqarish tizimida asosan quyidagi xaroratlarni o'lchash datchiklari qo'llanilmoqda.

- termoqarshilikli datchiklar;
- termoparalar;
- pirometrlar;

Bu datchiklar o'zlarini ishlash prinsiplari, xaroratni o'lchash intervali va xatolik darajasi bilan farqlanadi.

Termoqarshilikli datchiklarni termoqarshilikni aylantiruvchi qurilmasi xam deb ataladi. Ularni ishlash prinsipi elektr o'tkazuvchan materiallarni issiqlikdan elektr qarshiliklarini ortishi fizik hodisasiga asoslangan.



29 – rasm. Sanoat termoqarshiliklari

Termoqarshilikni statik qarshiligini o'zgarishini quyidagi formula bilan yozish mumkin:

$$R_t = W \cdot R_0$$

Bu yerda

R_0 – termoqarshilikni 0^0 S dagi qarshiligi

W – proporsionallik koeffitsienti bo'lib moddani t^0 C qarshiligini 0^0 S dagi qarshiligiga nisbatiga teng va qiymati maxsus jadvaldan olinadi.

Termoqarshilikni sezgirligi

$$S = dR/dt$$

ifoda bilan aniqlaniladi.

Termoqarshilikli datchiklarni sezuvchi elementi (asosiy temperaturadan qarshiligi o'zgaruvchan qismi) quyidagi materiallardan tayyorlaniladi:

- platinali(TSP) – platinadan
- misli(TSM) – misdan
- nikeli(TSN) – nikeldan.

Platinadan tayyorlangan termoqarshiliklarda qarshilikni temperaturaga bog‘liq ifodasi quyidagicha

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$$

ifodadan ko‘rinib turibdiki, qarshilikni temperaturaga bog‘liqligi chiziqli emas.

Misdan tayyorlangan termoqarshiliklarda qarshilikni temperaturaga bog‘liqli ifodasi chiziqli bo‘lib, quyidagicha

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

Termoqarshiliklarni sezuvchi elementini 0° S dagi qarshiligi va W – proporsionallik koeffitsienti (gradirovka koeffitsienti) o‘rtasidagi standart belgilanishlar quyidagi jadval bilan beriladi:

8 – jadval

Standart belgilanishi

Termoqarshilik turi	0° S dagi qarshiligi, Om	Nominal statistik xarakteristikalarini shartli belgilanishi		
		MDX mamlakatlarida	Xalqaro	
platinali(TSP)	1	1 P	W ₁₀₀ =1,3850 Pt 1	W ₁₀₀ =1,3910 Pt' 1
	10	10 P	Pt 10	Pt' 10
	50	50 P	Pt 50	Pt' 50
	100	100 P	Pt 100	Pt' 100
	500	500 P	Pt 500	Pt' 500
misli(TSM)	10	10 M	W ₁₀₀ =1,4260 Cu 10	W ₁₀₀ =1,42800 Cu' 10
	50	50 M	Cu 50	Cu' 50
	100	100 M	Cu 100	Cu' 100
nikeli(TSN)	100	100 N	Ni 100	

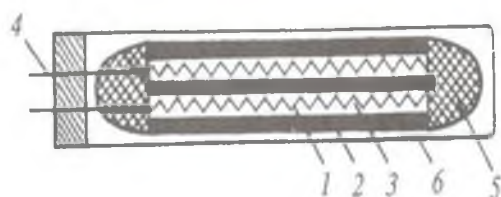
Ishlab chiqarishda qo‘llanilayotgan termoqarshiliklarni o‘lchash oraliqlari va o‘lchashdagi xatoliklari quyidagicha:

Termoqarshilik nomi	O‘lchash oralig‘i	Absolyut xatoligi	Keltirilgan nisbiy xatoligi
TSM 50M $W_{100}=1,4260$	$-50^{\circ}\text{S}\dots+200^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	0,25%
TSM 50M $W_{100}=1,4280$	$-190^{\circ}\text{S}\dots+200^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	
TSM 100M $W_{100}=1,4260$	$-50^{\circ}\text{S}\dots+200^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	
TSM 100M $W_{100}=1,4280$	$-190^{\circ}\text{S}\dots+200^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	
TSP 50P $W_{100}=1,3850$	$-200^{\circ}\text{S}\dots+750^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	
TSP 50P $W_{100}=1,3910$	$-200^{\circ}\text{S}\dots+750^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	
TSP 100P $W_{100}=1,3850$	$-200^{\circ}\text{S}\dots+750^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	
TSP 100P $W_{100}=1,3910$	$-200^{\circ}\text{S}\dots+750^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	
TSN 100N	$-60^{\circ}\text{S}\dots+180^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	

Termoqarshiliklarni davlat standarti bo‘yicha o‘zini gradirovka jadvali bo‘lib, ulardan o‘tayotgan tokni maksimal qiymati 5 mA dan ortmaydi. Ularni kalibrovkalashda mos gradirovka jadvallaridan foydalaniladi.

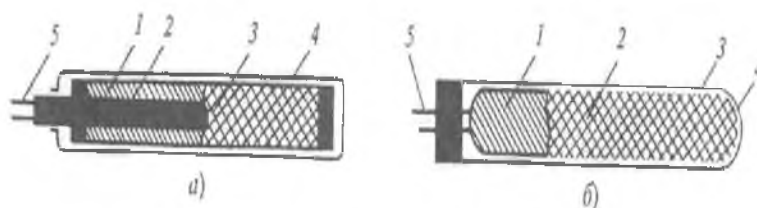
Termodatchiklar yordamida xar qanday muhitni temperaturasini aniqlash mumkin. Datchikni sezuvchi qismi maxsus metall trubkaga germetik maxkamlangan. Namlik, zararli muhit sezuvchan qismiga ta’sir ko‘rsataolmaydi. Metall trubkani uzunligi, diametr o‘lchami, maxkamlash qismi va shakli foydalanish joyi va sharoitiga qarab tayyorlanadi.

Termoqarshilikni sezuvchi qismi turli markadagilariniki turlicha formada tayyorlanadi. Platinadan tayyorlangan termoqarshilikni sezuvchi elementi 30 - rasmda ko‘rsatilgan.



30-rasm. Platinli sezgir element.
1-platina sim, 2-keramika izolator,
3-pokoshkali izolator, 4-chiqishlar,
5-joylashtiruvchi idish, 6-metall qobiq

Temperaturani o'lchash jarayonida datchikdan ikkilamchi qurilmagacha bo'lgan ulanish simlarini qarshiligini va bu liniyani qarshiligini muhit temperaturasiga qarab o'zgarishini o'lchash tizimidagi ta'sirini yo'qotish maqsadida uch simli ulash sxemasidan foydalanish mumkin. Odatda bu usuldan faqat datchik bilan ikkilamchi o'lchash qurilmasi orasidagi masofa yetarli darajada uzoq (50 – 100 m) bo'lganda foydalaniladi.



31 - rasm. Misli sezgir element

a – karkasli, 1- uram, 2-karkas, 3- lakli qatlam, 4- ximoya qobig'i, 5- chiqishlar

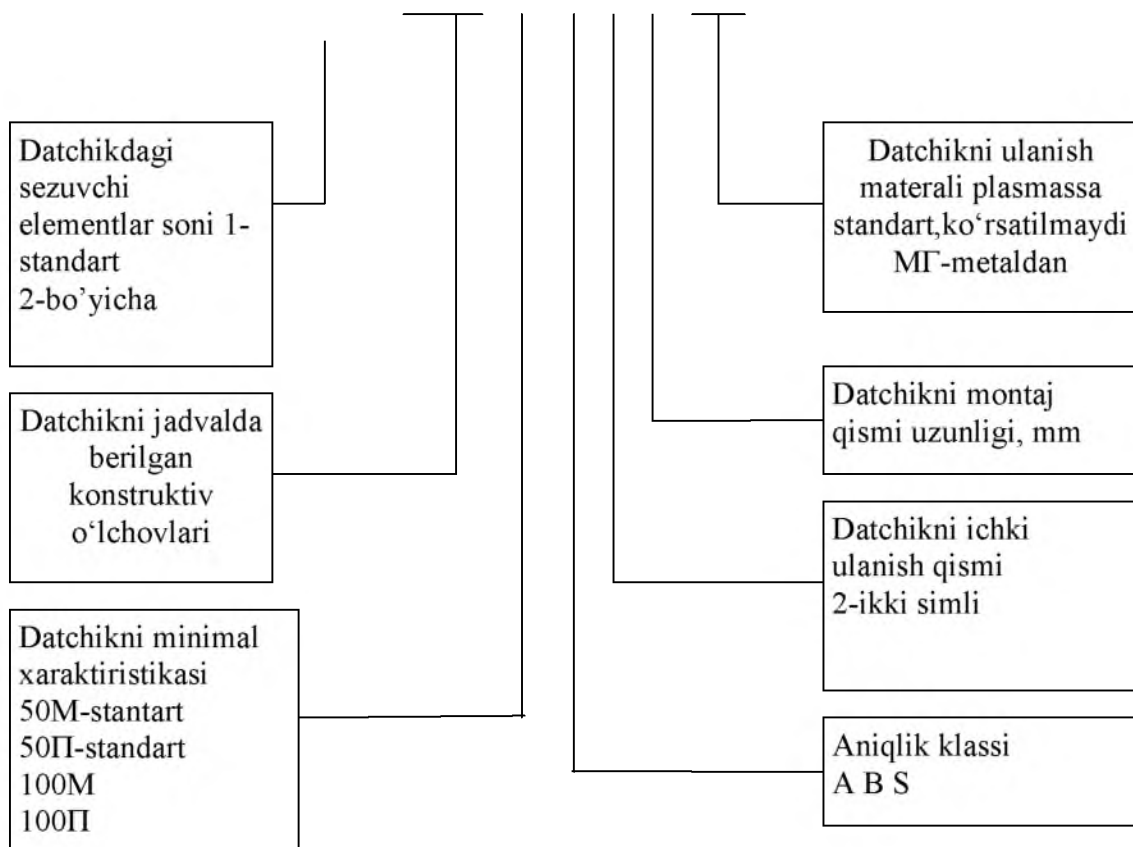
b- karkazsiz, 1-uram, 2- fotoplastqatlam, 3-ximoyaqobig'i, 4-izolyatsiya kukuni, 5-chiqishlar

Elektr sxemalarida ikki simli va uch simli ulanish quyidagicha beriladi:



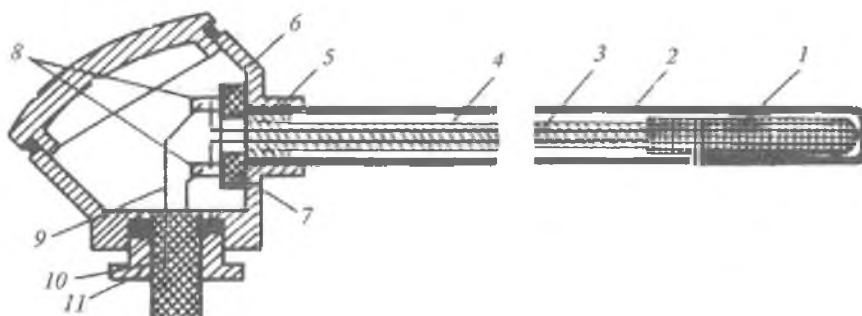
Termoqarshilik datchiklarini dunyodagi juda ko'p kompaniyalar ishlab chiqaradi. Ular bir standartda bo'lib, markasini ifodalanishi turlicha. Misol uchun «OVEN» kompaniyasi ishlab chiqarilayotgan termoqarshiliklar markasida quyidagi informatsiyalar ifodalangan.

X DTS XX5 – X . X.X . X . XX



Misol uchun:

DTS045 – 100P.V3.120.MG - ko'rinishida ifodalanishi termoqarshilik datchigi standart bitta sezuvchi elementli, platinali, 100 Om qarshilikli, konstruktiv o'lchovlari 045 markali, aniqlik klassi V, ichki sxemasi uch simli, montaj qismini uzunligi 120 mm, datchikni ulanish kallagi metaldan.



32 – rasm. Termoqarshilik datchigi

1- sezuvchi element, 2- ximoya armaturasi, 3- chiqishlar, 4- izolyatsiya

Ishlab chiqarishda $-50^{\circ}\text{S} \dots + 200^{\circ}\text{S}$ uzluksiz xaroratni nazorat qilish uchun asosan termoqarshiliklardan foydalaniladi.

Xar bir markadagi termoqarshilikni kalibrovkalashda va qiyoslashda uni mos gradirovkasidan foydalaniladi. Misol uchun platinali $W_{100}=1,3910$ termoqarshilikni davlat standarti bo'yicha gradirovkasi quyidagicha:

9 – jadval

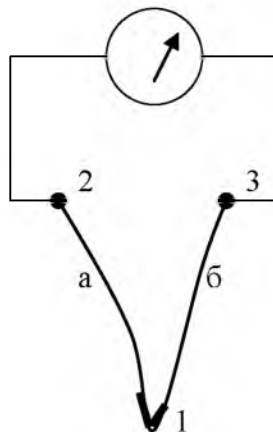
Termo datchiklarning davlat standarti

Xarorati $^{\circ}\text{C}$	Qarshilikni xaroratga bog'liqligi									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-260	0.0040									
-250	0.0102	0.0092	0.0083	0.0075	0.0067	0.0061	0.0056	0.0051	0.0047	0.0043
-240	0.0270	0.0248	0.0227	0.0207	0.0189	0.0171	0.0155	0.0140	0.0126	0.0114
-230	0.0549	0.0517	0.0486	0.0455	0.0426	0.0397	0.0370	0.0343	0.0318	0.0294
-220	0.0906	0.0868	0.0830	0.0793	0.0756	0.0720	0.0684	0.0650	0.0615	0.0582
-210	0.1307	0.1266	0.1225	0.1184	0.1143	0.1103	0.1063	0.1023	0.0984	0.0945
-200	0.1730	0.1687	0.1645	0.1602	0.1559	0.1517	0.1475	0.1433	0.1391	0.1349
-190	0.2162	0.2118	0.2075	0.2031	0.1987	0.1944	0.1900	0.1856	0.1812	0.1768
-180	0.2596	0.2553	0.2509	0.2466	0.2423	0.2379	0.2336	0.2292	0.2249	0.2205
-170	0.3026	0.2983	0.2941	0.2898	0.2855	0.2812	0.2768	0.2725	0.2682	0.2639
-160	0.3454	0.3411	0.3369	0.3326	0.3283	0.3241	0.3198	0.3155	0.3112	0.3069
-150	0.3878	0.3836	0.3794	0.3751	0.3709	0.3667	0.3624	0.3582	0.3539	0.3496
-140	0.4300	0.4258	0.4216	0.4174	0.4132	0.4090	0.4048	0.4005	0.3963	0.3921
-130	0.4720	0.4678	0.4636	0.4594	0.4552	0.4510	0.4468	0.4426	0.4384	0.4342
-120	0.5137	0.5095	0.5053	0.5012	0.4970	0.4928	0.4887	0.4845	0.4803	0.4761
-110	0.5551	0.5510	0.5468	0.5427	0.5386	0.5344	0.5303	0.5261	0.5220	0.5178
-100	0.5964	0.5923	0.5881	0.5840	0.5799	0.5758	0.5716	0.5675	0.5634	0.5593
-90	0.6374	0.6333	0.6292	0.6251	0.6210	0.6169	0.6128	0.6087	0.6046	0.6005
-80	0.6783	0.6743	0.6702	0.6661	0.6620	0.6579	0.6538	0.6497	0.6456	0.6415
-70	0.7190	0.7150	0.7109	0.7068	0.7028	0.6987	0.6946	0.6906	0.6865	0.6824
-60	0.7596	0.7555	0.7515	0.7474	0.7434	0.7393	0.7353	0.7312	0.7272	0.7231
-50	0.8000	0.7960	0.7919	0.7879	0.7839	0.7798	0.7758	0.7717	0.7677	0.7636

-40	0.8403	0.8362	0.8322	0.8282	0.8242	0.8201	0.8161	0.8121	0.8081	0.8040
-30	0.8804	0.8764	0.8724	0.8684	0.8643	0.8603	0.8563	0.8523	0.8483	0.8443
-20	0.9204	0.9164	0.9124	0.9084	0.9044	0.9004	0.8964	0.8924	0.8884	0.8844
-10	0.9602	0.9563	0.9523	0.9483	0.9443	0.9403	0.9363	0.9324	0.9284	0.9244
0	1.0000	0.9960	0.9921	0.9881	0.9841	0.9801	0.9762	0.9722	0.9682	0.9642
0	1.0000	1.0040	1.0079	1.0119	1.0159	1.0198	1.0238	1.0278	1.0317	1.0357
10	1.0396	1.0436	1.0475	1.0515	1.0555	1.0594	1.0634	1.0673	1.0713	1.0752
20	1.0792	1.0831	1.0870	1.0910	1.0949	1.0989	1.1028	1.1067	1.1107	1.1146
30	1.1186	1.1225	1.1264	1.1303	1.1343	1.1382	1.1421	1.1461	1.1500	1.1539
40	1.1578	1.1618	1.1657	1.1696	1.1735	1.1774	1.1814	1.1853	1.1892	1.1931
50	1.1970	1.2009	1.2048	1.2087	1.2126	1.2165	1.2204	1.2244	1.2283	1.2322
60	1.2361	1.2400	1.2439	1.2477	1.2516	1.2555	1.2594	1.2633	1.2672	1.2711
70	1.2750	1.2789	1.2828	1.2866	1.2905	1.2944	1.2983	1.3022	1.3061	1.3099
80	1.3138	1.3177	1.3216	1.3254	1.3293	1.3332	1.3370	1.3409	1.3448	1.3486
90	1.3525	1.3564	1.3602	1.3641	1.3680	1.3718	1.3757	1.3795	1.3834	1.3872
100	1.3911	1.3949	1.3988	1.4026	1.4065	1.4103	1.4142	1.4180	1.4219	1.4257
110	1.4296	1.4334	1.4372	1.4411	1.4449	1.4488	1.4526	1.4564	1.4603	1.4641
120	1.4679	1.4717	1.4756	1.4794	1.4832	1.4870	1.4909	1.4947	1.4985	1.5023
130	1.5061	1.5100	1.5138	1.5176	1.5214	1.5252	1.5290	1.5328	1.5367	1.5405
140	1.5443	1.5481	1.5519	1.5557	1.5595	1.5633	1.5671	1.5709	1.5747	1.5785
150	1.5823	1.5861	1.5899	1.5936	1.5974	1.6012	1.6050	1.6088	1.6126	1.6164
160	1.6202	1.6239	1.6277	1.6315	1.6353	1.6391	1.6428	1.6466	1.6504	1.6542
170	1.6579	1.6617	1.6655	1.6692	1.6730	1.6768	1.6805	1.6843	1.6881	1.6918
180	1.6956	1.6993	1.7031	1.7068	1.7106	1.7144	1.7181	1.7219	1.7256	1.7294
190	1.7331	1.7369	1.7406	1.7443	1.7481	1.7518	1.7556	1.7593	1.7631	1.7668
200	1.7705	1.7743	1.7780	1.7817	1.7855	1.7892	1.7929	1.7967	1.8004	1.8041

Termoparalar

Ikki xil tarkibli o'tkazgichni bir uchi qavshirlanib, qavshirlangan qismi qizdirilsa qizdirilmagan uch qismlari orasida termoelektr yurutuvchi kuchi (t.e.yu.k.) xosil bo'ladi.



33 - rasm. Termoparani sxematik ko'rinishi

Rasmda «a» va «b» turli tarkibli o'tkazgichlar, «1» nuqta kavsharlangan bo'lib «issiq» uchi, «2,3» nuqtalar «sovuq» uchi deb ataladi. Agar «issiq» va «sovuq» uchlardagi xarorat bir xil bo'lsa, t.e.yu.k. hosil bo'lmaydi. Shuning uchun xarorati o'lchanadigan muxitga termoparani «issiq» uchi kiritiladi yoki tekkiziladi. Xosil bo'layotgan t.e.yu.k. qiymati «issiq» va «sovuq» uchlar o'rtasidagi temperaturalar farqi $t_2 - t_1$ ga proporsional.

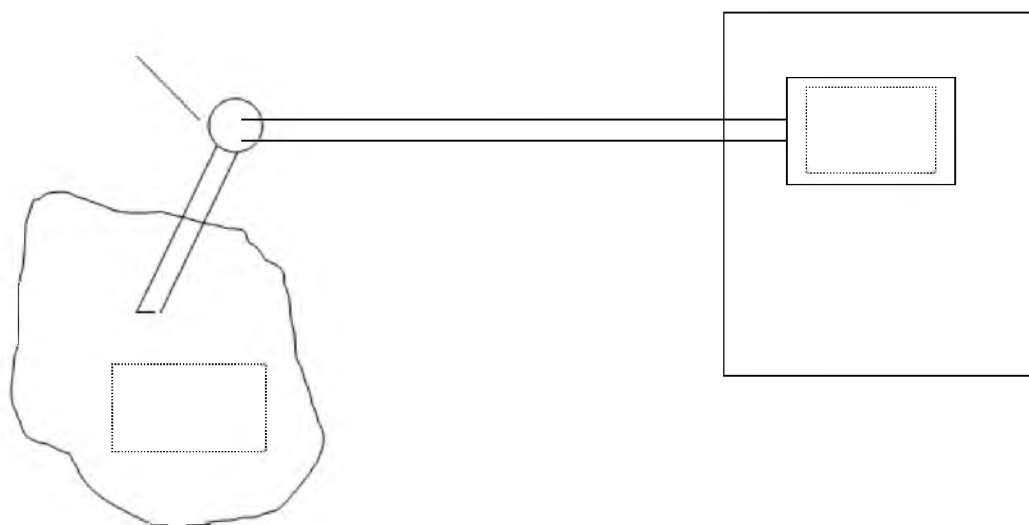
$$E(t, t_0) = E(t, 0) - E(t_0, 0)$$

Sanoatda ishlab chiqarishda foydalanish uchun turli markadagi termoparalar tayyorlanmoqda. Dunyo bo'yicha ular aniq standartlarga keltirilgan bo'lib turli intervaldagi xaroratlarni o'lchashga mo'ljallangan. Ulardan keng qo'llanilayotganlari quyidagi jadvalda berilgan.

Interval xaroratlar

Termopara nomi	O'lchash oralig'i	Absolyut xatoligi	Keltirilgan nisbiy xatoligi
TXK(L) xromel –kopelli	$-50^{\circ}\text{S} \dots + 750^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	0,5%
TJK(J) temir - misnikelli	$-50^{\circ}\text{S} \dots + 900^{\circ}\text{S}$	$0,1^{\circ}\text{S}$	
TNN(N) nikelxromnikel - nikelkremnniy	$-50^{\circ}\text{S} \dots + 1300^{\circ}\text{S}$	1°S	
TXA(K) nikelxrom-nikelalyuminiy	$-200^{\circ}\text{S} \dots + 1300^{\circ}\text{S}$	1°S	
TPP(S) platinarodiy-platina 10%	$0^{\circ}\text{S} \dots + 1750^{\circ}\text{S}$	1°S	
TPP(R) platinarodiy-platina 13%	$0^{\circ}\text{S} \dots + 1750^{\circ}\text{S}$	1°S	
TVR(A-J) platinarodiy-platinarodiy	$0^{\circ}\text{S} \dots + 2500^{\circ}\text{S}$	1°S	

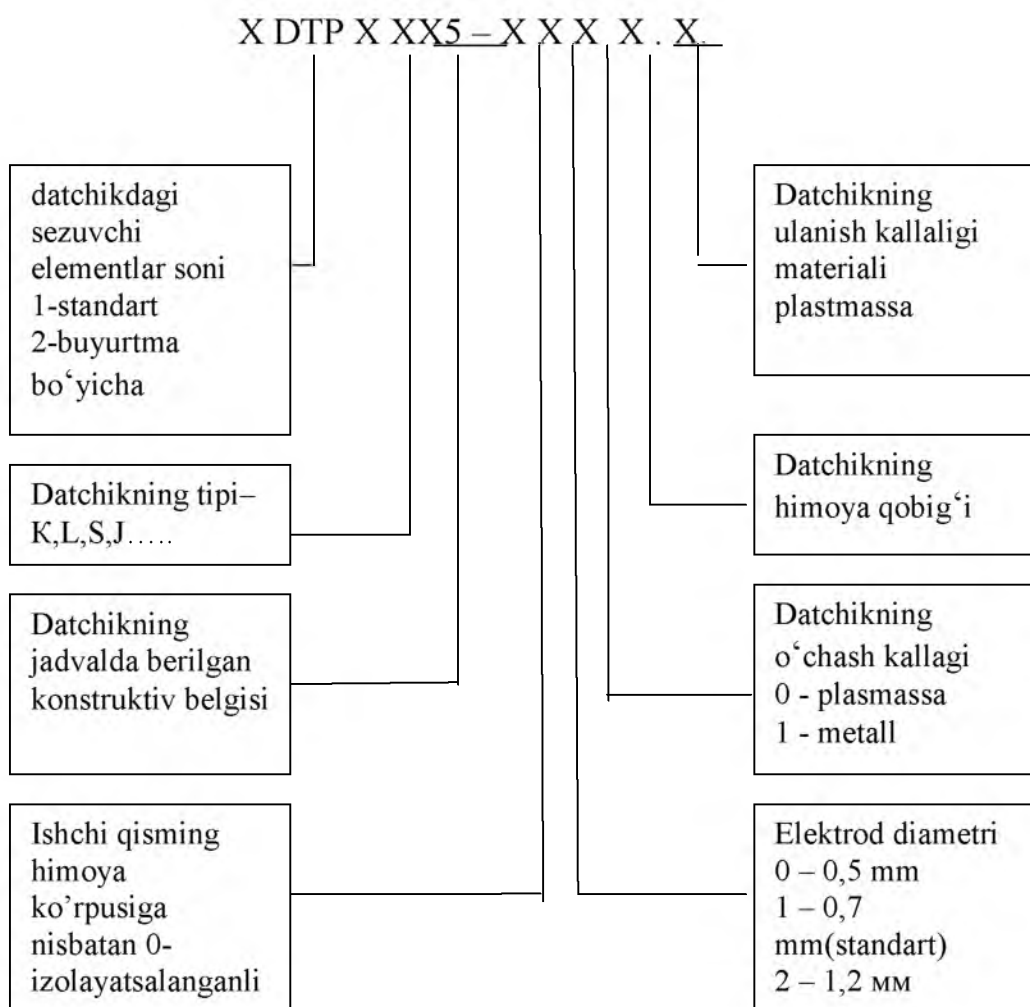
Termoparalarni gradirovkalanganda ularni «sovuq» uchlari doimiy 0°S ga bo'lgan holat ta'minlanadi. Agar termoparalarni «sovuq» uchlari temperaturasi 0°S dan farq qilsa uning borayotgan t.e.yu.k. ga tuzatma kiritish zarur bo'ladi.



34 – rasm. Termoparani ulanish prinsip sxemasi

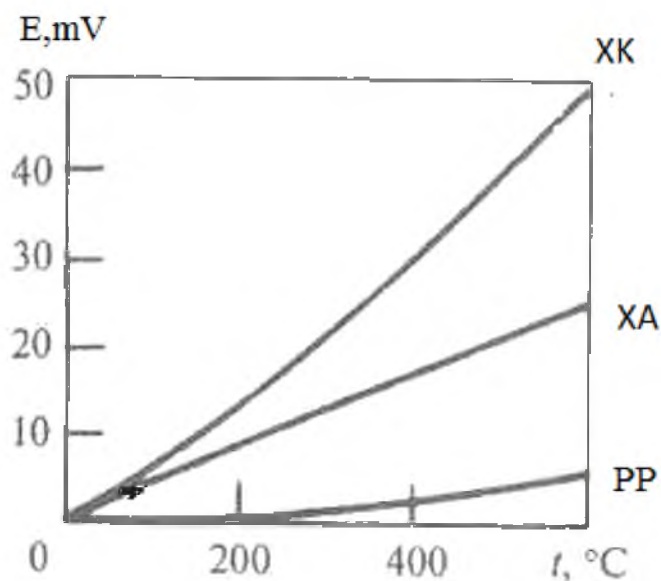
Sxemadan ko‘rinib turibdiki, termoparadan o‘lchov qurilmasigacha bo‘lgan t.e.yu.k. ni uzatish maxsus *termokpensialovchi sim* orqali amalga oshiriladi. Bu sim odatda qanday turdagi termopara o‘rnatilganiga qarab tanlanadi. Termoparani «sovuq» joylashgan muxit o‘zgarmas temperaturada bo‘lsa bu yerda uzatish simini mis simda davom ettirish mumkin.

Termoparalarni modeli u to‘g‘risidagi ko‘pchilik informatsiyalarni o‘z ichiga oladi. Masalan universal belgilanish quyidagi informatsiyalarni o‘z ichiga oladi.



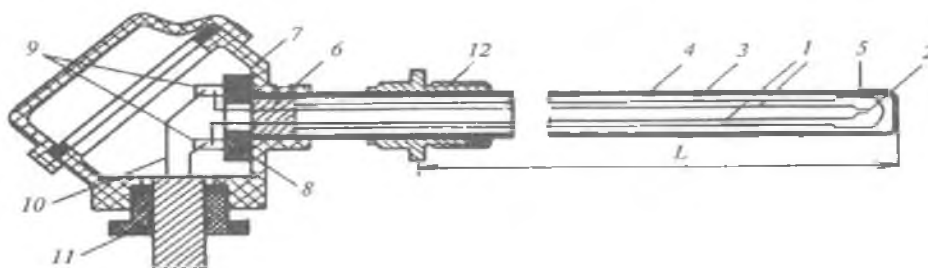
Misol uchun DTPK045 - 0211.120. modeli 1 ta sezuvchi elementli, «xromel-alyuminiy», ximoya qobig'i 08x20N14S2 pulat, o'lchash oralig'i -200 °S...+ 1300 °S, ishchi uchi izolyatsiyalangan, termoelement elektrodi diametri 1.2 mm, metall ulanish kallakli, montaj qismi 120 mm, korpus o'lchamlari jadvaldagi 045 markasiga mos keladi.

Termoparalarni portlashga xavfli muxitlardagi xaroratni o‘lchash uchun xam tayyorlanadi. Ularni bunday modeli nomlanishiga E_x belgisi qo‘yiladi.



35 - rasm. Termoparalarda olinayotgan signallar

35-rasmdan ko‘rinib turibdiki, termoparalarda chiqish signali temperaturaga bog‘liqligi chiziqli emas. Bu nochiziqlikni o‘lchash intervallarini kichikroq tanlash bilan kamaytirish mumkin. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, TXA(K) tipidagi termoparani chiziqli qismi 400 °S dan keyin, TXK(L) termoparasiniki esa, 200 °S gacha yaqqol ko‘rinib turibdi.



36 - rasm. Ishlab chiqarishga mo‘ljallangan termopar
 1-elektrodlar, 2- ishchi kavshirlangan kuch, 3-trubka, 4-himoya armaturasi, 10-uzatuvchi sim,
 11-germetik chiqish, 12- termoparani kiritgichi

Termoparalarni kalibrovkalash va qiyoslashda davlat standart me'yoriy xujjatlarida keltirilgan gradirovka jadvalidan foydalaniladi. Misol uchun «K» markali termoparani qisqartirilgan intervaldagi gradirovkasi quyidagicha:

11 – jadval

Gradirovka jadvali

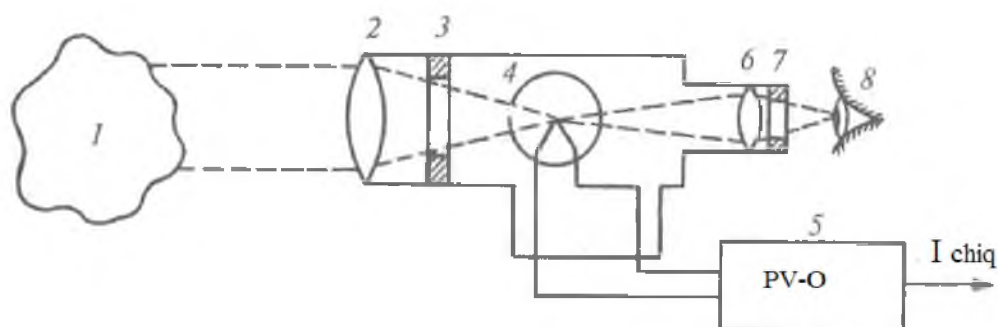
«sovuq» uchi temperaturasi 0 °S bo'lgandagi t.e.yu.k. qiymati,mV											
Temperatura rabocheho konsa, °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-200	- 5,891	- 5,907	- 5,922	- 5,936	- 5,951	- 5,965	- 5,980	- 5,994	- 6,007	- 6,021	- 6,035
-190	- 5,730	- 5,747	- 5,763	- 5,780	- 5,797	- 5,813	- 5,829	- 5,845	- 5,861	- 5,876	- 5,891
-180	- 5,550	- 5,569	- 5,588	- 5,606	- 5,624	- 5,642	- 5,660	- 5,678	- 5,695	- 5,713	- 5,730
-170	- 5,354	- 5,374	- 5,395	- 5,415	- 5,435	- 5,454	- 5,474	- 5,493	- 5,512	- 5,531	- 5,550
-160	- 5,141	- 5,163	- 5,185	- 5,207	- 5,228	- 5,250	- 5,271	- 5,292	- 5,313	- 5,333	- 5,354
-150	- 4,913	- 4,936	- 4,960	- 4,983	- 5,006	- 5,029	- 5,052	- 5,074	- 5,097	- 5,119	- 5,141
-140	- 4,669	- 4,694	- 4,719	- 4,744	- 4,768	- 4,793	- 4,817	- 4,841	- 4,865	- 4,889	- 4,913
-130	- 4,411	- 4,437	- 4,463	- 4,490	- 4,516	- 4,542	- 4,567	- 4,593	- 4,618	- 4,644	- 4,669
-120	- 4,138	- 4,166	- 4,194	- 4,221	- 4,249	- 4,276	- 4,303	- 4,330	- 4,357	- 4,384	- 4,411
-110	- 3,852	- 3,882	- 3,911	- 3,939	- 3,968	- 3,997	- 4,025	- 4,054	- 4,082	- 4,110	- 4,138
-100	- 3,554	- 3,584	- 3,614	- 3,645	- 3,675	- 3,705	- 3,734	- 3,764	- 3,794	- 3,823	- 3,852
-90	- 3,243	- 3,274	- 3,306	- 3,337	- 3,368	- 3,400	- 3,431	- 3,462	- 3,492	- 3,523	- 3,554
-80	- 2,920	- 2,953	- 2,986	- 3,018	- 3,050	- 3,083	- 3,115	- 3,147	- 3,179	- 3,211	- 3,243
-70	- 2,587	- 2,620	- 2,654	- 2,688	- 2,721	- 2,755	- 2,788	- 2,821	- 2,854	- 2,887	- 2,920

-60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,243	2,278	2,312	2,347	2,382	2,416	2,450	2,485	2,519	2,553	2,587
-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,889	1,925	1,961	1,996	2,032	2,067	2,103	2,138	2,173	2,208	2,243
-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,527	1,564	1,600	1,637	1,673	1,709	1,745	1,782	1,818	1,854	1,889
-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,156	1,194	1,231	1,268	1,305	1,343	1,380	1,417	1,453	1,490	1,527
-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,778	0,816	0,854	0,892	0,930	0,968	1,006	1,043	1,081	1,119	1,156
-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,392	0,431	0,470	0,508	0,547	0,586	0,624	0,663	0,701	0,739	0,778
0	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,039	0,079	0,118	0,157	0,197	0,236	0,275	0,314	0,353	0,392
0	0,000	0,039	0,079	0,119	0,158	0,198	0,238	0,277	0,317	0,357	0,397
10	0,397	0,437	0,477	0,517	0,557	0,597	0,637	0,677	0,718	0,758	0,798
20	0,798	0,838	0,879	0,919	0,960	1,000	1,041	1,081	1,122	1,163	1,203
30	1,203	1,244	1,285	1,326	1,366	1,407	1,448	1,489	1,530	1,571	1,612
40	1,612	1,653	1,694	1,735	1,776	1,817	1,858	1,899	1,941	1,982	2,023
50	2,023	2,064	2,106	2,147	2,188	2,230	2,271	2,312	2,354	2,395	2,436
60	2,436	2,478	2,519	2,561	2,602	2,644	2,685	2,727	2,768	2,810	2,851
70	2,851	2,893	2,934	2,976	3,017	3,059	3,100	3,142	3,184	3,225	3,267
80	3,267	3,308	3,350	3,391	3,433	3,474	3,516	3,557	3,599	3,640	3,682
90	3,682	3,723	3,765	3,806	3,848	3,889	3,931	3,972	4,013	4,055	4,096
100	4,096	4,138	4,179	4,220	4,262	4,303	4,344	4,385	4,427	4,468	4,509
110	4,509	4,550	4,591	4,633	4,674	4,715	4,756	4,797	4,838	4,879	4,920
120	4,920	4,961	5,002	5,043	5,084	5,124	5,165	5,206	5,247	5,288	5,328
130	5,328	5,369	5,410	5,450	5,491	5,532	5,572	5,613	5,653	5,694	5,735
140	5,735	5,775	5,815	5,856	5,896	5,937	5,977	6,017	6,058	6,098	6,138
150	6,138	6,179	6,219	6,259	6,299	6,339	6,380	6,420	6,460	6,500	6,540
160	6,540	6,580	6,620	6,660	6,701	6,741	6,781	6,821	6,861	6,901	6,941
170	6,941	6,981	7,021	7,060	7,100	7,140	7,180	7,220	7,260	7,300	7,340
180	7,340	7,380	7,420	7,460	7,500	7,540	7,579	7,619	7,659	7,699	7,739
190	7,739	7,779	7,819	7,859	7,899	7,939	7,979	8,019	8,059	8,099	8,138
200	8,138	8,178	8,218	8,258	8,298	8,338	8,378	8,418	8,458	8,499	8,539

Pirometr – bu qizdirilgan jismini temperaturasini masofadan, kontaktsiz o‘lchovchi asbob bo‘lib, 0°S dan $6\,000^{\circ}\text{S}$ bo‘lgan temperaturani o‘lchay oladi. Pirometrlar ishlash prinsiplariga qarab quyidagicha turlarda bo‘ladi:

- Radiatsion pirometr;
- Optik pirometr;
- Spektral pirometr.

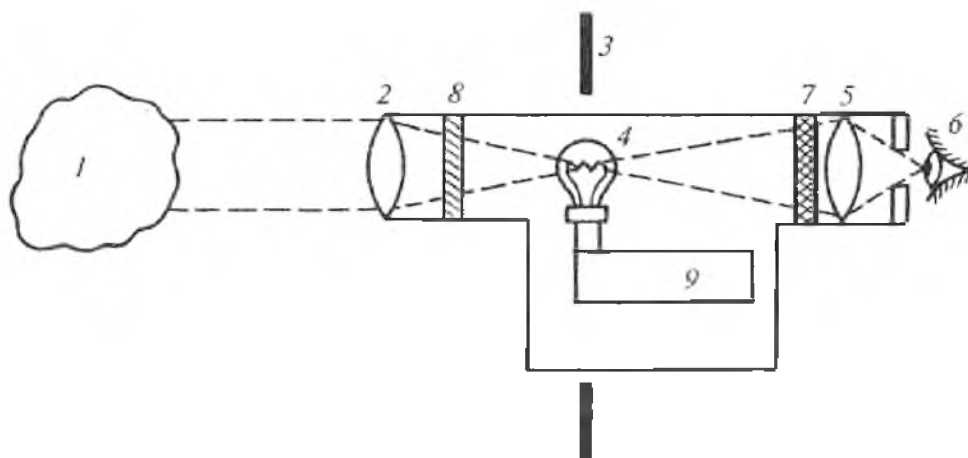
Radiatsion pirometr yig‘uvchi linza orqali qizdirilgan jismdan kelayotgan nurlanishni termobatareyalarga uzatib, ularda hosil bo‘layotgan yig‘indi t.e.yu.k.ni o‘lchashga asoslangan. Termopara ishga yaroqli bo‘lishi uchun me‘yoriy xujjatlarda ko‘rsatilgan gradirovkaga ruxsat etilgan xatolik darajasida mos kelishi kerak.



37 - rasm. Radiatsion pirometrni prinsipial sxemasi
 1- temperaturasi o‘lchanadigan ob‘yekt, 2- teleskop ob‘yektivi, 3,7- diafragma,
 4- termobatareya, 5-ikkilamchi elektron qurilma, 6- okulyar, 8- qo‘zg‘atuvchi

Radiatsion pirometrlar 600°S dan 2500°S gacha temperaturani o‘lchaydi. Ularni asosiy kamchiligi gradirovka shkalasini chiziqli emasligi va qizdirilgan jism kuzatilayotgan teshikni diametri yetarli darajada katta bo‘lishligini talab qilinishidir. Chunki vizirlash koeffitsienti $f = L/d \leq 20$ bo‘lishi kerak. Bunga erishish oson emas. Formuladan ko‘rinib turibdiki, pirometrni ob‘yektga yaqinroq joylashtirish yoki kuzatish teshigini katta qilish lozim. Pirometrni ob‘yektga yaqin

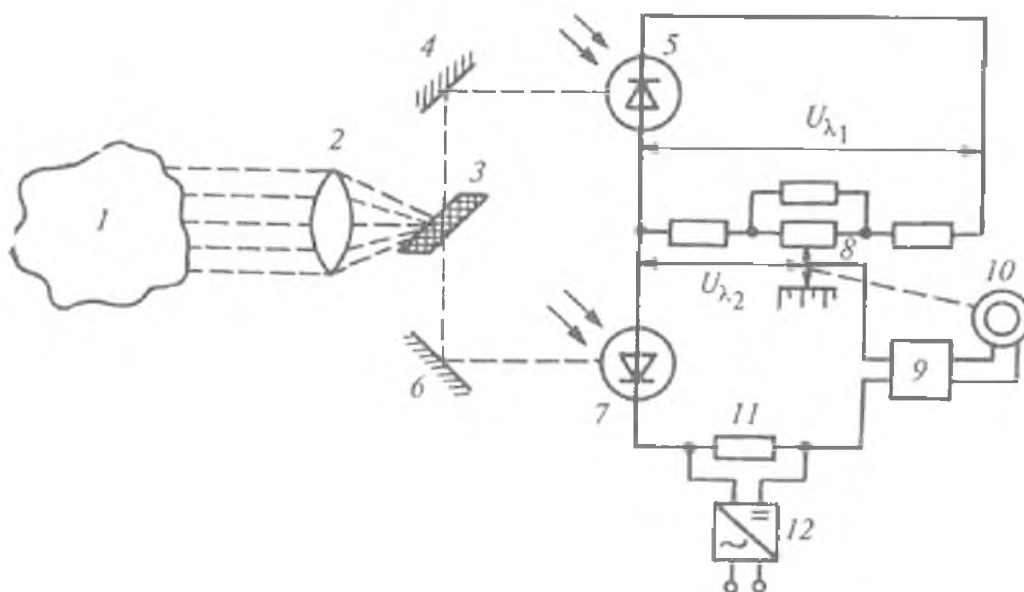
qilinsa, u xarorat yuqori bo'lgan muhitga tushib qoladi, agar kuzatish teshigini katta qilinsa jismni qizdirilishga sarflanayotgan issiqlik tashqariga chiqib ketishi mumkin.



38 - rasm. Qizdirilgan simi yo'qoluvchi optik pirometr

1- ob'yekt, 2-ob'yektiv, 3-fokuslash nekisligi, 4-pirometrik lampa, 5-okulyar, 6-qo'zg'atuvchi, 7-qizil yorug'lik filtri, 8-yorug'likni yutuvchi oyna, 9- elektron blok.

Optik pirometrlar 80-90 yillarda keng qo'llanilgan. Uning ishlash prinsipi qizdirilgan simni eritilganligi kuzatilayotgan qizdirilgan jism eritilganligiga teng bo'lishi bilan qizdirilgan sim ko'rinmay qolishi effektiga asoslangan. U yordamida 100°S dan $6\,000^{\circ}\text{S}$ gacha bo'lgan temperaturani o'lchash mumkin. Pirometrda o'lchash diapozonini ortirish maqsadida maxsus yorug'lik filtri o'rnatilgan bo'lib, uni temperaturani yuqori pastligiga qarab tanlash imkoniyati bor. Qizdirilgan simni eritilganligini unga berilayotgan tok kuchini o'zgartirish bilan erishish mumkin. Potensiomert ruchkasini buralishi temperaturaga gradirovkalanagan. Optik pitrmetrlar foydalanishga qulay, ularni aniqlik darajasi juda past.



39 - rasm. Spektral pirometrni prinsial sxemasi
 1- ob'yekt, 2- ob'yektiv, 3- filtr, 4,6-qaytaruvchi ko'zgu,
 5,7- fotoelementlar, 8- reaxord, 9-kuchaytirgich, 10-reversiv divigatel,
 11-qarshilik, 12- kuchlanish stabilizatori.

Spektral pirometrlar eng oxirgi yaratilgan pirometrlar bo'lib, ularni o'lchash aniqligi juda yuqori. Ishlash prinsipi qizdirilayotgan jismlarni nurlanish spektrini temperaturaga bog'liq ekanligiga asoslangan. Temperatura ortishi bilan nurlanayotgan jismni spektrini kichik to'liq o'zligiga tomon suriladi. Xozirgi zamon spektral pirometrlar mikroprotessorli bo'lib, ularni xotirasiga qizdirilgan jismlarni temperaturalarini spektrlari yozib qo'yilgan. Temperaturani o'lchashda kuzatilayotgan ob'yektni nurlanish spektrini xotiradagi spektrga solishtirilib mos qiymat aniqlanadi.

Turli tarkibdagi ob'yektlar bir xil temperaturada qizdirilganda turlicha nurlanish spektrini berganligi sababli, pirometrni qo'llanishida maxsus to'g'irlovchi koeffitsient kiritiladi. Bu koeffitsientlar xar bir pirometrni texnik xujjatlarida ko'rsatiladi.

Xozirgi zamon ishlab chiqarish korxonalarini texnologik jarayonlarni kompyuterli avtomatlashtirish tizimlarida kuzatiladigan temperaturalarini tebranish oralig'iga qarab quyidagi tartibda birlamchi datchiklar tanlanmoqda:

0 °S dan 150 °S gacha termoqarshiliklar;
0 °S dan 750 °S gacha termopara TXK(L) xromel –kopelli;
0 °S dan 1300 °S gacha termopara TXA(K) nikelxrom-nikelalyuminiy;
600 °S dan 2500 °S pirometrlar.

Yuqorida ko‘rib o‘tganimizdek, birlamchi temperatura datchiklaridan olinayotgan signallar meyoriy xujjatlarda o‘z gradirovkalari bilan beriladi. **Lyoqin** datchiklarni ikkilamchi raqamli o‘lchash qurilmalariga ulanishini universalligini ta‘minlash maqsadida datchiklarga maxsus elektron blok o‘rnatilmoqda. Bu elektron bloklar birlamchi datchikdan chiqayotgan elektr signallarini keltirilgan elektr signallari $\div 5$ mA, $4 \div 20$ mA ga aylantirib bermoqda.



40 – rasm. Termoprofil 50(infroqizil skayner)



41 – rasm. Bosimni o‘lchash datchiklari

Texnologik jarayonlarni borishidagi bosim va bosim pasayishlarini manometr, vakummetr va vakummanometrlardan foydalanib o‘lchanadi. Ular

o'zlarini ishlash prinsiplariga qarab suyuqlikli, deformatsion, yo'q-porshenli va elektr bo'lishi mumkin.

Manometr bu absolyut bosim (R_{abs}) bilan barometrik bosim (R_{bar}) o'rtasidagi farq, ortiqcha bosim (R_{ort}) ni $R_{abs} \geq R_{bar}$ bo'lgan holatni o'lchaydigan qurilma.

Vakummetr bu absolyut bosim (R_{abs}) bilan barometrik bosim (R_{bar}) o'rtasidagi farq, ortiqcha bosim (R_{ort}) ni $R_{abs} \leq R_{bar}$ bo'lgan holatni o'lchaydigan qurilma.

Vakummanometr esa ikkala holatda xam bosimni o'lchashga mo'ljallangan qurilmadir.

8.3. Bosimni o'lchash datchiklari

Bosim fizik kattalik bo'lib, u bir jismni ikkinchi bir jism sirtini yuza birligiga ta'sir etuvchi kuchdir. Gaz va suyuqliklar ma'lum idishlarda tutib turilganligi va xarakatda bo'lganligi sababli ularni ta'sir kuchi idishni xamma qismiga bo'ladi. Bosim kattaligi gaz yoki suyuqlikni tashkil etuvchi zarralarni ichki energiyasini xarakterlaydi. Bosimni SI sistemasidagi o'lchov birligi Paskal bo'lib, $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$. Pa ga karali bo'lgan birliklar bilan bir qatorda kgs/sm^2 , kgs/m^2 birliklar xam ishlatiladi.

12-jadval

O'lchov birligi

O'lchov birligi	Pa	Bar	kgs/sm^2	kgs/sm^2 <small>mm.suv.ust</small>	<small>(mm.smob.ust)</small>
1 Pa	1	10^{-5}	$1,0197 \cdot 10^{-5}$	0,10197	$7,5006 \cdot 10^{-3}$
1 Bar	10^5	1	1,0197	$1,0197 \cdot 10^4$	750,06
1 kgs/sm^2	$9,8066 \cdot 10^4$	0,98066	1	10^4	735,56
1 kgs/sm^2 <small>mm.suv.ust</small>	9,8066	$0,98066 \cdot 10^{-4}$	10^{-4}	1	$7,3556 \cdot 10^{-2}$
<small>(mm.smob.ust)</small>	133,32	$1,3332 \cdot 10^{-3}$	$1,3595 \cdot 10^{-3}$	13,595	1

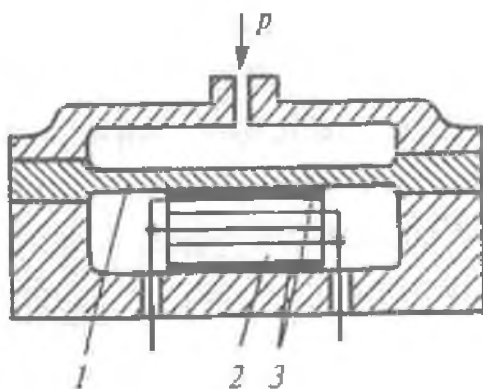
Absolyut bosim deyilganda gaz yoki suyuqlikni to'la bosim tushiniladi. Barometrik bosim esa bu atmosfera bosimidir.

Suyuqlik va deformatsion bosim o'lchash vositalari asosan texnik o'lchash vositalari hisoblanib, ko'p hollarda statik protsesslarni bosimini o'lchashda foydalaniladi. Ulardan boshqa manometrlarni kalibrovkalashda namunaviy o'lchov vositasi sifatida xam qo'llaniladi. Yo'q – porshenli bosim o'lchash qurilmasi asosan namunaviy o'lchash vositasi sifatida ishlatilishidan tashqari, bosimni etalloni sifatida xam qo'llaniladi.

Xozirgi zamon ishlab chiqarish korxonalarida texnologik jarayonlarni uzliksiz nazorat qilishda va texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlarida asosan elektron (elektrik) bosim datchiklaridan foydalaniladi. Ular quyidagilar:

- Py'ezoelektrik;
- Tenzorezistorli;
- Sig'imli;
- Rezonansli;
- Induktsion;
- Ionizatsion.

Pezoelektrik bosim datchiklari. Kristallarni ma'lum o'qi ostida bosim berilganida qarama qarshi tomonlarida zaryad to'planish hodisasiga asoslangan.



42 - rasm. Py'ezoelektrik bosim datchigi sxemasi.

1- membrana, 2-kvars, 3-metall qatlam

42 - rasmda py'ezoelektrik bosim datchigi sxematik keltirilgan. R bosim 1 membrana orqali 3- kvarsqa ta'sir etib uni deformatsiyalaydi. Natijada pezoelektrik fizik hodisaga asosan Z metall qatlamlarda turlicha ishorali zaryadlar hosil bo'ladi.

Xosil bo'layotgan zaryadni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q = kF = kPS$$

bu yerda k – py'ezoelektrik doimiysi Kl/N , R - ta'sir etuvchi bosim.

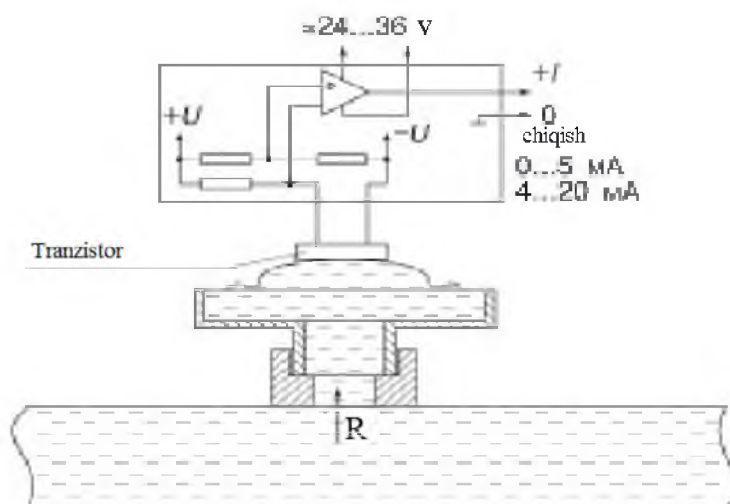
Datchik chiqishidagi kuchlanish

$$u = Q/C$$

ifodasi bilan aniqlanadi. Bu yerda C – o'lchash zanjiridagi umumiy sig'im.

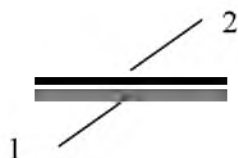
Kvars boshqa py'ezo xususiyatlarga ega bo'lgan segnetoelektriklar ichida mexanik jixatdan mustaxkam va qattiqligiga ega bo'lgani uchun membranani qattiq deformatsiyalanishiga yo'l qo'ymaydi. Bu esa py'ezoelektrik effektini uzatilishini kechiktirmaydi. Shuning uchun bunday py'ezoelektrik datchiklarni yuqori chastotali tebranishlarni aniqlashda xam ishlatish imkoniyatini beradi. Kvarsni py'ezoelektrik doimiysi $2 \cdot 10^{-12} K/N$ bo'lib, temperaturaga kam bog'liqligi yuqori temperaturali jarayonlarda bosim datchigini sifatida qo'llanishiga olib keladi.

Tenzometrik bosim datchiklari ishlab chiqarishda qo'llanilayotgan bosim datchiklari ichida asosiy o'rinni egallamoqda. Ularni ishlash prinsipi turli formada tayyorlangan tenzorezistrli elastik membrana egilishi bilan elektr qarshiligini o'zgarishiga asoslangan. Tenzoqarshiliklar plyonka yoki sim ko'rinishida tayyorlanishi mumkin. Ularni asosiy xarakteristikasi elektr qarshiligini o'zgarishini deformatsiya o'zgarishiga nisbati bilan belgilanadi.



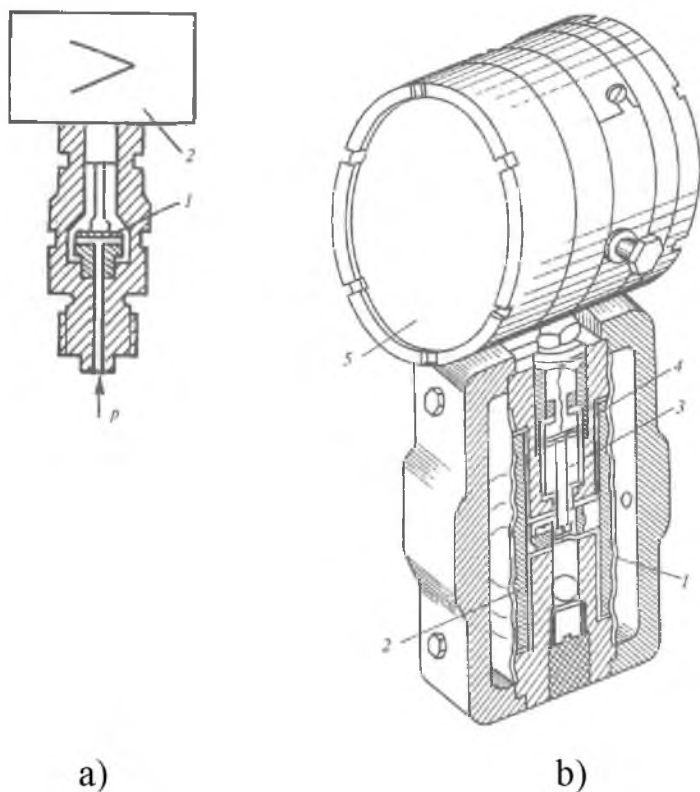
43 – rasm. Tenzoqarshilikni bosim o'lchash datchigini o'rnatilish sxemasi

Rossiyani asosiy bosim datchiklarini ishlab chiqaruvchi firmalarida tenzoqarshilik «sapfirga kremniy» strukturasi ko‘rinishida, avtomatlashtirish qurilmalarni ishlab chiqarishda dunyoda ikkinchi reytingda turuvchi Siemens firmasida «kremniyga kremniy» strukturasi ishlab chiqilmoqda.



44 – rasm. Plyonkali tenzoqarshilik 1-plyonka olinadigan asos, 2-plyonka

Ko‘p adabiyotlarda tenzoqarshilikli bosim datchiklarini asosiy elementini tashkil etuvchi «tenzoqarshilik»ni «tenzoaylantiruvchi» deb xam atalmoqda.



45 - rasm. «Sapfir-22» markasidagi bosim datchigi sxematik tuzilishi.
 a) 1- tenzoqarshilik, 2- elektron blok.
 b) 1,2- menbrana, 3- kuchni uzatuvchi richag, 4- tenzoqarshilik, 5-elektron blok.

Tenzoqarshilikli bosim datchiklarida datchigi ta’sir etuvchi qismi ikki xil bo‘lishi mumkin. Bevosita bosim ta’sir etishi mumkin (rasm – 45 a) yoki natijaviy kuch richag orqali uzatilishi mumkin (rasm - 45 b). Bosim bevosita ta’sir etuvchi tenzoqarshilikli bosim datchiklarida o‘lchash intervali aniq belgilanadi. Bu oraliqni

qayta boshqa oraliqni o'lchash uchun sozlab bo'lmaydi. Ikkinchi tur, ta'sir richak orqali kuch ta'sirida uzatiladigan tenzoqarshilikli bosim datchiklarida o'lchash oraliqlarini ma'lum oraliqlarga qayta sozlash mumkin. Qayta sozlash datchikni elektron blokida joylashgan kalitlar orqali yoki agar tenzoqarshilikli bosim datchigi mikroprotessorli bo'lsa maxsus programmator orqali amalga oshiriladi. Misol uchun «Sapfir-22M-DI» tenzoqarshilikli ortiqcha bosimni o'lchash datchigini «2050» modelini quydagi intervallardagi ortiqcha bosimni o'lchashga sozlash mumkin:

0 dan 0,4 mPa gacha;

0 dan 0,6 mPa gacha;

0 dan 1,0 mPa gacha;

0 dan 1,6 mPa gacha;

0 dan 2,5 mPa gacha.

O'lchash oraliqlarini tanlashda texnologik jarayondagi o'lchanayotgan joydagi maksimal bosimga qaraladi. Agar maksimal bosim kichikroq bo'lsada, tenzoqarshilikli bosim datchigini kattaroq oraliqqa sozlansa, o'lchash aniqligi kamayadi. Chunki o'lchashdagi birlik o'lchami oraliq kattalashib ketadi. Shuning uchun tanlanayotgan tenzoqarshilikli bosim datchigini o'lchash intervali texnologik jarayon bosimini o'zgarish intervaliga mos bo'lishi kerak.

Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlarida keng qo'llanilayotgan Rossiya kompaniyalarida ishlab chiqarilayotgan «Sapfir-22M» bosim aylantirish datchigiga kengroq to'xtalib o'tamiz. Bu bosim datchigi normal va agressiv muhitlarni quyidagi keltirilgan bosim turlarini o'lchab masofaga keltirilgan elektr signali ko'rinishida uzatuvchi qurilmadir:

«Sapfir-22M- DA» absolyut bosimni o'lchash datchigi;

«Sapfir-22M- DI» ortiqcha bosimni o'lchash datchigi;

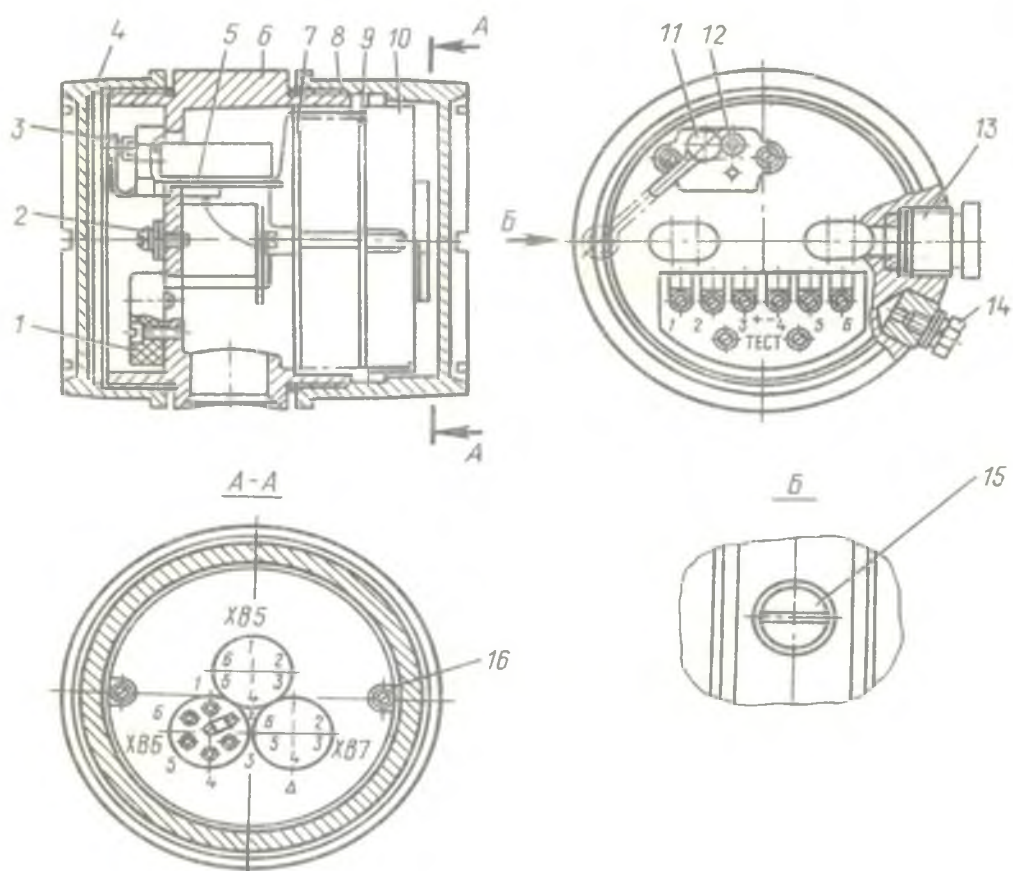
«Sapfir-22M- DV» bosim kamayishi (razryajeniya)ni o'lchash datchigi;

«Sapfir-22M- DIV» ortiqcha - kamaygan bosimni o'lchash datchigi;

«Sapfir-22M- DD» bosim farqini o'lchash datchigi.

«Sapfir-22M» bosim datchigi qoʻllanilayotgan oʻlchash tizimidagi ikklamchi oʻlchov vositasi keltirilgan elektr signallari $0 \div 5$ mA, $4 \div 20$ mA, $0 \div 20$ mA, doimiy toklarini kiruvchi signal sifatida qabul qila olishi kerak. Bosim datchigi oʻzini markasiga qarab, 36 V yoki 24 V li stabillashtirilgan doimiy tok manbai bilan birga ishlatiladi.

Tenzoqarshilikli bosimni aylantiruvchi qurilmalarida asosiy qismlaridan biri elektron blokidir. Uning vazifasi deformatsiya ostida sezuvchi elementni qarshiligini oʻzgarishini kalibrovkada keltirilgan bosimga mos chiqish elektr signalini tashkil etishdir.



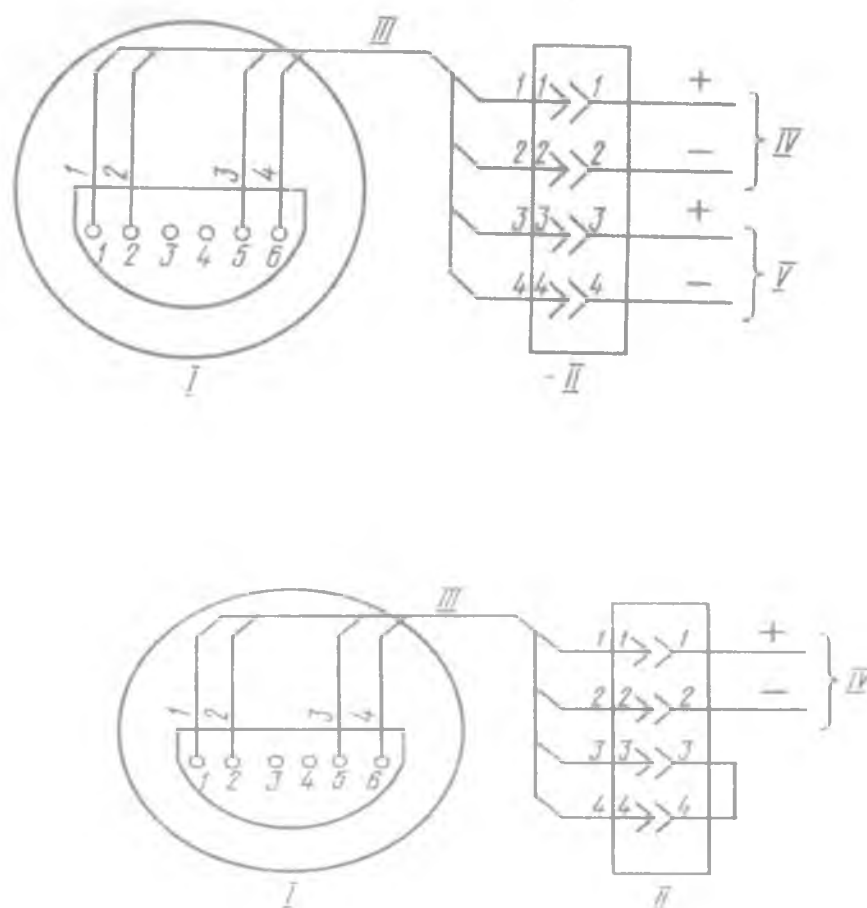
46 - rasm. «Sapfir-22M» bosim datchigi elektron bloki.

1- klemnik, 2- ekranni ulash joyi, 4-qopqoq, 5,7,9 – elektron platalar, 8- berkituvchi rezina xalqa, 10- qopqoq, 11,12- oʻlchash intervalini va nolni sozlash korrektorlarni mos holda, 13-kabel kirish joyi, 14-datchikni korpusi yerga ulash bolti, 15-teshikni vaqtincha berkitish bekitkichi

Bosim datchigini yuqorida aytib oʻtilgan intervallarga sozlash uchun XV5, XV6, XV7 (46-rasm) kalitlaridan va 11,12 korrektorlaridan foydalaniladi. Bu

qismlarga kirish uchun bosim datchikni asosiy qopqoqlari ochilib 10 chi qoppoq xam olinadi. Kalitlarni oʻrnatilishi va korrektorlardan foydalanish ketma-ketligi datchikni pasportida yoki instruktsiyasida koʻrsatiladi.

«Sapfir-22M» bosim datchigi ikkilamchi oʻlchash vositasiga ikki xil usulda ulanishi mumkin, toʻrt simli yoki ikki simli.



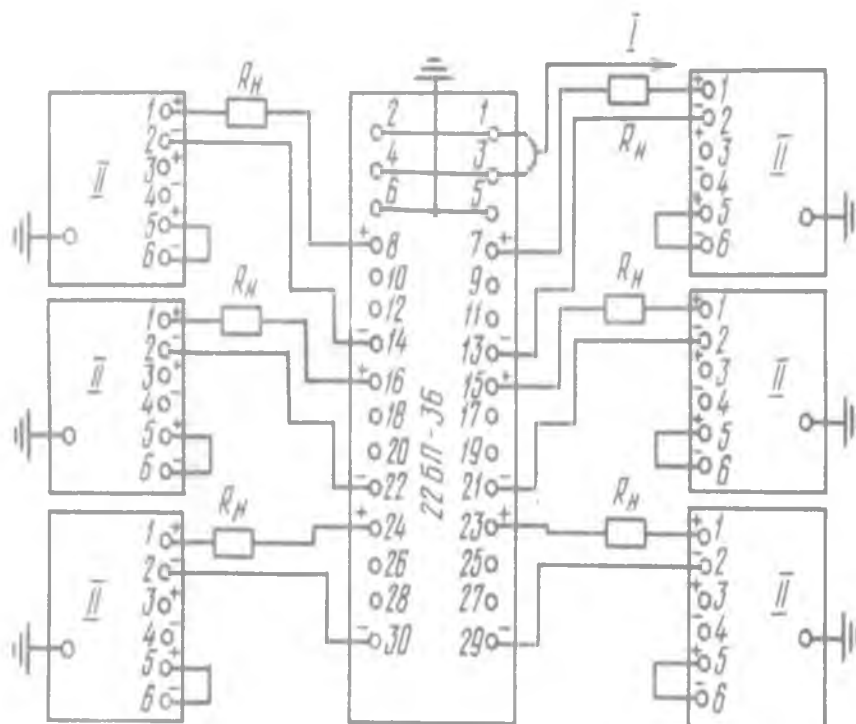
47 – rasm. 2 - Simli ulanish sxemasi.

I-bosim datchigi elektron bloki klemnigi, II- tashqi klemnik, III- kabel, IV-tok manbai va yuklama chiqish signalli

4-simli ulanishda bosim datchigiga tok manbai kremnini 1, 2 nuqtalarga ulanib, chiqish signali klemnikni 3, 4 nuqtalardan tok kuchi koʻrinishida olinadi (47 - rasm). 2-simli ulanishda klemnikni 3, 4 chi nuqtalar oʻzaro tutashtirilib, tok manbai va yoʻqlama, yaʼni ikkilamchi oʻlchash vositasi klemnikni 1,2 nuqtalarga ulanadi (47 - rasm). Bu turdagi bosim datchiklari oʻzlarini standart doimiy tok manbalari 22BP-36 bilan birga qoʻllaniladi. 22BP-36 doimiy tok manbai

stabilashgan 36 V kuchlanishga ega bo'lib, 1, 2, 4, 6 kanalli bo'ladi. 6- kanalli tok manbayiga bir vaqtni o'zida 6 tagacha bosim datchigi ulanishi mumkin.

48 - rasmda II lar bosim datchiklari, R_n ikkilamchi o'lchash vositalari.



48 - rasm. 6-kanalli tok manbaiga datchiklarni ulanish sxemasi
I- elektr tarmog'i (220 B), II- bosim datchiklari

Dunyo bo'yicha avtomatlashtirilgan tizimlarda qo'llaniladigan qurilmalarni ishlab chiqaruvchi kompaniyalar juda ko'p. Lekin ulardan Xonuveel, Simens, Advantech, va boshqa kompaniyalar qurilmalari o'zlarini ishonchliligi, xatoligi kamligi, kalibrovkalash qulayligi va universalligi bilan ajralib turadi. Lekin ulardan tashqari Rossiya kompaniyalari ishlab chiqarayotgan tenzorezistorli bosim datchiklari Saffir va Metran xam texnologik jarayonlarni nazorat qilishda keng qo'llanilmoqda.

Metran bosim datchiklaridan hozirda ishlab chiqarilayotgani asosan mikroprotsessorli bo'lib, o'lchanayotgan bosim intervaliga programmator orqali programmalashtiriladi. Ba'zi Metran bosim datchiklarini chiqish signallari raqamli bo'lib, bevosita kompyuterlarga vizualizatsiya va arxivlash mumkin. Masalan

quyidagi keltirilgan datchiklarni intellektual datchiklar deb atalib, programmashtirilishiga qarab keltirilgan yoki HART protokoli bo'yicha raqamli elektr signali chiqaradi. O'lchashdagi asosiy nisbiy xatolik 0,1% ni tashkil etadi.

- ortiqcha bosim o'lchash datchigi - Metran-100-DI;
- absolyut bosim o'lchash datchigi - Metran-100-DA;
- bosim pasayishi (razrejeniya) o'lchash datchigi - Metran-100-DV;
- bosim – bosim pasayishi o'lchash datchigi - Metran-100-DIV;
- bosim farqi (perepad) o'lchash datchigi - Metran-100-DD;
- gidrostatik bosim o'lchash datchigi - Metran-100-DG.



49 - rasm. Metran 100-DI ortiqcha bosim o'lchash datchigi



50 – rasm. Metran 100-DD bosim farqini o'lchash datchigi

Dunyoda keng tarqalgan bosim pasaygan bosim (13-jadval) va bosim farqi (14-jadval) o'lchash datchikalarini texnik kattaliklar va narxlarini quyidagi jadvallardan taqqoslash mumkin:

Datchiklar texnik kattaligi

Texnik xarakteristikasi nomi	Sapfir 22 DIMT (MP)	Metran 150CJ	STG-94L	3051CJ	MIDA-DI-51P
Ishlab chiqaruvchi (Mamlakat)	«Manometr», Rossiya	«Metran», Rossiya	Honewell, AKSH	Emerson PM, Niderlandi – AKSH	«Point», Belarus
Ortiqcha bosim, MPa	0–100	0–100	0–120	0–100	0–160
KKS bilan narxi, mln. rub	0,93	3,0	2,83	6,5	0,27
Keltirilgan xatoligi	±0,2 %	±0,075 %	±0,1 %	±0,065 %	±0,2 %

Datchiklar texnik kattaligi

Texnik xarakteristikasi nomi	Sapfir 22DD MT (MP)	Metran 150CD	STD-924	3051CD	Point-Sapfir 22 DD MT (MP)
Ishlab chiqaruvchi (Mamlakat)	«Manometr», Rossiya	«Metran», Rossiya	Honewell, AKSH	Emerson PM, Niderlandi – AKSH	«Point», Belarus
Ortiqcha bosim, MPa	0,16–630	0,16–630	0,14–630	0,16–630	0,16–630
KKS bilan narxi, mln. rub	1,67 (1,97)	4,2	3,34	7,65	0,58 (0,9)
Keltirilgan xatoligi	±0,2 %	±0,075 %	±0,075 %	±0,065 %	±0,25 %

Texnologik jarayonlarni boshqarishni avtomatlashtirilgan tizimlarida foydalanishga qulay va arzon mikroprotessorli tenzoqarshilikli kichik o‘lchamli bosimni o‘lchash datchiklari xam qo‘llanila boshlandi.

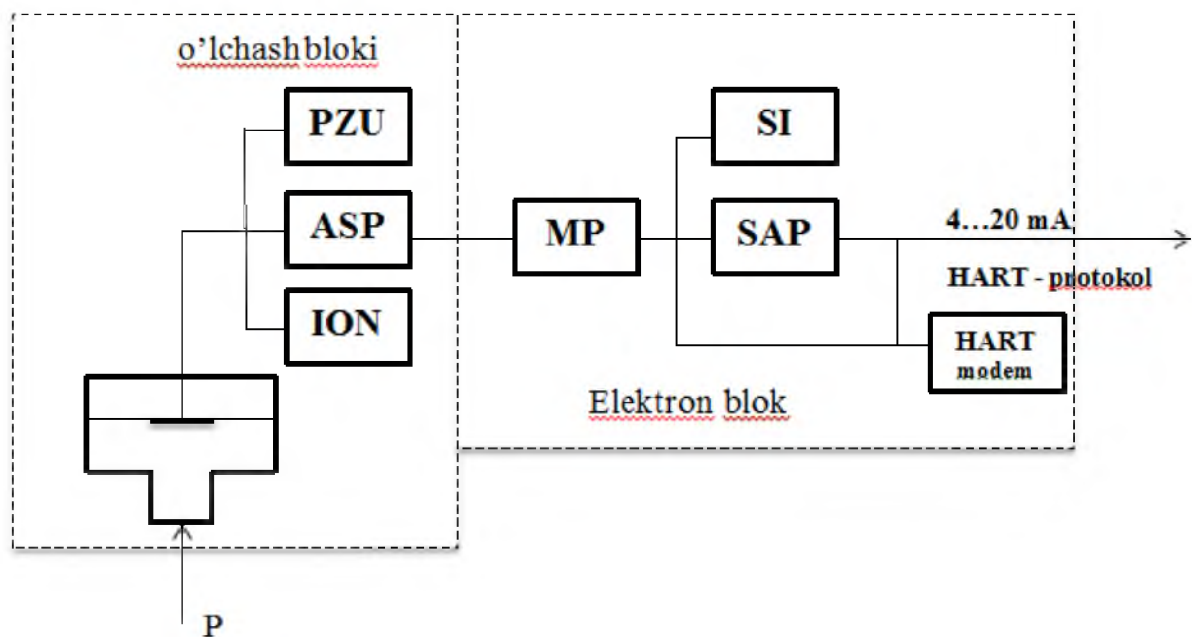


51 – rasm. Kichik o‘lchamli PD 100
ortiqcha bosim o‘lchash datchigi

Ularni asosiy qulayliklari quyidagilar:

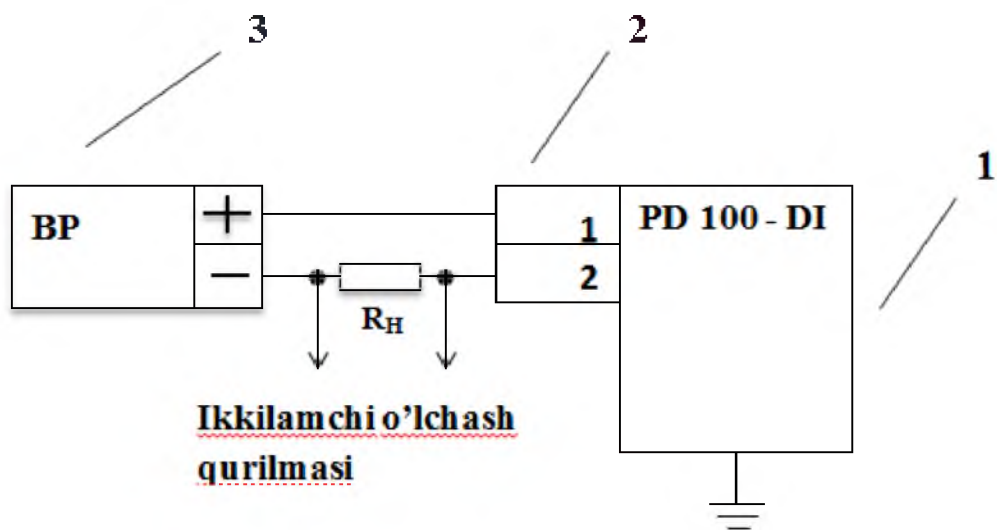
- kichik o‘lchamli bo‘lganligi sababli o‘rnatishga ko‘p mexnat talab qilinmaydi;
- korpusini ximoyalanishi IR65;
- programmashtirish va kalibrovkalash shart emas;
- ulanish sxemasi sodda;
- talab qilingan tok manbai stabillashtirilmagan va 15 V – 36 V gacha bo‘lishi mumkin;
- elektr energiyasini kam iste’mol qiladi;
- tashqiy elektromagnit maydoniga turgan va chiqish signali stabillashtirilgan;
- aniqlik klassi 0,5 yoki 1.

Kichik o‘lchamli bosim datchiklari xam ikki qismdan iborat. 1-chi blok o‘lchash bloki, 2-chi blok elektron blokidir.



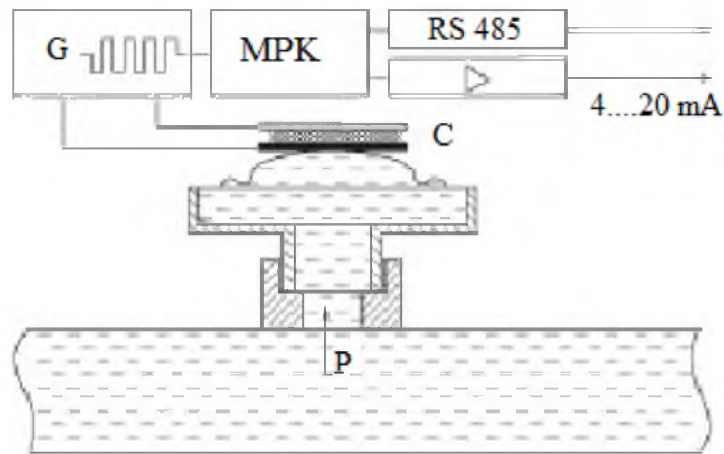
52 - rasm. Kichik o'lchamli bosim strukturasi PZU –doimiy xotira qurilmasi, ASP –analog-raqamli aylantirish qurilmasi, ION-datchikni ta'minlovchi tok manbai, MP- mikroprotsessor, SAP –raqamli-analog aylatirish qurilmasi, raqamli indikator, HART –ikkilik informatsiyali protokol

Datchik tokni ION tok manбайдan oladi (52 - rasm). MP – mikroprotsessor ATSP yordamida olingan qarshilik o'zgarishini raqamli informatsiyaga aylantirib, PZU doimiy xotiraga yozib qo'yilgan kattaliklar bo'yicha real o'lchov birligiga keltiradi. Bundan tashqari olingan natijani keltirilgan $4 \div 20$ mA elektr signaliga yoki NART protokoli yordamida informatsiyani ikkilamchi qurilmaga uzatishni tashkil etadi.



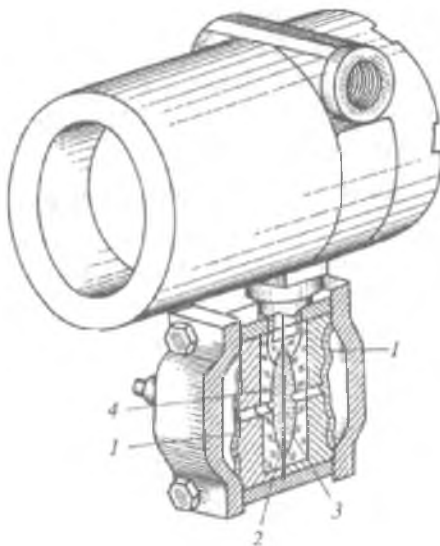
53 - rasm. Kichik o'chamli bosim o'lchash datchiklarini ulanish sxemasi
 1- Bosim datchigi,
 2- Bosim datchigini ulanish kontaktlari,
 3- doimiy tok manbai (12B÷36 B)

Sig'imli bosim o'lchash datchigi ishlash prinsipi bosim ta'siri ostida kondensator qatlamlari orasidagi masofani o'zgarishi bilan elektrostatik sig'imni o'zgarishiga asoslangan. Ya'ni sig'imni o'zgarishi ta'sir etuvchi bosimni o'zgarishini aks ettiradi. Qurilmadagi elektron blok bu o'zgarishni elektr signaliga aylantiradi. Sig'imli bosim datchiklar kremniyli yoki keramik bo'lishi mumkin. Kondensator qoplamlari orasiga odatda yog' yoki biror organik suyuqlik qo'yiladi. Bu turdagi bosim o'lchash datchiklar sezgir datchiklar hisoblanadi. Datchikni asosiy kamchiligi chiqish signalini chiziqli emasligidir.



54 - rasm. Sig'imli bosim o'lchash datchigi o'rnatilish sxemasi

Sig'imli bosim farqini o'lchash datchiklari o'lchash datchigi texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarida aniqligi yuqori bo'lganligi sababli suyuqlik va gazlarning sarfini uzluksiz o'lchashda keng qo'llanilmoqda.

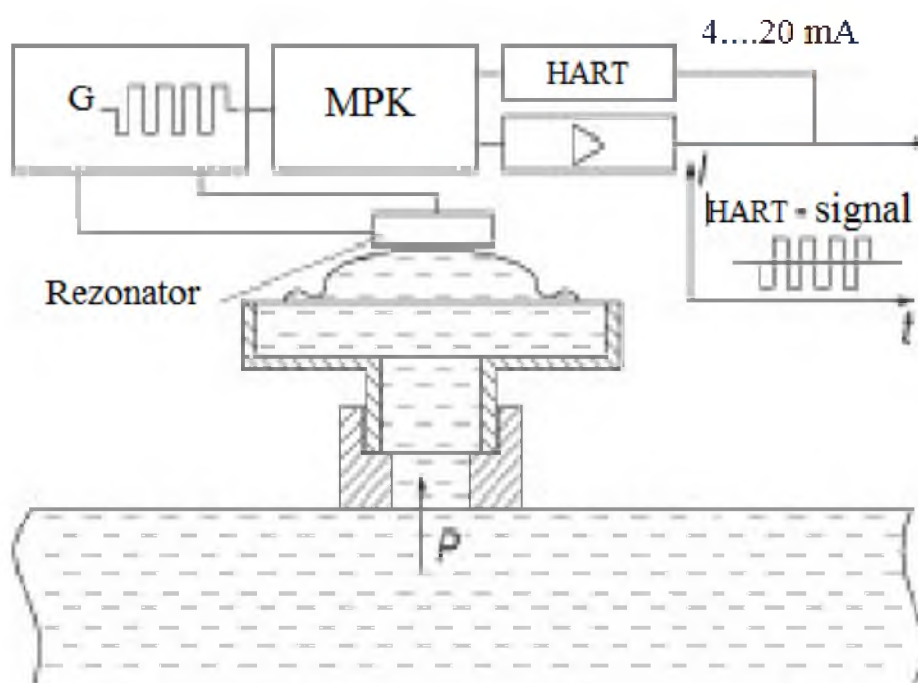


55 – rasm. Sig'imli bosim farqini o'lchash datchigi. 1-kameralar membranalari, 2-sezuvchi element, 3,4-kondensatorni qo'zg'almas qoplamalari

Quyidagi (55 - rasm) intellektual mikroprotsessorli bosim farqini o'lchash Fisher-Rozmont datchigi kameralarda qo'yilgan 1 membranalar kondensator qo'zg'almas qoplamalari 3, 4 orasiga qo'yilgan 2 sezuvchi menbrana bilan bog'langan. Kondensator qoplamalari orasi neytral suyuqlik bilan to'ldirilgan.

Bosim farqi ta'siri ostida 2 sezuvchi element – menbarana o'zgaradi. Bu esa sistemani elektr sig'imini o'zgarishiga olib keladi. Bu o'zgarishni elektron blokida joylashgan mikroprotessor ATSP yordamida raqamli signalga aylantirib qayta ishlaydi. Natijaviy signalni keltirilgan elektr signali ko'rinishida uzluksiz uzatadi.

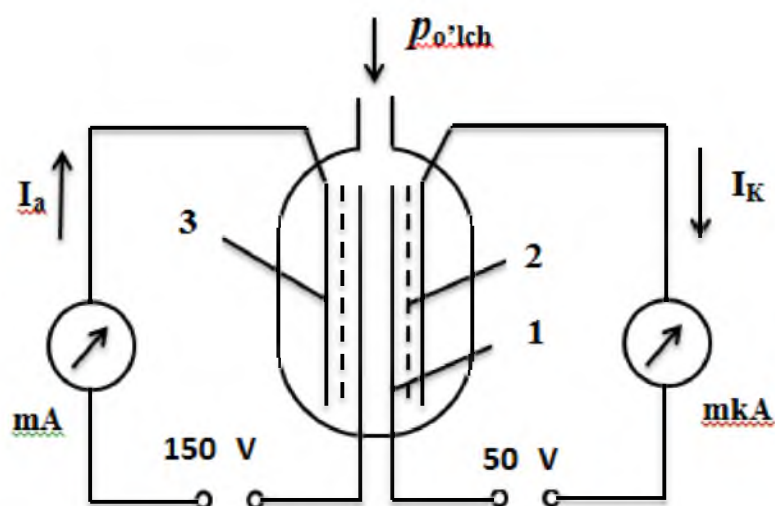
Rezonans bosim o'lchash datchigini ishlash prinsipi akustik yoki elektromagnit to'lqinlarni suyuqlik va gazlarda uzatilish hodisasiga asoslangan. Ular juda stabil datchiklar hisoblanadi. Lekin kamchiliklar shundaki, xar bir datchik o'lchanayotgan sharoitga individul tayyorlanadi va agressiv muhitlarda xatolik chegarasidan chiqmasdan foydalanish imkoniyati yo'q.



56 – rasm. Rezonans bosim o'lchash datchigi o'rnatilish sxemasi

Induksion bosim o'lchash datchiklarini ishlash prinsipi aylanma (Fuko) toklarini qayd qilishga asoslangan. Datchikni sezuvchi elementi ikkita induktiv g'altak orasiga metall plastinka quyish bilan tashkil etilgan. Birlamchi induktiv g'altakda o'zgaruvchan tok o'tkazilsa ikkinchi g'altakda induksion tok xosil bo'ladi. G'altaklar orasidagi metall ekranni surilishi sistemani induktivligini o'zgartiradi. Sistemani induktivligini o'zgarishi metall plastinkaga qo'yilayotgan bosim kuchiga proporsional.

Ionizatsion datchiklar atmosfera bosimidan juda kichik bo'lgan bosimlarni ($10^{-1} - 10^{-8}$ Pa) uchun qo'llaniladi. Bu datchiklarni ishlash prinsipi elektron lampalarni ishlash prinsipiga o'xshagan. Agar lampada bosim hosil qiluvchi zarralar soni ko'p bo'lsa, katod bilan anod o'rtasidagi zaryadli zarrachalar xarakatiga to'sqinlik paydo bo'ladi. Bosim kichrayishi bilan bu to'sqinlik kamayib boradi.

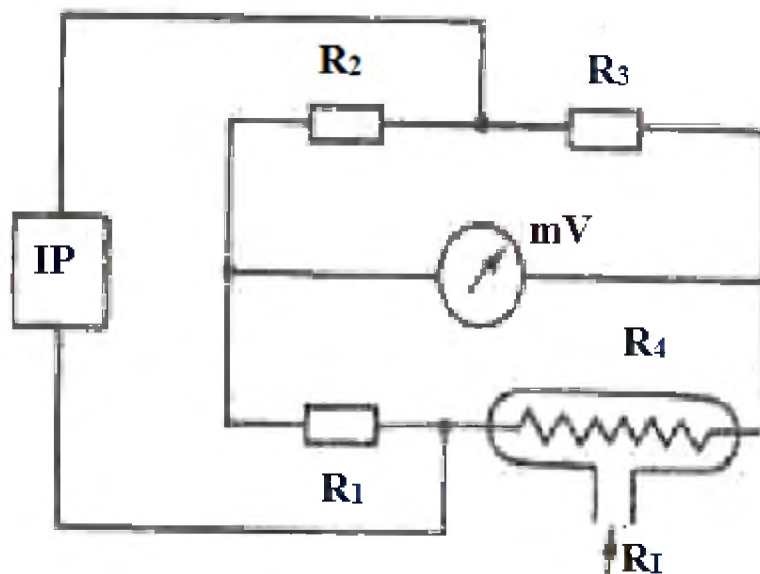


57 - rasm. Ionizatsion bosim o'lcham datchigi sxemasi.

1- katod, 2- setka ko'rinishidagi anod, 3-silindr ko'rinishidagi kollektor

Ionizatsion va sig'imli datchiklarda chiqish signali bosimga logarifimik shkala bo'yicha bog'liq. Ya'ni bog'lanish chiziqli emas. Bu holat o'lchash tizimida noqulayliklar tug'diradi.

Issqlik manometrlari $10 - 10^4$ Pa bosimlarni o'lchash uchun qo'llaniladi.



58 - rasm. Issiqlik bosim o'lash datchigi sxemasi

Bu issiqlik manometrlarida (58 - rasm) R_4 qarshilikni volfram materialidan tayyorlanib, 200°S doimiy temperaturagacha tok bilan qizdiriladi. Idishdagi bosimni o'zgarishi volframni issiqlik uzatishini o'zgarishiga olib kelib, uni qarshiligini o'zgartiradi. Bu o'zgarish qarshiliklar ko'prigini balansini ko'rsatib turuvchi mV da aks etadi.

Biz tashkil etgan texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarida asosan «Sapfir-22M», «Metran – 100» va kichik o'lchamli mikroprotessorli «KARAT» bosim datchiklari qo'llanilgan. Ularni chiqish signallari $0 \div 5 \text{ mA}$, $4 \div 20 \text{ mA}$.

8.4. Tenzodatchiklar va ularni turlari

Tenzodatchik so'zi lotincha Tensus so'zidan olingan bo'lib, kuchlanish degan ma'noni beradi. Bu datchiklar mexanik deformatsiyalarni elektr signallariga aylantirish uchun xizmat qiladi. Bu effekt materiallarni qarshiligini deformatsiya ta'siri ostida elektr qarshiligini o'zgarishiga asoslangan. Ularni ikki xil usulda tayyorlanadi:

1. plyonkali
2. ingicha o'tkazgichli

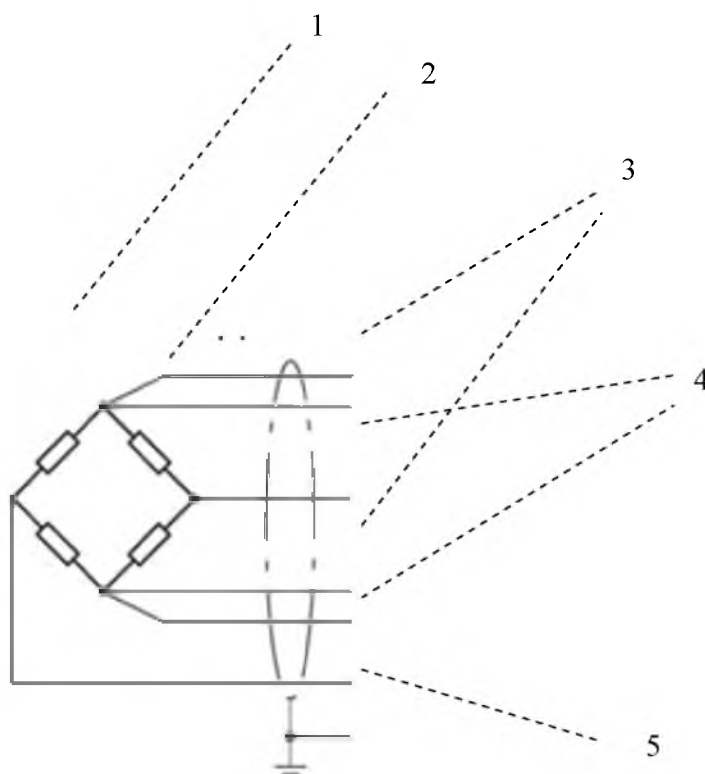
Tenzodatchiklar odatda elastik materiallarga almashtirilib yoki maxkamlanib juda ko'p texnik qurilmalarda keng qo'llaniladi. Masalan:

- kuch o'lchash datchiklari
- bosim o'lchash datchiklari
- tezlanishni o'lchash datchiklari (akselerometr)
- kuchishni (siljishni) o'lchash datchiklari
- aylanish momentini o'lchash datchiklari.

Ularni keng qo'llanilgan soxasi katta va kichik o'lchamdagi elektron tarozilardir. Tenzodatchiklar asosida ko'rilgan og'irlikni o'lchash tarozilarini aniqlik darajasi mexanik tarozilariga qaraganda bir necha barobar yuqori.

1843 yili ingliz fizigi Charliz Uitson qarshiliklarni o'lchashni ko'prik usulini kashf etgandan keyin qarshiliklarni aniqroq o'lchash imkoniyati paydo bo'ldi. Bu esa qarshiliklarni o'zgarishini o'lchash bilan bog'liq datchiklar tayyorlash imkoniyatini yaratdi. Tenzo effekt o'tgan asrni 40 yillarida kashf etilgan bo'lsada undan amaliy maqsadlarda foydalanish faqat elektronikani yetarli darajada rivojlanib olgandan keyingina boshlandi.

Tenzodatchiklar odatda tugallangan elektron- formali qurilma sifatida tayyorlanadi. Undagi elektron blokda ko'prik usulda qarshiliklar ulangan bo'lib undan bitta uzeli tenzoqarshilikdan iborat bo'ladi. Ko'prik tarkibidagi tenzoqarshiligini deformatsiya asosida o'zgarishi ko'prikga qo'yilgan kuchlanishni chiqish kuchlanishini o'zgarishiga olib keladi ko'prik sxemasi va ulanishi rasmda ko'rsatilgan.



59 – rasm. Ko‘prik ulanish sxemasi

Bu yerda 1- tenzorezistor, 2- qarshiliklar, 3- kirish kuchlanishini uzatish o‘tkazgichi, odatda kuchlanishni ko‘prikga uzatish o‘tkazgichlari ikkitadan bo‘lib, ikkinchi o‘tkazgichi «sensor» deb atalib o‘tkazgichni temperaturalari qarshiligini kompensatsiyalash uchun xizmat qiladi. 4-chiqish kuchlanishi o‘tkazgichlari, 5-tashqi elektromagnit ta’sirlarni chegaralash ekrani.

Tenzodatchiklarga markasi, ishlab chiqarishda tanlangan holatga qarab kirish kuchlanishi, 5, 6, 10, 15 V stabillashgan bo‘lishi mumkin. Chiqish kuchlanishi esa qo‘yilayotgan kuchlanishga karali bo‘lib, u tashqi ta’sir kuchiga karali bo‘lib 2mV/V, 3mV/V bo‘lishi mumkin. Bu ko‘rsatkich datchik sezgirligini xam belgilaydi.

Xozirgi zamon tenzodatchiklari chiqish signallari raqamligiga o‘tib bormoqda. Bunday datchiklarga maxsus elektron bloklar qo‘yilib, chiqish signallarini bevosita raqamli signallarga aylantirib bermoqda. Bunday datchiklarni aniqli darajasi yanada ortgan. Chunki raqamli signalga o‘tish bilan chiqish signalga bo‘layotgan

tashqi ta'sirlar (ulanish kontaktlaridagi, o'tkazgichga bo'layotgan temperatura ta'sirlari, o'tkazgich turi) umuman olib tashlanadi.

Standart tenzodatchiklar o'rnatilish holatlariga qarab bir necha formalarda tayyorlanadi:

1. Ustun ko'rinishida



60 – rasm. Tenzodatchik

Ustun ko'rinishidagi tenzodatchiklar siqilish deformatsiyalarini o'lchash va yozish uchun mo'ljallangan. Ko'rsatib o'tilgan datchik avtomobil va vagonlarni og'irligini o'lchash uchun mo'ljallangan elektron tarozilarga o'rnatish uchun mo'ljallangan. Datchikni maksimal siqilishi 1,5 - 2 mmdan ortiq bo'lmaydi. Bu yerda 1-datchik va uni elektron bloki, 2- datchikga kuchlanish uzatib signal olish o'tkazgichi, 3-datchikni davriy mexanik ta'sirlar asosida aylanib ketishidan chegaralovchi qismi.

Balka ko'rinishida



61 – rasm. Balka ko'rinishidagi tenzodatchik

Balka ko‘rinishidagi tenzodatchiklar egilishdagi deformatsiyalarni yozish va o‘lchash uchun mo‘ljalaniladi. Bu yerda 1-kuch quyilish joyi bo‘lib unga ta’sir yuqoridan yoki quyi qismidan perpendikulyar qo‘yiladi. 2- datchikni maxkamlash teshiklari. 3-datchikga kuchlanish uzatib signal olish o‘tkazgichi. Datchikni egilishi 1,5 - 2 mmdan ortiq bo‘lmaydi.

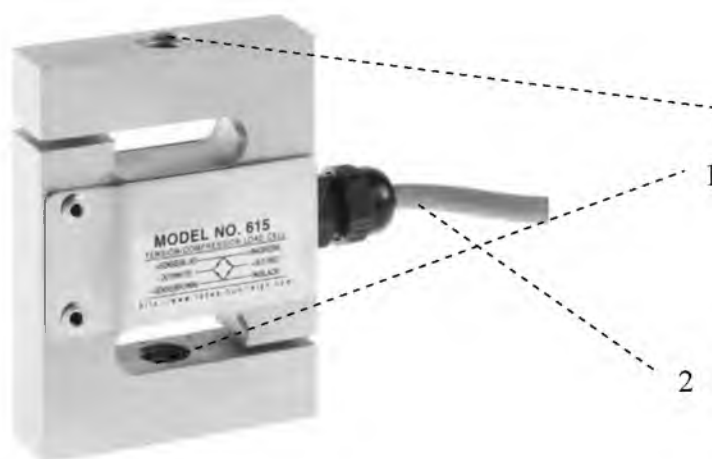
1. Balka ko‘rinishida (tashqiy temperatura ta’siridan himoyalangan)



62 – rasm. Tashqiy temperatura ta’siridan himoyalangan ko‘rinishi

Bu datchik yuqorida keltirilgan datchik bilan bir xil bo‘lib, egilish deformatsiya kuchini yozish va o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Faqat uni elektron bloki va tenzorezistori maxsus sifon bilan himoyalangan. Sifon ichiga maxsus inert gaz to‘ldirilgan bo‘lib, u datchikni tashqi temperatura ta’siridan himoyalaydi.

2. S – ko‘rinishida



63 – rasm. S – ko‘rinishidagi tenzodatchik

S – shaklidagi tenzodatchik cho‘zilish deformatsiyasi ta’sirini yozish va o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Bu yerda 1- datchikni cho‘zilishni o‘lchashga

maxkamlash teshiklari. 2- datchikga kuchlanish uzatib signal olish o'tkazgichi. Datchikni cho'zilishi 1,5 - 2 mm dan ortiq bo'lmaydi.

Barcha datchiklarni deformatsiya ta'sirini o'lchashga o'rnatilganda himoyalash maxkamlamasi qo'yiladi. Bu maxkamlamalar datchikga ortiqcha deformatsiya ta'siri qo'yilganda sinishdan saqlashga xizmat qiladi. Xar bir datchikni o'rnatishdan oldin deformatsiya ta'sir yo'nalishini, qiymatini oldindan baholash lozim. Shu asosida datchikni konstruktiv ko'rinishi, texnik xarakteristikasi tanlanadi.

Misol uchun bitta sanoat tenzodatchigini texnik xarakteristikalarini keltiramiz:

15 – jadval

Texnik parametrlari

Tipi, markasi		HLC (1)D1						HLC (1)C3							
Aniqlik klasi OIML R60		D1						C3							
Taqqoslash bo'limlari soni (n _{LC})		1000						3000							
Nominal yukalamasi (E _{max})		220kg	550kg	1.1t	1.76t	2t	2.2t	4.4t	220kg	550kg	1.1t	1.7t	2t	2.2t	4.4t
Minimal taqqoslash intervali (v _{min})	% dan E _{max}	0.0285						0.0100 (220kg;1.76t;2.2t;4.4t) 0.0090(550kg;1.1t)							
Nominal sezuvchanligi	C _n mV/V	1.94			2.0	1.94			1.94						
Sezuvchanlik chegarasi	%	± 0.5000						± 0.1000							
Nolni harorat ta'sirida surilishi	% dan C _n /10 ⁰	± 0.0400						± 0.0140 (220kg;1.76t;2.2t;4.4t) 0.0127(550kg;1.1t)							
Sezuvchanlik chegarasini haroratdan chetlashishi	C	± 0.0500						± 0.0140							
Gisterezis ¹		± 0.0500						± 0.0170							
Chizqlik emaslik	% dan C _n	± 0.0500						± 0.0170							
Suruvchanlik (30min)		± 0.0500						± 0.0166							

Kirish qarshiligi	Om	>350					
Chiqish qarshiligi		350 ± 2					
Maslahat beriladigan kuchlanish	V	5					
Nominal tok manbai kuchlanishi		0.5... 15(Ex versiya – max 12V!)					
Izolyatsiya qarshiligi	GOm	>5					
Ishchi harorati	°C	-10... +40					
Ishchi harorati		-30... +40					
Saqlash harorati		-50... +85					
Chegaraviy ruxsat etilgan yuklama	% dan E _{max}	150					
Buzuvchi yuklama		300					
Chegaraviy yonbosh yuklama F _L		100					
Chegaraviy tebranish chastotasi Chegaraviy chastota DIN (50100)		70					
O'lchash egilishi	mm	0.5					
Massasi	kg	0.9	1. 6	2. 2	0.9	1. 6	2. 2
Himoya klasi EN60529 (IEC529)		IP68					
Material Datchik korpusi		Zanglamas po'lat					
Kabel razyomi		Zanglamas po'lat / Zichlashi: Viton ^R					
Kabel tashqi himoyasi		PVX					

8.5. Ultratovushli datchiklar

Ultra tovush bu yuqori chastotadagi tovush tebranishlaridir. Inson ishitish organlari 16-20 kGs oralig'idagi elastik mexanik tebranishlarni ovoz sifatida qabul qiladi. 20 kGs dan yuqori bo'lgan tebranishlarni eshitish organlari qabul qilmaydi. Bu tebranishlarni tarqalishini ultra tovush to'lqinlari deb ataladi. Ularni yuqori chegarasi milliard Gs gacha bo'ladi. Undan yuqorigi tebranishlarni gipper tovushlar deb ataladi.

Tovush to'lqinlari ustida olib borilayotgan tadqiqotlarni birlamchi sabablari tovushni suvda tarqalishini o'rganish bo'lgan. Birinchi bo'lib, tovushni suvda tarqalish tezligini 1826 yili fransuz olimi Kolladon aniqlagan. Tovush tarqalishini suvda o'rganilishiga sabab dengiz kemalarini xarakat tezligi, ulargacha bo'lgan masofalarni aniqlash bo'lgan. 1838 yili tovush yordamida dengiz osti relifini aniqlashga erishilgan. Tovushni uzoqroqqa uzatib qabul qilish zaruriyati yuqori chastotali tovush tebranishlarini olish muammosiga olib keldi.

1883 yili ingliz fizigi Galton ultra tovush generatorini yaratdi. Uni Galton xushtagi deb atadilar. Generator uchlari o'tkir etib yasalgan silindirdan iborat bo'lib, unga yuqori bosim ostida xavo yuborilgan. Xavo o'rniga vodorod gazi yuborilishi bilan 170 kGs gacha tebranishlarni hosil qilishga erishilgan.

1880 yili P'er Jak Kyurilar ultra tovush texnikasi uchun katta qiymatga ega bo'lgan kashfiyotni ochdilar. Ular kvarts kristaliga bosim bilan ta'sir etilsa kvarts tomonlarida elektr zaryadi to'planishini aniqladilar. To'plangan zaryad miqdori qo'yilgan kuchga proporsional. Bundan tashqari tez almashinuvchi elektr kuchlanishi kristalga qo'yilganda kristalni tebranishini aniqladilar. Buni asosida yuqori chastotali tovush tebranishlarini chiqaruvchi va qabul qiluvchi qurilmalar yaratish imkoniyati paydo bo'ldi.

1914 yilda yevropada dengiz floti uchun sanoat qurilmasi sifatida ultra tovush to'lqinlarini uzatuvchi va qabul qiluvchi kashf etildi. Shu yillari sirtlarni tekshirish uchun defektoskop yaratildi. Meditsinada 20 asrni 50 yillarida AQSH qo'llanila boshlandi.

Ultratovushlarni uzatuvchilarni ikkita katta guruhga bo'lish mumkin:

1. Tebranishlar gazlarda yoki suyuqliklarda xosil qilinadi va uzatiladi.

2. Tok yoki kuchlanishni materiallar yordamida mexanik tebranishlarga aylantirish. Nurlantiruvchilar pezoelektrik yoki magnitostriksion bo'lishi mumkin. Magnitostriksion nurlantirgichlar jism o'lchamlarini magnit maydonida o'zgarishiga asoslangan. Bu xossaga ega bo'lgan materiallar o'ram ichiga joshlashtiriladi va unga o'zgaruvchan tok beriladi. O'zgaruvchan tok ta'sirida o'zgaruvchan magnit maydoni hosil bo'ladi. Bu o'zgaruvchan magnit maydoniga mos ravishda jism o'lchami o'zgarib ultra tovush hosil qiladi.

Ultra tovush datchiklarini qo'llanishini shartli uch guruhga bo'lish mumkin:

- 1) ultra tovush yordamida informatsiya olish
- 2) moddalarga ta'sir ko'rsatish
- 3) signallar uzatish va qayta ishlash

Umuman qo'llanish sohasini quyidagicha ifodalash mumkin:

16 – jadval

(kGs)		1	10	100	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
Moda tugrisida informatsiya olish	Moddalar xossalarini o'rganish	gazlar						
		suyuqliklar						
		Kat.jismlar						
	Gidrolokatsiya							
	Uz defektoskopiya							
	Satx va o'lchamni kontroli							
	Meditina diagnostikasiyasi							
Moddalarga ta'sir ko'rsatish	Koagulyasiya ayrozol bilan							
	Yonishga ta'sir etish							
	Tozalash							
	Ximik jarayonlar							
	Emulgirovaniya							
	Dispergirovaniya							

	Purkash								
	Kristallizatsiya								
	Metallizatsiya								
	Mexanik qayta ishlash								
	Payvantlash								
	Plastik deformatsiyalash								
	Terapiya								
	Xirurgiya								
Signallarni qayta ishlash va boshqarish	Kechiktirish tizimi								
	Filtrlar								
	Akustoelektron aylantirish								
	Akustaoptik qurilmalar								

Yuqoridan ko‘rinib turibdiki, ultratovush turmushda keng qo‘llaniladi. Meditsinada diagnostikadan tashqari davolash maqsadida xam keng qo‘llaniladi. U rengent nurlari kabi xafli emas. Uni salbiy ta‘siri tirik organizmga deyarli yo‘q.

Ichki organlarni holatini kuzatishda dopler effektidan foydalaniladi. Uzatilgan nur xarakatdagi jismga borib qaytishida uni xarakatlanish tezligiga mos holda qaytgan nurni chastotasi o‘zgaradi. Bu o‘zgarishni elektron qurilma yordamida qayta ishlash bilan ichki organlar holatini kuzatish mumkin.

Murakkab formadagi metallardagi teshiklarni oddiy frezer yoki teshish qurilmalarida bajarib bo‘lmaydi. Ularni kuchli ultratovush bilan amalga oshirish mumkin.

Masofada joylashgan ob‘yektlarni aniqlashda radiolokatsiyadan foydalaniladi. Lekin radiolokatsiya faqat metall ishtirok etgan ob‘yektlarnigina aniqlash imkoniyatini beradi. Okeanlarda baliqlar to‘dasini, tirik oganizmlarni, relifini aniqlashda faqat ultratovushlardan foydalaniladi.

Qizdirish mumkin bo‘lmagan holatlarda turli markadagi metallarni payvandlashda xam ultratovushdan foydalaniladi.

O'tgan asrni 60 yillardan boshlab aniqlik darajasi toraytiruvchi qurilmalar asosida tayyorlangan sarf o'lchash qurilmalariga qaraganda bir kara yuqori bo'lgan ultratovushli sarf o'lchash qurilmalari qo'llanilmoqda.

8 bobga oid savollar:

1. Elektronika sohasida qo'llaniladigan qanday datchik turlari mavjud?
2. Temperatura o'lchovchi datchiklar.
3. Termoparalar nima?
4. Termoparalarni ulanishlarni prinsipial sxemasi.
5. Bosim o'lchash datchiklarning turlari.
6. Tenzodatchiklar haqida ma'lumot bering.
7. Kichik o'lchamli bosim o'lchash datchiklarni ulanish sxemasi qanday?
8. Sig'imli bosim o'lchash datchigini o'rnatilish sxemasi.
9. Tenzodatchik va ularning turlari.
10. Ultratovush datchiklari haqida ma'lumot bering.

9 bob. Elektron vositalarga ta'sir qiluvchi omillar, sinashdagi muammolar

9.1. Ta'sir va ta'sir qiluvchi faktorlar klassifikatsiyasi

Zamonaviy EVlar ISlar va yarim o'tkazgich qurilmalari bazasida yaratilgan bo'lib, fizik texnologik nuqtai nazardan yarim o'tkazgichli va o'tkazgichli, metalli va rezativ qavatli yoki plyonkali murakkab stukturaga egadir.

Kristall strukturalarini o'zgarishi, xarakteristikali usullarini yon atrofdagilari bilan modda almashinuvi va tashqi muhit bilan va turli materiallar orasida himik munosabatlar va diffuziya jarayonlari yuz beradi. Shuning uchun EVlarning detal konstruktsiyalarida issiqlik almashinish jarayoni yuzaga keladi, magnit va elektr maydoni hosil bo'ladi, plastik deformatsiya va boshqalar yuzaga keladi.

EVlar konstruktsiyasi detal va elementlari fizik strukturalarida yuz beradigan o'zgarishlar ularga bo'lgan ta'sirlarga bog'liqdir.

Sinflari; EVlardagi barcha ta'sirlarni ichki va tashqi ta'sirlarga bo'lish mumkin (64-rasm).

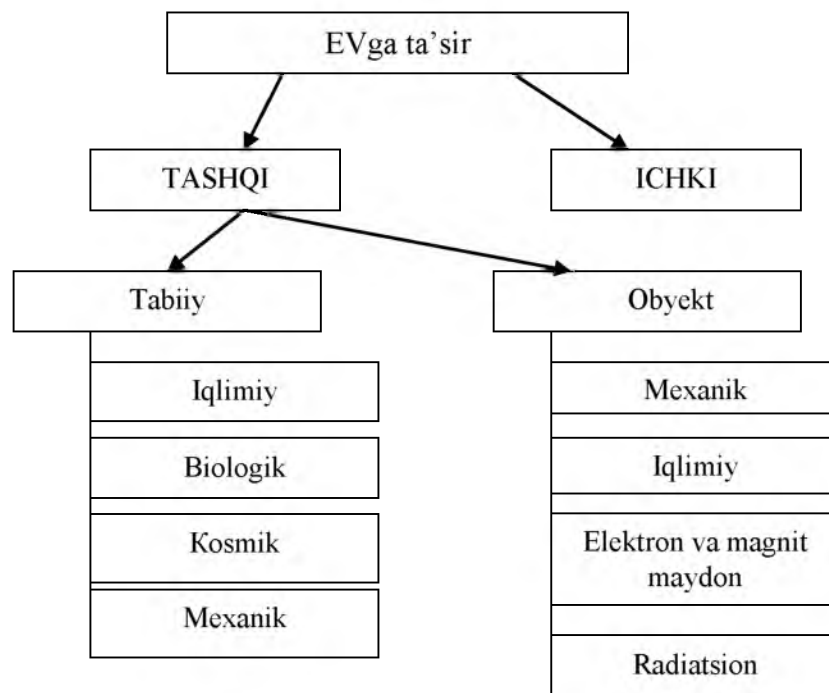
Tashqi ta'sirlar bu EVlarni ekspluatatsiya rejimi bilan bog'liq emas va ular maxsulotni saqlash, tashish, ishlatish shartlari bilan aniqlanadi. Tashqi ta'sir (64-rasmdagi) tabiiy ta'sirlar va EV ma'lumotlari o'zida jamlangan ta'sir ob'yektlariga bo'linadi.

Tabiiy ta'sirlar ob'yekt joylashgan joyni o'rab turgan muxit xolatlariga asoslangan iqlimiy, biologik, kosmik va mexanik ta'sirlar birligidir.

EVlarda o'rnatilgan ob'yekt ta'siri, uning ishlashi bilan bog'liqdir. Bunday ta'sirlarga iqlimiy, mexanik, radiatsion, elektr va magnit maydonlar kiradi.

Ichki ta'sirlar EVlarning ish rejimi bilan aniqlanadi va yuklanish bilan xarakterlanadi, masalan: EVlarning ishlashi bilan bog'liq bo'lgan elektr va mexanik ta'sirlar.

Maxsulot ishlash qobiliyatiga ta'sir ko'rsatuvchi ichki va tashqi ta'sirlar to'plami EVlarni ishlatish shartlari hisoblanadi.

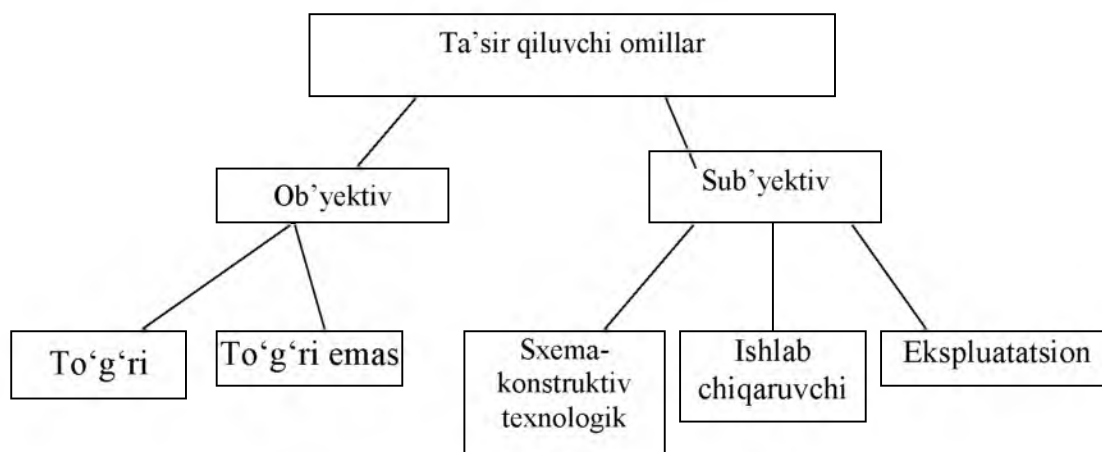


64-rasm. Ta'sir sinflari

Ta'sir etuvchi omillar sinflari qaytariladi. Xar qanday ta'sir ko'rinishlari o'zining omillari to'plami bilan xarakterlanadi. Masalan, iqlimiy ta'sirlar uchun bu xarorat, namlik, bosim, shamol tezligi va boshqalardir. Hamma ta'sir etuvchi omillar ularning yuz berishga qarab ikki guruhga bo'linadi: ob'yektiv va sub'yektiv (65-rasm).

Ob'yektiv omillar EVlarni saqlash, tashish va ishmatishni amalga oshirishga ta'sir etuvchi shartlar ta'sirlarini xarakterlaydi.

Sub'yektiv omillar EVlarni loyihalash va ishlatish bosqichlaridagi insonlar faoliyatlarini harakterlaydi.



65-rasm. Ta'sir etuvchi omillar klassifikatsiyasi

Bu omillarning ta'siri natijasida maxsulotni loyihalashda, ishlab chiqarishda va ishlatishda hatolar yuzaga keladi. Bu esa nuqsonli mahsulot yaratilishga va ob'yektiv omillar ta'sirida EVlarni qisman yoki to'liq ish qobiliyatini yo'qotilishiga olib keladi.

EVlar ishlash qobiliyatlariga ob'yektiv va sub'yektiv omillarning ta'sir ko'rsatishi turlichadir. Ob'yektiv faktorlar ta'sir natijasi ularning soni qiymatlariga bog'liqdir. EVlarni ishdan chiqishiga olib keladigan maxsulot strukturasidagi fizik-kimyoviy jarayonlar, obyektiv omillarning yuqori qiymatlarida yuzaga keladi. Sub'yektiv omillar borligidan ishlab chiqariladigan maxsulotning ob'yektiv omillarga ta'sir turg'unligi kamayadi, natijada maxsulotga oxirgi qo'yilgan taxminiy aniqlik darajasi kamayadi, o'z-o'zidan EVlarni sifat va ishonchliligi kamayadi. Sub'yektiv omillarning bunday yomon ta'siri loyihalovchi va tayyorlovchilarga noma'lum bo'ladi. Ularni aniqlash uchun EVlarni yaratish davomida turlicha nazorat qilish va sinashlar amalga oshiriladi.

9.2. Iqlimiy ta'sir va omillar

Iqlimiy ta'sir (IT) EVlarni ishlatish jarayonida tabiiy va sun'iy ta'sirlarga bo'linadi. Tabiiy IT havo sharoiti bilan aniqlanadi (xarorat, namlik, shamol, atmosfera bosimi va boshqalar). Sun'iy IT EVlarni ishlashlari davomida va unga yaqin joylashgan obyektlar ta'sirida yuzaga keladi.

EVlarga texnik shartlar, tabiiy iqlimi ta'sirlarni sinash usublari va dasturlarini yaratish, odatda iqlim deb ataladi va u yer yuzasining vaqt davomidagi iqlimi omillarini o'rtacha qiymati orqali aniqlanadi. Aniq maydonda iqlimni yuzaga kelishga radiatsion jarayonlar, atmosfera aylanishi, yer yuzasidagi issiqlik va namlik balansini aniqlovchi naminallashuvi sabab bo'ladi.

Radiatsion jarayon quyosh radiatsiyasidagi energiyalarning R radiatsion balansini taqsimlanishi bilan xarakterlanadi. Radiatsion balansning tarkibiy qismi bo'lib to'g'ri chiziq (Q) va quyosh radiatsiyasi tarqalishi (q), shuningdek yerning sifatli nurlanish (E) hisoblanadi. Yerning sifatli nurlanish, atmosferaning va yer yuzasidagi nurlanish oqimlarini qarama-qarshi yo'naltirilgandagi ayirmasidir.

Qaytgan quyosh radiatsiyasi energiyasini tushgan energiyaga nisbatini α soni bilan xarfi bilan belgilab “al’bedo” deb yuritiladi va foyizlarda ifodalanadi.

U holda radiatsion balans: $R=(Q+q)(\alpha-1)E$ bilan aniqlanadi.

Bir sutka vaqt mobaynida quyosh radiatsiyasi holatlariga qarab uni EVlarga ta’siri kuzatiladi. Masalan: yerning quruq qismida, namlik qismida.

Atmosfera aylanishi – havo bilan to’ldirilgan massalar aralashmasi, shuningdek, ular tarkibining o’zgarishi, turli havo bilan to’ldirilgan massalar bo’lim sirtlarini namunalarining kuzatilishidir. Atmosferaning umumiy aylanishning asosiy sabablari yer sxarining aylanish hamda quyoshning yer sirtini turlicha qizdirishidir.

Namlik aylanishi – bu suv bilan yuz beradigan (bug’lanish, kondensatsiya va boshqalar) fizik jarayonlar ketma-ketligidir.

EVga ta’sir qiluvchi mavjud iqlimiy omillar. Zamonaviy EVlarning ishlashiga absolyut yillik maksimum va minimum xaroratlar hisobiga ishlatishining xaroratli rejimi sezilarli ta’sir ko’rsatadi.

Xaroratli omillar ta’sirida elementlarda murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar yuzaga keladi va ular EVlar buzilishiga va holatlarini o’zgarishiga olib keladi. Shuning uchun EVlarni konstruktsiyalarini yaratishdan oldin ularni yaratuvchiga faqatgina EVning ishonchli ishlarini kafolatlovchi ta’sir etuvchi iqlimiy omillardan tashqari bu omillarning ta’sirida elementlar xarakteristiklash o’zgarishi haqidagi to’liq ma’lumotga ham e’tibor berish kerak. Atrof muxitdagi xaroratning tez o’zgarishi EVda aniq xavf tudiradi, ya’ni maxsulot konstruktsiyasida turli chiziqli kengayuvchi xarorat koeffitsientiga ega materiallar qisimlarini birlashishi hisobiga EV uchun tashqi muhitning xaroratini tezkor o’zgarishi katta havf tug’diradi. ΔT xaroratining materiallar birlashgan joylarida turlicha bo’lishi natijasida mehanik kuchlanish yuzaga keladi.

$$\gamma=E(\alpha_1-\alpha_2)\Delta T$$

Bu yerda E – egilish moduli,

α_1 va α_2 – maxsulot konstruksiyasidagi turli materiallarning birlashgan qismlarining chiziqli kengayishining xaroratli koeffitsientlari.

Mexanik kuchlanish EVlarini xaroratli o'zgarishlariga turg'unligini aniqlaydi. Uning qiymatini ruhsat etilgan qiymatdan olib ketishi EV konstruksiyasini buzilishga olib keladi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, EVlar uchun ayniqsa atrof muxitning namligini oshishi juda xavflidir. Buning sababi ko'pgina EVlarda foydalanilgan materiallarga suv bug'lari juda agressiv ta'sir ko'rsatishi, bu esa ularni elektrofizik hususiyatlarini va mexanik xarakteristikalari o'zgarishiga olib kelishidir. EVlar elementlarini yuqori namlik ta'siridan himoya qilish uchun, qoidaga ko'ra, ularni organik polimer materiallardan foydalanib germetizatsiya qilinadi. Lak, emal bilan qoplash, plastmassada presslash, tayyor plastmass korpusda germitizatsiya qilish va boshqalar orqali amalga oshiriladi. Biroq hech qaysi germetizatsiya usullari ideal namlikdan himoyalashni ta'minlay olmaydi.

9.3. Biologik ta'sirlar

EVlardagi yuzaga keladigan biologik ta'sirlar (BT), ular ta'sir etuvchi biologik omillar to'plami orqali aniqlanadi.

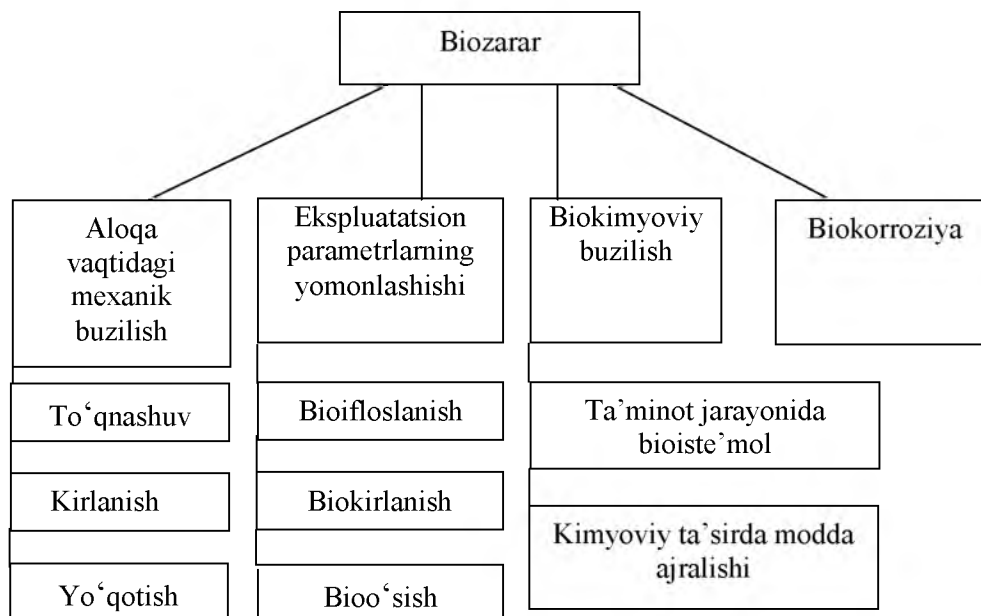
BT – ishga yaroqli ob'yektlarning buzilishini yuzaga keltiruvchi organizmlardir. Bioomil ta'sirida EVning chiqishida qaysidir parametrining me'yor texnik xujjatlarida ko'rsatilgan chegaradan chiqib ketishi biologik zararlanish deyiladi.

Biozarar turlari. Biozararlarni tahlil qilish. Ularni to'rtta turga ajratish imkonini beradi:

- 1) Organizmlarni EV bilan aloqasidagi mexanik buzilishlar.
- 2) Ishlatuvchi (Ekspluatatsion) parametrlarning yomonlashishi.
- 3) Bioximik buzilishlar.
- 4) Biokorroziya.

EVlarning mexanik buzilishlari mikroorganizmlar oqibatida yuzaga keladi, ya'ni maxsulot gabarit o'lchamidagi organizmlar ta'sirida. To'qnashuv ta'siridagi

makrobuzilishlar maxsulot urilishi, yemirilishi va yo‘q bo‘lishi natijasida yuzaga keladi, masalan: qushlarning samalyot va radiolakatsion antennalar bilan to‘qnashib ketishi, materiallarni kemiruvchilar tomonidan va xashoratlar tomonidan kemirilishi.



66-rasm. Biozarak sinflari

Maxsulotlarni yo‘q bo‘lishi asosan organizmlarni ovqatlanishi jarayonida yuz beradi.

EVLarning ekspluatatsion parametrlarini yomonlashishi bioifloslanish va bioo‘shish ta‘sirida yuzaga keladi. Bioifloslanish deb organizmlarning va maxsulotlarning hayotiy faoliyatining ajralishiga aytilib, ularning suvda chayilishi yoki havodan namlikni so‘rilib olishi natijasi maxsulotlarning parametrini o‘zgarishiga olib keladi. EVda biokirlanish qo‘ziqorin va bakteriyalar, o‘simliklar oilasi, qush organizmlari qoldiqlari va ularni parchalanishi bilan bog‘liqdir. Bakteriyalar, qo‘ziqorinlar suv malyuskalari va boshqa organizmlar EVlarda metall korroziyasini keltirib chiqaradi.

Biokimyoviy buzilish – biozaraklanishning juda ko‘p tarqalgan ko‘rinishi bo‘lib, o‘rganish juda qiyin hisoblanadi, chunki bunday buzilish mikroskopik o‘lchamga ega bo‘lgan, oddiy ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan mikroorganizmlar keltirib chiqaradi. Bu ko‘rinishdagi buzilishlar ikki qismga bo‘linadi va

materiallarni mikroorganizmlarni oziqlanishi jarayonidagi biologik qoʻllanilishi va himiyavi taʼsirlar yuzaga kelishi. Bioqoʻllanish dastlabki materiallarni, baʼzan faqatgina bitta komponentning fermenti orqali oldindan kimyoviy buzilishi bilan bogʻliqdir. Bunday buzilish fizik-kimyoviy korroziyaga yoʻl ochib berdi, materialning termodinamik xususiyatlarini yomonlashuviga va ishlatish yuklanishi taʼsirida uning mehanik buzilishiga olib keladi. Termodinamik materiallar tuzilishi va maxsulotlardagi ximiyaviy jarayonlarida muhitning agressivligini oshiradi va korroziya jarayonini normallashtiradi. Material-organizm chegarasidagi fizik-kimyoviy korroziya, amino va organik kislatalar taʼsiriga, shu bilan birga maxsulotlarning gidroliziga asoslangan. Bunday koʻrinishdagi biokorroziya deb ataladigan biobuzilishlar asosida mikroorganizmlar taʼsiridagi metallarning elektrokimyoviy korroziya jarayonlari yotadi.

Jarayoni xarakteri, mexanizmi va ularning material va maxsulotlarga taʼsiri tashqi manbalardan energiya bilan doyimiy toʻldirib turish kerak boʻlgan organizmlarning koʻpayishi va oʻsishi bilan chambarchas bogʻliqdir.

EVlarda koʻpgina buzilishlarning 50-80% foizi ularga mikroorganizmlarning taʼsirida yuzaga keladi. Ularning rivojlanishi esa tashqi quyidagi faktorlar bilan aniqlanadi: fizik, (namlik, muhit xarorati, bosim, radiatsia) biologik, ximiyaviy (muhit tarkibi va reaksiyasi), xarorat va namlik mikroorganizmlar aktivligiga katta taʼsir koʻrsatadi.

Bakteriya – bir katakli tuzilishdan iborat boʻlgan, koʻp sonli, keng tarqalgan mikroorganizmlar guruhidir. Bakteriyalar juda tez koʻpayuvchan boʻlib hisoblanadi va muhitning oʻzgaruvchan fizik, ximiyaviy biologik sharoitlariga juda tez moslashadi. Mikroorganizmlarning yana bir asosiy xususiyati ularning kirishuvchanligidadir.

Bakteriyalarda sporalarning paydo boʻlishi ularning koʻpayish jarayoniga bogʻliq boʻlmay, ularni tashqi muhitning noqulay boʻlgan sharoitlarida moslashishiga xizmat qiladi. Bitta katakda faqat bitta spora rivojlanadi. Bakteriyalarning koʻpayishi kataklarning boʻlinishi hisobiga amalga oshadi.

Mogʻor zamburugʻlari oʻzining murakkab tuzilishi bilan boshqa bakteriyalardan farq qilib, mikroorganizmlar ichida muhim oʻrinni egallaydi. Zamburugʻ xujayralari qattiq choʻzilgan shaklga ega boʻlib, gif iplarga oʻxshaydi, gif iplari bir-biri bilan birikib “mitseli” yoki “gribnitsa”ni hosil qiladi. Zamburugʻlarning oʻziga xosligi bu ularning koʻpayishining xilma-xilligidir: spora, mitseliya, konidiya, boʻlaklari yuqori namlik (85% dan yuqori) +20° ÷ +30°C xarorat va oʻzgarmas havo mogʻor zamburugʻlarining rivojlanishi uchun optimal sharoit hisoblanadi. Sporalarning silliq sirt yuzasida adsobsiyalana olish qobiliyati materiallarni bakteriya va zamburugʻlar bilan qoplanishida katta ahamiyatga ega. Mogʻor taʼsirida palastmassaning qarish ehtimolligi oʻsadi va baʼzi shisha plastiklarning chidamliligi 20-30% ga pasayadi. Mogʻor zamburugʻlarning elektroizolyatsion materialarida rivojlanishi ularning dielektrik xususiyatini kamaytiradi. Bosma platalar yuzasida mogʻor paydo boʻlishining asosiy sababi 90% gacha boʻlgan yuqori namlikdir. Bu esa plataning tok oʻtkazish qismlarida qisqa toʻqnashuv yuzaga keladi. Elektron vositalar ishlab chiqarish soxasida taxminan 45% tayyor ISlarga 19 xil mogʻor zamburugʻlari mavjud. Ularning yuzaga kelish manbalari boʻlib, ishchilarning qoʻllari, texnologik muxit va xonalardagi havolar hisoblanadi.

Texnologik jarayonlari boshlanishda maxsulotlarga yuqori darajali issiqlik bilan ishlov berish, ishlab chiqarish honalaridagi havoni quruqlashtirish maxsulotlarda mogʻor zamburugʻlari yuzaga kelishini kamaytiradi.

Xashoratlar ichida eng katta zarar keltiradiganlari termitlar, yani oq chumolilardir. Ular turli xil materiallarni zararlanishiga sabab boʻladi. Turli xil teshiklar, materiallar buklangan joylari va boshqa xashorat yashirina oladigan joylar, xashoratlarni oʻziga jalb qiladi. Ayniqsa puhli yuzalar ularni xarakatlanishi uchun qulay hisoblanadi. Tarkibida tsellyuza mavjud boʻlgan (yogʻoch, karton, qogʻoz) va yumshoq sintetik materiallar tez zararlanadi.

Kemiruvchilar asosan mexanik zarar keltiradilar. Buning natijasida turli xil simlardagi uzilishlar, nosozliklar va qisqa tutashuvlar vujudga keladi (kalamushlar, sichqonlar, ondatralar, quyonlar va boshqalar).

9.4. Kosmik ta'sirlar

Elektron vositalarini ishlatish jarayonida ularga kosmik ta'sirlar quyidagi faktorlar bilan ifodalanadi: elektromagnit va korpuskulyar nurlanish, chuqur vakuum holati, nurli issiqliq oqimi, vaznsizlik, meteorit zarrachalari, sayyora va yulduzlarning magnit va gravitatsion maydonlari. Bu faktorlarni o'rganish jarayonida ularni uchta muhitga bo'lib o'rganiladi: yulduzlararo, planetalararo, planeta va uning yo'ldoshlari, atmosfera muhitlari. Yulduzlararo muhit yulduzlararo gazdan va mayda qattiq chang zarralaridan tuzilgan bo'lib, ular gallaktikadagi yulduzlar orasidagi masofani yoki bo'shliqni to'ldirib turadi. Gaz chang bilan deyarli bir xil miqdorda aralashgan. Quyosh yaqinidagi yulduzlararo muhit quyosh sistemasidagi planetalar orasidagi bo'shliqni to'ldiruvchi planetalararo muhitga aylanadi.

Planetalararo muhit – quyosh atrofidagi kengayuvchi moddalarning, ya'ni 90% li ionlashgan vodorod atomi va 9% geliy atomidan iboratdir.

Yer atmosferasi muxiti bizda katta qiziqish uyg'otadi ayniqsa uning tashqi qismi-ekzosfera. Yer atmosferasining parametrlarining balandlik bilan o'zgarishini 17-jadvalda ko'rish mumkin.

17-jadval

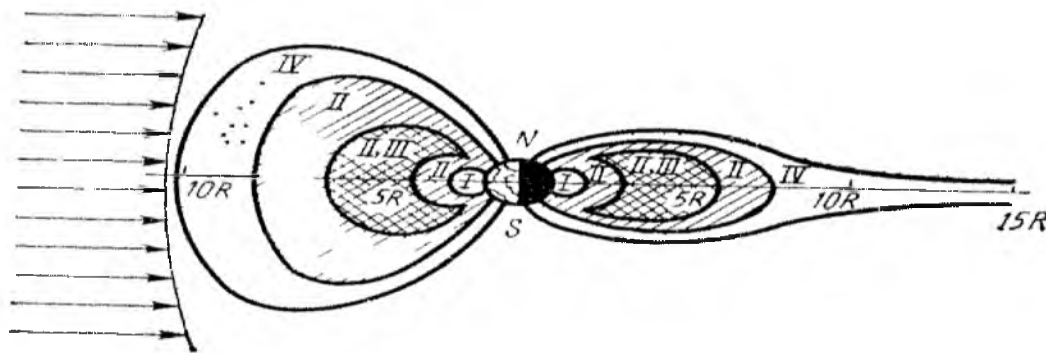
Balandlik km	Bosim Pa	Qattqlik	Xarorat K	Konsentratsiya sm^{-3}	Vakuum xarakteristikasi
Dengiz satxi	$1.33 \cdot 10^5$	$1.2 \cdot 10^{-3}$	293	$2.7 \cdot 10^{19}$	-----
$2 \cdot 10^2$	$8.5 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^{-13}$	1200	$7 \cdot 10^9$	Chuqur
$3 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^{-5}$	$2.5 \cdot 10^{-14}$	1500	$8 \cdot 10^8$	
$5 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-16}$	1600	$2.5 \cdot 10^7$	
$1 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^{-9}$	$1.5 \cdot 10^{-18}$	1600	$1.5 \cdot 10^5$	
$2 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-19}$	1800	$2 \cdot 10^4$	Juda chuqur
$3 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-19}$	2000	$1 \cdot 10^4$	
$5 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^{-10}$	$4 \cdot 10^{-20}$	3000	$4 \cdot 10^3$	
$10 \cdot 10^3$	$2.5 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-20}$	15000	$1 \cdot 10^3$	
$20 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-21}$	50000	$1 \cdot 10^2$	O'ta chuqur
$30 \cdot 10^3$	$2.5 \cdot 10^{-11}$	$6 \cdot 10^{-22}$	$1 \cdot 10^5$	10	
$60 \cdot 10^3$	$1.5 \cdot 10^{-11}$	$2.5 \cdot 10^{-22}$	$2 \cdot 10^5$	3^{-4}	

Xarorat faqatgina gaz qismlarini kinetik energiyasini xarakterlaydi va kosmik ob'yektlarda o'rnatilgan EVlarning ochiq yuzasiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatmaydi. Kosmosda Evlardan foydalanish sharoitlari, ularga korpuskulyar nurlanishlarning ta'siri bilan xarakterlanadi. Yuqori darajali energiyaga ega bo'lgan unsurlar to'plami, ko'pincha proton, shuningdek (2-qismlar) geliy yadrolari va og'irroq unsurlar yadrolari yerga izotop holatida gallaktikaning uzoq qismlaridan yetib keladi. Bu dastlabki kosmik nurlar hisoblanib havoning atom yadrolari bilan kirishib yer atmosferasida ikkilamchi nurlanishini yaratadi, u esa deyarli barcha unsur qismlarini oladi.

Birlamchi kosmik nurlarida quyosh sistemasidan tashqarida keladigan gallaktik nurlar va quyosh xarakati bilan bog'liq bo'lgan quyosh nurlari farqlanadi. Gallaktik nurlarning juda katta zarralar energiya (10 eV gacha), bilan xarakterlanadi lekin zarra oqimlarining zichligi ($1-2 \text{ sm}^2 \text{ E}^{-1}$) juda past bo'ladi.

Xromosfer portlashlar natijasidagina quyosh kosmik nurlari quyoshdan ajraladi, bu vaqtda esa, quyosh (quyosh shamoli) plazmasi radial oqimlari esa planetalar orasida doimo mavjud bo'ladi. Quyosh kosmik nurlarining energiyasi quyosh shamoli energiyasidan ancha baland ($< 10^{10} \text{ eV}$).

Yerning radiatsion bog'lamlari – bu kinetin energiyaning zararlanish qismlarini (elektronlar, protonlar, ∞ -bo'laklar va og'irroq kimyoviy elementlar yadrolari) yig'ilib, yerning magnit maydoni orqali ushlab turiladigan nisbatan turg'un ulkan soxasidir. Yerning radiatsion bog'lamlar murakkab strukturaga ega (67-rasm):



67-rasm. Yerning radiatsion bog‘lamlari strukturasi

(chiziq kunduzgi meridianga to‘g‘ri keladi)

1-ichki bog‘lam; 2-kichik energiya protonlar bog‘lamlari; 3-tashqi bog‘lam; 4-kvazi bosqich zonasi; N va S-yerning magnit qutblari; R- yerning radiusi.

Ichki bog‘lam yuqori energiyali protonlari bilan xarakterlanadi (20..800MeV). Bu bog‘lamda shuningdek 20 keV...1MeV energiyali elektronlar ham mavjud. Tashqi radiatsion bog‘lamda 40...keV energiyali elektronlar mavjud bo‘lib, quyoshning yuqori xarakati davrida, unda katta energiyali (1MeV va yuqori) elektronlar paydo bo‘ladi. Kam energiyali pratonlar bog‘lami 0.03..10 MeV atrofidagi energiyali protonlarni o‘z ichiga oladi. Kvazi bosqich zonasi tashqi bog‘lamdan keyin joylashgan. U murakkab fazoviy stukturaga ega bo‘lib, uning asosiy zarralari 100 keV dan kam energiyali elektronlar va protonlardan iborat.

Ko‘rib o‘tilgan Yerning radiatsion bog‘lamlari tabiiy bog‘lamlar hisoblanadi. Ular bilan birga sun‘iy radiatsion bog‘lamlar ham mavjuddir, ular atmosferaning yuqori qatlamlarida yuzaga keladigan yadroli portlashlar natijasida yuzaga kelib, asosiy elektronlardan tashkil topadi.

Elektronlar yuzaga kelish manbasi yadrolarni parchalanishidan hosil bo‘lgan β oskolkalar tarqalishidir. Portlash joyi xarakteridan va kuchliligidan sun‘iy radiatsion bog‘lamlar turlicha fazoviy joylashishiga, intensivlikka va davomiylikka ega bo‘ladi.

Ionlanuvchi nurlanish (neytronlar, protonlar, elektronlar γ -nurlar va boshqalar) tuzilishini o‘zgartirishi va o‘rganilayotgan materiallar atomlari ionlanishiga bog‘liq bo‘lgan nosozliklarni keltirib chiqaradi.

Meteor zarralar butun yulduzlararo va sayyoralar aro muhitni qoplab olgan. Yerga nisbatan meteorlar tezligi 12km/s..72km/s, quyoshga nisbatan 30..40km/s dan oshmaydi. Meteorlarning kinetik energiyasi ularning to'liq bog'lanishiga kerak bo'lgan energiyadan ko'ra ko'proqdir.

Meteor zarralarining oqimi zichligi ularning og'irligi ko'paygan sari yo'qolib boradi.

Mikrometeorlarning kichik o'lchamlari mikrometrning o'ndan bir qismini og'irligi 10^{-13} g tashkil etadigan mikrometrlar uchun oqim zichligi taxminan $10^{-2} \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$, millimetrning 10-qismiga teng zarrachalar uchun zichlik oqimi 6-7 tartibga kamayadi. Shuning uchun ham kosmik apparatning katta meteorlar bilan to'qnashish gumoni juda kamdir.

Kosmik muhitning termovakuum faktorlari. Ionlash nurlanish bilan bir qatorda kosmik muhit faktorlariga quyidagilar kiradi-chuqur vakuum, issiqlik nurlanish oqimlari va vaznsizlik holatlari ham kiradi.

Bu faktorlar maxsulotlarga issiqlik almashuvi buzilishi va vakuumning spetsifik ta'siriga bog'liqdir. Ularni termavakuumli faktorlar deb ataladi. Chuqur vakuum zarralarning juda past konsentratsiyasi zichligi va bosimi bilan xarakterlanadi.

Kosmik muhitda 10.000 km balandlikda atmosfera bosimi 10^{-11} Pa ni tashkil qiladi. Ochiq kosmosning faktorlari qiymati EVlar ishlash sharoitlarini xarakterlaydi. Kosmik apparatning ustki qismida va uning bo'limlarida shuningdek EVlarning germetizatsiyalanmagan bloklarida konstruktsiyalar materiyalaridagi bug'lanish hisobga bosim ancha balantroqdir (10^{-7} - 10^{-2} Pa). Bunda kosmik apparatning germetizatsiya qilinmagan bo'limlarida joylashgan EVlar (birinchi navbatda ularning elementlari) 10^{-7} Pa dan past bo'lmagan bosimda ishlaydi, ya'ni chuqur vakuum sharoitlarda.

Vakuumning issiqlik ta'siri energiya chiqaruvchi maxsulotlarda va konvektiv issiqlik almashinuvi va gazning issiqlik o'tkazuvchanligini keskin tushib ketishi hisobiga namoyon bo'ladi. Issiqlik o'tkazish faqat nurlanish almashinuvi va kontakt orqali amalga oshiriladi.

Chuqur vakuumda buyumlardagi issiqlik ajralishini yomonlashishi EVlarni qizib ketishiga va ularni ishdan chiqishiga olib keladi.

Kosmik fazoda nurli issiqlik oqimining asosiy manbai bo'lib quyosh hisoblanadi. Yerning atrofidagi kosmik apparatning quyoshga qaragan yuzasining xar bir kvadrat metiriga xar bir sekunda quyoshning elektro magnit nurlanishi orqali 1400 J energiya tushadi.

Nurlanish spektrida energiya quyidagicha tarqaladi: 9% ultra binafsha nurlanishga to'g'ri keladi; 46.1% - ko'rinadagan nurlarga; 44.4% - infra qizil nurlanishga; qolganlari esa rentgen va korpuskulyar nurlanishga to'g'ri keladi. Moddaga fizik – ximik ta'sir ko'rsata olish uchun, infraqizil va ko'rinadigan diapozonlarda alohida kvantlarning energiyasi juda kamdir. Infraqizil nurlar ochiq EVlar materiallari va elementlarining qizishini keltirib chiqaradigan issiqlik energiyasini o'tkazadilar. γ to'lqinining uzunligini qisqarishi natijasida kvantlar nurlanish energiyasi oradi va molekulyar bog'lanishlarning uzilishiga etarli bo'lishi yoki moddalarda radiatsion defektlarning paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Ultrabinafsha nurlanishi natijasida optik materillarning va termoregulyator qoplovchilarining, bo'yoqlarning, organik materiallarning xususiyatlari o'zgarishi mumkin. Lekin γ to'lqinining uzunligining qisqarishi bilan nurlanish intensivligi keskin pasayadi. Shuning uchun ultrabinafsha nurlari ko'p materiallarning atigi bir qancha mikrometr chuqurligigagina o'tadi va barcha zararlanishlar materialning tepa qismidagina yuzaga keladi.

Yer ham boshqa sayyoralar kabi kosmik ob'yektning yuzasiga uzun to'lqinli nurlanish yuboradi, yani bulutlardan qayitgan atmosfera va yer yuzasining quyoshli nurlanishi va hususiy issiqlik nurlanishi qo'shilishidan hosil bo'lgan issiqlik oqimini yuboradi.

Past orbitalarda issiqlik oqimining zichligi (quyuqligi) to'g'ri quyosh nurlanish oqimining 40% ga yeta olishi mumkin, lekin balantlik oshib borishi bilan zichlik kamayib boradi. Yulduzlardan kosmik obyektlardan keladigan issiqlik oqimlari juda kamdir.

Yulduzlararo fazo uchastkalarining nurlanish energiyasi xarorati 2.7 – 4 K.ga mos keladi. Shunday xaroratgacha kosmik apparatlarning yuzasi sovishi va buning natijasida ichki va tashqi manbalardan issiqlik oqimi mavjud bo‘lmagani uchun uning tarkibidagi EVlarning ham xarorati pasayadi.

Hech qanday manbaga ega bo‘lmagan Kosmik apparat va EVning issiqlik balansi issiqlik nurlari oqimlari o‘z hissasini qo‘shadi.

Vaznsizlik kosmik mustaqil orbital uchishida paydo bo‘ladigan ko‘smik fazo faktori hisoblanib, inertsiya kuchlari va gravitatsiya kuchlarining bir-biriga teng kelishi natijasida paydo bo‘ladi. EVlarning ta’sir qilish bo‘yicha vaznsizlikni faqat buyumning issiqlik rejimiga issiqlik o‘tkazgichlarini gidrodinamikasini qaynash va xlodogentlar kondensatsiasi orqali ta’sir ko‘rsatuvchi faktor deb qarash to‘g‘ri bo‘ladi. Shuning uchun ham vaznsizlikni faqat kosmik apparatlarning germetizatsiya qilingan bo‘limlariga joylashtirilgan EVlar uchun hisobga olinadi.

Vaznsizlikning issiqlik ta’siri xuddi vakuumnikiga o‘xshab o‘zidan energiya chiqaradigan buyumlarida issiqlik ajralishining konvektiv tashkil etuvchisi yo‘qligi bilan xarakterlanadi. Orbital uchishda majburiy gaz sirkulyatsiyasini sovutish uchun ishlatilishi vaznsizlik effektining ta’sirini to‘liq yo‘qotadi. Ammo agar gaz oqimi tezligi nolga teng bo‘lgan zonalar bo‘lsa, bu zonalarda EVlarga vaznsizlik juda kuchli bilinadi.

9.5. EVlarni sinashdagi muammolar

EVlarni ishlab chiqarishda ulardan foydalanishning real sharoitlarida odatda ularni modemashtiriladi va nazoratning maxsus bo‘limlarida tajriba sinovlari o‘tkaziladi. O‘tkazilgan tajribalar va ishlab chiqarishdagi omillar ta’siri xarakteriga ko‘ra EVlarni mexanik, iqlimiy, biologik va kosmik sinash turlari mavjuddir. Sinashlarning alohida asosiy guruhini ishonchlilikka sinash tashkil etadi, va bunday sinash natijasida maxsulot sifati aniqlanadi.

Maxsulot sifatinani aniqlovchi xususiyatlarni ikki sinfga bo‘lish mumkin:

- 1) Qisqa vaqt ichida namoyon bo'luvchi (maxsulot tashqi ko'rinishi, ularning geometriyasi, massasi), hamda vaqt o'tishi bilan o'zgaraydigan buyum parametrlari bilan ifodalanuvchi hususiyat;
- 2) Ma'lum bir vaqt davomida maxsulotni to'liq yuklanish bilan ishlaganidan so'ng namoyon bo'luvchi hususiyat;

Ikkinchi hususiyatga EV yuzasini sirtining holati misol bo'ladi. Uni EV yuzasida tok oqishi, yoki yuklanishi natijasida baqat bo'yicha sezilarli o'zgarishi va yuzaning rekombinatsiya tezkorligiga bog'liq hosil qilingan r-n o'tish kuchlanishi va qaytgan tok kabi parametrlar yordamida baholash mumkin. Ma'lum vaqt yuklama ostida ishlaganidan so'ng namoyon bo'ladigan nuqsonga ega maxsulotlar potentsial ishonchlilikka ega emas deyiladi. EVlarni sinashdan maqsad potentsial ishonchlilikka ega bo'lmagan maxsulotlarni aniqlashdir va nuqsoni ko'rinib turgan maxsulotlarni bir marta nazorat sinovidan o'tkazgandan so'ng yoki maxsulotni normativ texnik hujjatlarga solishtirib sifatsizga chiqarish mumkin.

Maxsulot ishonchliligi deganda o'rnatilgan xolat va sharoitlarda uning o'z parametrlari hususiyatlarini o'z vazifasini bajarishda, texnik xizmat ko'rsatishganda, saqlash va tashishda saqlay olishi tushuniladi. Ishonchlilik murakkab xususiyat sanalib, maxsulotni mo'ljallanishi va uni qo'llanishi sharoitiga ko'ra quyidagi xususiyatlar birikmalaridan tashkil topadi; buzilishgacha barqarorlik, abadiylik, ta'mirga yaroqlilik va saqlanishlik. Ishonchlilikning bunday ta'rifi ta'mirlanadigan va ta'mirlanmaydigan maxsulotlar uchun ham o'rinlidir. EVning bir qismi ta'mirlanadigan bo'ladi, ya'ni maxsulotni qayta-qayta konstruksiyalash va buzilgan elementlarini almashtirish mumkin hisoblanadi. Shu bilan birga ko'pgina EVlar, masalan integral mikroxiemalar, ta'mirlanmaydigan bo'lib, ko'p hollarda ularning elementlarini materiallarini qisman utilizatsiya qilishning imkoni bo'lmaydi. EVlarni mikrominiatyurizatsiya qilish natijasida, faqatgina qisman emas, balki butun bir elektron qurilmalar ham integral holatda tayyorlanilmoqda va ular ta'mirlanmaydigan EVlar bo'lib hisoblanmaydi. Ko'pchilik IS maxsulotlari ta'mirlanmaydiganlar sinfiga tegishli bo'lib qolmoqda.

Ishonchlilik maxsulot xususiyati sifatida loyihalash va ishlab chiqarish jarayonida oʻrnatiladi. Sinash vaqtida esa ishonchlilik koʻrsatkichlariga koʻra ekspluatatsiya talablariga javob berishi baxolanadi.

EVLarning real ekspluatatsiya qilish shartlar bilan sinash shartlarining adekvatligi. EVlarni ekspluatatsiya qilishni tahlil qilish va izlanishlar olib birish shuni koʻrsatadiki, ekspluatatsiya sharoitida olingan ishonchlilikni hisoblash yoki tajribalar va ishlab chiqarish sharoitidagi sinash yoʻli bilan olingan ishonchlilik koʻrsatkichlaridan sezilarli fariq qiladi. Bu farq uchta asosiy guruh sabablariga asoslanadi:

1) tajriba orqali sinashlarida modellashtiriladigan tashqi taʼsirlarning EVlarga boʻladigan real tashqi taʼsirlar bilan mos kelmasligi;

2) tajriba sinashlarida va ekspluatatsiya qilishda turli buzulishli kriteriyalaridan foydalanish bilan bogʻliq xar xil buzilishni topish usullarini va mezonlarini qoʻllash;

3) EVlarni sinash va ekspluatatsiya qilish ish rejimlarini xar xilligi:

EVLarni real ekspluatatsiya qilish sharoiti bilan sinash sharoitining adekvatligi yaʼni mos tushishligi muammosini koʻrsatilgan farqliliklarni imkoniyat boricha kamaytirish yoʻli bilan yechish mumkin. Bunda birinchi guruh sabablarini minimallashtirish alohida qiyinchilikni tashkil etadi. Bunga sabab modellashtirishdagi tashqi taʼsirlarning real taʼsirlar bilan mos tushishlik darajasi faqatgina bu boradagi yaʼni, EVning ishlatish borasidagi koʻp faktorli bilimlarning toʻliqligi bilan emas, balki sinash qurilmalari va uskunalarning texnik imkoniyatlariga ham bogʻliqdir. EVlarining murakkablashib borishi bilan sinash qurilmalariga boʻlgan talab ham kuchayadi. Biroq bu talabni qondirish faqat murakkab texnik muammo, balki iqtisodiy muammo hamdir. Misol uchun sinash va ishlash shartlarining yuqori keng chiziqli tasodifiy titrashni sinovchi qurilma sinusoidal titrashni sinovchi qurilmadan 100-1000 baravar qimmat turadi. Shuning uchun amaliyotda sinash qurilmalarini konstruksiyalashda kompromiss yechimga kelinadi, bunda bir tomondan arzon qurilma yaratilsin, ikkinchi tomondan sinash sharoitini, ishlatish

sharoitiga adekbatligi ta'minlansin. Bunda sinashni soddalashtirish yoki bir yuklamani boshqasiga almashtirish maqsadga muvofiq kelmaydi.

Ko'pincha EVlarini ekspluatatsiya qilishning real shartlari bilan sinash shartlari adekvatligi muammosini buzilishni tezlashtirish uchun yuklamani oshirilib, sinash davomida maxsulotning parametrlarini o'zgarishni yuqori chegaralarini qo'llab yechishga xarakat qilinadi. Biroq bunda quyidagi holatlarni hisobga olish kerak.

Xar bir maxsulot ma'lum bir chidamlilik bilan xarakterlanadi, ya'ni tashqi tasirlarga qarashilik ko'rsatish hususiyati mavjud. Faraz qilamiz maxsulot P chidamlilikka ega va unga G yuklanish ta'sir etmoqda. Agar $P > G$ bo'lganda maxsulot ishga yaroqli hisoblanadi. $P < G$ bo'lganda esa buzilish sodir bo'ladi. Bir turdagi maxsulotlarning chidamliligi xar doyim ham bir xilda bo'lavermaydi. Materiallardagi turli defektlar va texnologiya chidamliligini kamaytiradi.

$$P - G = \xi > 0$$

Tengsizlik berilganda, bu yerda ξ - qanchalik kichik bo'lmasin buzilish sodir bo'lmaydi.

Maxsulotning buzilishsiz ishlash ehtimolligi P va G ning qiymatiga bog'liq bo'lib, istalgan vaqtda aniqlangan taqsimlanishga egadir:

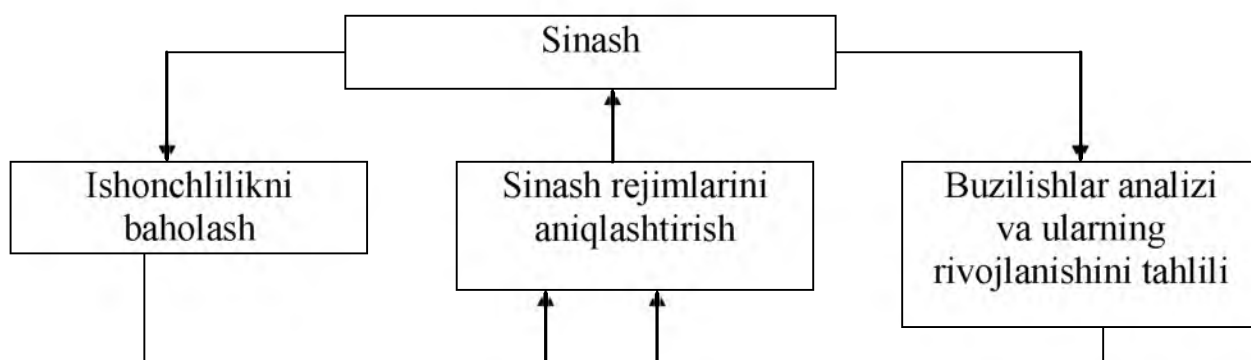
$$P = \int_0^{\infty} \varphi(\xi) d\xi$$

bu yerda $\varphi(\xi)$ - ξ - ni taqsimlash funktsiyasi.

Shuning uchun ta'sir etuvchi yuklamaning chegaraviy qiymati bir hil turdagi maxsulotlar uchun bir xil qilib olinadi. Bu qiymat uchun shu to'plamdagi maxsulotlarning ichidan tanlangan eng kam chidamlilikka ega maxsulotning yuklanishi chegaraviy qiymatiga teng qilib olinadi. Maxsulotning chidamliligi vaqt o'tishi bilan uning eskirishi va ishdan chiqishi natijasida kamayadi va bu jarayonning sodir bo'lishi tezligi unga qo'yilgan yuklamaga bog'liq bo'ladi. Sinash davomida maxsulotga qo'yilgan yuklama qanchalik katta bo'lsa, unga bo'lgan ta'sir qo'llanilishni oshiradi, bu esa maxsulotning sinash davomida ishdan chiqishiga yoki ekspluatatsiya jarayonida, unda kechadigan fizik-kimyoviy

jarayonlar natijasida tez eskirishiga va buzilib ketishiga olib keladi. EV ekspluatatsiya jarayonida tavsiya etilgan va zaxirali qilib tanlangan yuklama yo‘l qo‘yilgan chegaraviy yuklama deyiladi. Chidamlilik zaxirasi texnik shartlarga o‘rnatilgan vaqt davomida chidamlilikni ta‘minlash va maxsulotning ishonchlik ko‘rsatkichlarga ko‘ra tayyorlovchi tomonidan tanlanadi. Bu ko‘rsatkichlar maxsulotga bo‘lgan yuklama va tashqi muhitning birlikda yoki alohida ta‘sirini xarakterlovchi o‘zgaruvchilarga bog‘liq bo‘lgani sababli maxsulotlarga bo‘lgan chegaraviy ruxsat etilgan yuklama asosli tajriba yo‘llari bilan o‘rnatiladi.

EVLarga ularni ishlatish jarayonidagi chegaraviy ruxsat etilgan yuklamani aniqlashda, talab etilgan ishonchlik bilan birga EV ni ma‘lum ob‘yektida qo‘llash sifatini ham hisobga olish kerak bo‘ladi, chunki maxsulotga yuklama bo‘yicha juda katta zaxira yaratish, maxsulotni qo‘llash sifatini kamaytiradi. Shu sababli ko‘rsatilgan talablarni bajarishda, optimal chegaraviy ruxsat etilgan yuklamani tanlash muhim hisoblanadi. Yana qayta ishlab chiqariladigan maxsulotlar uchun chegaraviy ruxsat etilgan yuklama texnik shartlar asosida, oldin olingan natijalar va ishlatish bo‘yicha o‘tkazilgan tajriba natijalariga ko‘ra, undan tashqari, shu maqsadda maxsus konstruksiyalashtirilgan maxsulotning butun va alohida elementlarining sinov modellari uchun o‘rnatiladi. EVlarning ishlash jarayonidagi chegaraviy ruxsat etilgan yuklamasini tanlash ishlarini 68–rasmda keltirilgan sxemada ko‘rish mumkin.



68-rasm. EVlarni sinash va ekspluatatsiya qilishda ruxsat etilgan chegaraviy yuklamasini tanlash

EV ning berilgan ishonchlilik ko'rsatkichlarini kafolatlangan vaqt ichida ta'minlab turish, faqatgina to'g'ri tanlangan chegaraviy ruxsat etilgan yuklamaga bog'liq bo'lib qolmay balki, maxsulotning parametrlarining ruxsat etilgan chegaraviy o'zgartirishlarni to'g'ri tanlashga ham bog'liq, ya'ni 2-guruh sabablari maxsulotni ekspulutatsiya qilish shartlari, sinash shartlariga adekvant emasligi bilan bog'liq. Bu sinashning ekspluatatsiya shartlari bilan ketma-ket emasligini aniqlaydi. Maxsulot parametrlarining nazoratini sinov o'tkazilguniga qadar texnologik xujjatlar o'rnatilgan maxsulotni ishlab chiqarishga mo'ljallangan me'yorlar asosida nazorat-o'lchash aparatlarining (NO'A) xatoliklarni e'tiborga olib amalga oshiriladi. Bu me'yorlar hususiy texnik shartlar normasida o'rnatilgan me'yorlarga nisbatan juda qattiq hisoblanadi. Ishlab chiqarish me'yoriy zahirasi, xususida texnik shartlariga o'rnatilgan meyorlarga mos kelmaydigan maxsulotni ishlab chiqarmaslik uchun zarur hisoblanadi. Ishlab chiqarishda qo'llaniladigan NO'A xatoligi tayyor maxsulotni nazorat qiluvchi NO'A xatoligidan kam bo'lishi kerak. Aks holda yaroqsiz maxsulotlar yaroqli deb o'tkazib yuboriladi va qabul qilish sinovlarini o'tkazish kerak bo'ladi.

Sifat parametrlari me'yoriylari faqat NO'Alari xatoligiga bog'liq emas. Ishlab chiqarishda doimo ishlab chiqarish texnologiyasi hususiyatlari bilan asoslangan parametrlar qiymatlarining texnologik tarqoqligi, ya'ni avvalo dastlabki materiallar va texnologik qurilmaning xarakteristikalarini tarqoqligi kuzatiladi. Undan tashqari maxsulot parametrlari qiymatining vaqtga ko'ra o'zgarishi yuklama va tashqi muhit ta'siri oqibatida ro'y beruvchi fiziko-ximik jarayonlarga ko'ra yuz beradi. Shuning uchun ko'rsatilgan ishonchlilik ko'rsatkichlarni ta'minlash uchun maxsulotni topshirganda ishlab chiqaruvchi iste'molchiga chegaraviy real qiymatlardan farqlanuvchi maxsulot parametrlarining o'rnatilgan shartli me'yorlash kriterilarini berishi kerak. Me'yoriy zaxira maxsulotga tashqi faktorlar ta'sir qilganda vaqt bo'yicha uning parametrlarining o'zgarish tezligiga bog'liq. Shunga ko'ra parametr o'zgarishining ruxsat etilgan chegaraviy qiymati qancha keng bo'lsa, parametr qiymatlarining berilgan vaqt ichida chegaradan chiqib ketish ehtimolligi shunchalik kam bo'ladi. Bu esa, maxsulotning buzilmay

ishlash ehtimolligi yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Biroq maxsulotga ruxsat etilgan chegaraviy yuklamani o'rnatishda ishonchlilik kabi parametrlarga juda katta zaxira tanlash maqsadga muvofiq hisoblanadi, chunki bu holda ishonchlilik ko'rsatkichi o'zgarmaydi, lekin maxsulotning va ob'jektning texnik xarakteristikalari yomonlashadi.

Maxsulotning konstruktiv xususiyatlari va texnologik tarqoqligiga bog'liq holda o'rnatilgan parametrlari zaxirasi konstruktiv-texnologik zaxira deyiladi. Maxsulotning yaroqli yoki shartli ravishda buzilganligini bildiruvchi parametrlari yaroqlilik kriteriysi parametrlari (YaKP) deyiladi.

EVLarning sinash va ekspluatatsiya qilish sharoiti bilan adekvant emasligini aniqlovchi 3-guruhning sababi sinash va ekspluatatsiya qilish jarayonida ishlari rejimlarning turlicha bo'lishligi bilan bog'liqdir. Ba'zi maxsulotlar ishlatilishi davomida uzoq vaqt ishlamaydigan holatda bo'ladi. Ana shu vaqt davomida 20% dan 60% gacha bo'lgan buzilishlar yuz berishi aniqlangan. IS tarkibi qismi hisoblaydigan MDM, MDP kabi fizik strukturalar uchun tasodifiy buzilishlarga barqarorlik, elektr yuklama yoqilganda ortadi. Boshqa tarafdin siklik rejimda ularni tez-tez o'chirib yoqishda EVLarning ko'pi buzilishlarga uchrashi mumkin. Bunga sabab EVLarning o'chirib-yoqilishiga asoslangan o'tish jarayonlarida, ularda ortiqcha tok va kuchlanish hosil bo'lib, ular texnik xujjatda ruxsat etilgandan ham ortib ketadi. Ba'zan siklik rejimda ishlatishga mo'jallangan EVlarni sinashini soddalashtirish maqsadida uzluksiz sinash o'tkaziladi. Biroq, amaliyot shuni ko'rsatadiki, o'chirib yoqishning katta chastotasida (o'chirib yoqish soatiga bir martadan ko'p) ishlovchi EVlarning ishonchliligini, o'rnatilgan vaqt davomida, masalan sutkada 10 soat davomida uzluksiz ishlaydigan EVlar ishonchliligidan ko'p marotaba kam bo'ladi.

Ekspluatatsiya qilish va sinash jarayonlarida ishonchlilik ko'rsatkichlaridagi farqini kamaytirish uchun texnik va tashkiliy ishlar olib boriladi. Tashkiliy ishlar EVlarini ekspluatatsiya qilish va sinash vaqtida buzilishlar haqida ma'lumotlar yig'ishning yagona pratsedurasini o'rnatish va u haqida to'liq axborat yig'ish, ekspluatatsiya qilish va sinashda buzilishlarning

korrelatsion kriteriyalardan foydalanish, hamda buzilishlar orasidagi fiksirlanish bir xil oraliq vaqtni o'rnatishni o'z ichiga oladi. Texnik ishlar ishonchlilikka sinash usul va dasturlarini mukammallashtirishni amalga oshirish, sinash uchun mavjud qurilmalarni takomillashtirish yangi qurilmalarni ishlab chiqarish bilan bog'liq.

Sinashlarning murakkabligini kamaytirish muammosi eng avvalo maxsulotning yuqori ishonchlilik ko'rsatkichlarini tajribaviy tasdiqlash bilan bog'liq. Aslida zamonaviy maxsulotlar uchun $\lambda \approx 10^{-7}$ 1/soat qiymatni aniqlash va tasdiqlash uchun 10 yil davomida 1000 ta maxsulotlarni sinashi kerak bo'ladi. Bu sinovlarni o'tkazishning faqatgina murakkabligi emas balki, narxi ham ancha baland bo'lganligi va EV ishonchliligi haqidagi axborot cho'zilib ketgan sinash davri tufayli o'z qadrini yo'qotadi. Hozirda bundan muammolarni hal qilish uchun yo'nalishda yechilmoqda:

- 1) EVlar ishonchliligini taxminlashni matematik, fizik, fizikostatik usullarini rivojlantirish;
- 2) Mikroprotessor texnikasidan va hisoblash texnikasi vositalaridan keng foydalanib EV sinashlarini avtomatlashtirish;
- 3) Buzulmaydigan nazorat usullarini rivojlantirish.

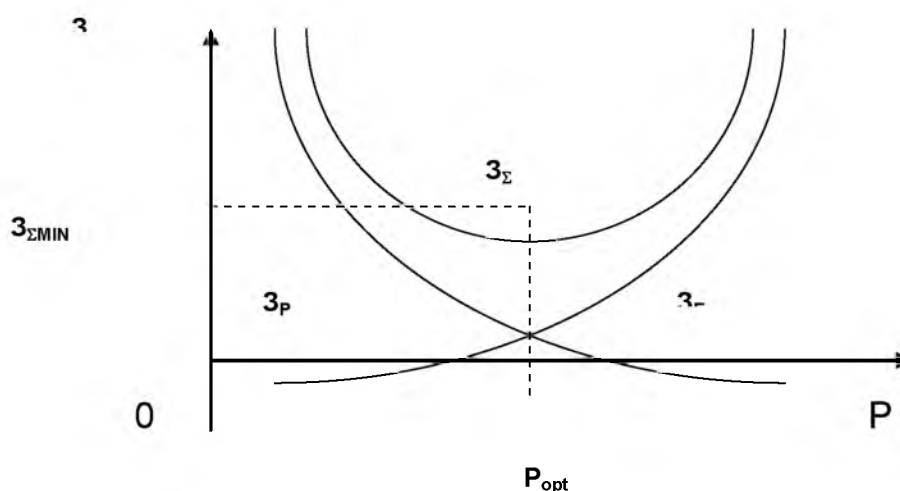
Birinchi yo'nalishda real strukturalarda kechadigan fizik-kimyoviy jarayonlarni o'rganishiga asoslangan ishonchlilikni taxmin qilishning fizik – statik uslublari intensiv rivojlantiriladi. Bu holda EVlarni sinash uslubi maxsulot parametrlari degradatsiyasidan kelib chiqib, unda kechadigan fizik–ximyoviy jarayonlarni tezlanishiga olib keladi, buning natijasida buzilishgacha bo'lgan vaqt oralig'i kamayadi. Sinash yuqori yuklamada EVning tezlashtirilgan ish rejimida o'tkaziladi va tezlashtirilgan sinash deyiladi.

Ikkinchi yo'nalish EVlarni sinashlarni narxini kamaytirishni ta'minlaydi va shu bilan birga bir vaqtda natijalarining to'g'riligini oshiradi va sinashlarni avtomatlashtirish uchun hisoblash texnikasini keng qo'llash bilan bo'g'liqdir. Bu esa ko'p seriyali yoki ommaviy ishlab chiqarishda sinovlar o'tkazishni avtomatlashtirish natijasida ko'proq samara beradi.

Uchinchi yoʻnalish EVlarni ishonchlilik va sifatini baholash aniqligini oshirishi imkoniyatini beradi va buzmaydigan nazorat usulini rivojlantirishini koʻzda tutadi. Bu usullarning diagnostik xarakteri ularni texnik jihatdan amalga oshirishda, bir tomondan ishonchlilikni baholashda statik usullaridan voz kechish imkonini bersa, boshqa tarafdin materiallarni yarim tayyor maxsulotlarni va tayyor maxsulotlarni sifatini va ishonchliligini yuqori aniqlikda va tezkorlikda tanlab yoki bira toʻla baholashni amalga oshiradi. Buzmaydigan nazorat uslublari kelajagi porloq uslublar hisoblanib ishlab chiqarilayotgan EVlar uchun tehnologik jarayonlarni va sifatni boshqaruvchi avtomatlashtirilgan tizimlarni yaratishda ishonchlilikni oldindan aytib berish uchun asos boʻlishi mumkin.

Agar maxsulot tayyorlashda nazorat kuchaytirilib juda yuqori aniqlikga erishilsa, uning tannarxi oshib ketadi. Ekstremal holatlarning yana biri nazorat oʻtkazilmasdan ishlab chiqarishda maxsulot 100% yaroqsiz boʻlishi. Bu ikki chekka holatlar orasida optimal variant bor boʻlib, uning natijasida ishlab chiqarishda yuqori iqtisodiy samaradorlikka erishiladi. EVning sifatini taʼminlashga ketadigan sarf-xarajatlarni ularning buzilishga barqarorligi ehtimolligiga bogʻliqligi 69-rasmda keltirilgan.

Rasmdan koʻrinib turibdiki ishonchlilikni optimal qiymatli koʻrsatkichlari EVlarni ishlab chiqarish va ekspluatatsiya qilishga ketadigan xarajatlarning minimal miqdoriga mos keluvchi iqtisodiy va foydali koʻrsatkichlar hisoblanadi.



69-rasm. EVlarni buzilmay ishlash ehtimolligiga bogʻliq sifatni taʼminlash

3_P – *ishlab chiqarishdagi xarajat;*

3_E – *ekspluatatsiya qilishdagi xarajat;*

3_Σ - *xarajatlar summasi.*

Ko‘rinib turibdiki ishonchlilik miqdoriy ko‘rsatkichlarining optimali bu ko‘proq iqtisodiy foydali ko‘rsatkichlardir. Ular EV ekspluatatsiyasi va ishlab chiqarishdagi minimal xarajatlarga mos keladi. Biroq ishonchlilik muhim bo‘lgan hollarda, iqtisodiy tasavvurlar ikkinchi o‘rinda turadi.

9 bobga oid savollar:

1. EVlarni sinashdan maqsadi nima?
2. EVlarga ta'sir deganda nimani tushunasiz?
3. Yarim tayyor maxsulotlarda nuqsonlarning kelib chiqishi sabablarini ayting.
4. EVlarga ta'sir qiladigan qanday omillar mavjud?
5. Klimatik ta'sirlar nima? Klimat qanday hosil qilinadi?
6. Biologik ta'sirlar va ularning natijasi qanday bo'ladi? Biozarar turlari. Bioximiyaviy buzilishlar deganda nimani tushinasiz?
7. Kosmik fazodagi termovakuum omillari nima?
8. Yer atrofi fazosidagi kosmik nurlanish. Meteor zarrachalar.
9. Maxsulotni sifatini aniqlovchi hususiyatlar qanday sinflarga bo'linadi?
10. EVlarni ekspluatatsiya qilish shartlarini sinash shartlari bilan adekvatligini tushuntirib bering.

10 bob. Elektron vositalarni sinash nazariyasi asoslari

10.1. Elektron vositalarni sinashda ishlatiladigan ba'zi bir ehtimollik nazariyasi tushunchalari

EVLarini sinash jaroyonida ba'zi bir tasodifiy holatlar yuzaga kelishi mumkin.

Tasodifiy holat deb aniqlangan shartlar majmuasida shu holat yuz berishi imkoniyatiga bog'liq bo'lgan yuz berishi mumkin bo'lgan yoki mumkin bo'lmagan holatga aytiladi. Xar bir sinashga qo'yilgan, buzilgan namunaning buzilishgacha bo'lgan vaqti tasodif hisoblanadi. Avvalambor bu maxsulotni ishlab chiqarishda bir hil texnologik tartib va foydalaniladigan materialning fizik-kimyoviy tuzilishini ushlab turish mumkin emasligida namoyon bo'ladi. Shuning uchun ishlatiladigan xom ashyo parametrlarining tebranishlar ehtimolligi, foydalaniladigan texnologik qurilmalarni ish rejimlari va ishlab chiqarishning boshqa faktorlari EVLarni buzilishsiz ishlash davomiyligicha ta'sir ko'rsatadi. Bu esa, xar bir aniq namunaning buzilishigacha bo'lgan vaqt davomiyligida buzilish sodir bo'lishi yoki bo'lmasligi mumkinligining, ya'ni sinalayotgan maxsulotda buzilishlar yuzaga kelish vaqti turlicha, tasodifiy holatda bo'lishini anglatadi. Tasodifiy xolatlarni o'rganish bilan ehtimollik nazariyasi (EN) shug'ullanadi. EVLarni sinashda qo'llanuvchi ENsi tushunchalarini ko'rib chiqamiz.

Bizga N turdagi namunadan tashkil topgan maxsulot partiyasi berilgan. Oldindan ma'lumki, unda D – defektga ega maxsulot mavjud maxsulot partiyasi ichidan deffekt namunalarini ajratib olish ehtimolligi.

$$Q=D/N$$

N –namunadan bitta deffektsiz namunani ajratib olish ehtimolligi

$$P = \frac{N - D}{N} = 1 - Q \quad (10.1)$$

bu yerda Q va P qiymati D deffektli maxsulot soni bilan aniqlanadi va shu partiya uchun umumiy xarakteristikalar deb nomlanadi.

Agar topshirilayotgan partiyada buzilgan, yani deffektli maxsulot bo'lsa ($D=0$) u holda deffektsiz maxsulotni ajratib olish ehtimolligi $p=1$ bo'ladi. Bunday xolatni aniq to'g'ri holat deyiladi. Agar partiyada faqat defektli maxsulot bo'lsa $N=D$, u holda deffektsiz maxsulotni ajratib olish ehtimolligi $P=0$ bo'ladi. Bunday xolat mumkin bo'lmagan xolat deyiladi. Qolgan barcha defektsiz maxsulot ajratib olish ehtimolligi 0 va 1 orasida yotadi.

Faraz qilaylik tasodifiy tanlash uslubi orqali topshirilayotgan partiya ichidan p hajimli tanlash amalga oshirilgan bo'lsin, tekshirishlar natijasida tanlangan n maxsulotlardan D maxsulotlar deffektli bo'lib chiqdi.

$$q=d/n$$

Partiyadan tanlab olingan maxsulotlar ichida deffektli maxsulotlar qismi formula bilan aniqlanib tanlovdagi deffektni maxsulotlarning statistik ehtimolligi deyiladi.

Tanlovdagi deffektsiz maxsulotlarning statistik ehtimolligi

$$P=(n-d)/n=1-q$$

bilan aniqlanadi.

q va p kattaliklar tanlovchi xarakteristikalar deyiladi. Ularning qiymatlari tasodifiy xarakterga egadir.

Tanlov davomida maxsulotlar sonining ortishi bilan q va p larning statik ehtimolligi o'zlarining tasodifiy xarakterlaridan yoqotadilar. Tanlov kichkina bo'lgan holdagi ta'sir ko'rsatuvchi tasodifiy holatlar, tanlov hajmining kattalashib borishi bilan birgalikda kamayadilar va q va p tanlov xarakterlari qiymati Q va P larning qiymatiga yaqinlashib boradi.

Tasodifiy holatlarni o'rganish statik ma'lumot va uning xarakteristikalari bilan tanishishni taqazo etadi. Mahsulot partiyalarida qandaydir x_i parametrni aniq o'lchanadi deb faraz qilamiz, xar bir maxsulot uchun x_i ning aniq qiymati tasodifiy hisoblanadi. O'lchashlar natijasida parametrlarning tasodifiy qiymatlar to'plamlari hosil qilinadi.

Agar bu qiymatlarni o'sish tartibida joylashtirsak, x_i tasodifiy miqdorni tartiblangan qatori hosil bo'ladi. Bunday qatorlarda qaytariluvchi ikki yoki undan

ortiq x_i qiymatlar birlashtiriladi. Takrorlanuvchi qiymatlar soni m_i orqali belgilanadi va absolyut chastota yoki statik og'irlik deb ataladi va tasodifiy kattalik qiymatlari qatorlari – statik qatorlar deb ataladi.

Statik qator ikki xil muhim xarakteristikaga ega bo'lib, ular siqilgan (zichlangan) holda o'lchashlar natijasini tasvirlaydi. Ulardan biri kuzatilayotgan qiymatning o'rtacha holatini, ikkinchisi alohida qiymatlarning o'rtacha qiymatdan farqlanishini bildiradi. Qatordagi kuzatilayotgan qiymatlarning o'rtacha holati o'rta arifmetik va medianasi yordamida xarakterlanadi.

Oddiy statistik to'plamda xar qanday tasodifiy kattalik faqat bir marta uchrashini hisobga olib, uning o'rta arifmetigi quyidagicha aniqlanadi.

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (10.2)$$

Statik qatorlar uchun, x_i tasodifiy kattalikning xar bir qiymatiga qandaydir m_i kattalik mos kelsa, uning o'rta arifmetigi.

$$\bar{x} = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (10.3)$$

Bunday hollarda \bar{x}_i o'rtacha arifmetik tasodifiy kattaliklarning o'rtacha muallaq qiymati deyiladi. Shuni nazarda tutish kerakki \bar{x}_i kattalik faqatgina kuzatilayotgan bir turdagi qiymatlar to'plami uchun qo'llanilsa umumiy lashgan xarakteristika bo'lib hisoblanadi.

x tasodifiy kattaliklarning medianasi Me deb, ularning tartiblangan qatorining o'rtasiga to'g'ri keluvchi qiymatga aytiladi, ya'ni mediana tartiblangan qatorlarni ikkita son jihatdan teng tasodifiy qiymatlar guruhiga ajratadi.

O'lchashlarning juft sonlarida mediana qatorining o'rtasida joylashgan ikkita qo'shni qiymatlarning o'rtacha arifmetigiga teng, o'lchashlarning toq sonlarida qatordagi o'rta holatni egallagan tasodifiy kattalik qiymatiga teng bo'ladi.

Ko‘rib o‘tilgan \bar{x}_i va Me xarakteristikalar o‘z atroflarida tasodifiy kattaliklarning alohida qiymatlarini tarqalishini bildirmaydi. Tasodifiy kattaliklar qiymatlarini tarqalishini izoxlash uchun qator xarakteristikalari qo‘llaniladi. Ulardan eng oddiysi uzunlikdir.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Bu yerda X_{\max} va X_{\min} tasodifiy kattaliklarning maksimal va minimal qiymatlaridir. Uzunlik tasodifiy kattalik qiymatlarining sochilishini tajribiy baholash uchun xizmat qiladi.

Statistik qatorlarda tasodifiy kattaliklar qiymatlarining tebranishlarini o‘lchash sifatida tanlangan dispersiya deb ataluvchi, o‘rtaga chetga chiqish kvadratidan tez-tez foydalaniladi.

Tanlangan dispersiya

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (10.4)$$

Mos m_i chastota mavjudligida muallaq tanlangan dispersiya quyidagicha hisoblanadi.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i}{\sum_{i=1}^n m_i - 1} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i}{n-1} \quad (10.5)$$

Formulalardan ko‘rinib turibdiki, dispersiya tasodifiy kattalikning kvadratini tengligiga egadir.

Tarqalishning ko‘rgazmali xarakteristikasi bo‘lib, o‘lchami tasodifiy kattalikning o‘lchanadigan qiymati bilan mos tushadigan o‘rtacha kvadratli chetga chiqish hisoblanadi.

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (10.6)$$

Muallaq o‘rtacha kvadratli chetga chiqish:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 m_i} \quad (10.7)$$

Tasodifiy kattaliklar tarqalishi xarakteristikalari uchun variatsiya koeffitsiyenti V xam qo'llaniladi. U tasodifiy kattalikning o'rtacha kvadratli chetlanishini o'rta arifmetik qiymati nisbatini foizlarda ifodalanishiga tengdir.

$$V = \frac{S}{X} 100\% \quad (10.8)$$

Ko'rib o'tilgan xarakteristikalar tanlanadigan xarakteristikalar hisoblanadi, chunki ular asosiy bosh to'plamdan tanlash asosida olingandir.

Asosiy bosh to'plamdagi tasodifiy kattaliklarni o'rtacha holati xarakteristikalari uchun tasodifiy kattalikning matematik kutilishi ($M[x]$) xizmat qiladi, gohida asosiy bosh o'rtacha arifmetik deb xam nomlanadi. Uni aniqlash uchun X tasodifiy kattalik P_1, P_2, \dots, P_n extimollikka mos keluvchi x_1, x_2, \dots, x_n diskret qiymatlarini qabul qilsin deb faraz qilamiz.

Bunda

$$M[X] = \frac{x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad (10.9)$$

Agar $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ deb hisoblasak

$$M[X] = \sum_{i=1}^n x_i p_i \quad (10.10)$$

deb yozishimiz mumkin.

Agar tanlanadigan o'rtacha arifmetik miqdor xar doim tasodifiylik elementiga ega bo'lsa, holda MK – berilgan asosi bosh to'plam uchun doimiy kattalikdir (masalan, topshiriladigan maxsulot partiyasi).

Asosiy bosh to'plamdagi X tasodifiy kattalik dispersiyasi

$$\delta^2[X] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{x_i - M[X]\}^2 \quad (10.11)$$

Ga X ning qiymati asosiy bosh to'plamda qaytarilmas bo'lsa, teng bo'ladi, X ning qaytariluvchi qiymatida esa quyidagicha ko'rinishga ega:

$$\sigma^2[X] = \frac{\sum_{i=1}^n \{X_i - M[X]\}^2 m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (10.12)$$

Tasodifiy kattaliklar diskret yoki uzluksiz bo'lishi mumkin. Shunga mos ravishda ularni ehtimolliklarni taqsimlash diskret yoki uzluksiz tasodifiy kattaliklarni taqsimlash qonuniyatlari orqali ifodalandi. Masalan, diskret tasodifiy kattalik bu tanlovdagi parametrlari hech qanday talablarga javob bermaydigan maxsulotlar sonidir. Bunday defektli maxsulotlar soni, faqat butun sonlardan iborat bo'ladi. Masalan, uzluksiz tasodifiy kattalik bo'lgan maxsulotni buzilishgacha ishlash vaqti butun va kasrli qiymatlarni qabul qiladi. Diskret tasodifiy miqdorlarni hosil bo'lishi ehtimolligini taqsimlanishi ko'pincha gipergeometrik yoki binominal qonun yoki Puasson qonuni orqali ifodalanadi; uzluksiz tasodifiy miqdorlar hosil bo'lishi ehtimolligini tarqalishi – eksponentsial yoki Gauss qonunlari, bundan tashqari Veybulla qonunlari orqali izoxlanadi.

Taqsimlanishni kompozitsiyasi va superpozitsiyasi. EVlarda sinovlar o'tkazishda va undan olingan natijalarga ishlov berishga taqsimlanishni kompozitsiyasi va superpozitsiyasi ko'pincha uchrab turadi. Ko'pincha shu tushunchalarni to'liq ko'rib chiqamiz. Bir qator mustaqil tasodifiy x_1, x_2, \dots, x_n kattaliklar $f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n)$ ehtimolliklar zichligiga ega bo'lsin. Ehtimollik zichligi berilgan intervaldagi tasodifiy kattalik qiymatini tushishi ehtimolligini shu interval uzunligiga nisbatini ifodalaydi. Ko'rsatilgan kattaliklarni bir-birlariga qo'shib, $f(y)$ ehtimolliklar zichligiga ega bo'lgan yangi tasodifiy kattalik $y = x_1 + x_2 + \dots + x_n$ hosil qilamiz. U tasodifiy kattalikni taqsimlash qonuni x_1, x_2, \dots, x_n tasodifiy kattaliklarning taqsimlash qonunlari kompozitsiyasi deyiladi. Taqsimlash kompozitsiyasining umumiy va hususiy xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

Kompozitsiyani tashkil qiluvchi dastlabki taqsimlash qonunlarini ko'rinishiga bog'liq bo'lmagan taqsimlash kompozitsiyasini hususiyati umumiy hususiyatlar deyiladi. Ularga quyidagi xususiyatlar kiradi:

1. Y tasodifiy kattalikning matematik kutilganligi taqsimot qonunlari taqsimlash kompozitsiyasidan tashkil topgan tasodifiy kattaliklarning matematik kutilganliklarining arifmetik yig'indisiga teng:

$$M[Y]=M[X_1]+ M[X_2]+...+ M[X_n] \quad (10.13)$$

2. Y tasodifiy kattalik dispersiyasi taqsimot qonunlar taqsimot kompozitsiyasidan tashkil topgan tasodifiy kattaliklar dispersiyasini arifmetik yig'indisiga teng:

$$\sigma^2[Y]=\sigma^2[X_1]+ \sigma^2[X_2]+...+ \sigma^2[X_n] \quad (10.14)$$

Bu xususiyatlardan ikkita xulosa chiqarish mumkin:

1) Tanlovdagi maxsulotlarning n sonini o'sishi bilan variatsiya koefitsienti kamayib boradi, bunga ko'ra aniqlik o'lchovi \sqrt{n} ga proporsional o'sadi.

2) Agar ikkita yoki undan ko'proq tez farqlanuvchi o'rtacha kvadratik chetlanishli tasodifiy kattaliklar mavjud bo'lsa, bunda ularni taqsimlash kompozitsiyalarida kichik dispersiyali tasodifiy kattalik dispersiyalar yig'indisiga hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi.

Taqsimlash kompozitsiyasining hususiy xususiyatlarini ko'rib chiqamiz, yani kompozitsiyani tashkil qiluvchi dastlabki berilgan taqsimot qonunlarining aniq ko'rinishga bog'liq bo'lgan hususiyatlarni faraz qilamiz x_1 va x_2 tasodifiy kattaliklar λ parametrli eksponentsial qonun bilan ifodalanuvchi taqsimotga ega bo'lsin:

$$M[X_1]= M[X_2]=1/\lambda \quad (10.15)$$

$$\sigma[X_1]=\sigma[X_2]= 1/\lambda \quad (10.16)$$

Bu qonunlarning kompozitsiyasi ham taqsimotning eksponentsial qonuni kabi ifodalanadimi yoki yo'qmi, ko'rib chiqamiz. Birinchi umumiy xususiyat bo'yicha $y=x_1+x_2$

$$M[Y]=M[X_1]+M[X_2]=1/\lambda+1/\lambda=2/\lambda \quad (10.17)$$

$$\sigma^2[Y]=\sigma^2[X_1]+\sigma^2[X_2]=1/\lambda^2+1/\lambda^2=2/\lambda^2 \quad (10.18)$$

bunda variatsiya koefitsiyenti:

$$V[Y]=\sigma[Y]/M[Y]=\sqrt{2}/2 \quad (10.19)$$

Shunday qilib, ikkita eksponentsial taqsimlanishning kompozitsiyasi natijasiga yangi taqsimlanish eksponentsial qonunlarga bo'ysunmaydi, bunda variatsiya koeffitsiyenti xar doim birga teng bo'ladi.

Agar ikkita Veybulla taqsimotini olib qaralsa, bunda ularning kompozitsiyada Veybulla taqsimlanishi hosil bo'lmaydi. Huddi shuni Puasson va Gauss qonunlaridan mustasno tarzda, taqsimlanishni boshqa qonunlari uchun ham aytish mumkin. Puasson taqsimotidagi katta sonlarda kompozitsiyasini taqsimlash, agar matematik kutilganlaik 20 tadan ortiq bo'lsa, Gaussnikiga yaqin bo'ladi. Shundan kelib chiqib, katta sondagi binominal taqsimotda kompozitsiyani taqsimlash Gauss qonuniga juda yaqin. Bundan tashqari turlicha, lekin bir-biridan uncha katta farqlanmaydigan dispersiya va matematik kutilganlikka ega katta hajmdagi ($n \rightarrow \infty$) mustaqil tasodifiy kattaliklarning bir hil bo'lmagan taqsimlanishining kompozitsiyasi natijasida ham Gauss taqsimoti hosil bo'ladi. Bu ehtimollik nazariyasidagi muhim holat xisoblanib, markaziy chegaraviy teorema deyiladi.

Amaliyotda taqsimlanish kompozitsiyalari xar xil maxsulot partiyasidan olingan, bir qancha tanlovlarni sinash natijalarini umumlashtirganda uchraydi.

Faraz qilaylik, sinashga N ta maxsulotdan tashkil topgan partiya berilgan, ulardan N_1 maxsulot uchun X tasodifiy kattalik ehtimolligi zichligi $f_1(x)$ dan N_2 maxsulot uchun $f_2(x)$ bo'lsin. Bunday xolatda $f_1(x)$ va $f_2(x)$ taqsimotlarning superpozitsiyasi yuzaga keladi:

$$f(Y) = \omega_1 f_1(x) + \omega_2 f_2(x) \quad (10.20)$$

Bu yerda $\omega_1 = N_1/N$; $\omega_2 = N_2/N$.

Taqsimlashning superpozitsiyasidagi Y tasodifiy kattalikning MKgi va dispersiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$M[Y] = \omega_1 M_1[X] + \omega_2 M_2[X] \quad (10.21)$$

$$\sigma^2[y] = \omega_1 * \sigma_1^2[x] + \omega_2 * \sigma_2^2[x] + \omega_1 * \omega_2 \{M_1[x] - M_2[x]\}^2 \quad (10.22)$$

10.2. Sinashlardagi tanlash usullari. Asosiy xarakteristikalar

EVLarni sinash usullarining ko'pchiligi maxsulotni buzuvchi va yoki maxsulot texnik resurslarini sezilarli qisqartiruvchi bo'ladi.

Texnik resurs – bu EVning ekspluatatsiya qilishni boshidan chegaraviy holatga kelguncha ishlashidir. Chegaraviy holat bu EVlarni berilgan parametrlarini o'rnatilgan normadan chetga chiqib ketishi yoki sifat ko'rsatkichlari pasayishi hisobiga ishlatishni to'xtatish xolatidir. Uning kiriteriyasi normativ texnik hujjatlarda ko'rsatiladi. Shuning uchun sinashlarda tanlash usuli keng qo'llaniladi. Unda maxsulotlar ichidan tanlangan bir donasi hamma maxsulot xarakteristikalarini ifodalaydi. Agar tanlangan maxsulot bosh to'plamdagi maxsulotlarning hamma xarakter va tuzilishini to'liq tasvirlasa, u holda bunday tanlanma reprezentativ yoki o'rishli deyiladi.

Tanlovlar bir qancha belgilarga ko'ra sinflanadi, masalan tashkil qilinishga ko'ra (takroriy va takrorlanmaydigan, oldindan tanlash bo'yicha), (oldindan kuzatilgan va tasodifiy), hosil bo'lish vaqtiga ko'ra (bir vaqtda va joriy), maqsadga ko'ra (umumiy va qavat-qavat ishlab chiqarish) va hokazo.

Tanlash xarakteristikalar yordamida bosh to'plamga nisbatan statistik xulosalar qabul qilinadi va bu bosh xarakteristikalarni baholash deyiladi. Shunday qilib, EVlarni sinashda q tanlash xarakteristikalari yordamida tanlangan maxsulot partiyasi uchun bosh umumiy xarakteristikasi Q ni baholanadi. Tanlangan o'rta arifmetik \bar{x} va o'rta kvadratik cheklanish S matematik kutilish $M[X]$ va dispersiya σ ni baholashga xizmat qiladi.

Tanlavdan olingan d ta nuqsonli maxsulot soni qiymati yordamida nuqsonli maxsulotlarning bosh to'plamidan D ta nuqsonli maxsulot soni aniqligi va puxtaligini baholash xaqida tasavvurlarga ega bo'lishi uchun ishonchlilik chegaralaridan foydalaniladi. Baholanuvchi parametrning ishonchlilik chegaralarida bo'lish ehtimolligi P^* ishonchlilik deyiladi. U birga yaqin qiymatlarni, ya'ni 0.9; 0.95; 0.99 ni qabul qiladi P^* . Ishonchlilik bizning ishongimiz darajasini tasvirlab $Q \geq Q_H$ yoki $Q \leq Q_B$ bo'lsa, bu yerda Q_H ba Q_B pastki va yuqori ishonch chegaralari, u holda y_1 bir taraflama ishonchlilik deyiladi. Ikki

taraf lama ishonchlilik P'' $Q_H \leq Q \leq Q_B$ bo'lgan holda bizning ishonchimizni tasvirlaydi va u bir taraf lama ishonchlilikdan ancha kichik hisoblanadi:

$$P'' = 2P - 1$$

Amaliyotda ishonchli chegaralarni hisoblash uchun maxsus jadval qo'llaniladi. Jadvalda tanlovdagi defektli maxsulot soniga bog'liq bo'lgan ikki tomonlama uchun haqiqiyliigi $0.9 Q_B$ va Q_H ishonchlilik chegaralarni hisoblash K_B va K_H koeffitsiyentlar bir taraf lama haqiqiyliigi 0.95 ga teng bo'lgan Q_B ishonchlilik chegarasini hisoblash uchun K_B koeffitsiyentlar keltiriladi.

Q_H va Q_B ning qiymati quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$Q_B = K_B/n \quad (10.23)$$

$$Q_H = K_H/n \quad (10.24)$$

EVLarni sinashdagi asosiy masalalardan biri tanlov hajmini aniqlash hisoblanadi. Uning judayam katta hajmi ortiqcha vositalar va vaqtning sarf qilinishiga sabab bo'lishi mumkin. Agar tanlov hajmi va sinov vaqti juda kichik bo'lsa, u holda nisbatan haqqoniy natijalar olinishga shubha tug'ilishi mumkin. Shunday tanlov hajmini va sinov vaqtini olish kerakki, kam vaqt sarflab, maksimal tezlikda va sinashlarning minimal bahosida ishonchli va haqqoniy natijalarga erishilsin.

Odatda maxsulotni tayyorlash uchun normativ texnik hujjatlar yaratishda holati (MTX)ni maxsulot yetkazib beruvchi buyurtmachi bilan maxsulot partiyasini qabul qilishda tanlanmalarda yo'l qo'yiladigan nuqsonli maxsulotlar sonini d_{DOP} oldindan kelishib olishadi. Bu son berilagan Q_B qiymatidan kelib chiqib o'rnatiladi. Agar $d > d_{DOP}$ bo'lsa, u holda maxsulot partiyasi buyurtmachi tomonidan qabul qilinmaydi, chunki bunday holda bu partiya shu maxsulotga qo'yilgan texnik shartlarida ko'rsatilgan puxtalikka qo'yilgan talabni qanoatlantirmaydi. Sinalayotgan tanlanmalardagi manfiy natija bergan buzilgan maxsulotlarning eng kam soni, braklar soni S^1 ni beradi. Sinalayotgan tanlanmalardagi musbat natija bergan buzilgan maxsulotlarning eng ko'p soni qabul qiluvchi son deyiladi.

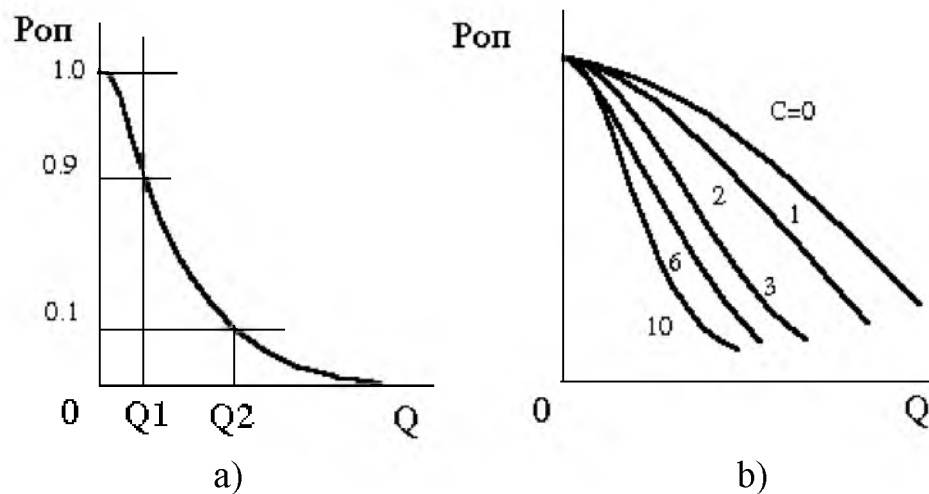
Tanlovning n hajmi sinashlari natijasidagi maxsulot partiyasini qabul qilishni deb ehtimolligini, tanlov olingan partiyadagi maxsulotning berilgan Q ehtimolligiga bogʻliq boʻlgan egri chiziq maxsulot ishonchliligi nazorat rejasining tezkor xarakteristikasi deyiladi.

Maxsulotning nazorat qilinayotgan partiyasi uchun buzilishlar ehtimolligi Q_1 ga teng boʻlsin. Tezkor egri chiziq boʻyicha (70-rasm) shu partiyaning qabul qilish ehtimolligini topamiz. Y ni 0,9 ga teng deb faraz qilaylik. Bu shuni bildiradiki, xar bir taqdim etilayotgan partiyadagi nuqsonli maxsulotlar soni ruxsat etiladigan chegarada boʻlsada, shu partiyalarda tasodifiy tanlash usuli bilan olib sinash oʻtkazilish natijasida maxsulotning 10% ishga yaroqsiz boʻlishligi kutiladi. Maxsulot partiyasidagi ishga yaroqsiz maxsulotlarni boʻlish ehtimolligi yomon (pessemistik) tanlash oqibatida α tayyorlovchi riskini tasvirlaydi. Yuqorida koʻrib oʻtilgan misolda $\alpha=10\%$ deb faraz qilamiz. Endi maxsulot partiyasi Q_2 buzilishlar ehtimolligiga ega. Tezkor egri chiziq boʻyicha bu partiyaning qabul qilish ehtimolligi 0,1 ga teng. Bu shuni bildiradiki, agar xar bir topshirilayotgan partiyada koʻzda tutilgandan ham koʻproq nuqsonli maxsulotlar boʻlsa, hamma partiyaning 10% buyurtmachi tomonidan ishonchlilik talabiga javob beradi deb qabul qilinadi. Maxsulot partiyasining qabul qilish ehtimolligi (xatto nuqsonli maxsulotlar soni ruxsat etilganidan ham koʻp boʻlsa ham) yaxshi (optimistik) tanlash natijasida β buyurtmachi riskini tasvirlaydi. Yuqoridagi misolda $\beta=10\%$.

Maxsulot partiyasini ishonchliligini tanlab nazorat qilinganda, buyurtmachining β riskiga mos keluvchi Q_2 ishonchlilikning yomon koʻrsatkichi ishonchlilikning nuqsonli daraja koʻrsatkichi deyiladi. Huddi shuningdek maxsulotning nuqsonli boʻlish ehtimolligi tayyorlovchining α riskiga teng boʻlgan ishonchlilik koʻrsatkichi qiymatini Q_1 ishonchlilik koʻrsatkichini qabul qilish darajasi deyiladi. 70a- rasmda ikkala daraja ham tezkor xarakteristika boʻyicha buyurtmachi va tayyorlovchining risk qiymatlariga koʻra aniqlanishi mumkinligi tasvirlangan.

70b-rasmda qabul qiluvchi S sonining bir necha qiymatlari uchun tezkor xarakteristikalari koʻrsatilgan. Rasmdan koʻrinib turibdiki S qanchalik katta boʻlsa

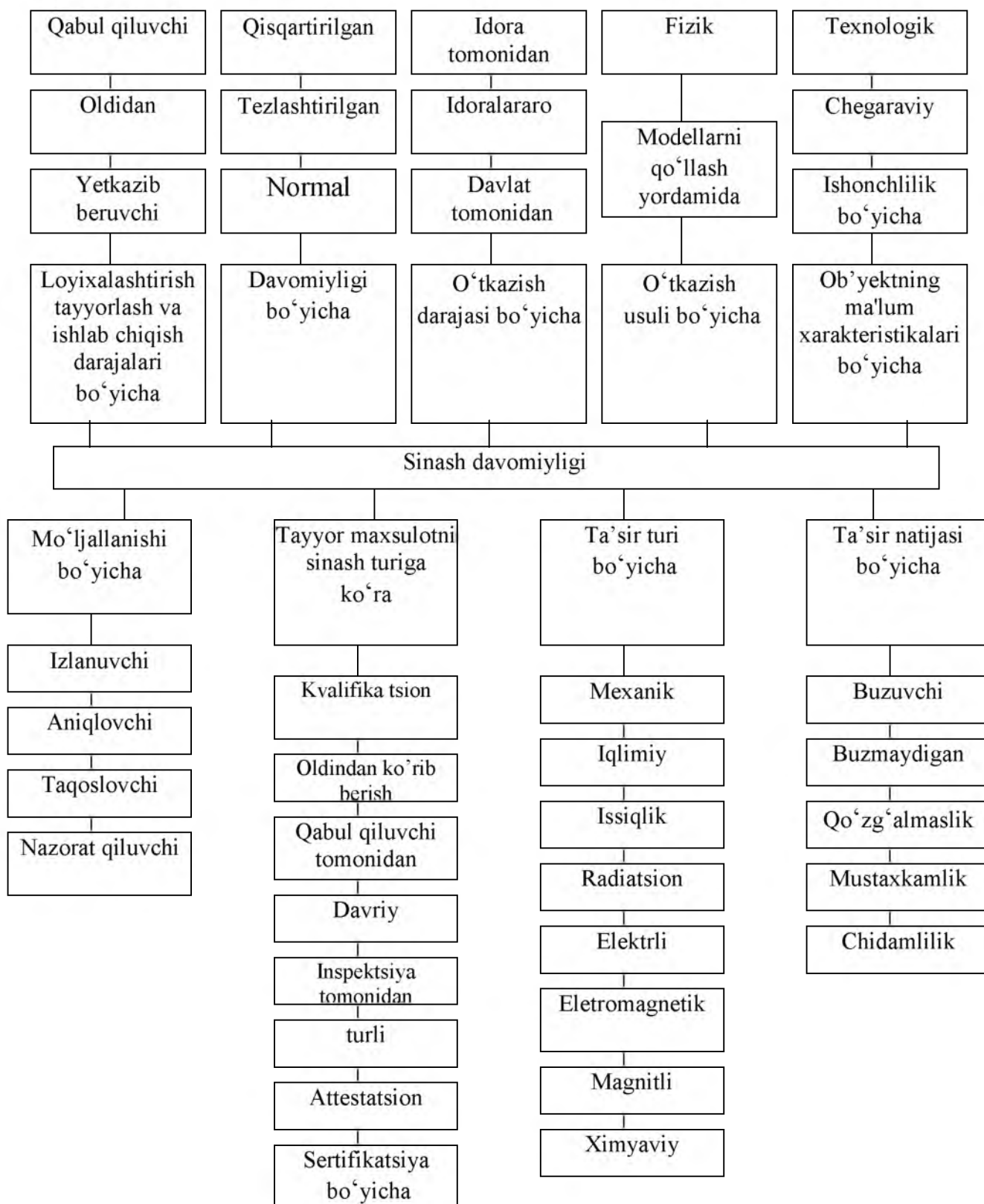
tezkor egri chiziq shunchalik egri bo‘ladi va aksincha, S qanchalik kichik bo‘lsa u shunchalik tekis bo‘ladi.



70–rasm. a) tezkor xarakteristika; b) S sonining bir necha qiymatlari uchun tezkor xarakteristikasi

10.3. Sinashlarni sinflash

Barcha elektron vositalarni sinashni 71-rasmda ko'rsatilganidek sinflarga bo'linadi.



71-rasm. EVlar sinashlarni sinflarga bo'linishi

Sinash usullari ikkita katta guruxga bo'linadi:

- 1) real elektron vositalarni yoki ularning maketlarini fizik sinash
- 2) modellarni qo'llash bilan sinashlar o'tkazish.

Fizik sinashlar tashqi ta'sir etuvchi faktorlarni (TTEF) sun'iy yo'l bilan hosil qiluvchi sinash stendlarida yoki tajriba sharoitlarida qo'llaniladigan maxsus uslub va vositalarda tabiiy ta'sir etuvchi faktorlarda TTEFlarda o'tkazilishi mumkin.

Tajribalarda va stendlarda elektron vositalarni sinash ularni real ishlatishdan shunisi bilan farq qiladiki, sinash o'tkazilganda real ishlatishdagi kabi barcha tasodifiy tashqi ta'sirlarni jamlanmasini bir vaqtda modellashtirib bo'lmaydi. Odatda tajribalarda vastentlarda sinashlar o'tkazilganda elektron vositalarga bitta yoki bir nechta aniqlangan yuklanishlar yuklatiladi. Bu real ishlatishda olinadigan natijadan farq qiladigan natijalarni yuzaga keltiradi. Shuning uchun TTEF ta'sirini aniqlashda tajriba va stendlarda sinash o'tkazish bilan birga haqiqiy tabiiy sharoitlarda ham elektron vositalar sinaladi.

Bu kabi sinashlar o'tkaziladigan joy va sharoitlarga ko'ra sinashlar poligon va natural sinashlarga bo'linadi. Poligon sinashlari EVlarni maxsus jihozlangan poligonlarda, tashqi iqlimiy faktorlar ta'sirida sinash orqali amalga oshiriladi. Ma'lum iqlimiy rayonlarda saqlashga va ishlatishga mo'ljallangan elektron vositalarni sinash faqatgina ularga mos iqlim sharoiti bo'lgan punktdagi poligonlarda o'tkaziladi.

Elektron vositalarni natural sinashda uchta asosiy shart bajarilishi kerak.

1. Elektron vositalar modeli yoki ularning qismlari emas, aynan elektron vositalar sinaladi.
2. EVlarni ishlatish jarayonidagi ta'sir va sharoitlarga mos shart-sharoitlarda sinashlar o'tkaziladi.
3. Sinash ob'yektining aniqlanayotgan xarakteristikalarini ob'yekt va uning qismlari fizik strukturasi ko'rsatuvchi analitik bog'lanishlarsiz o'lchanadi. Bunda eksperimental berilganlarga statik ishlov berish uchun matematik apparat qo'llash ruxsat etiladi.

Poligon va natural sinashlarni o'tkazishdan maqsad tabiiy ta'sir etuvchi faktorlarni elektron vositalarni ishlatish va saqlash jarayonida yuzaga keladigan buzilishlar mexanizmiga parametrlarining o'zgarishiga, xususiyatiga kompleks ta'sirlarini o'rganishdan iboratdir. Bunday sinashlar sinalayotgan elektron vositalarning elementlari va materiallarida kechayotgan real fizika-ximik jarayonlarni tabiiy faktorlar ta'sirida o'rganish; sun'iy yo'l bilan hosil qilingan tashqi ta'sirlar ta'sirida sinashlardan olingan ma'lumotlarni aniqlashtirish; parametrlarni o'zgartirishda ruxsat etilgan normani va keraklilik kriteriyalarini aniqlash imkonini beradi. Paligonli va natural sinashlar natijasida elektiron vositalarni tashqi faktorlar ta'siridan himoyalaniish bo'yicha takliflar beriladi.

Naturali sinashlar xususiyatlari bo'lib sinashlarning davomiyligi, murakkabligi va yuqori narxi hisoblanadi.

Naturali sinashlarni elektron vositalarni o'zaro yaqin konstruktiv-texnologik yechimiga ega bo'lgan guruxlarining bitta «vakilida» o'tkazish kifoya qiladi, so'ngra olingan natijalar shu gurux uchun to'g'ri sanaladi.

So'ngi vaqtlarda ochiq kosmos sharoitlarida naturali sinashlar natijasida olingan elektron vositalar ishonchliligi haqidagi ma'lumotlar juda katta amaliy qiymatga ega bo'lmoqda.

Elektron vositalarni ishlashi bo'yicha sinashlar o'tkazish ham fizik sinashga kiradi. Bunday sinashlarning asosiy ko'rinishlaridan biri malakali ekspluatatsiya qilishdir. Ba'zida nazorat ostida ishlatish amalga oshiriladi, uni shartli ravishda ishlatish bo'yicha sinashga o'tkazishga kiritiladi. Maxsus ishlab chiqilgan xujjatga asosan xizmat ko'rsatuvchi shaxs nazorat ostida ishlatishga tayyorgarlik ko'rish jarayonida boshlang'ich axborotni yig'ish, ularni hisobga olish va ularga dastlabki ishlov berishni amalga oshiradi.

Modellardan foydalanib sinash – fizik va matematik modellashtirish usullaridan foydalanib amalga oshiriladi. Bu esa real elektron vositalarda yoki ularning maketlarida o'tkaziladigan murakkab fizik sinashlarni, ularni modellarida o'tkazish imkonini beradi.

Elektron vositalarning chiqish parametrlariga elementlar parametrlarining o'zgarishi, kuchlanish manbaining tebranishi, atrof-muhit harorati va namlikning o'zgarishi ta'sir qiladi ya'ni bu parametrlarining o'zaro bog'langan katta guruxi, buzilishlar modelini yaratishda boshlang'ich ya'ni kirishlardagi parametrlar deyiladi. Fizik modellashtirishda sinash ob'yektining boshlang'ich parametrlari, berilgan parametrlarni o'tkazishiga ta'sir qila oladigan oddiy fizik modellar bilan almashtiriladi.

Fizik modellar statistik sinovlardan o'tkazilishi mumkin. Monte Karlo usulida statik sinashlar o'tkazishda biror bir tasodifiy hodisaning sodir bo'lishi ko'p marotaba tasodifiy sinashlar o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi. Bu uslub taxminlardagi ishonchlilik xarakteristikasini aniqlash imkonini beradi. Chunki, statistik model asosida tasodifiy tanlangan parametrlar qiymatlari turlicha bo'lishligida EVlarning buzilish mexanizimlarini aniqlash mumkin bo'ladi. Statistik sinashlar uslubida sinashlarni real ob'yektlarda yoki ularning fizik modellarda o'tkazish ko'rib chiqiladi. Real ob'yektlarda sinashlar o'tkazilganda elektron vositalarning buzilish sababi va oqibatlari ularning sxemalariga sun'iy ravishda uzilishlar, qisqa tutashuvlar yoki parametrlariga kerakli normada bo'lmagan elementlar kiritilib o'tkaziladi. Modellar asosida sinashlar o'tkazishda elektron vositalarning bir qator elementlari parametrlari o'zgartiriladigan fizik modellarga almashtiriladi.

Elementlarni modellashtirish ularni ko'rsatilgan parametrlarini o'zgartirish mumkin bo'lgan maxsus stendlarda amalga oshiriladi. Elektron vositalarda statistik sinashlarning xususiy ko'rinishi chegaraviy sinashdir. Bunday sinashlar EVlarni ishlatilish jarayonida, ularning parametrlarini ruxsat etilgan chegaraviy qiymatlarini aniqlashda o'tkaziladi.

Chegaraviy sinashlar uslubida elektron vositalari parametrlarining shunday qiymatlarini topish, ya'ni chiqish (ikkilamchi yoki ekspluatatsion) parametrlar qiymatlari ruxsat etilgan chegaraviy qiymatlarda bo'lishligi elektron vositalarining buzilishga barqaror soxalarini topish talab qilinadi. Har bir Y_1 chiqish parametri

$x_1x_2\dots x_n$ kirish parametrlariga bog‘liq, ya’ni xar bir chiqish parametrlari uchun quyidagini yozish mumkin:

$$Y_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) \quad (10.25)$$

Bunda $Y_i \in Y$, $i=1, \dots, k$, $j=1, \dots, n$.

Elektron vositalarning buzilmay ishlashi uchun quyidagi shart bajarilish kerak:

$$Y_{\min} \leq Y_i \leq Y_{\max} \quad (10.26)$$

Bu esa har bir kirish parametrlari qiymatlarini $X_{j\min} \leq X_j \leq X_{j\max}$ chegaralarda o‘zgarishiga mos keladi.

Shunday qilib elektron vositalarning buzilmay ishlash soxasini kirish parametrlarini o‘zgartirish yo‘li bilan va oshib ketishi buzilishga olib keluvchi chiqish parametrlarining chegaraviy qiymatlarini mustahkamlab qo‘yish yo‘li bilan aniqlanadi.

Chegaraviy sinashlar loyihalash va ekspluatatsiya qilish jarayonlarida bajariladi. Ularda sinashlar analitik, grafik va grafoanalitik usullarda o‘tkazilishi mumkin.

Analitik usul oddiy matematik modelga ega bo‘lgan va funktsional jihatdan bitta kirish va bitta chiqish parametriga bog‘liq bo‘lgan murakkab bo‘lmagan maxsulotlarni sinashda qo‘llaniladi. Buzilmay ishlashining chegaraviy qiymatlari (10.25) tenglamadan hisoblab topiladi va y $Y_i = f(X_i)$ ko‘rinishga ega bo‘ladi.

Grafik usul chiqish parametri bir nechta kirish parametrlariga bog‘liq bo‘lgan murakkab maxsulotlarning sinashda qo‘llaniladi. Bunday xolatda bir necha kirish parametrlarining bir vaqtda o‘zgarishida elektron vositalarning buzilmay ishlash soxasini aniqlashning amaliy jihatdan imkoniyati yo‘q. Shuning uchun buzilmay ishlash soxasi chegarasi tajribalarda xar bir X kirish parametri uchun (10.25) funktsiya kesishmasi quriladi, ya’ni kirish parametrlarining o‘zgarishining chegaraviy qiymatlarini, tanlangan grafikli sinashlar parametrlari qiymatlariga bog‘liq holda aniqlanadi.

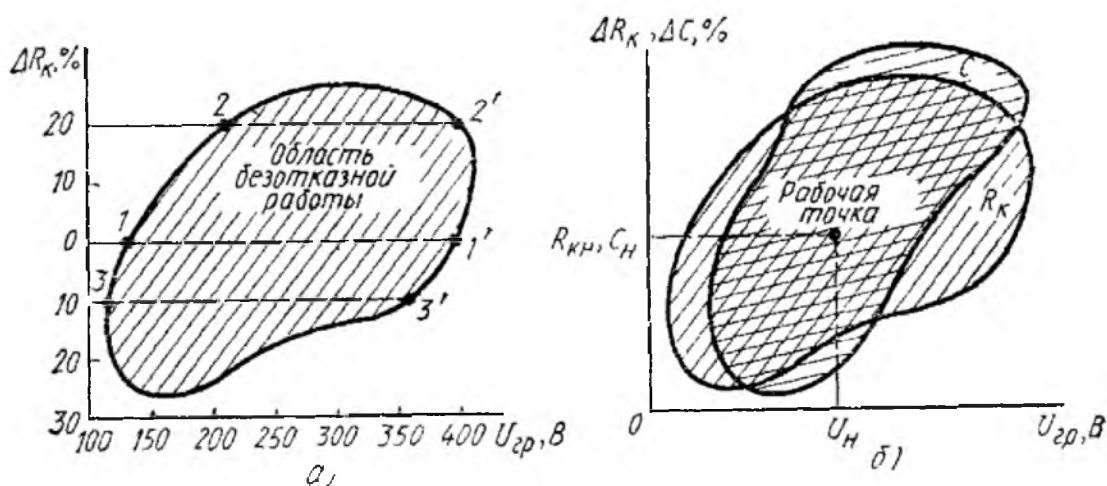
Misol: Funktsiya kesishmasi quyidagicha quriladi. Elektron vositalarga qo‘yiladigan talablar asosida buzilishning bir yoki bir nechta kriteriylari tanlanadi.

Elektron vositalarning parametrlaridan biri chegaraviy sinashning X_r parametri deb olinadi. X_j kirish parametrining nominal qiymatlari (10.25) funktsiyada va X_2 parametrining kesishini amalga oshirib o'rnatiladi. Qolgan kirish parametrlari qiymatlari o'zgarmas bo'ladi.

X_r parametr qiymatlarini nominal qiymatdan boshlab elektron vositalar buzilishigacha kam va ko'p tomonga qarab o'zgartiriladi. Bu holda chiqish parametri Y_i qiymati ruxsat etilgan chegaradan chiqib ketadi va bu (10.26) tengsizlik bilan aniqlanadi. X_j ning nominal qiymatdan farqlanuvchi boshqa qiymatlari uchun xam shunday sinashlar o'tkaziladi. Natijada Y_i chegaraviy qiymatiga mos keluvchi bir nechta nuqta hosil qilinadi. Bu nuqtalarni birlashtirsak, elektron vositalarning buzilmay ishlash soxasi aniqlanadi.

Elektron vositalar buzilmay ishlash soxasini qurishga (chegaraviy sinash grafikasi) misol 72-a rasmda berilgan. Chegaraviy sinash parametri sifatida U_r kuchlanish manbasi olingan, o'zgaruvchi kirish parametri sifatida RC kuchaytirgichning kollektor zanjirining R_k qarshiligi olingan. Kuchlanish U_r ni nominal qiymatiga nisbatan kamaytirib (1,2,3) va ko'paytirib (1',2',3') o'zgartirib, chiqish parametrlarining qiymatlariga mos bo'lgan 1 va 1', 2 va 2', 3 va 3' nuqtalari R_k qarshilikning aniqlangan qiymatlarida olingan. Yetarli miqdordagi shu kabi nuqtalarni birlashtiruvchi egri chiziq elektron vositalarning buzilmay ishlash soxasi va buzilish soxalari orasidagi chegara hisoblanadi.

Huddi shunday (10.25) funktsiya kesishmasini boshqa X_i kirish parametri (misol uchun RC kuchaytirgich sig'imi bo'luvchisi S) bo'yicha ham quriladi, bu holatda qolgan EVning kirish parametrlari o'zgarmas deb olinadi. Chegaraviy sinashlar parametrlari qiymatlarini o'zgartirish bilan boshqa buzilmay ishlash soxasi hosil qilinadi. Barcha X_i kirish parametrlari uchun bir qator grafiklar quriladiki, ularni ustma-ust tushirib, umumiy buzilmay ishlash soxasini hosil qilish mumkin. Elektron vositalarning ishonchliligining potentsial zaxirasini aniqlash maqsadida berilgan texnik shart chegarasidan sezilarli darajada chiqarilib, kirish parametrlari o'zgartiriladi. Misol qilib 72-b rasmda ikkita kirish parametrlari (R_{kn} va S_n) uchun buzilmay ishlash soxasi qurilgan.



72-рasm. a) $R_{кн}, C_H, U_H$ parametrlarining nominal qiymati;
b) ikkita kirish parametrlari

Grafikli sinashlar grafiklari elektron vositalaridagi buzilishlarni oldindan aytish, kuchlanish bilan ta'minlangan u yoki bu maxsulot elementlarining parametrlari nominal qiymatini to'g'ri aniqlash, buzilmay ishlash sohasi maydoni va ishchi nuqtalari holatiga ko'ra elektron vositalarining ishonchlilik zaxirasini taqqoslash imkonini beradi. Buzilmay ishlash sohasi maydoni qanchalik katta bo'lsa va ishchi nuqta uning chegaralaridan qanchalik uzoq bo'lsa, ishonchlilik zaxirasi shunchalik katta bo'ladi. Chegaraviy sinash usulining kamchiligi ishonchlilikni miqdoran baholab bera olmaydi va tajribalar o'tkazishda katta qiyinchiliklar yuzaga keladi va katta hajmdagi ishni bajarishni talab qiladi. Bu esa tashqi ta'sirlar va elementlarning o'zaro ta'siri komplekslari o'zgarishida elektron vositalarning chiqish parametrlarining o'zgarishi haqidagi ma'lumotni olishga imkon bermaydi.

Grafoanalitik usul chegaraviy sinashlarning ish hajmini kamaytiradi. Bu usul bo'yicha (10.25) funktsiyani birinchi tartibli hadlar bilan chegaralangan holda ishchi nuqta atrofida Teylor qatoriga yoyiladi. Natijada hususiy xosilalarga ega bo'lgan tengsizlik (elektron vositalar buzilmay ishlash sharti) olinadi. Bunday sinash usulining tajribaviy qismi xosilalarni grafik yo'l bilan aniqlashdan iborat. Xususiy xosilalarning qiymatiga ko'ra xar bir kirish parametrlarining ta'siri baxolanadi.

Matematik model asosida sinash. Matematik modellashtirish sinash ob'yektining kirish va chiqish parametrlarini bog'lovchi tenglamalardan foydalanishga asoslangan (oldingi usullarda bunday bog'lanish bevosita fizik modellarda qo'llaniladi). Bu tenglamalar aniq bir elektron vositalarni va ularning ichki funksional bo'g'liqliklarini o'rganish davomida chiqariladi. Shundan so'ng elektron vositalarga ta'sir etuvchi turli faktorlarni xisobga olgan xolda o'rnatilgan bog'lanishlar matematik izohlanadi. Usulning asosiy kamchiligi bo'lib, maxsulotning matematik modelini ifodalovchi bo'g'liqliklarni topish uchun katta hajmda nazariy va tajribaviy izlanishlarni o'tkazish kerakligi hisoblanadi bu esa, katta hajmdagi xotirali va o'ta tezkor kompyuterni va maxsulot kirish va chiqish parametrlarining tarqalish qonuniyatini bilishni talab qiladi.

Tajribaviy izlanishlarning sezilarli murakkabligi bir qator maxsulotlarning (masalan yuqori chastotali, impulsli) fizik modellarini tashkil qilishdagi texnik qiyinchiliklar, yuqori narxi va sinashlarning uzoq vaqt davom etishi elektron vositalarni sinash amaliyotida fizik va matematik modellashtirishdan foydalanishni cheklab qo'yadi.

Sinashlarni vazifasiga ko'ra: izlanishli, aniqlovchi, taqqoslovchi va nazorat qiluvchi sinashlarga bo'lish mumkin.

Izlanishli sinashlar elektron vositalarning ma'lum bir aniqlangan xarakteristikalarini hususiyatlarini o'rganish uchun o'tkaziladi. Bunday sinashlar natijalari quyidagi masalalarni yechish uchun xizmat qiladi: ekspluatatsiya qilishning ma'lum sharoitlarida sinalayotgan elektron vositalarning ishlash ko'rsatkichlari sifatini baholash va aniqlash, EVning optimal ishonchlilik ko'rsatkichlari va ish tartibini tanlash, elektron vositalarni loyihalashda va attestatsiyalashda xosil qilingan bir nechta variantlarni taqqoslash, elektron vositalar ishlashining matematik modelini qurish (matematik model parametrlarini baholash), EV ishlashidagi sifat ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi mavjud faktorlarni ajratib olish, berilgan bir nechta modellar orasidan elektron vositalar matematik modelini tanlash. Izlanishli sinashlarga modellarni sinash misol bo'la oladi. Izlanishli sinashlarning asosiy hususiyati ularni o'tkazish fakultativ xarakterga

egaligidir. Qoida bo'yicha ulardan tayyor maxsulotlarni topshirishda foydalanilmaydi.

Aniqlovchi sinashlar elektron vositalar ishonchligining miqdoriy ko'rsatkichlarini aniqlash uchun o'tkaziladi. Ko'rsatkichlar tajribaviy sinashlar o'tkazish yo'li bilan va o'lchashlar o'tkazish (organaleptik usul yordamida diagnostika qilishni tahlil qilish, buzilishlarni, zararlanishlarni va boshqa hodisalarni registratsiya qilish orqali aniqlanadi.

Taqqoslovchi sinashlar bir xil bo'lgan ob'yektlarning ishonchlilik ko'rsatkichlarini taqqoslash uchun xizmat qiladi. Ba'zan tajribalar turli korxonalarda ishlab chiqarilgan bir xil elektron vositalarni yoki xarakteristik jihatdan bir xil bo'lgan elektron vositalar sifatini taqqoslash talab qilinadi. Buning uchun taqqoslanadigan ob'yektlar bir xil sharoitda sinaladi.

Nazorat qiluvchi sinashlar bir necha sinashlar guruhlarini tashkil qilib, elektron vositalar xarakteristikalarini berilgan qiymatlarga mosligini o'rnatish uchun o'tkaziladi.

Maxsulotni tayyorlash loyihalash va ishlab chiqarish bosqichlaridagi sinashlar. Sinashlar o'tkazishning maqsadi va vazifalari maxsulot hayoti davomida o'zgarib turadi. Shunga ko'ra sinashlar bir qancha bosqichlarga bo'linadi. Bu bosqichlarda yetkazib beruvchi, qabul qiluvchi va oldindan sinashlar o'tkazilish amalga oshiriladi. Bu sinashlar o'z vazifasiga ko'ra izlanuvchi, nazorat qiluvchi, taqqoslovchi va aniqlovchi bo'lishi mumkin.

Yetkazib beruvchi sinash – izlanishli sinash bo'lib, uni maxsulot loyihalash jarayonida sifat ko'rsatkichlarining berilgan qiymatlariga erishish uchun EVga kiritilgan o'zgarishlar (sxemotexnik, konstruktiv va boshqa) ta'sirini baxolash maqsadida maxsulotni loyihalashda o'tkaziladi.

Oldindan sinash nazorat qiluvchi sinash bo'lib sinash namunalari yoki maxsulotning sinash partiyasi uchun nazorat xisoblanadi va qabul qiluvchi sinovga berish imkoniyatini aniqlash maqsadida o'tkaziladi.

Qabul qiluvchi sinovlar o'tkazish sinov namunalari, maxsulotning sinash partiyasi yoki yakka maxsulot uchun nazorat qilish xisoblanadi. Bunday sinashlar

maxsulotni to'la to'kis ishlab chiqarishga yetkazib berish yoki ekspluatatsiya qilishga uzatish masalasini yechish uchun o'tkaziladi.

Tayyor maxsulotlarni sinash malakaviy, ta'sis etuvchi, qabul qiluvchi, davriy, inspeksion, turlar bo'yicha, attestatsion va sertifikatсион sinashlarga bo'linadi.

Kvalifikatsion sinashlar maxsulotning birinchi partiyasi yoki o'rnatilgan seriyalarida ya'ni, elektron vositalarni ishlab chiqarishni o'zlashtirish bosqichida o'tkaziladi. Ularning maqsadi korxonaning berilgan hajmda shu tipdagi maxsulotni ishlab chiqarishga tayyorgarligini baxolashdan iboratdir.

Ta'sis etuvchi sinashlarni maxsulotni ishlab chiqaruvchi korxonaning buyurtmachi, iste'molchi yoki boshqa qabul organlarining texnik nazorat qiluvchi uchun elektron vositalarni ta'sis etishdan oldin o'tkazadi.

Qabul qiluvchi sinash asosan ishlab chiqarishda o'tkaziladi. Bu tayyor maxsulotni qabul qilinishdagi nazorat sinovidir. Qoidaga ko'ra buni maxsulot tayyorlovchi amalga oshiradi.

Davriy sinashlar maxsulot sifati barqarorligini saqlab qolish va uni ishlab chiqarishni davom ettirishni nazorat qilish maqsadida o'tkaziladi. Bunday sinashlarni ilmiy – texnik xodimlar o'rnatgan vaqtda va hajmda odatda har kvartal yoki oyda, undan tashqari EV ishlab chiqarishni boshida yoki vaqtinchalik tanaffusdan so'ng ishlab chiqarishni yo'lga qo'yishda o'tkaziladi.

Inspeksion sinashlar nazorat sinashining muhim turidir. Ular maxsus tashkilotlar tomonidan o'rnatilgan sifat barqarorligini nazorat qilishda qo'llaniladi.

Turlar bo'yicha sinashlar ishlab chiqarilayotgan maxsulotlarni sinash bo'lib, ularga konstruktiv o'zgarishlar kiritish, yangi materiallar yoki texnik jarayonlarni qo'llashda erishiladigan sifatni baxolash maqsadida o'tkaziladi.

Attestatsion sinashlar sifat kategoriyalari bo'yicha attestatsiya qilinganda maxsulot sifatini baxolash uchun o'tkaziladi.

Milliy yoki xalqaro elektron vositalarning sifat ko'rsatkichlari MTXga mosligini o'rnatish uchun sertifikatсион sinash o'tkaziladi.

Davomiyligiga ko'ra sinashlar normal, tezlashtirilgan va qisqartirilgan sinashlarga bo'linadi. Normal sinash deganda maxsulotni ishlatish jarayonidagi vaqtga teng bo'lgan vaqt ichida maxsulot ishonchliligi ko'rsatkichlari haqida kerakli hajmda ma'lumot olishni ta'minlovchi usul va shartlar tushuniladi.

Tezlashtirilgan sinash usul va shartlari elektron vositalarning sifati haqidagi ma'lumotlarni normal sinashdagidan ko'ra kam vaqtda olishni ta'minlaydi. Qisqartirilgan sinashlar qisqartirilgan dasturlar asosida bajariladi.

Elektron vositalarni sinashni o'tkazish pog'onasiga ko'ra ularni davlat, tashkilot va tashkilotlararo sinashlarga bo'lish mumkin.

Davlat sinashlari bu EVlar ustida o'tkaziladigan eng muhim sinovlar xisoblanib ularni bosh davlat sinov tashkiloti tomonidan yoki davlat komissiyasi tomonidan qabul qilish sinovi shaklida o'tkaziladi.

Tashkilotlararo sinashlar bu bir nechta tashkilotlar tomonidan birgalikda ishlab chiqilgan elektron vositalarni qabul qilish sinovidir. Bunday sinashlarni bir nechta vazirlik yoki tashkilot vakillari tomonidan tuzilgan komissiya tomonidan o'tkaziladi.

Tashkilot tomonidan o'tkaziladigan sinashlar qiziqqan vazirlik va tashkilot vakillari komissiyasi tomonidan amalga oshiriladi.

Ta'sir etish turiga ko'ra mexanik, iqlimiy, issiqlik, radiatsion, elektrik, magnetik, elektromagnetik, kimyoviy va biologik sinashlarga bo'linadi. EVlarga ta'sir etish natijasiga ko'ra sinashlar buzuvchi, buzmaydigan, undan tashqari mustahkamlikka, chidamlilikka, turg'unlikka o'tkaziladigan sinashlarga bo'linadi. Sinashlar o'tkazish jarayonida nazorat qilishning buzuvchi uslublaridan foydalanilsa va ko'rsatilgan tashqi ta'sirlar natijasida sinalayotgan ob'yekt foydalanishga yaroqsiz bo'lib qolsa bunday sinashlar buzuvchi xisoblanadi. Buzmaydigan nazorat o'tkazish uslublari sinalayotgan ob'yektning ishlash hususiyatlarini to'ldirib beradi, tahlil qilish vaqti qisqaradi, ko'pgina hollarda buzilishlarni aniq joyi va ko'rinishi aniq o'rnatiladi.

10.4. Tajriba va stendlarda sinashlar o'tkazish

Tajribalarda va stendlarda sinashlar o'tkazishning quyidagi usullari mavjud: ketma-ket, parallel, ketma-ket-parallel va kombinirlashgan.

Ketma-ket sinov o'tkazish usulida dasturda ko'zda tutilgan xamma sinovlar faqat birgina elektron vositada ketma-ket ravishda o'tkaziladi. Bu usulning kamchiligi ob'yektning bir TTFdan boshqasiga o'tishini sinashda uning fizik strukturasi deformatsion o'zgarishlarning yig'ilib qolishidir. Natijada har bir oldingi sinash o'zidan keyingi sinash natijasiga ta'sir ko'rsatadi. Bu esa, sinashlar natijasi interpretatsiyasini qiyinlashtiradi va elektron vositalarning ishdan chiqishini tezlashtiradi.

Parallel usulda sinovlar o'tkazishda bir nechta tanlanmalarga bir vaqtda (parallel) turli TTF ta'sir qiladi. Bu usul ketma-ket usulga nisbatan qisqa vaqt ichida sinalayotgan namunani ishdan chiqishini minimallashtirib katta hajmda ma'lumot olish imkonini beradi. Biroq parallel usul ketma-ket usulga nisbatan ko'p miqdorda sinov maxsulotlarini talab qiladi. Ketma-ket, parallel usul esa kelishilgan usul xisoblanadi. Bu sinash usuliga ko'ra xamma sinalayotgan maxsulotlar parallel sinash uchun bir nechta guruhga bo'linadi. Bu guruhlarda sinashlar ketma-ket usulda o'tkaziladi. Tajribalarda EVni sinov sharoitlarini ishlatish jarayonidagi real sharoitlariga yaqinlashtirish maqsadida sinashlarning kombinirlashgan usulini qo'llash keng tarqalmoqda, bu usulda EVga bir vaqtda bir nechta tashqi faktorlar ta'sir qiladi.

Laboratoriyada EVni sinash sharoitlarini ekspluatatsiyaning real sharoitlariga yaqinlashtirish maqsadida kombinirlashgan usulni qo'llash keng tarqalmoqda bu usulda EVga bir vaqtda bir necha tashqi faktorlar ta'sir qiladi.

Tashqi ta'sir

Tashqi ta'sir	Yuqori harorat	Past harorat	Namlik	Yomqir	Tuman (dengiz)	quyoshli radiatsiya		Chang va qum	Past atmosfera bosimi	Shamol	Xavoni ifloslanishi		Titrash	Ovoz bosimi	Zarba	Ionlashgan gazlar	Kosmik ta'sir
Yuqori xarorat			1	X	6	1	4	6	1	1-	X	1	1	1	1	1	X
Past xarorat			1	1-	X	6	6	1-	3-	3	X	6	1	1-	1	6	X
Namlik	1	1		4	4	1-	4	1-	1	X	1	6	1-	X	X	X	X
Yomg'ir	X	1-	4		2	7	4	X	X	3	5	6	X	X	X	X	X
Tuman (dengiz)	6	X	4	2		6	4	1-	X	6	1	1-	X	X	X	X	X
quyoshli radiatsiya	1	6	1-	7	6		6	1-	1-	1	X	1	1	X	X	1	5
	4	6	4	4	4	6		X	X	X	X	X	X	X	X	6	X
Chang va qum	6	1-	1-	X	1-	1-	X		X	3	1-	1-	1-	X	X	X	X
Past atmosfera bosimi	1	3-	1	X	X	1-	X	X		6	X	X	1-	X	1-	5	3-
Shamol	1-	3	X	3	6	1	X	3	6		5	1	X	1-	X	X	X
Xavoni ifloslanishi	X	X	1	5	1	X	X	1-	X	5		X	X	X	X	X	X
	1	6	6	6	1-	1	X	1-	X	1	X		1-	X	X	X	X
Titrash	1	1	1-	X	X	1	X	1-	1-	X	X	1-		X	X	X	X
Ovoz bosimi	1	1-	X	X	X	X	X	X	X	1-	X	X	X		X	X	X
Zarba	1	1	X	X	X	X	X	X	1-	X	X	X	X	X		X	X
Ionlashgan gazlar	1	6	X	X	X	1	6	X	5	X	X	X	X	X	X		1-
Kosmik ta'sir	X	X	X	X	X	5	X	X	3-	X	X	X	X	X	X	1-	

10.5. Elektron vositalarni sinash dasturi

Sinash dasturi (SD) – bu bajarilishi lozim bo‘lgan tashkiliy-uslubiy xujjat bo‘lib, u quyidagicha to‘ldiriladi.

Uning titul varaqasiga quyidagilar yoziladi:

- dastur nomi (masalan, «Mikroyiqilmalarni turlari bo‘yicha sinash»);
- maxsulot ishlab chiqarishni olib boriladigan mavzu nomi;
- sinash dasturiga qayriqoqlar va tasdiqlovchilar imzosi (elektron vositalarni yaratuvchi kerak bo‘lsa buyurtmachi vakili).

SD olti bo‘limdan iboratdir.

1-bo‘lim. «sinash ob‘yektini» bo‘lib o‘z ichiga sinash ob‘yektining nomlanishi, chizmadagi va korxonadagi tartib raqami, ishlab chiqariladigan muddatini oladi.

2-bo‘lim esa, «sinashning maqsadi» bo‘lib bunda sinashning aniq bir maqsadi (yoki maqsadlari) belgilab olinadi.

3-bo‘lim «sinash o‘tkazish zaruriyatining asoslanishi» hisoblanib, unda sinashni o‘tkazish zaruriyatini ko‘rsatuvchi reja xujjatlari keltiriladi (masalan, sifatni ta‘minlovchi dastur).

4-bo‘lim «sinashni o‘tkazish joyi va sinashni ta‘minlash» hisoblanib o‘z ichiga sinashlar o‘tkaziladigan bo‘limlar nomlarini hamda sinashga tayyorgarlik ko‘rish va sinov o‘tkazishning hajmi, bajarish muddati va ishni bajaruvchilar bo‘yicha ish rejasini oladi.

5-bo‘lim «sinash metodikasi» bo‘lib, unda sinashlar tarkibi ochib beriladi va u ikkita qismga bo‘linadi. Birinchi qismda sinash shartlari (namunalar soni, ularni guruhlariga taqsimlanishi, turli guruhlarda sinashlar o‘tkazish ketma - ketligi) va ularni o‘tkazish uchun zarur bo‘lgan uskunalarning chizmalari tartib raqamlari keltiriladi. Ikkinchi qism maxsulotning nazorat qilinadigan parametrlari haqida ma‘lumotlarni va ularni o‘lchash yoki aniqlash uchun kerak bo‘ladigan xujjat ko‘rsatmalarini o‘z ichiga oladi.

6-bo'lim «sinash natijalarini xujjatlashtirish» bo'limi hisoblanib unda sinash natijalarini shaklini tasvirlovchi protokol, xisobot, texnik ma'lumotnomalari to'ldiriladi.

SD asosiy bo'limlari tashkil etuvchilari va ularni o'tkazish bo'yicha ko'rsatmalar.

1 – bo'limni tayyorlashda shuni xisobga olish kerakki, sinash natijalari asosida sinov ob'yekti haqida u yoki bu qaror qabul qilinadi (yaroqli, yaroqsizligi, keyingi sinashga jo'natish yoki seriyali ishlab chiqarishga berish va boshqalar). Sinash ob'yektlari bo'lib: maketlar, modellar, maxsulotning ilmiy – tadqiqot ishlarini loyihalash bosqichida tayyorlangan tajribaviy namunalari, maxsulotning tajriba namunasini tayyorlash bosqichida yaratilgan tajriba namunasi, ishlab chiqarishdagi maxsulot namunalari, seriyali ishlab chiqarishdagi namunalar hisoblanadi.

Ikkinchi bo'limda tashkil etiladigan sinash maqsadlari yetarlicha turlidir. Ular sinashlar turlari va maxsulotning hayotiy sikli bosqichi kabi aniqlanadi.

Sinashlar maqsadi ularning nomlanishida aks etadigan vazifasini ochib beradi. Shuning uchun sinashlar nomini xujjatlashtirishda ularning vazifasini belgilab aniqlab olish kerak, ya'ni maqsadga ko'ra qaysi sinash turlariga tegishlilikini (tadqiqot olib borish bilan nazorat qiluvchi, taqqoslovchi, aniqlovchi sinashlar) aniqlash kerak bo'ladi. Shu bilan birga sinashlar nomida sinovlar ko'rinishining boshqa belgilari ham sinovlar o'tkazish davri, ularning davomiyligi, ta'sir etishning ko'rinishi va natijasi xisobga olinishi kerak. Sinashlar nomi mos ravishda ikki yoki undan ortiq belgilarni o'z ichiga olishi mumkin. Masalan, tashkilotlararo va ishonchlilikka asoslangan davriy stend sinashlari.

Sinashlarni o'tkazish rejasi SDni 4-bo'limiga kirib, sinashlar o'tkazish uchun kerak bo'lgan ishlardan tashkil topadi (namuna tayyorlash, texnik nazorat namunalarini qabuli, sinashlar namunalari parametrlarini o'lchash va aniqlash, qurilmani sinovlar o'tkazish uchun tayyorlash, sinovlar o'tkazish, natijalarni shakllantirish va boshqalar).

Sinash dasturining 5 – bo‘limiga kiruvchi sinash shartlari ob‘yektga va ob‘yektning ishlash tartibiga ko‘rsatiladigan ta’sirlar to‘plami tushuniladi. Ma’lumki sinash shartlari ob‘yektga ob‘yektiv va sub‘yektiv faktorlar ta’siri bilan xarakterlanadi. Sinashning asosiy maqsadi ishonchli bo‘lmagan maxsulotlar haqida axborot olish bo‘lgani uchun, ta’sir etuvchi faktorlarni tanlash birinchi darajali qiymatga ega bo‘ladi. Lekin ta’sir etuvchi faktorlarni tanlashning asosiy tamoyillari bo‘lib quyidagilar hisoblanadi: sinashlar sharti, ishlatish shartiga mos kelishi, eskirish va buzilish mexanizmini hisobga olish, konstruksiyasini barcha elementlarini ishonchliligini hisobga olish.

10.6. Elektron vositalarni sinash uslublari

Sinash uslublarini ishlab chiqish sinashga tayyorgarlik ko‘rish masalalaridan biridir. Sinashlar uslubi (SDdagi kabi) – bu bajarilishi shart bo‘lgan tashkiliy uslubiy xujjatlar hisoblanadi. Unda sinashlar uslubi, sinash shartlari va vositalari, namuna tanlash tartibi, sinov o‘tkazilayotgan mahsulotining bir necha o‘zaro bog‘liq xarakteristikalaridan birini aniqlash uchun bajariladigan operatsiya algoritmi, Sinash usulini o‘tkazish jarayoni mustaqil xujjatda yoki SDda beriladi, natijalar aniqligini tasvirlash shakllari formallashtiriladigan bo‘ladi. Uslub tayyorlanayotgan elektron vositalarning MTXning tashkil etuvchi qismi bo‘lib xam hisoblanadi. Sinovlar o‘tkazish uslublari ularni o‘tkazish jarayonini aniqlaydi.

Sinash natijalari sinash uslubi sifati va sinaluvchi ob‘yekt xususiyatlari bilan aniqlanadi. Sinash natijalaridagi xatoliklarini baxolashda sinov o‘tkazishdagi uslubiy xatoliklarni ajratib ko‘rsatish muximdir. Natijalar aniqliligini tasvirlash shakllari formallashtiriladigan bo‘ladi. Sinash uslubiga bo‘lgan umumiy talablar o‘z ichiga sinash usuliga, texnik vositalarga va sinash o‘tkazish shartlariga bo‘lgan talablarni oladi. Sinash uslubini yaratishda usul tanlash juda muhim xisoblanadi. Sinovlar o‘tkazish uslublari ularni o‘tkazish jarayonini aniqlaydi shuning uchun sinash uslubiga bo‘lgan asosiy talab sinov jarayonini maksimal samaradorligini va natijadagi xatoliklarni minimallashtirishni ta’minlaydi.

Sinash usuli bu maxsulotni normativ – texnik hujjatlar talablariga mos kelishini tekshirish imkoniyatini yaratuvchi sinash o‘tkazish uchun mos ravishda tekshirishni ta’minlovchi, ma’lum tamoyil va vositalarni qo‘llash qoidalari to‘plamidir. Usulni tanlashda maxsulotning konstruktiv - texnologik xususiyatlari, nazorat qilinayotgan parametrlar me’yori, berilgan aniqlikda ularni nazorat qilish, sinashni o‘tkazishda xavfsizlik talablari xisobga olinishi kerak bo‘ladi.

Barcha o‘tkazilayotgan sinashlar maksimal texnik samaradorlikka erishish uchun minimal sarf - xarajat bilan ta’minlanishi kerak. Sinash samaradorligi sinashlar o‘tkazish tartiblari rejimi bilan avtomatik ravishda qo‘llaniladigan uslublardan foydalanilganda ortadi. Sinashlar o‘tkazishdagi iqtisodiy taxlil tiklanmaydigan qimmat turadigan funksional jihatdan murakkab bo‘lgan elektron vositalarni sinashda ularni buzmaydigan sinov uslublaridan foydalanish maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi.

Sinash uslublarida sinashlar o‘tkazish jarayonining quyidagi bosqichlari mavjuddir: qurilmalarni sinash uchun tekshirish, maxsulotni sinashga tayyorlash, sinash o‘tkazish uchun kerakli qurilmalarni va sinaluvchi maxsulotni birgalikdagi tekshirish, sinash natijalari va sinovlar o‘tkazish shartlari haqidagi ma’lumotlarni ro‘yxatga olish.

Sinash o‘tkazish uchun kerakli qurilmalarni tekshirish va ularni sinashlar o‘tkazishga tayyorlash oxirgi natijalarni muvoffaqiyatli chiqishi uchun xal qiluvchi ahamiyatga egadir. Texnik imkoniyatlariga qarab sinash o‘tkazuvchi qurilma sinaluvchi maxsulotning hayotiy davomiylik boqichlari bilan mos tushishi kerak. Bundan tashqari elektron vositalarni loyihalash bosqichidan ularni ishlatish bosqichiga o‘tilishi bilan bu qurilmalarning xarakteristikalariga bo‘lgan talab ortib boradi.

Maxsulotlarni sinashga tayyorlash o‘z ichiga maxsulot sifatini xarakterlovchi parametrlarni tanlash, uning tashqi ko‘rinishini ko‘rib chiqish va sifat parametrlarini o‘lchashni oladi. Maxsulot funktsional va fizik parametrlari bo‘yicha, xamda tashqi belgilari bo‘yicha nazorat qilinadi. Sinash o‘tkazish jarayonidagi o‘lchash va nazorat qilishini kerak bo‘lgan parametrlarni tanlashda

ularni turli ta'sirlarga sezgirligi haqida maksimal axborotga ega bo'lish va sinalayotgan elektron vositani sifatini ob'yektiv baxolash e'tiborga olinishi kerak.

Sinash jarayonida olingan axborot beruvchi parametrlar o'zgarish qonuniyatlari maxsulotni ishlatish sharoitidagi holatini oldindan aytish usuli asosida qo'yilishi mumkin. Cheklangan sondagi axborot beruvchi parametrlarni ratsional tanlash sinash o'tkazishdagi o'lchashlar hajmini va baxosini qisqartiradi.

Sinashlar o'tkazuvchi qurilma va sinaluvchi maxsulotni birgalikda tekshirish sinov o'tkazish uchun: maxsulotni sinashda qurilma o'z funktsiyalarini bajarishini, sinash o'tkazish jarayonida yuzaga keladigan yuklanishda shikastlanmadimi, sinalayotgan maxsulot parametrlarining qurilma parametrlari bilan mos tushishligi ko'rib chiqilishi kerak. Agar qurilma bu maxsulotlarni sinash uchun ilk bor qo'llanilayotgan bo'lsa, bunday tekshirish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Degradatsion jarayonlarni o'rganish maqsadida o'tkazilayotgan elektron vositalarni sinashda namuna parametrlari normal iqlimiy sharoitga ushlab turilgandan so'ng o'lchanadi. Ushlab turish vaqti o'lchanayotgan parametrning barqarorligini ta'minlaydi.

Qaytuvchi jarayonlarni o'rganishda namunalarni normal sharoitida ushlab turish tavsiya qilinmaydi. Parametrlarni o'lchash oldindan belgilangan ketma-ketlikda bajariladi.

Sinash natijalarini ro'yxatga olishda barcha ma'lumotlar haqida ochiq yozuvlarni olib borish kerak bo'ladi, ya'ni sinov davomida bajarilgan to'g'irlashlar haqida xamda qurilmalar montaj sxemalarining joylashish sxemasi berilishi kerak. Bunday bitta tizimda berilgan barcha kirishdagi va chiqishdagi berilganlarni, o'lchov birliklari bilan ro'yxatga olishni kafolatlaydigan yozuvda: atrofdagi shart – sharoitlarni xarakterlovchi parametrlar tartibi (harorat, namlik, changlanganlik), sinovlarni ro'yxatga olingan vaqti, sinash o'tkazuvchilar haqida ma'lumotlar sinalayotgan mahsulotning aniq turi, izohi va qabul qiluvchi sinashlar hollaridagi qabul qilish yoki yaroqsizlik mezonlari haqida ma'lumotlar bo'lishi kerak.

10.7. Elektron vositalar buzilishlari sinflari va ularni tahlil qilish

Buzilish deb maxsulotning ishlash qobiliyatidagi nosozliklar yuzaga kelgan xolatiga aytiladi. Maxsulotning buzilishiga olib keladigan fizik-kimyoviy jarayonlar buzilish mexanizmi deyiladi. Buzilishlar kriteriyalari masalan, parametrning oshib ketishi maxsulotni buzilishiga olib keladigan maksimal ruxsat etilgan qiymati normativ – texnik hujjatlarda shu maxsulot uchun o‘rnatiladi. Buzilishlar birdan yuzaga keluvchi, sekin – asta yuzaga keluvchi va oraliqda yuzaga keluvchi buzilishlarga bo‘linadi.

Birdaniga yuzaga keluvchi buzilishlar maxsulotning bir yoki bitta yoki bir nechta parametrlarining birdaniga sakrab o‘zgarishi bilan xarakterlanadi. Birdaniga yuzaga keluvchi buzilishlar maxsulotning konstruktiv nuqsonlariga, undan tashqari TJlarning ish bermasligi yoki buzilishlariga bo‘g‘liq bo‘ladi. Ular maxsulotning elektrik va mexanik chidamliligining o‘zgarishlarida namoyon bo‘lib, uning buzilishiga olib keladi. Shuning uchun birdaniga yuzaga keluvchi buzilishlar xalokatga olib keluvchi buzilishlar hisoblanadi. Bunday uzilishlarni oldindan aytib bo‘lmaydi va ular zaxiralash amalga oshirilmasa elektron vositani ishdan chiqishiga olib keladi.

Sekin – asta yuzaga keluvchi buzilishlar maxsulotning bir yoki bir necha nazorat qilinayotgan parametrlarining bosqichma - bosqich o‘zgarishi bilan xarakterlanadi. Bunday buzilishlar yaroqlilik tekshirilayotgan parametrlarning qiymatlari o‘rnatilgan normadan chetga chiqib ketishi natijasida yuzaga keladi.

Maxsulotning yaroqliligi uning parametrlarining yaroqlilik mezonlari kriteriyalari bo‘yicha baxolanadi. Sekin – asta yuzaga keluvchi buzilishlar shartli buzilishlar hisoblanadi. Yaroqlilik mezoni kriteriyasining bitta qiymatida ba‘zi holatlarda ob‘yekt ishlay olish qobiliyatini yo‘qotishi mumkin va ba‘zi holatlarga esa unga ta‘sir qilmaydi. Shunga ko‘ra buzilishlar vaqtga bo‘g‘liq o‘zgaruvchi parametrlarning buzilishga olib keluvchi qonuniyatli o‘zgarishi bilan xarakterlanganligi sababli ularni yuzaga kelishini aytib berish mumkin.

Oraliqda yuzaga keluvchi buzilishlar maxsulotga tashqi ta‘sirilar qo‘yilganda yuzaga kelib, ular olib tashlanganda yo‘qoladigan buzilishlar

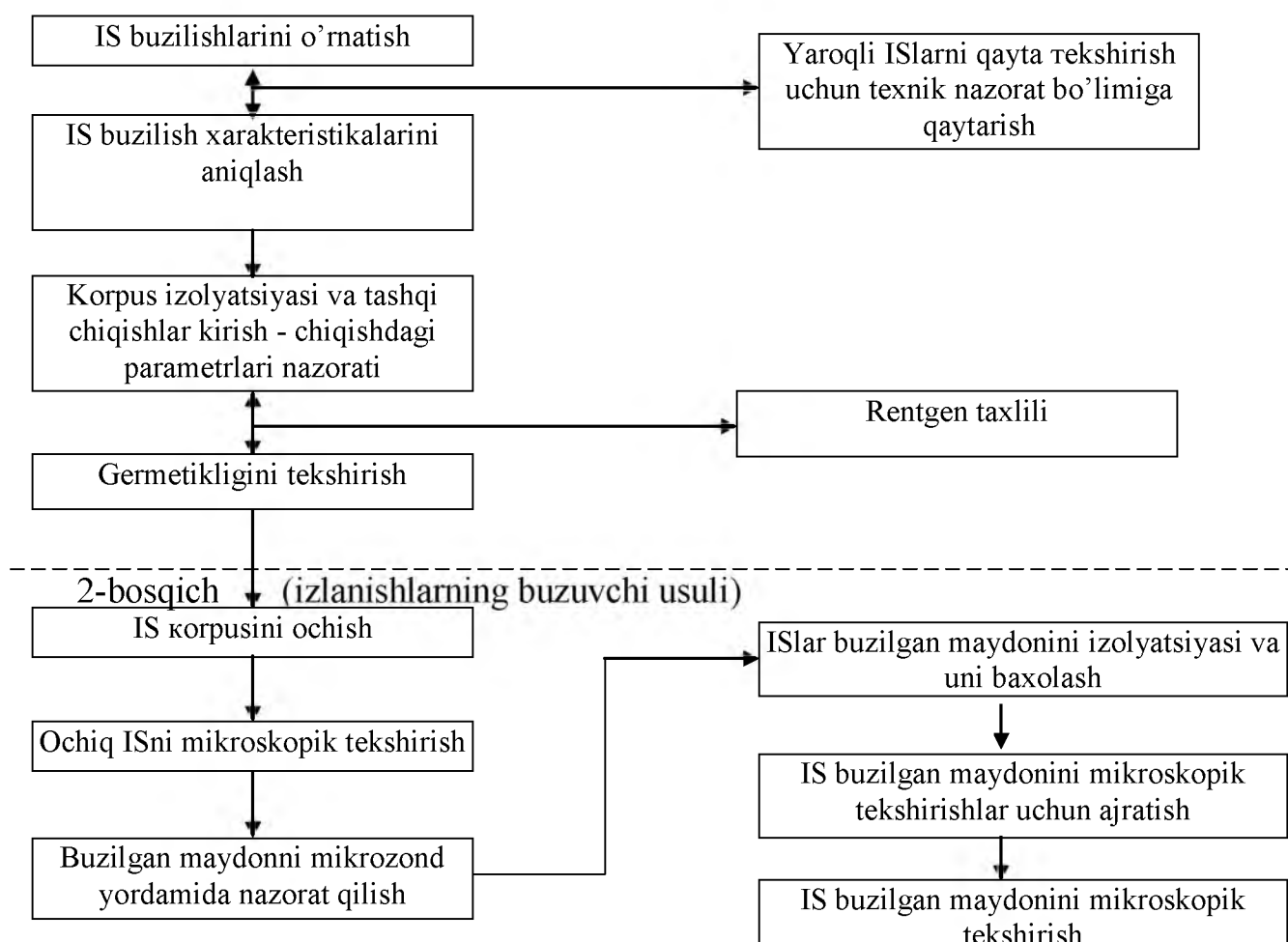
hisoblanib amalda birdaniga yuzaga keluvchi va sekin – asta yuzaga keluvchi buzilishlar bilan bir qatorda tez-tez uchrab turadi. Masalan, yarim o‘tkazgichli qurilmalarda tashqi yuklanish ta’sirida oraliq buzilishlar ikki elektrod orasidagi qarshilikning qisqa vaqtda oshib ketishi natijasida paydo bo‘ladi. Bu esa nazoratdagi zanjirdan oqib o‘tayotgan tokni kamayishiga olib keladi. Yuklanish olingandan so‘ng boshlang‘ich o‘tkazuvchanlik tiklanadi. Oraliq buzilishlar elektron vositalarni elektrik rejimda iqlimiy va mexanik sinashlar o‘tkazish jarayonida vujudga keladi. Mexanik sinovlar o‘tkazishda oraliq buzilishlarni yuzaga kelishidagi yuklanish bo‘lib vibratsiya yoki ko‘p marotabali urishlar, klimatik sinovlar o‘tkazishda esa, termik yuklanishlar hisoblanadi. Maxsulotning buzilishi sabablarini yo‘qotish kerak bo‘ladigan hayotiy davrini bosqichlariga ko‘ra barcha buzilishlar konstruksion, ishlab chiqaruvchi va ishlatishdagi buzilishlarga bo‘linadi. Ular maxsulot yoki uning elementlari uchun o‘rnatilgan qoidalarni yoki shartlarni buzilishi natijasida yuzaga keladi, ya’ni maxsulot yoki uning elementlarini konstruksiyalashda, ishlab chiqarishda yoki ularni ishlatishda yuzaga keladigan buzilishlar hisoblanadi. Bunday bo‘linish ishlab chiqarilayotgan maxsulot sifati masalalari bo‘icha ishlab chiqaruvchi va iste’molchi orasidagi huquqiy munosabatlarni boshqarish imkonini beradi.

EVlar ishonchliligining ortishi bilan buzilishlar soni kamayadi. Bu esa, o‘z navbatida maxsulotni ishlab chiqaruvchi tashkilot bilan bog‘lanish uchun kerak bo‘lgan TJ nuqsonlari haqidagi axborotni xam kamayishiga olib keladi. Shuning uchun sifatini ta’minlovchi dasturda buzilishlarni tahlil qilish alohida ahamiyatga ega hisoblanadi. Bunda maxsulotni ishlab chiqarishda, sinashda va ishlatishda yuzaga keladigan buzilishlar ko‘rinishlari aniqlanadi, ular haqidagi ma’lumotlar buzilishlarni o‘rganish va ularni sinflash uchun umumlashtiriladi. Olingan ma’lumotlar asosida yuzaga keladigan buzilishlarni yo‘qotishga takliflar ishlab chiqariladi. Buzilishlarni tahlil qilish ishonchlik muammosiga fizik yaqinlashish asosini tashkil qiladi. U keyinchalik qayta ishlanishi va tizimlashtirilishi kerak bo‘ladi. Bu masala integral sxemalardan foydalanilganda murakkablashadi, chunki bu holatda buzilishlarni taxlil qilish uchun ko‘pgina mutaxassislarni jalb qilgan

holda sezilarli vaqt sarf qilib katta hajmda o'lash va tekshirishlarni o'tkazish kerak bo'ladi. Lekin ishlab chiqarish sharoiti aniqlangan turdagi buzilishlar yuz berishini kamaytirishni talab qiladi. Integral sxemalardan foydalanilganda bunday qramaqarshilikni yo'qotish maqsadida buzilishlarni tahlil qilish ikki bosqichga bo'linadi: birlamchi va ikkilamchi.

Birlamchi tahlil qilishda buzilish belgilari aniqlanadi, EVning buzilgan elementlari aniqlanadi, buzilish turi va sabablari o'rnatiladi va bu sabablarni yo'qotish uchun yoki ikkilamchi tahlil qilishni o'tkazish uchun tavsiyalar beriladi. Integral sxemalar buzilishlarining birlamchi tahlil qilishni sxematik uslubi 73 – rasmda keltirilgan.

1-bosqich (izlanishlarning buzmaydigan usuli)

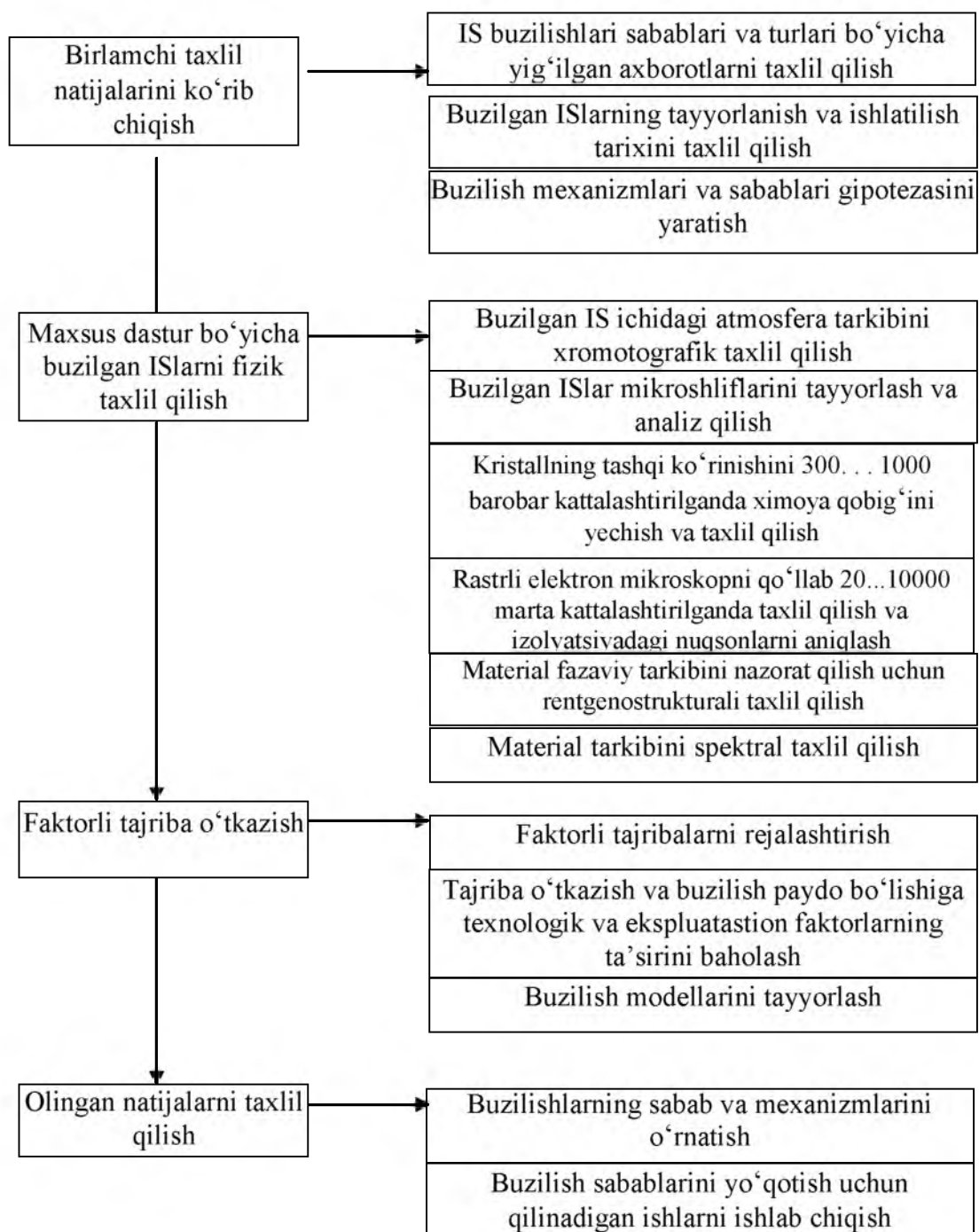


73 – rasm. IS buzilishlarni birlamchi tahlil qilish uslubi

Keltirilgan uslub bo'yicha buzilishlar haqida to'la hajmdagi boshlang'ich ma'lumotlar olinadi, ular oddiy EVlar namunalari uchun tahlil qilishdagi ba'zi bir

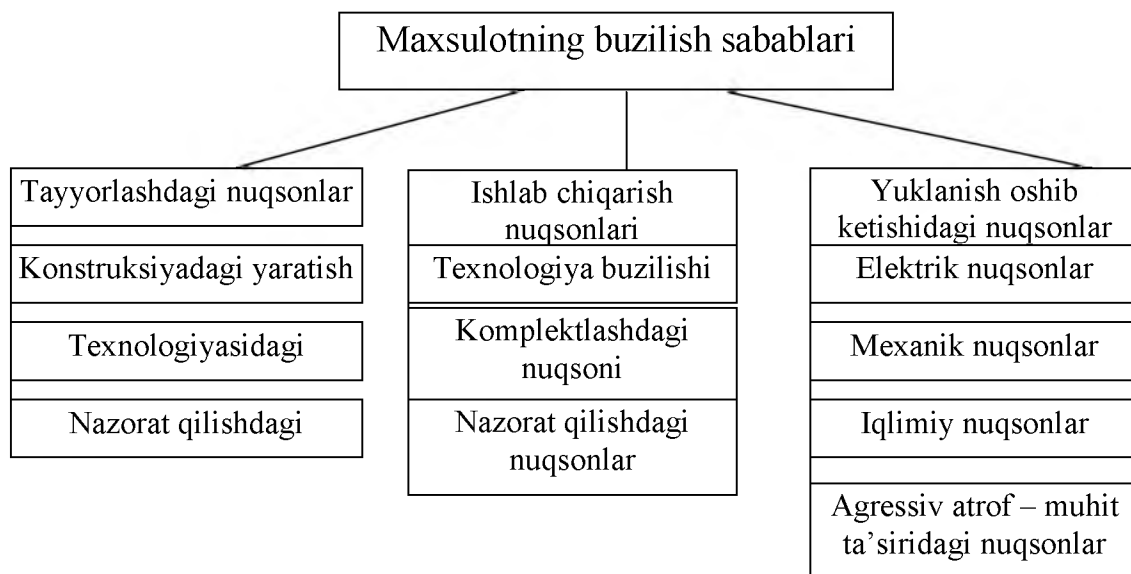
amallarni olib tashlash uchun qisqartirilishi mumkin. Boshlang'ich tahlil odatda bir necha kunga cho'ziladi. U har doim ham buzilish sababini to'liq aniqlay olmaydi, biroq qoidaga ko'ra kerakli bo'lgan dastlabki ma'lumotni olishni ta'minlaydi. Buzilish sabablarini to'la ochish uchun ikkilamchi tahlil o'tkaziladi.

Ikkilamchi tahlil – bu fizik, fizik-kimyoviy va statik usullarni jalb qilib EVlardagi buzilish sabablarini va mexanizmlarini tekshirish jarayonidir. Ularni o'tkazish natijasida buzilishlar mexanizmlari aniqlanadi, ularning fizik modeli qurilib, buzilish sabablari aniqlanadi va bu sabablarni yo'qotish bo'yicha ko'rsatmalar ishlab chiqiladi. Ikkilamchi tahlil ob'yektlari bo'lib buzilgan elektron vositalar ularni tayyorlashning texnologik jarayonlari, maxsulot qo'llashning sharti va tartibi undan tashqari qabul qilinishdagi sinashlarning sharti va tartibi bo'lishi mumkin. Buzilishlarning ikkilamchi tahlilini formallashtirish juda murakkabdir shuning uchun uni tahlil qilish muddati, uslubi va maqsadi ko'rsatilgan maxsus dastur asosida amalga oshiriladi. Elektron vositalarning ikkilamchi tahlilining ba'zi usul va vositalari 74 – rasmda keltirilgan.



74-rasm. Buzilishlarning ikkilamchi tahlilini o'tkazish uslubiyatlari

Elektron vositalarning buzilish sabablarini tahlil qilish nuqsonlarni topish va ularni yuzaga kelishidan ogohlantirish uslubiyatini ishlab chiqish imkoniyatini beradi. Birlamchi va ikkilamchi tahlil qilish asosida buzilishlarni sinflash sxemasi tuziladi. (75-rasm)



75 – rasm. Buzilishlar sabablarini sinflash sxemasi

Buzilishlarning haqiqiy sabablarini va mexanizmlarini o‘rnatish maxsulot konstrukstiyasini texnologik jarayonlarni va ularni tayyorlashni optimallashtirish imkoniyatini beradi, bundan tashqari aniqlangan turdagi buzilishlar sonini kamaytirish yoki yo‘qotish maqsadida maxsulotni yuklashni optimallashtiradi.

10 bobga oid savollar:

1. EVlarni sinashda qanday tasodifiy xolatlar mavjud?
2. Qanday amaliy holatlarda EVni sinash va nazorat qilishda tasodifiy miqdor taqsimoti kompozitsiyasi va superpozitsiyasiga duch kelinadi?
3. Maxsulotni sifat nazorati uchun qo'llaniladigan general va tanlov xarakteristikalarini aytib bering.
4. EVlarni sinashlarni sinflashni qanday tamoyillari mavjud?
5. EVlarni real ishlatishlardan, ularni ustida stendlarda va tajribalarda o'tkazilgan sinashlar nimasi bilan farqlanadi?
6. EVlarni modellaridan foydalanib o'tkaziladigan qanday sinashlarni bilasiz?
7. EVlarni buzilmasdan ishlash soxasi qanday aniqlanadi?
8. Mo'ljallanishi bo'yicha o'tkaziladigan qanday sinovlar o'tkazishni bilasiz, bunday sinovlarni o'tkazishdan maqsad nima?
9. EVlar puxtaligi qanday xususiyatlar bilan xarakterlanadi?
10. Sinashlarni o'tkazishning ketma – ket, parallel usulining afzalliklari nimada?
11. Sinovlar o'tkazish dasturlarining qanday asosiy bo'limlari mavjud va ularning xarakteristikalarini qanday?
12. EVlarni sinashda ta'sir etuvchi faktorlarni tanlashning asosiy tamoyillari qanday?
13. Ta'sir etuvchi faktorlarni tanlashga fizik yondoshishning ma'nosi nima?
14. Maxsulotni sinovlar o'tkazish uslubiga asoslanib sinashga tayyorlash nimani anglatadi?
15. EVlardagi buzilishlar qanday tamoyillar bo'yicha sinflanadi?
16. Buzilishlarning qanday ko'rinishlarini bilasiz?
17. EVlardagi buzilishlarni birlamchi va ikkilamchi taxlil qilish nima uchun kerak bo'ladi?

11 bob. Elektron vositalarni mexanik ta'sirlarda sinash

11.1. Mexanik ta'sirlar haqida umumiy ma'lumotlar

Mexanik sinashlarning quyidagi turlari bor: EVlar konstruktsiyasida rezonans chastotalarning borligini aniqlash va berilgan chastota diapozonida ularning bor yo'qligini tekshirish; turli titrashlarga turg'unlik va mustahkamlikni aniqlash uchun sinash; zarbga turg'unligini va mustahkamligini sinash; chiziqli tezlanishlarga va akustik shovqigan va yakka zarblarga ta'sirini sinash. Barcha mexanik sinashlar normal iqlimiy sharoitlarda elektrik kuchlanishlar ostida yoki ularsiz o'tkaziladi. Sinashlar davomida EVlardan va stenddan issiqlik chiqishi hisobiga atrofdagi havo harorati me'yoriy – texnik hujjatlarda EVlar uchun o'rnatilgan muhit haroratidan oshib ketmasligi kerak, aks holda stendlar shamollatiladi.

Mexanik sinashlarda EVni mahkamlash usuli MTXda va sinash dasturlarida ko'rsatiladi. Bunda EVni ishlatish jarayonidagi uning barcha joylashish holatlari hisobga olinadi. Biroq, ishlab chiqarish barqarorligini samarali nazorat qilishni ta'minlash uchun va EVlarni mos mexanik ta'sirlarga turg'unligini aniqlash uchun boshqa mahkamlash usullaridan ham foydalanishga yo'l qo'yiladi. Xususiyl amartizatorga ega maxsulotlar o'ziga mahkamlanadi. Berilgan rejimda chidamlilik vaqti sinash rejimining parametrlariga erishilgandan boshlab hisoblanadi.

Izlanishlar shuni ko'rsatadiki, elektron vositalarga ko'proq titrashli yuklanishlar va yakka zarblar ko'proq ta'sir qiladi. Shuning uchun ko'rsatilgan ta'sirlarni sinash birinchi navbatda o'tkaziladi. Qolgan boshqa mexanik ta'sirlarni sinash qo'shimcha sinashlar hisoblanadi. Akustik shovqinlarning ta'sirini aniqlash uchun o'tkaziladigan sinashlar EVlarning maxsulot konstruktsiyasini amotizatsiya qilinadigan hususiyatiga va uni mustahkamlashga ta'siri bo'lgani uchun aniqlab bo'lmaydigan defektlarini aniqlash imkoniyatini beradi.

Mexanik sinashlar ko'rinishlari va ularning ketma-ketligi sinash dasturlarida ko'rsatilgan bo'lib, EVning mo'ljallanishi, ekspluatatsiya qilish sharti

va ishlab chiqarish turiga bog'liq hisoblanadi. Masalan, tajriba namunasini va o'rnatilgan seriya namunasini aniqlovchi sinashlar dasturida barcha mexanik sinashlar ko'rinishlari mavjud bo'ladi. Ko'plab ishlab chiqarishdagi namunalar uchun esa ular doimo sinab turilgani sababli EV texnik shartlarida ko'rsatiladigan sinashlar o'tkaziladi.

Elektron vositalarning ishonchli ishlashi ularning konstruksiyalarida titrashlarga mustahkamligi, titrashlarga turg'unligi rezonans chastotasiga va boshqa xarakteristikalariga bo'lgan zahirasi bilan ta'minlanadi. EVning rezonans chastota bo'yicha konstruktiv zahirasi konstruktiv zaxira koeffitsiyenti yordamida baholanadi.

$$K_Z = f_{OH} / f_B$$

bu yerda f_{OH} – sinalayotgan mahsulotning eng kichik rezonans chastotasi,
 f_B – MTXda berilgan ish diapazonining yuqori chastotasi.

Formuladan ko'rinib turibdiki f_{OH} qiymati qanchalik katta bo'lsa K_Z shunchalik katta bo'ladi. Bu esa, teng ishchi sharoitlarda titrashlarga mustahkamlik yuqori bo'ladi.

11.2. Elektron vositalardagi titrashlar turlari

Elektron vositalarda yuz beradigan tebranishlarga ko'ra determinlashgan va tasodifiy titrashlar mavjud bo'ladi. Determinlashgan titrashlar, agar ularni izohlovchi $x(t)$ funktsiya bir xil T vaqt oralig'ida davriy qonun bo'yicha o'z qiymatini o'zgartirsa yuzaga keladi (76-a rasm). $x(t)$ egri chiziq bu intervallarda ixtiyoriy shaklga ega bo'ladi. Garmonik titrash davriy titrashning bir turi bo'lib, vaqt o'tishi bilan $x(t)$ egri chiziq sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaradi (76-b rasm).

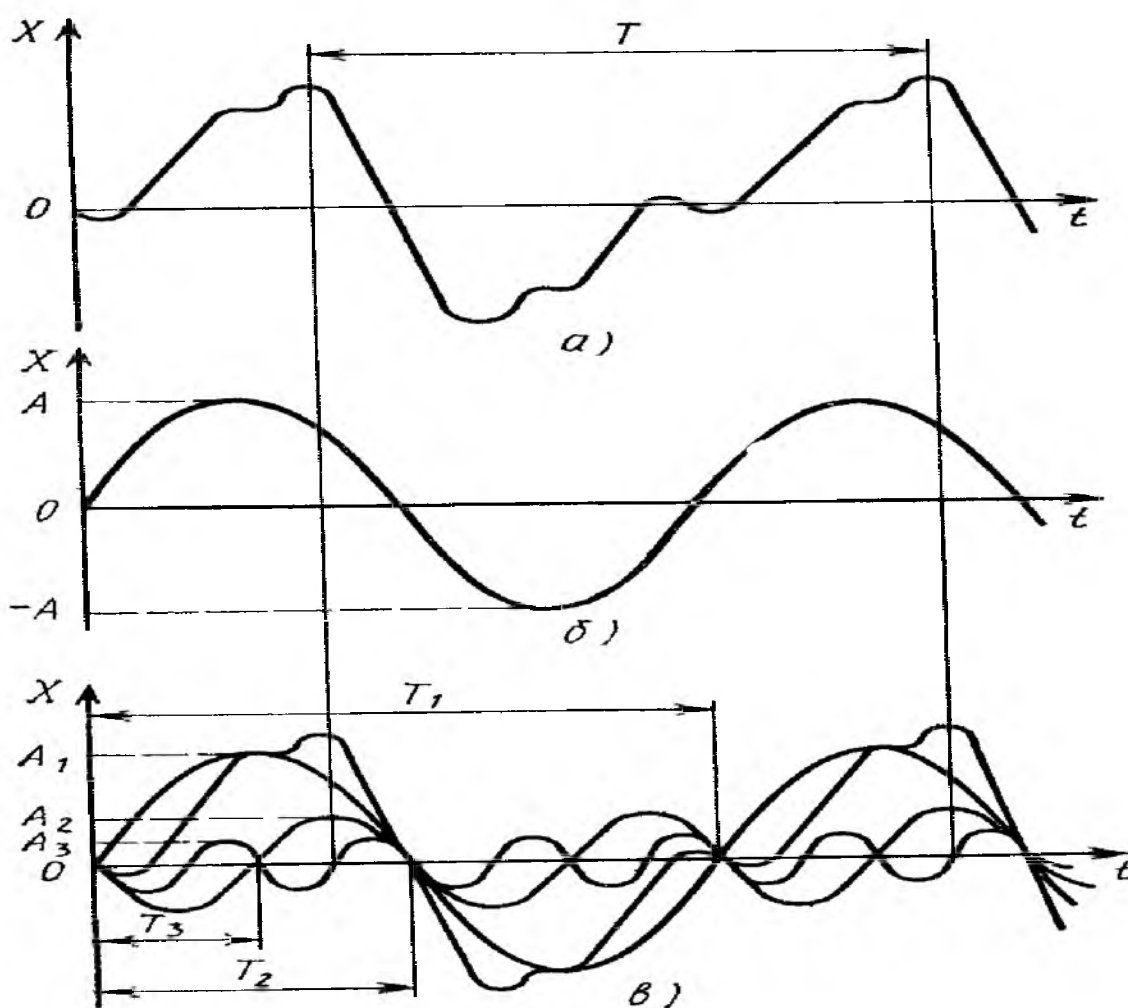
Sinashlar amaliyotida garmonik titrashlarni sinusoidal titrashlar deb atashadi. Agar tebranishlarning boshlang'ich fazasidan saqlanilmasa, garmonik titrashlar uchun quyidagi tenglama o'rinli bo'ladi:

$$x(t) = A \sin(\omega t) \tag{11.1}$$

bu yerda $x(t)$ – t vaqtdagi barqaror holatdan siljishi;

A – siljish amplitudasi;

$\omega = 2\pi f$ – burchak chastotasi.



76- rasm. a) davriy qonun o'zgarishlari; b) garmonik titrash o'zgarishi; d) davriy tebranishlarni turli o'zgarishlari

Bunday titrash spektri (14b) $f=1/T$ tashkil etuvchilarning bittasidan tashkil topadi.

Davriy tebranishlarni turli amplituda va chastotaga ega bir necha garmonik tebranishlar yig'indisi deb qarash mumkin. (76-d rasm). Bu analitik jihatdan davriy tebranishni Fure qatoriga yoyish bilan bajariladi. U cheksiz garmonik tashkil etuvchilar amplitudasi A_k va chastotasi kf dan iborat bo'ladi.

$$x(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(2\pi k f t) \quad (11.2)$$

bu yerda k – garmonika nomeri

A_k – k -inchi garmonika amplitudasi

Shunga ko'ra davriy tebranishlarni poligarmonik tebranishlar deyiladi.

Hamma garmonikalar chastotasi asosiy chastota $f=1/T_1$ ga karrali bo‘lib, diskret (chiziqli) spektrga ega. (76-d rasm).

Amaliyotda juda keng tarqalgan titrashlar bo‘lib, davriy titrashlar hisoblanadi. Unchalik ata bo‘lmagan nochiziqli egilishlarga ega bo‘lgan davriy titrashlarni garmonik titrashlar tarkibiga kiritiladi. Egilish darajasini garmonik koeffitsiyent (nochiziq egilishlar koeffitsiyenti) yordamida hisoblanadi.

$$K_H = \sqrt{\frac{A_2^2 + A_3^2 + \dots + A_i^2 + \dots}{A_1^2}} \quad (11.3)$$

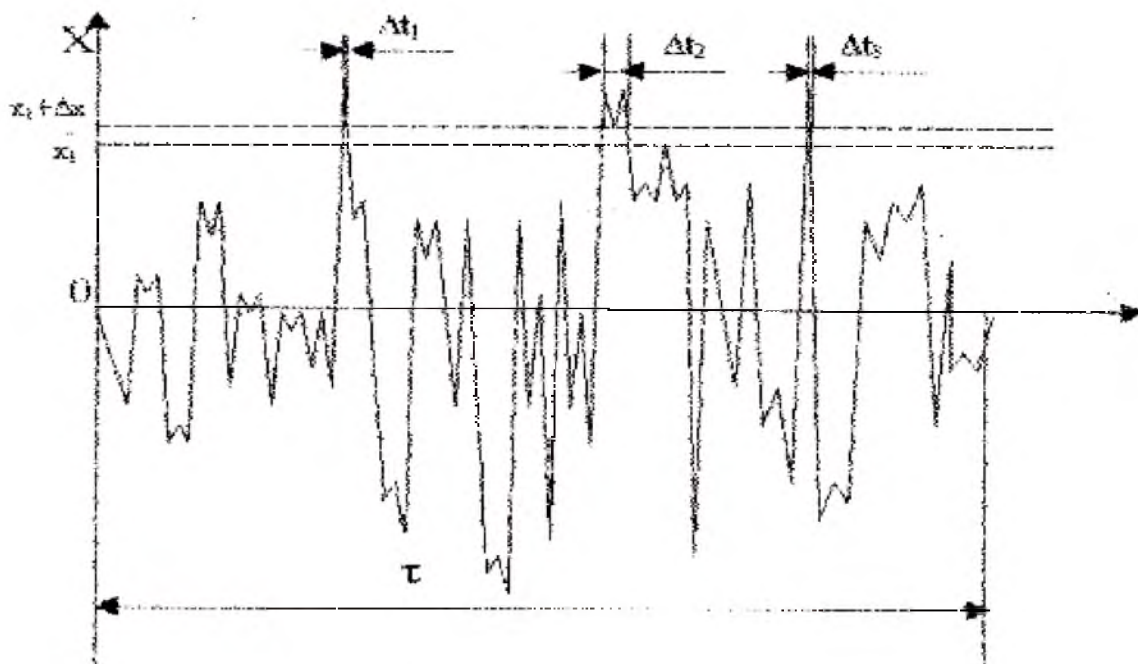
bu yerda A_i – I inchi garmonika amplitudasi.

Tasodifiy titrashlar determinlashgan titrashlardan farqli ravishda aniq matematik munosabatlar bilan ifodalanmaydi. Bunday titrashni ko‘rinishiga qarab yaqin vaqt oralig‘ida parametrlari qiymatini oldindan aytib bo‘lmaydi (77-rasm). Lekin $x(t)$ titrashning daqiqadagi qiymatini ixtiyoriy tanlangan x_i dan $x_i + \Delta x$ gacha oraliqqa tushish ehtimolini aniq aytish mumkin:

$$P[x_1 \leq x(t) \leq x_1 + \Delta x] = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\infty} \Delta t_i \right) \quad (11.4)$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} \Delta t_i$$

bu yerda – kuzatilayotgan τ vaqt ichida $x_i \div x_i + \Delta x$ oraliqdagi titrash amplitudasining bo‘lish davomiyligi yig‘indisi.



77 – rasm. Tasodifiy titrash

$\tau \rightarrow \infty$ bo'lganda yuqorida keltirilgan tenglikning o'ng tomonidagi munosabat sodir bo'ladigan hodisa ehtimolligini aniqroq izohlaydi. Bu ehtimollik Δx interval kengligiga bog'liqligini hisobga olib, uzluksiz tasodiiy kattalik X uchun quyidagi ehtimollik zichligidan foydalanish qulay hisoblanadi.

$$f(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P(x_1 \leq x(t) \leq x_1 + \Delta x)}{\Delta x} \quad (11.5)$$

Ehtimollik zichligi funksiyasi ko'rinishi tasodifiy miqdorning taqsimlanish qonunini xarakterlaydi. Tasodifiy titrashni mustaqil va bir – birlaridan kam farq qiladigan qisqa muddatli tasodifiy ta'sirlar yig'indisi sifatida qarash mumkin bo'lsa unga mos ravishda markaziy chegaraviy teoremasiga ko'ra bunday titrash taqsimlanishi Gauss qonuniga bo'ysunadi. Bunday holatda titrashni matematik kutilganlik va umumiy dispersiya bilan xarakterlash mumkin. Matematik kutilganlik $M[x]$ – kuzatish davomidagi bir lahzalik tasodifiy titrashlarning o'rtacha arifmetigini anglatadi. Umumiy dispersiya δ^2 bir lahzalik tasodifiy titrashlar qiymatlarining uning o'rtacha qiymatiga nisbatan tarqoqligini bildiradi.

Shunday holatlar ham bo‘ladiki, bir xil $M[x]$ va δ^2 ga ega tebranish jarayonlari bir biridan chastotasining turlichaligi bilan farq qiladi, ya’ni vaqt o‘qi bo‘yicha cho‘zilganligi bilan farqlanadi. Shuning uchun tasodifiy titrashlarni vaqt bo‘yicha emas, balki chastota sohasidagi tasodifiy jarayonlarni izohlash imkoniyatini beradigan chastotali tahlil yordamida tekshirish qulaydir. Shunga ko‘ra tasodifiy titrashlarni cheksiz katta sondagi garmonik tebranishlarning yig‘indisi deb qarash maqsadga muvofiqdir. U holda uning quvvati spektral quvvat deb qaralib, qaralayotgan chastotalar diapazonidagi barcha sinusoidal tashkil etuvchilar quvvatlarining yig‘indisiga teng bo‘ladi. Spektral quvvat ko‘rilayotgan chastota chizig‘i oralig‘idagi hamma sinusoidal tashkil etuvchilar amplitudalari kvadrati yig‘indisiga proporsionaldir.

Chastota maydondagi tasodifiy titrashlarni tahlil qilishda garmonik tashkil etuvchilarning bir lahzalik amplituda qiymatlaridan emas, balki ularning dispersiyasidan foydalaniladi. $\Delta f = f_2 - f_1$ chastotalar polosasigacha tegishli bo‘lgan δ^2 dispersiya, shu chastotalar polossidagi tasodifiy titrashlar quvvatining spektral zichligi deb ataladi.

$$S(f) = \delta^2 / \Delta f$$

Berilgan munosabatdan ko‘rinib turibdiki, spektral zichlik birlik chastotalar diapozoniga to‘g‘ri keluvchi tebranish jarayonining quvvatini xarakterlaydi. Chastotaga bog‘liq spektral zichlik ostidagi maydon garmonik tashkil etuvchilari amplitudasi dispersiyasiga teng. Bir xil Gauss qonuniga ega parametrli ikkita tasodifiy tebranish xar xil chastotalar diapozonida joylashgan quvvatlari bilan farqlanadi.

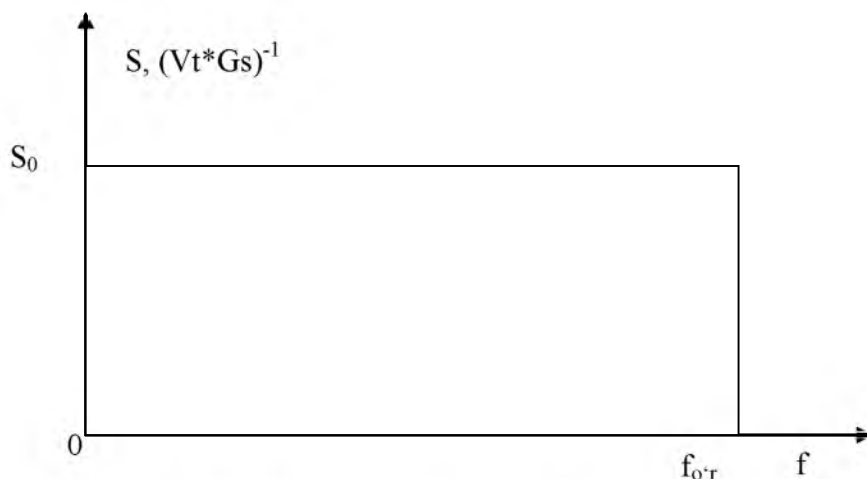
$f_1 \dots f_2$ chastotalari intervalidagi tasodifiy titrashlar dispersiyasining o‘rtacha qiymatini, bu titrashni tor o‘tkazuvchanlik polosaga ega polosa filtri kirishiga berib va filtr kirishidagi kvadratga oshirilgan funktsiyani o‘rtacha qiymatini aniqlab o‘lchash mumkin.

«Oq shovqin» deb ataluvchi tasodifiy titrashlarning turlaridan biri bo‘lib, chastotali spektri barqaror va muvozanatda bo‘lgan shovqinli signal xisoblanadi.

Shuning uchun uning quvvati ko‘rilayotgan chastota diapazonida doimiydir (78-rasm). f_{sr} chastota bo‘yicha chegaralangan «oq shovqin»ning spektral zichligi:

$$S(f) = \begin{cases} \delta^2 / f_{sr} & \text{agar } f \leq f_{sr} \\ 0 & \text{agar } f > f_{sr} \end{cases}$$

bu yerda f_{sr} – kesish chastotasi.



78 – rasm. «Oq shovqin» turidagi titrashning spektral zichlik quvvati

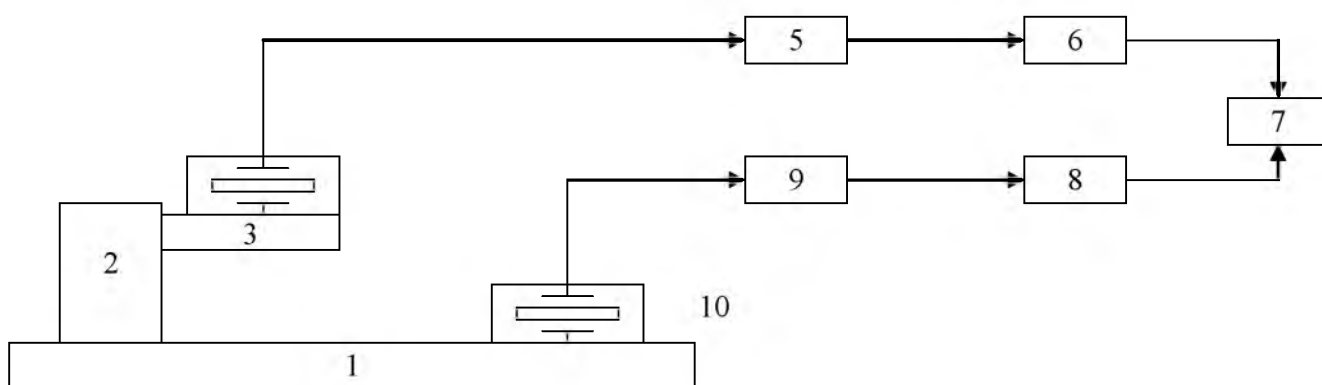
11.3. Elektron vositalarning rezonans chastotalarini aniqlash

EVlar yangi konstruktsiyalarini yaratishda, ularni titrashlarning ta‘siriga sinashdan oldin ko‘pincha bu konstruktsiyalarning rezonans chastotalarini aniqlashga sinashlar o‘tkaziladi. Bunday sinashlar maxsulotlarning mexanik hususiyatlarini tekshirish uchun va titrashga mustahkamlik va akustik shovqin ta‘siriga bo‘lgan sinash uslublarini tanlashda boshlang‘ich axborot olish uchun, undan tashqari mexanik zarblar ta‘siriga bo‘lgan sinashlarda, tezkorligini ta‘siri uzunligini tanlash uchun xizmat qiladi. EV yoki ularning elementlarining rezonans chastotalari uch perpendikulyar yo‘nalishida aniqlanadi.

Odatda sinalayotgan EVlar konstruktsiyasi bir nechta rezonans chastotasiga ega bo‘lgan murakkab tebranma tizim hisoblanadi. Bunday konstruktsiyalarni taxlil qilishda juda katta qiziqish past rezonans chastotaga qaratiladi. Chunki ularda maksimal kuchlanish va deformatsiya yuzaga keladi. Sinalayotgan konstruktsiyasi elementlari rezonans chastotasi, g‘alayonli kuchga ega chastotasiga mos tushganda

rezonans holati yuzaga keladi. Rezonans vaqtida tebranishlar amplitudasi ikki barobardan ko‘proqqa ortadi va fazasi 90^0 ga o‘zgaradi.

Rezonans chastotasini aniqlashda maxsulot (1,02...1,5) f_{op} chastotalar diapazonida past tezlanish (1. . . 5)g bo‘lganda garmonik titrashlar ta’siriga duch keladi. Bu yerda f_{op} - maxsulotning hisoblangan rezonans chastotasi. Sinash chastotasining aniq diapazoni sinovlar dasturida o‘rnatiladi. Rezonans chastotasini izlashni doimiy tezlanish amplitudasini (1...5)g yoki amplituda siljishini (1.5 mm dan katta emas) bir xil ushlab turib chastotani ohista tekis o‘zgartirib amalga oshiriladi. EV rezonans chastotasini tanlov sinashlarida olingan rezonans chastotalarining o‘rtacha arifmetik qiymati kabi aniqlanadi. Chastotalarni o‘lchashdagi xatolikning eng katta qiymati 0,5% yoki 0,5Gs ni tashkil etishi kerak. Elementlarning rezonans tebranishlarini hisobga olib bo‘lmaydigan hollarda rezonans chastotalar EVlarning chiqishdagi parametrlarini qiymatlarini o‘zgarishi orqali aniqlanishi mumkin.



79-rasm. Pyezonelektrik usul bilan rezonans chastotalarni aniqlash qurilmasining struktura sxemasi

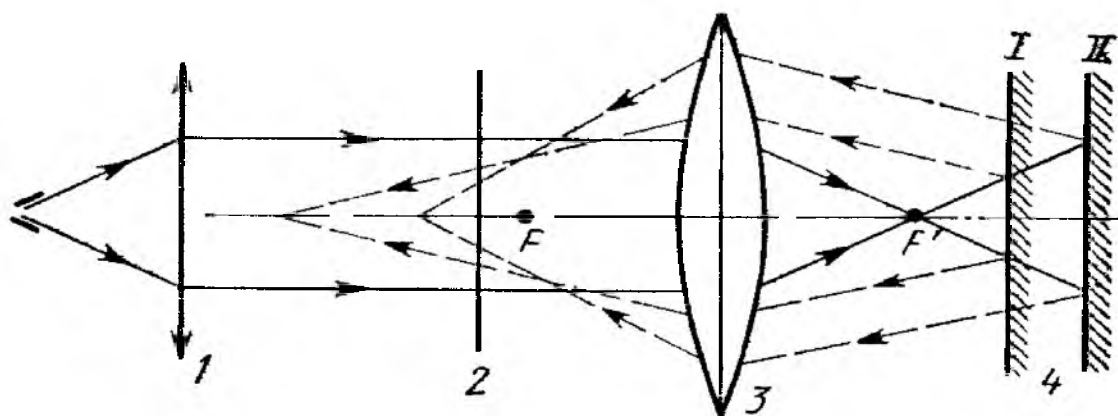
1-titrash stendi stoli; 2-mahsulotni qotirish moslamasi; 3- sinaluvchi mahsulot; 4,10-pyezoo‘zgartirgachlar; 5,9-kelishuvchi qurilma; 6,8-o‘lchash qurilmalari; 7-ossillograf

Rezonans chastotasini aniqlashdagi pyezonelektrik usul sinalayotgan namunaga mahkamlangan pyezonelektrik o‘zgartirgichdan olinadigan mexanik tebranishlarni elektrik signalga aylantiruvchi pyezonelektr u yetarlicha ishlangan xisoblanadi. Agar sinalayotgan maxsulotning o‘lchami va massasi pyezoo‘zgartirgach massasi va o‘lchamidan 10 barobar va undan katta bo‘lsa u

holda bu usul yetarlicha aniq usul xisoblanadi. Pezoelektrik usul bilan rezonans chastotalarni aniqlash 79-rasmda berilgan.

Stendning tebranishlar chastotasini ohista tekis o'zgartirib, mahkamlovchi plata tezlanishi doimiy qilib ushlab turilsa, EV rezonans chastotasida pyezoo'zgartirgich kuchlanishi ko'tarilishi va ossillograf ekranida ellipsning 90⁰ga o'zgarishi kuzatiladi.

Hozirgi vaqtda o'lchanayotgan ob'yekt xarakteristikasiga ta'sir qilmaydigan, ulanishsiz titrash parametrlarini o'lchash uslubiga qiziqish o'sib bormoqda. Bir nurlu optik uslub shunday uslublardan biri xisoblanadi. U titrovchi mahsulot yuzasidan qaytgan lazer nuri burchagining o'zgarishiga asoslangan. 80-rasmda shu uslub bilan rezonans chastotani aniqlash ko'rsatilgan.



80-rasm. Sinalayotgan mahsulot titrashida qaytgan yorug'lik nurini tashkil qilish

Bu yerda 1 – kollimator; 2- ekran; 3 – fokuslovchi linza; 4 – sinalayotgan maxsulot yuzasi; 5 – tushayotgan nur; 6 – I va II holatda bo'lganda maxsulot yuzasidan qaytgan nur; F va F' – linzaning oldi va orqa fokuslari.

Kollimator yordamida kengaytirilgan lazer yorug'lik oqimini yorug'lik oqimi tarqalishi yo'nalishiga perpendekulyar joylashgan sinalayotgan mahsulot yuzasi yaqinidagi F' nuqtada (linzaning orqa fokusi) linza bilan fokuslantiriladi.

Maxsulot yuzasidan qaytgan yorug'lik yana qaytadan shu fokuslovchi linza yordamida kiruvchi yorug'lik oqimida yuzaga keladi. Kirish burchagi linzaning orqa fokusi va mahsulot yuzasi orsidagi masofaga bog'liq. Mahsulot titraganda (I va II holatlar) bu oraliq o'zgaradi, shunga mos ravishda qaytgan yorug'lik oqimi

diametri ham o'zgaradi. Buning natijasida nurlanish energiyasining yuzasi ham o'zgaradi. Ekran o'rniga fotoelektron ko'paytirgich o'rnatilsa u holda, diafragma yordamida qaytgan yorug'lik oqimining faqat markaziy qismini o'tkazadi. Shunda ko'paytirgich chiqishidagi ro'yxatga oluvchi qurilma orqali yorug'lik oqimi energiyasi zichligini o'zgarishini nazorat qilishimiz mumkin. Qurilmani boshqarish yo'li bilan sinov o'tkazilayotgan maxsulot mexanik tebranishlari amplitudasini nazorat qilish mumkin. Rezonansning boshlanish vaqtini chiqish signali amplitudasining birdaniga o'sishi bilan aniqlanadi.

Bu usulning qulayligi faqatgina o'lchashlarni o'tkazishning osonligida emas, balki fotoelektron ko'paytirgich va ro'yxatga oluvchi (registrlovchi) apparatlarning o'tkazish chizig'i orqali chegaralanuvchi yuqori sezgirliigi ham xisoblanadi.

Sinov natijalari boshqa turdagi mexanik sinovlarni tanlash uchun ishlatiladi. Agar $f_{OH} > 1000$ Gs bo'lsa, u holda mexanik sinovlardan zarbga mustahkamlik sinovi olib tashlanadi agar $f_{OH} > 2000$ Gs bo'lsa u holda zarbga chidamlilik sinovi o'tkazilmaydi, agar $f_{OH} > 2f_v$ bo'lsa, u holda titrashga chidamlilik sinovi o'tkazilmaydi.

11.4. Titrashga mustahkamlik va titrashga chidamlilik sinovlari

Titrashga chidamlilik sinovlari berilgan chastota va tezlanishlar diapozonida elektron vositalarning texnik shartlarda ko'rsatilgan parametrlarini saqlagan holda o'z funktsiyalarini bajara olish qobiliyatini tekshirish maqsadida o'tkaziladi. Sinovlar elektr kuchlanish ostida EV parametrlarini nazorat qilgan holda o'tkaziladi. Titrashga chidamlilikni tekshirish uchun sinalayotgan maxsulotning shunday parametrlari tanlab olinadiki, ularning o'zgarishi yordamida titrashga chidamlilik haqida xulosa chiqarish mumkin bo'ladi (masalan: titrash shovqini darajasi, chiqish signalining buzilishi, elektr zanjirining butunligi, bog'lanish qarshiligining o'zgaruvchanligi va x.k). Sinovlar o'tkazishning qattqlik darajasi quyidagi jadvalda ko'rsatilgan parametrlardan aniqlanadi (18-jadval).

**Elektron vositalarini titrashga chidamlilikga sinashda titrash ta'sirini
xarakterlovchi parametrlar qattqlik darajasi**

Qattqlik darajasi	Chastotalar diapazoni Gs	Ko'chish amplitudasi mm	O'tish chastotasi Gs	Tezlanish amplitudasi g
I	10...35	-	-	0.5
II	10...55	-	-	1
III	10...55	0.5	32	2
IV	10...55	0.5	-	-
V	10...80	0.5	32	3
VI	10...80	0.5	50	5
VII	10...150	0.5	50	5
VIII	10...200	0.5	50	5
IX	10...500	0.5	50	5
X	10...500	1	50	10
XI	10...2000	1	50	10
XI	10...2000	2	50	20
XII	10...2000	4	50	40
XIV	10...5000	4	50	40

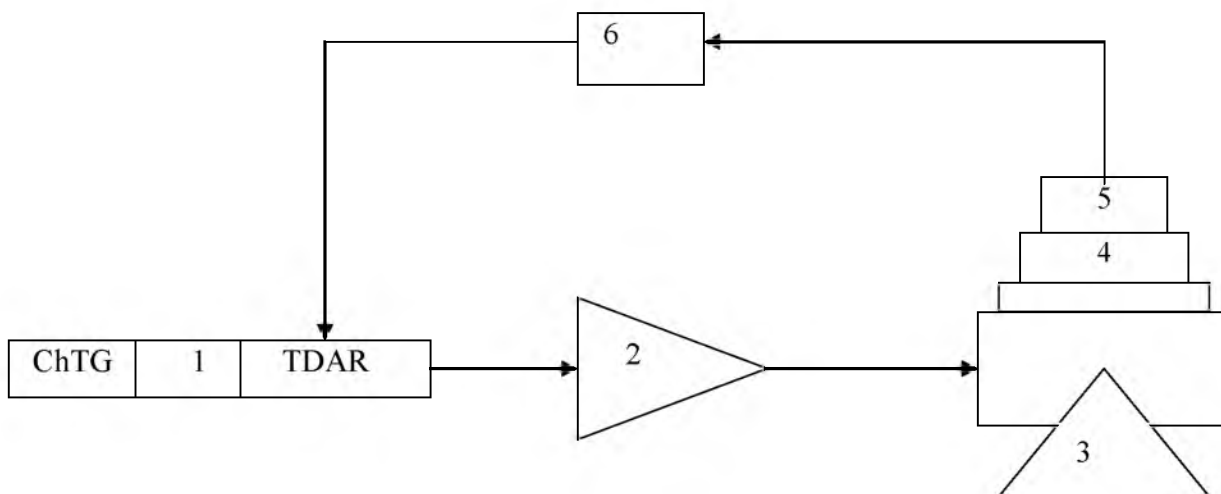
Har bir ta'sir yo'nalishidagi sinov davomiyligi mahsulotning ishga yaroqlilik vaqtini tekshirish bilan aniqlanadi.

Titrashga mustahkamlikni aniqlash uchun o'tkaziladigan sinashlar texnik shartlar va sinovlar o'tkazish rejasida ko'rsatilgan qiymatlar chegarasida mexanik ta'sirlardan so'ng parametrlarini saqlagan holda o'z funksiyalarini bajara olishi va titrashlarning buzuvchi ta'sirlariga chidamlilik imkoniyatlarini tekshirish maqsadida o'tkaziladi.

EVlar titrashga chidamlilik va titrashga mustahkamlikka sinash fiksirlangan chastotalar, tebranuvchi chastotalar va tasodifiy titrashlar usuli bilan

o'tkaziladi. Sinashning u yoki bu usulini tanlash maxsulotning rezonans chastotalariga ko'ra aniqlanadi. Agar maxsulotning rezonans chastotasi chastotaning ishchi diapazon yuqori chastotasidan 1,5 marotaba oshib ketsa, u holda sinovlarni bitta fiksirlangan chastotada o'tkaziladi, agar rezonans chastota aniqlanmagan bo'lsa, u holda tebranuvchi chastotalar uslubi qo'llaniladi, agar sinalayotgan maxsulot berilgan chastotalar diapozonida to'rttadan kam bo'lmagan rezonansga ega u holda bo'lsa tasodifiy titrashlar uslubidan foydalaniladi.

Tebranuvchi chastotalar uslubi hozirgi vaqtda titrashga mustahkamlik va titrashga chidamlilikka sinashning asosiy uslubi hisoblanadi. Bu uslubda berilgan diapazondagi titrash chastotasini minimaldan maksimalgacha va aksincha o'zgartirib, EVlar konstruksiyalarida sinash chastotasi sohasiga mos keluvchi rezonanslardagi ketma – ket uyg'otiladi. Bunda chastotalarni faqatgina oshirish emas, balki ularni kamaytirish kerakligi sinaluvchi maxsulot konstrukstiyasida mumkin bo'lgan noxiziq rezonanslarni borligi bilan asoslangan. Ularning paydo bo'lishi tirash chastotalarining yo'nalishining o'zgarishiga bog'liqdir. Tebranuvchi chastota uslubi struktura sxemasi 81 – rasmda keltirilgan.



81 – rasm. Tebranuvchi chastota usuli strukturaviy sxemasi

Bu yerda ChTG – chastotani tebratuvchi generator; TDAR – titrash darajasi avtomatik regulyatori; 1 – ovoz chastotasi generatori; 2 – quvvat kuchaytirgich; 3 – vibrator; 4 – sinalayotgan maxsulot; titrashni o'lchovchi o'zgartirgich; 6 – titrashni o'lchovchi apparatura.

Rasmda chastotani tebratuchi generator (ChTG) ovoz chastotasi generatori bergan chastotani boshqaradi. Titrash darajasining avtomatik regulyatori (TDAR) generatorning chiqish kuchlanishini o'zgartiradi. Ketma-ket ravishda elektrodinamik vibratorning qo'zg'aluvchi katushkasiga olib kiruvchi quvvat kuchaytirgichi chiqishidagi tebranish quvvati ham o'zgaradi. Shu tariqa ChTG chastotalar xarakteristikasi tebranishlarni kompensatsiyalashni amalga oshiradi. TDAR esa titratgich stolidagi kerakli titrash darajasini ushlab turadi. Bu daraja titrashni o'zgartirgich 5 orqali ro'yhatga oladi. Titratgichning amplituda - chastotaviy xarakteristikasi (AChX) ning bir o'lchamliligiga erishish uchun titrash darajasi regulyatori bir necha o'n destibelda moslashtirish kengligini ta'minlashi kerak.

EVlarni tebranuvchi chastota uslubida sinashda sinash chastotalari diapazoniga mos keluvchi ixtiyoriy rezonans chastota tebranishlar sikli davomida ikki marotaba uyg'onadi. Shunga ko'ra bu uslubning fiksirlangan chastota uslubidan afzalligi ham shundadir. Vaqt bo'yicha ko'chish (11.1) dan olingan ikkinchi tartibli hosilaga teng titrash tezlanishi quyidagi qonuniyat bo'yicha o'zgaradi.

$$a=\ddot{x}=A_a \sin[\omega(t)t] \text{ x tepasida 2ta nuqtasi bor}$$

Bu yerda $A_a=(2\pi f)^2 A$ – titrashlardagi tezlanish amplitudasi; $\omega(t)$ - minimal qiymatdan maksimalga qarab va aksincha vaqt bo'yicha sekin o'zgaruvchi chastota. A_a tezlanish amplitudasi o'zgarimas bo'lib qolishi uchun, f chastota o'zgarishiga mos ravishda titrash stendidagi ko'chish amplitudasi A ni o'zgartirish zarur bo'ladi. Sinashlar o'tkazishning qattiqlik darajasiga ko'ra aniqlanadigan past chastotalar qiymati 40 . . . 70 Gst oralig'ida belgilanadi, bunda tebranuvchi chastotalar usulidagi sinashlar titrash stendi stolining quyidagi qonuniyat bilan ko'chishida amalga oshiriladi.

$$X(t)=A \sin[\omega(t)t] \tag{11.6}$$

Bu yerda A – titrash stendi stolining ko'chishining doimiy amplitudasi.

Doimiy parametrli garmonik titrashni izohlovchi (11.1) ifodadan farqli ravishda (35) ifoda garmonik titrashlarni bitta o'zgaruvchi parametr bilan ya'ni

titrash chastotasi bilan izohlaydi. Shu tariqa past chastotalarda tebranuvchi chastota usuli bilan o'tkaziladigan sinashlarda sinovlarni titrash stendi stoli kuchishining o'zgarish amplituda qiymatida chastotani ohista o'zgartirgan holda o'tkaziladi.

O'tish chastotasidan yuqori chastotalarda sinashlar o'tkazilganda, o'zgarish A_a tezlanish amplitudasi ushlab turiladi. U holda (11.2) ga mos ravishda ko'chish amplitudasi A (chastota o'zgarishi bilan) o'zgarishi kerak.

Titrash chastotasi sinashlar jarayonida $f=f_H e^{kt}$ eksponentsial qonun bo'yicha vaqt bo'yicha o'zgaradi, bu yerda f_H ish diapazonining pastki chastotasi. k - chastota o'zgarish tezligini xarakterlovchi daraja ko'rsatkichi. EVlarni titrashga chidamlilikka sinashda titrash chastotasining tebranish tezligi shunday bo'lishi kerakki, sinalayotgan maxsulotning Δf chastotalarning rezonans polosasidagi chastota o'zgarish vaqti $t_{\Delta f}$ quyidagi shartni qanoatlantirsin:

$$t_{\Delta f} \geq t_{nar} \quad t_{\Delta f} \geq t_y \quad (11.7)$$

Bu yerda t_{nar} rezonans vaqtida mahsulot titrash amplitudasining o'rnatilgan qiymatigacha o'sish vaqti t_y – o'lchov yoki ro'yxatga oluvchi qurilmaning siljuvchi qismini oxirgi o'rnatish vaqti. O'sish vaqti quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$t_{nar} \cong k_1 Q / f_0 \quad (11.8)$$

Bu yerda, k_1 – titrash amplitudasini chiziqli qonuniyatlaridan chetga chiqishi natijasida t_{nar} vaqti qiymatini hisobga oluvchi koeffitsiyent, Q – titrash davomida tizimda tarqaladigan energiya miqdoriga bo'g'liq bo'lgan mexanik tebranuvchi tizimning aslligi. f_0 – rezonans chastota, k_1 qiymatini 2. . . 3 ga teng qilib olish tavsiya qilinadi. Q va f_0 ning qiymatini esa, o'lchash ham mumkin yoki sinalayotgan maxsulotning konstruktiv analogi ma'lumotlaridan foydalaniladi.

Sinov o'tkazishdagi titrash chastotasining kerakli tebranish tezligi:

$$V_k = \frac{1}{t_{\Delta f}} \cdot 200 \lg \left(\frac{2Q+1}{2Q-1} \right) \quad (11.9)$$

$t_{\Delta f}$ vaqtni (36) shartga ko'ra tanlab olinadi. Chastotaning tebranish tezligining pasayishi sinashlar o'tkazish vaqtini uzaytiradi, bu esa, iqtisodiy tarafdin zarardir. EVlarni titrashga chidamlilikka sinashda $V_k \leq 2$ okt/min* qilib

* октава бу – икки f_1 va f_2 частоталар оралиғи бўлиб, улар учун $f_2 / f_1 = 2$ ёки $\log(f_2 / f_1) = 1$ шарт бажарилади.

tanlab olinadi. Agar (38) formuladan lingan V_k 2 okt/min dan oshib ketsa, u holda $V_k=2$ okt/min deb olinadi.

Agar $V_k < 2$ okt/min bo'lsa, u holda V_k vibrastion qurilmada o'rnatilishi mumkin bo'lgan qiymatigacha yaxlitlanadi.

Misol. $f_0=2000$ Gst, $Q=100$ bo'lsin. Mahsulot ishlashidagi buzilishlarni ostillograf yordamida $t_y=0.01$ s dan boshlab qayd qilinadi. Titrash chastotasi tebranish tezligini topish talab qilinadi.

Hisoblash tartibi.

1. (37) dan $t_{nar}=2 \cdot 100 \cdot 2000=0,1$ s ekanligini topamiz,
2. (36) shart bo'yicha $t_{\Delta t}=0,1$ s.
3. (38)dan quyidagalarni olamiz:

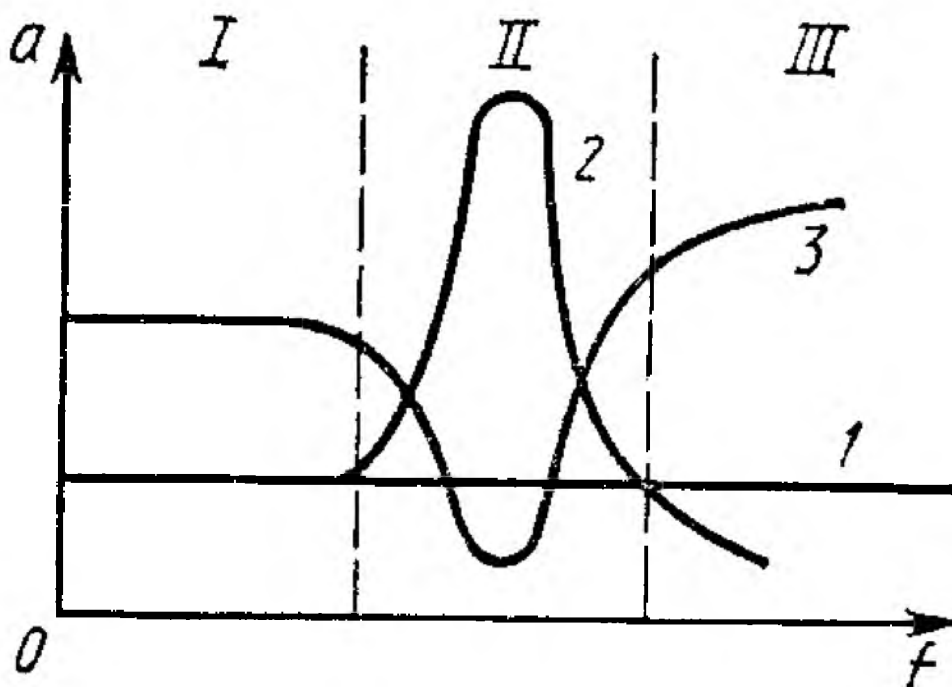
$$V_k = \frac{200 \lg(201/199)}{0,1} \approx 9_{okt/s}$$

4. (37) shartga muvofiq $V_k=9$ okt/min olamiz.

Maxsulot rezonans chastotalari qiymati ma'lum bo'lmagan hollarda, tebranuvchi chastota usuli bilan sinashlarni butun chastotalar diapazonida o'tkaziladi. Sinalayotgan maxsulotning mexanik xarakteristikalarini bilish natijalarini chastotaning nisbatan xavfli diapazonidagi titrashlar yuklamasi ta'sirida qisqa vaqt ichida olish imkonini beradi. Masalan, 20 rasmdan ko'rinib turibdiki titrash ta'sirini aniqlash uchun o'tkaziladigan sinashlar II rezonans maydonida o'tkazilishi kerak. Chunki bu yerda kuchlanish (2 egri chiziq) ruxsat etilgandan yuqori. Rezonansgacha bo'lgan maydon I da ham sinashlar o'tkazish mumkin, ammo III - maydonda sinashlar o'tkazish xech qanday ma'noga ega emas, chunki bu sohada tezlanish o'rnatilganidan pastdir.

Titrashga chidamlilikka sinashlar o'tkazib bo'lingandan so'ng maxsulot namunalari titrashga mustahkamlikka sinaladi unda elektr yuklanganlikdan foydalanilmaydi. Titrashga chidamlilikka sinashdan farqli ravishda, titrashga mustahkamlikka sinashlarni chastota tebranishining bir siklida emas, balki bir necha siklida o'tkaziladi. Tebranishlar sikli soni berilgan sinashning qattiq

o'tkazish darajasiga bog'liq. Masalan, qattqlik darajasi XVI-XIX bo'lgan holatlar uchun stikllar soni 30 ga teng, XX holat uchun 2 ga teng.



82-rasm. Titrashlar ta'sirida maxsulotning turg'unlik holati xarakteristikasi

Bu yerda: 1 - maxsulotning ideal turg'un holati, 2 - sinash davomidagi yuklanish, 3 - maxsulotning real turg'un holati, I, II, III - rezonansgacha, rezonans va rezonansdan keyingi chastota maydoni.

Agar titrashga mustahkamlikka sinash oldidan sinalayotgan maxsulotning rezonans chastotalari qiymati ma'lum bo'lsa, u holda vaqt va ish xajmini kamaytiruvchi tezkor sinovlarni o'tkazish maqsadga muvofiq bo'ladi. EVlarni sinash vaqtining qisqarishi titrashlar yuklamasini maxsulotning chidamliligiga quyidagi qonuniyat bo'yicha ta'sir qilishga asoslangan:

$$(A_{usk}/A_a)^\lambda = \tau/\tau_{usk}$$

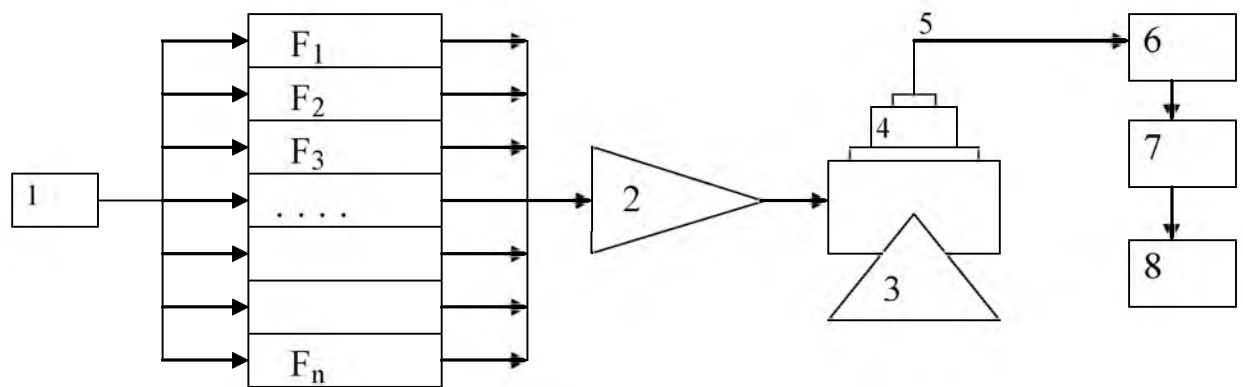
bu yerda, A_{usk} va A_a - tezkor va oddiy hollarda sinovlar o'tkazishdagi titrashlarning tezlanish amplitudasi, $\lambda=2 \dots 10$ - qiymati maxsulotning materiali va konstruksiyasi hususiyatlariga bog'liq daraja ko'rsatkichi, τ va τ_{usk} - oddiy va tezkor sinashlar davomiyligi juda qattiq sinashlarda $\lambda=2$ mos keladi. Bu holatda sinashlar vaqti davomiyligi maksimal bo'ladi. A_{usk} titrash amplitudasining

kattalashib borishi bilan sinalayotgan maxsulot buzilishlari mexanizmi oddiy sinash shartlariga taqqoslaganda o'zgarishsiz qolishini kuzatib turish kerak. Konstruktsiyaning rezonans chastotasi berilgan qattqlikka mos keluvchi chastota polosasida yoki bu polosaning yuqori qiymatidan oshib ketuvchi polosada yotuvchi EVlar uchun, sinashlar natijalarini chastotaning nisbatan xavfli diapazonidagi titrash yuklamasiga e'tiborni qaratgan holda, qisqa muddatlarda olish mumkin. Bunda sinashlar chastotasi diapazonini to'g'ri tanlash uchun rezonans chastotani aniq bilish kerak bo'ladi.

Sinalayotgan EV rezonans chastotasi haqida ma'lumot yo'qligi sababli fiksirlangan chastotalar usuli juda kam qo'llaniladi. Hatto sinovlar o'tkazishdan oldin maxsulotning rezonans chastotasiga teng chastota o'rnatilgan bo'lsa ham, sinovlar jarayonida ularning qo'shilib ketishi natijasida uning pasayishiga olib kelishi va natijada bu sinovlar sifatini pasayishiga sabab bo'ladi. Bunday sinash usulining kam ma'lumotga ega ekanligi uchun, uni o'tkazishning o'rnatilgan davomiyligi tebranma chastotalar usulida o'tkaziladigan sinovlar davomiyligidan ikki marotaba oshib ketadi. Shu sababli fiksirlangan chastotalar usulidan juda kam hollarda qo'llaniladi ya'ni tebranma chastotalar usuli bilan sinashlar o'tkazishning texnik jihatda imkoni bo'lmasa masalan, shunga mos keluvchi sinov qurilmasi bo'lmasa.

Elektron vositalarni real ekspluatatsiya qilish sharoitlarida ularga oddiy garmonik tebranishlar emas, balki murakkab chastota spektriga ega tebranishlar ta'sir qiladi. Bunday holatda EVni tasodifiy tebranishlar ta'siriga sinashga to'g'ri keladi. Bunday sinashlar keng polosali tasodifiy tebranishlar va tor polosali tasodifiy tebranishlar usullari bilan chastotalar polosasini skanerlash orqali bajariladi.

Keng polosali tasodifiy tebranishlar usuli (KTT). Bu usulni qo'llashda har bir tebranish jarayonining garmonik tashkil etuvchisi energiyasining o'zgarish zichligi ko'zda tutiladi. Bunga sabab sinalayotgan mahsulotga «oq shovqin» ta'sir qiladi va sinash o'rtacha kvadratik tezlanishining ma'lum qiymatlarida o'tkaziladi. KKT usulida sinashning struktura sxemasi 83- rasmda ko'rsatilgan.



83 – rasm. KKT usulida sinashning struktura sxemasi

Bu yerda: 1-shovqin generatori, 2- quvvat kuchaytirgichi, 3- vibrator, 4-sinaluvchi mahsulot, 5- titrashni o‘lchovchi o‘zgartirgich, 6-titrashni o‘lchovchi apparatura, 7- tahlil qilish qiluvchi qurilma, 8- qayd qiluvchi apparatura.

11-bobga doir savollar:

1. EVlarni mexanik sinashlar qanday turlarga bo‘linadi?
2. Sinashni avtomatlashtirish yo‘li bilan sinashdagi mehnat xajmini kamaytirish qanday amalga oshiriladi?
3. EVlarni sinashda rezonans chastotasi qanday topiladi?
4. EVlarni parchalash-buzish yo‘li bilan nazorat qilish usulini qo‘llamasdan sinashdagi mehnat xajmini kamaytirish deganda nimani tushunasiz?
5. EVlarni ishonchliligini bashorat qilishda matematik, fizik, fizik statistik uslublarni qo‘llab sinashdagi mexnat xajmini kamaytirish qanday amalga oshiriladi?
6. EVlarni titrashga mustahkamlikka va titrashga chidamlilikka sinashda titrash ta’siri qanday bo‘ladi?
7. EVlarda tebranuvchi chastotalar nima?
8. Titrash ta’sirida maxsulot o‘zgarmasligi xarakteristikalarini ayting.

1-TAJRIBA ISHI.

Tarmoqlangan strukturali tizimlarning ishonchliligini tekshirish

Ishni bajarishdan maqsad: mantiqiy extimollik usullari yordamida tarmoqlangan strukturali tizimlarning ishonchliligini o'rganish uslubi bilan tanishish.

Masalaning qo'yilishi: tizimlarning ishonchli ishlashini mantiqiy ehtimollik tasvirlashga asoslangan, universal dasturli modellarni tekshirish uslubini o'rganish.

Nazariy ma'lumotlar

Mantiqiy extimollik usullarini yaratish istiqbolli (kelajakli) yo'nalishlardan biri bo'lib, uning matematik mazmuni, tizimining ishga yo'nalishlardan biri bo'lib, uning matematik mazmuni, tizimining ishga yaroqlilik shartini analitik yozish uchun, mantiq algebrasining funktsiya (MAF) larini qo'llashdan va ob'yektining ishga yaroqliligini aniq ifodalovchi extimollik funktsiyalarga MAF yordamida o'tish usullarini yaratishdan iborat.

Analitik ifodalar yordamida buzilmasdan ishlash extimoli (BIE)ning sonli qiymatini hisoblash, algebraik ko'paytirish va qo'shishi amallarini bajarishga olib keladi. Mantiqiy extimolli usullar yordamida ishonchlilikni hisoblashni bir nechta usullari mavjud: jadvalli, sxemali mantiqiy va h.k. universal dasturli model: tekshirilayotgan tizimni tavsiflaydi va uning kirishdagi berilganlar ustida ketma-ket bajariladigan amallar algoritmining dasturli amalga oshirishni ifoda etadi. Bunday hisoblashning natijasi bo'lib, buzilmay ishlash ehtimoli (BIE) R_1 bo'lib, u T vaqt mobaynida beriladi. Ko'rilayotgan algoritm yordamida tarmoqlangan strukturali tiklanmaydigan tizimlarning ishonchliligini tekshirish mumkin.

Algoritmning kiritish ma'lumotlari bo'lib, quyidagilar xizmat qiladi: n -tizim elementlari soni, R_i - elementlarning (BIE) ni qaralayotgan vaqt oralig'idagi qiymati va shuningdek ikkilik vektorlar, x_i tizimining muvaffaqiyatli ishlashining qisqa yo'li (MIQI). Bularni hosil qilish tamoyili quyida ko'rsatiladi

tekshirilayotgan tizimlarga, hisoblash algoritmini qo'llashda qo'yiladigan cheklanishlar quyidagilar. Tizim 2 xil holatda bo'lishi mumkin: to'la ishga yaroqlilik holati ($u=1$) va to'la ishga yaroqsizlik holati ($u=0$). Bu holatda quyidagicha tasavvur qilinadi: elementlarning ishlashidan, tizimning ishi aniqligiga bog'liq bo'lib, ya'ni $X_1, X_2, \dots, X_1 X_n$ ning funksiyasidir; bular o'z navbatida 2-ta birgalikda bo'lmagan holatlarda bo'lishi mumkin: to'la ishga yaroqlilik ($X_i=1$) va to'liq ishga yaroqsizlik ($X_i=0$). X_1 ikkilik o'zgaruvchilarning aniq qiymatini, tizimning holati yoki hisoblash algoritmining asosiy ko'rsatgichi bo'lgan tizimning vektor holatini $X=\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ aniqlaydi. Ishonchlilik ko'rsatgichini hisoblash uchun kerak bo'lgan ishga yaroqlilik funksiyasini berish uchun, elementlarning holatlarini, tizim holatlari bilan bog'lovchi, mantiq algebrasining funksiyasini qurish kerak. Uni olish uchun MIQI dan foydalanish lozim. Bu MIQI elementlarning shunday konyuksiyasiki, uni bironta tashkil etuvchilarni tizimning ishlashiga xalaqit bermasdan ajratish mumkin emas. Bunaqa konyunksiya MAF ko'rinishida yoziladi:

$$P_i = \wedge x_i$$

bu yerda i -1-yo'lga mos keluvchi axborotlarning K_{r1} ning mos keladi.

Boshqacha aytganda, tizimning muvaffaqiyatli ishlashning qisqa yo'lini (MIQI) tizimining mumkin bo'lgan ishlashga layoqatli holati (ILX) orqali yozish, ishlashga layoqatli elementlarning minimal yig'indisini aniqlaydi, bu esa tizim uchun berilgan funksiyalarni berilishini ta'minlaydi. Shunday qilib MIQI uchun mumkin bo'lgan d larni tekshirilayotgan tizimlar uchun aniqlash lozim va bunda tizimning ishlashga layoqatliliqi quyidagicha yoziladi:

$$Y(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) = \bigvee_{l=1}^d P_l = \bigvee_{l=1}^d [\wedge x_i] \quad (1.1)$$

Ya'ni, barcha MIQI lar diz'yunksiyasi ko'rinishida.

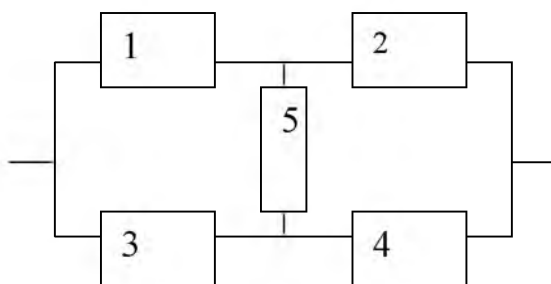
Yuqorida belgilangan ishonchlilik ko'rsatgichini aniqlashda, quyidagi ehtimollik funksiyasini hisoblash kerak:

$$R[y(x_1, \dots, x_n) = I] = R_c$$

Bu yerda asosiy qiyinchilik MAF shaklini takrorlanishidan kelib chiqadi; ya'ni bir hil ishga yaroqli holatlar qancha MIQI bilan bog'langan bo'lsa, shuncha marotaba hisobga olinadi. Mantiq ehtimollik usuliga asoslangan 2 ta hisoblash algoritmini ko'rib chiqamiz va tizimni berilgan variantiga qulay bo'lganini tanlab olamiz.

Birinchi algoritm bo'yicha hisoblash tartibi. Tizimning berilgan varianti uchun, ikkilik so'z ko'rinishida tasvirlangan hamma MIQIlar majmuasi aniqlanadi. So'zdagi razryadlar soni, tizimdagi elementlar soniga teng. 1ga teng bo'lgan razryadning qiymati, elementning ishga yaroqliligini, 0 ga teng bo'lgani elementning ishga yaroqsizligini ko'rsatadi. MIQI asosidagi algoritm tizimni hamma ishga yaroqli holatlarini aniqlashi mumkin bo'lgan, qaytarilmaydigan, ikkilik so'zlarni tashkil etib, har biri uchun mos keluvchi tasodifni hisoblaydi.

Misol uchun faraz qilaylik, 5 ta elementdan iborat (tashkil topgan) 84 – rasmda keltirilgan «ko'priksimon» sxema berilgan. i -n chi elementning ishga yaroqli holatda bo'lish ehtimolligi R_i ga teng, elementning ishga yaroqli holatda bo'lish ehtimolligi $1-R_i=Q_i$.



84 – rasm. «Ko'priksimon» sxema

Berilgan «ko'priksimon» sxema uchun «qisqa yo'l» quyidagilardir: 11000, 00110, 01101. Har bir «qisqa yo'l» bilan bog'liq ishga yaroqli holatlar 19-jadvalda keltirilgan. Chap tomondan birinchi razryad birinchi element nomeriga mos keladi.

Qisqa yo'l qiymatlari

№ RS	№ MIQI			
	1	2	3	4
1	+11000	+00110	+10011	+01101
2	+11001	+00111	10111	01111
3	+11010	+01110	11011	11101
4	+11011	+01111	11111	11111
5	+11100	+10110		
6	+11101	+10111		
7	+11101	11110		
8	+11111	11111		

Sxemaning hamma mumkin bo'lgan ishga yaroqlilik xolatiga mos keladi. Bundan kelib chiqadiki, tizim 16 ta qayd etilga holatning birortasida mos natijada 19-jadval (+) belgisi bilan belgilangan 16 ta kod qoladi. Bu qolgan 16 ta kodlar qaralayotgan m ning har bir 16 ta holatida bo'lish extimolini xisoblab, ularni jamlasak, natijada tizimning ishga yaroqli holatda bo'lish extimolini hosil qilamiz.

Agar $i-n$ chi tushish tizimining ishlash qobiliyati saqlanadi.

Shunday qilib, tizimning ishga yaroqli holatlariga mos keluvchi 24 ta kod olingan. Lekin ularning ba'zilarini jadvalni ustunlarida qaytarilayotganini ko'rib turibmiz. Hamma 24 ta kodlar orasidan qaytarilayotganini olib tashlaymiz va ishga yaroqsiz elementni ishga yaroqli topish extimolini R_i vaqt funksiyasi ko'rinishida tasvirlansa u holda berilgan vaqtda buzilmay ishlash extimolini (BIE) ni olamiz. Bu esa tizimning ishochliligini asosiy ko'rsatgichlaridan biri.

Shunday qilib, tizimning birorta ishga yaroqli holatda bo'lish extimolini olish uchun mos keluvchi ikkilik so'zidagi birni R_i extimollika, nolni esa 1- R_i extimollika o'zgartirish va shu extimollarni ko'paytirish lozim. Misol uchun, 11000 kod uchun ko'paytma mos keladi:

$$R_1 = P_1 * P_2(1-P_3)^* (1-P_4)^* (1-P_5)$$

Biz qidirayotgan tizimni ishga yaroqli holatda bo'lish ehtimoli esa quyidagicha aniqlanadi.

$$P[y(x_1, \dots, x_5) = 1] = R_c = \sum_{k=1}^{16} R_k.$$

Berilgan jarayonni hisoblash mashinasida amalga oshirish soddaligiga qaramasdan, u bir qancha kamchiliklarga ega. Ulardan eng asosiy-ikkilik so'zlarini majmuasini saqlash uchun tezkor xotirada katta hajm talab etilishidir, xuddi shuningdek ikkilik so'zlarini taqqoslashda, ularning sonini tez oshib ketishi va tizim elementlarining soni oshishi bilan hisoblash aniqligi kamayadi, chunki 1- Ri miqdor juda kichik.

Ikkinchi algoritm bo'yicha hisoblash tartibi. Ikkinchi algoritmnning birinchi algoritmdan farqi tizimning ishonchliligini tarmoqlangan strukturasi jadval usulidan foydalanib kiritiladi. Jadval usulini tizimning ishonchliligini hisoblashda mos keluvchi ehtimollik holatlarini qo'shish teoremasidan foydalanishga asoslangan. Tizimning ishiga yaroqliligi (yoki yaroqsizligi) elementlarning konyunktsiya shartlari bo'lib hisoblanadi va ular MIQI yordamida dizyuktsiya normal ko'rinishida (DNK) yoziladi.

Teoremaga va (1.1) tenglamaga asoslanib, tizimning BIE quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$P[y(x_1, \dots, x_n) = 1] = R_c = P\left\{ \bigvee_{\ell=1}^d P_\ell \right\} =$$

$$\sum_{\ell=1}^d P(P_\ell) - \sum_{\ell=1}^{d-1} \sum_{j=iH}^d P(P_\ell \& P_j) + \sum_{\ell=1}^{d-2} \sum_{f=i+1}^{d-1} \sum_{k=jH}^d P(P_\ell \& P_j \& P_k) -$$

$$- \dots + (-1)^{d-1} P(P_1 \& P_2 \& \dots \& P_\ell),$$

bu yerda $R_1 \& R_j$ MIQI bilan bog'langan R_1 va R_j hodisalarni birgalikda ro'y berishini bildiradi, ya'ni minimal yig'indisiga tegishli elementlar ishga yaroqli holatda bo'ladi. Formulalarni yozish ko'p joy egallashiga qaramasdan, ikkinchi algoritm bo'yicha ishonchlilik ko'rsatgichini aniqlash sodda va yengil dasturlanadi.

Hisoblashni jadval usuli ikkita sabab bo'yicha qulaydir:

- 1) mantiqiy o'zgaruvchilarni o'z-o'ziga quyidagi ayniyat bo'yicha ko'paytirish, avtomatik ravishda bajariladi:

$$x_j \wedge x_i \wedge \dots \wedge x_i = x_i;$$

- 2) har bir belgili extimollarga ega bo'lgan konyunktsiyalar, o'zaro yo'qotiladi.

Algoritmdagi qadamlar ketma-ketligi quyidagicha:

1. P qatorni (tizimdagi elementlar sonicha) joylashtirish uchun kerak bo'lgan maxsus jadval tuzish, jadvalning satrlarida elementlari BIE ni ko'rsatish, ustun nomlarida esa bittadan, ikkitadan, uchtdan va h.k olingan konyuktsiyalarni mumkin bo'lgan yig'indisi (birikmasini) hammasini yozish.
2. Konyunktsiya extimollik belgilari (1.2) formula bo'yicha almashishni ko'rsatish.
3. Jadvalga har xil belgilar bilan kirgan bir xil konyunktsiyalarni o'chirib, (+), (-) bilan to'ldirish.
4. (+) bilan belgilangan har bir ustundagi R_1 ehtimolliklarini ko'paytirib, tizimni buzilmasdan ishlash extimolini hisoblash.

85-rasmdagi sxema uchun BIE ni hisoblash masalasini ko'rib chiqamiz.

Ko'rinib turibdiki, $U(x_1, \dots, x_5) = x_1 x_2 \vee x_3 x_4 \vee x_1 x_4 x_5 \vee x_2 x_3 x_5$

Belgilaymiz,

$$P = x_1 x_2; P_2 = x_3 x_4; P_3 = x_1 x_4 x_5; P_4 = x_2 x_3 x_5;$$

$$P_5 = P_1 \cdot P_2 = x_1 x_2 x_3 x_4; P_6 = P_1 \cdot P_3 = x_1 x_2 x_4 x_5; P_7 = P_1 P_4 = x_1 x_2 x_3 x_5; P_8 =$$

$$P_2 P_3 = x_1 x_3 x_4 x_5; P_9 = P_2 \cdot P_4 = x_2 x_3 x_4 x_5; P_{10} = P_3 P_4 = x_1 x_2 x_3 x_4 x_5; P_{11} =$$

$$P_1 P_2 P_3 = x_1 x_2 x_3 x_4 x_5; P_{12} = P_1 P_2 P_4 = x_1 x_2 x_3 x_4 x_5;$$

$$P_{13} = P_1 P_3 P_4 = x_1 x_2 x_3 x_4 x_5;$$

$$P_{14} = P_2 P_3 P_4 = x_1 x_2 x_3 x_4 x_5; P_{15} = P_1 P_2 P_3 P_4 = x_1 x_2 x_3 x_4 x_5;$$

U yoki bu elementning mos keluvchi konyunktsiyalariga kirishni jadvalda (+) bilan belgilaymiz. R_1 - R_4 va R_{11} - R_{14} extimolliklari (+) belgisi bilan, qolganlarini esa (-) bilan olinadi. Shunday qilib, qaralayotgan sxema uchun BIE quyidagiga teng.

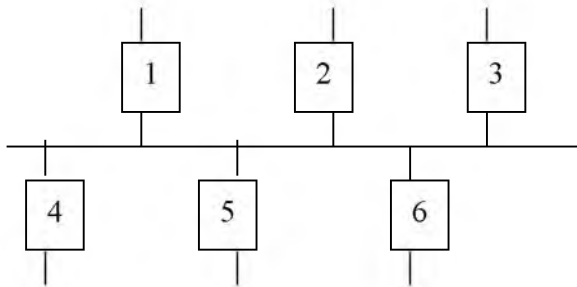
Ishga oid topshiriqlar va uni bajarish tartibi.

1. Tizimning strukturasi va ishlash qonuni bo'yicha, tashkil etuvchilari buzilganda, tizimning ishlashini ta'minlovchi majmuini tizimni qisqa yo'lini toping.
2. Tizimning tashkil etuvchilarini berilgan ishonchlilik tavsiflari va uning ishonchlilik ko'rsatgichi bo'yicha, hamda analiz qilish masalasini yechish uchun boshlang'ich berilganlar to'plamini tashkil etish.
3. Tarmoqlangan strukturali tizimlarning ishonchliligini aniqlovchi qism dasturlarini chaqirish, boshlang'ich ma'lumotlarni kiritish va masalani yechish jarayoni bo'yicha xarakat ketma-ketligini aniqlash va yechish.
4. EHM da berilganlarni tuzatish mumkin bo'lgan muloqot holatda masalani yechish.
5. Masalani yechish natijalarini analiz qilish va ish bo'yicha hisobotni 18-jadvallarga mos ravishda tayyorlang.

Namuna topshirig'i

1. 3 ta yuqori darajadagi (1,2,3) va 3 ta quyi darajadagi (4,5,6) mikro-EHM dan tashkil topgan hisoblash tizimining strukturali sxemasi 85-rasmda keltirilgan.
2. $T=100$ vaqtda mikro-EHM ni buzilmasdan ishlash vaqtini extimoli $R_1=0,96$, $R_2=0,94$; $R_3=0,95$; $R_4=0,98$; $R_5=0,96$; $R_6=0,97$ ga mos ravishda teng.
3. Hisoblash tizimining ishlash qonuniyatiga ko'ra, agar mikro-EHM larning ikkita yuqori darajasidagi va ikkita quyi darajalari ishlashga layoqatli bo'lsagina, tizim ishlash qobiliyatini yo'qotmaydi.

4. $T=100$ s vaqt mobaynida hisoblash tizimining buzilmasdan ishlash ehtimolini aniqlash uchun, tarmoqlangan strukturali tizim ishonchliligini tekshiruvchi universal algoritmidan foydalaniladi.



85-rasm. Hisoblash tizimining strukturali sxemasi.

Hisoblarga qo'yiladigan talablar

Ish bo'yicha xisobot o'zida

1. Muallif xaqida ma'lumot va topshiriq nomi;
2. MASALANI qo'yilishini;
3. tekshirilayotgan sxemani va elementlarni ishonchlilik tavsifi;
4. Aniq ob'yektni ishonchlilik tekshirilayotgandagi qabul qilingan asosiy xatoliklar va qabul qilingan belgilanishlar;
5. Ishonchlilik tekshirishni universal algoritmni blok-sxemasi;
6. Belgilangan ko'rinishdagi berilgan ma'lumotlar;
7. Oxirgi natijalar va ularning tahlilini o'z ichiga olish kerak.

Sinov savollari.

1. Tizimlarni ishlash sharoitlarini tavsiflash usullarini qaysilarini bilasiz.
2. Birgalikdagi hodisalar extimolliklarini qo'shish teoremasini tushuntirib bering.
3. Muvaffaqiyatli amal bajarishni qisqa yo'lini mohiyatini aniqlang.
4. Algebraik mantiq funktsiyasidan extimollik funktsiyasiga o'tishdagi asosiy qiyinchiliklarni aytib bering.
5. Tarmoqlangan strukturali tizimning ishonchliligini tekshiruvchi universal algoritmni mohiyatini tushuntirib bering.
6. MIQI lardagi hisob sonlari, tizimdagi elementlar soni, MIQI dagi nol va birliklarni mosligi xajmiga qanday ta'sir qiladi.
7. Ko'rilayotgan algoritmda qanday qilib xisoblashdagi aniqlik oshiriladi.
8. Ishonchlilikni tekshirishni o'rganish uslubida, tekshirilayotgan tizimlarga qanday chegaralanishlar qo'yiladi.

2-TAJRIBA ISHI.

Differensial tenglama usulidan foydalanib mikro-EHM ishonchliligini analiz qilish

Ishni bajarishdan maqsad: differensial tenglamalar usulini qoʻllab mikro-EHM ishonchlilik koʻrsatgichlarini baxolash uslubiyati bilan tanishish.

Masalani qoʻyilishi: [1,3] adabiyotlarda bayon qilingan differensial tenglamalar usuli yordamida mikro-EHM lar ishonchliligini analiz qilish va baxolash uslubini oʻrganish.

Nazariy maʼlumotlar

Loyihalashtirilayotgan obʼyektlarning ishonchliligini hisoblashda ularning matematik modellarini tuzish juda muxim bosqich hisoblanadi.

Matematik modellarning koʻrinishi, hisoblash formulalarini olish imkonini aniqlab beradi. Hisoblashda differensial tenglamalar usuli, holatlar grafi boʻyicha ishonchlilikni baholash usuli, integral tenglamalar usullarini ajratish mumkin. Differensial tenglamalar usuli xar hil (yaʼni tiklanadigan va tiklanmaydigan) obʼyektlarni ishonchliligini baholashda qoʻllaniladi va u buzilishlar (nosozliklar) oʻrtasidagi hamda tiklash uchun kerak boʻlgan vaqt va vaqtning koʻrsatgichli taqsimotiga boʻysinadi degan farazga asoslagandir. Bu usulni qoʻllash uchun, tizimning $S=(S_1, S_2 \dots, S_n)$ holatlar toʻplamlar koʻrinishidagi matematik modeliga ega boʻlishimiz kerak, bu yerda S_1, S_2, S_n tizim elementlaring buzilgandagi va tiklanishdagi, holatlarni ifodalaydi. Mikro-EHM ishonchliligini baholashda, tizimning dinamikasini aniqlovchi koʻrsatgichlarni aniqlash mumkin, agar tizimning holatlari oʻzgarish jarayonini Markov zanjiri koʻrinishida tasvirlash mumkin boʻlsa, zanjir holatlari ishdan chiqqan elementlar soni va tizimining holati (ishga yaroqli yoki yaroqsiz) bilan aniqlanadi. N elementlarning maksimal holatlar soni 2^n tadan oshmaydi.

Marov modelini ko‘rish algoritmi quyidagi asosiy bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

1. Qurilmaning tuzilishini (tarkibini) ko‘rib chiqilsada, ko‘plab mumkin bo‘lgan holatlar to‘plami hosil qilinadi va ishonchlilikning struktura sxemasi bo‘yicha holatlar grafi quriladi.

2. Struktura sxemaning analiz natijasida holatlar grafini cho‘qqilarini, ikkita ko‘paytmaga: ishga yaroqli va ishga yaroqsiz holatlarga ajratiladi.

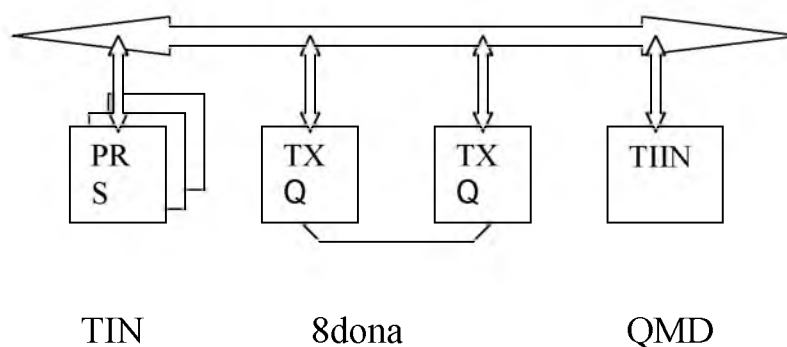
3. Differensial tenglamalar tizimini tuzish (holatlar grafi bo‘yicha)

4. Holatlar fazosida tizimning o‘tishlar intensivligi matrisasini hosil qilish.

5. Tizimning kerakli ishonchlilik ko‘rsatgichini olish maqsadida, differensial tenglamalar tizimini (DTT) yechishining usulini tanlash va yechish.

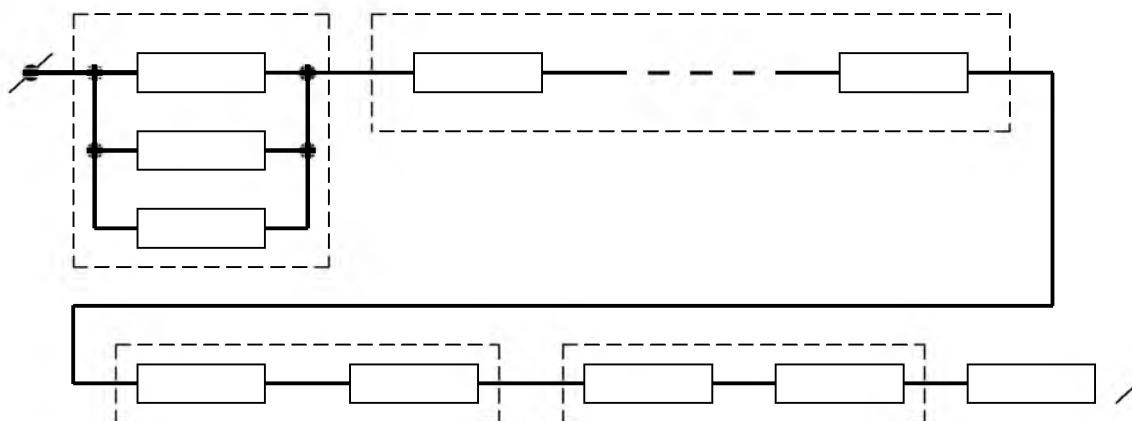
Ishonchlilikni tahlili KIS K1810VM86 asosida uch protsessorli mikro-EHM varianti uchun keltirilgan. 86-rasm mikro-EHM ni struktura sxemasi ko‘rsatilgan, bu yerda PRS- protsessor, TIN-texnologik interfeys, TXQ-tezkor xotira qurilmasi, TIIN- tizimli interfeys.

Yuqori ishonchlilik, bu yerda protsessorlik qobiqda uchta asosiy hisoblash tarmoqlarini qo‘llash bilan amalga oshirilib, ular bitta 21-razryadli adresli shinada (ma‘lumotli yuklangan zaxirada) joylashgan [1,2] protsessor sifatida KIS xizmat qiladi.



86 – rasm. Mikro-EHM ni struktura sxemasi.

Tekshirilayotgan konfiguratsiya uchun ishonchlilikni struktura sxemasini tuzamiz. 86-rasmda asosiy bloklarni ketma-ket-parallel ulanishi bilan berilgan. Bu yerda 1 protsessor, 2 TXQ lar tizimda 8 ta, 3 ikkita parallel interfeys \IRPR\ 4 ikkita ketma-ket interfeys, 5 qattiq magnet disklardagi tashqi xotira (QMD).



87 – rasm. Mikro-EHM ni ishonchlilik modeli.

Mikro-EHM ni ishlash qobiliyati ishonchlilik nuqtai nazaridan, ishga yaroqli holatlarning ketma-ketlik oralig‘i va ishlashga layoqatliligini tiklanishida namoyon bo‘ladi. Tekshirilayotgan tizim Markov modelini qurish uchun differensial tenglamalar usuli va yuqorida ko‘rsatilgan algoritmdan foydalanamiz. [1,3] ga muvofiq tizimning texnik holat to‘plami, elementlar holatlari to‘plamini hisobga olib (TXQ, IRPR, IP) ishonchlilik sxemasini struktura bo‘yicha tashkil qilinadi. 87 – rasm.

20-jadvalda tizimlarning barcha holatlari berilgan $S=\{S_0, S_1, \dots, S_7\}$ uning elementlari tiklanishida va rad etish xulqlarida namoyon bo‘ladi. Matematik modelni graflar ko‘rinishiga keltiramiz, bu yerda mikro-EHM ni barcha turli holatlarini ikkita qismga bo‘lamiz: qism to‘plamlari holatlari E_* , bunda tizim ishga yaroqli va E_- bunda tizim ishga yaroqsiz.

TXQni sakkizta xotira bloklari holatlarini analitik qo‘yilishini soddalashtirish maqsadida bitta S_3 holati bilan almashtirilgan va yiriklashtirilgan. Xuddi shu shart amal interfeyslar uchun qo‘llanilib, ikkita IRIR ni holati bitta S_4

ga yiriklashtirildi, ikkita IRPS S5 ga uzuluksiz Markov modeli zanjiri bo'yicha 88-rasm differensial tenglamalar tizimini tuzamiz, uning tartibi mikro-EHM ni sonli holatiga bog'liq bo'ladi.

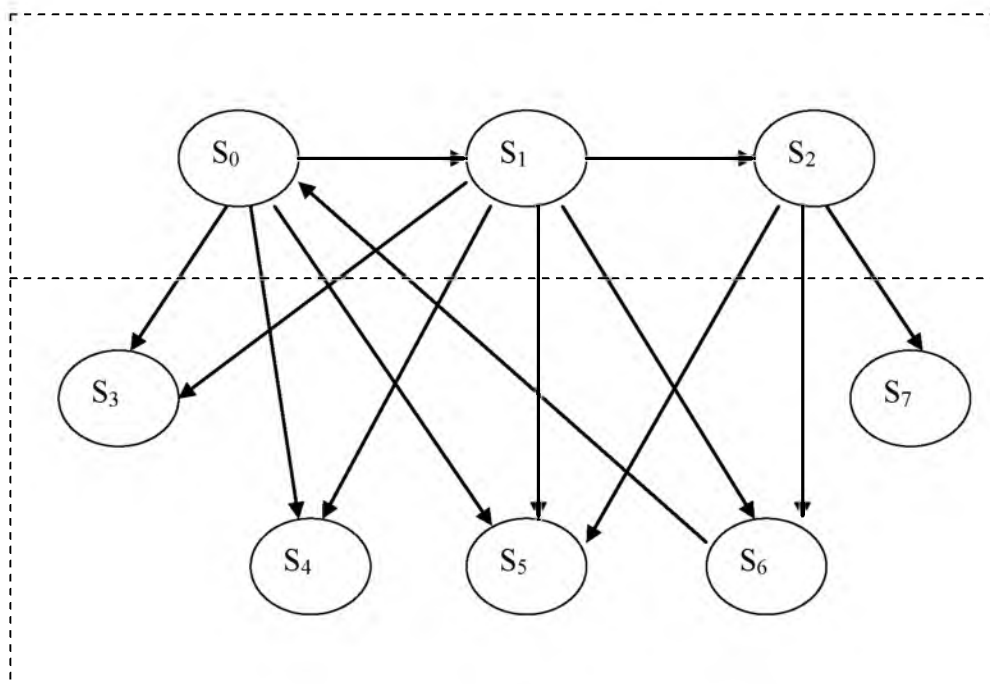
20-jadval

Tizimlarning barcha holatlari

Tizim elementlar soni	Elementlar nomi
S0	Hamma elementlar ishiga yaroqli
S1	Bitta protsessorni ishdan chiqishi
S2	Ikkita protsessorni ishdan chiqishi
S3	TXQ ni ishdan chiqishi
S4	IRPR ni ishdan chiqishi
S5	IRPS ni ishdan chiqishi
S6	EMD ni ishdan chiqishi
S7	Uchta protsessorni ishdan chiqishi

$$\begin{aligned}
P_0^1(t) &= -(3\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5) \cdot P_0(t) + \sum_{i=1}^4 \mu_{i+1} \cdot P_{i+2}(t) + \\
&+ \mu_1 \cdot P_1(t); \\
P_1^1(t) &= -(2\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \mu_1) \cdot P_1(t) + 3\lambda_1 \cdot P_0(t) + \\
&+ \mu_1 \cdot P_2(t) + \sum_{i=1}^4 \mu_{i+1} \cdot P_{i+2}(t); \\
P_2^1(t) &= -(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \mu_1) \cdot P_1(t) + 2\lambda_1 \cdot P_0(t) + \\
&+ \sum_{i=1}^4 \mu_{i+1} \cdot P_{i+2}(t) + \mu_1 \cdot P_7(t); \\
P_3^1(t) &= -3\mu_2 \cdot P_3(t) + \lambda_2 [P_0(t) + P_1(t) + P_2(t)]; \\
P_4^1(t) &= -3\mu_3 \cdot P_4(t) + \lambda_3 [P_0(t) + P_1(t) + P_2(t)]; \\
P_5^1(t) &= -3\mu_4 \cdot P_5(t) + \lambda_4 [P_0(t) + P_1(t) + P_2(t)]; \\
P_6^1(t) &= -3\mu_5 \cdot P_6(t) + \lambda_5 [P_0(t) + P_1(t) + P_2(t)]; \\
P_7^1(t) &= -\mu_1 \cdot P_7(t) + \lambda_1 \cdot P_2(t).
\end{aligned}$$

Tenglashtiruvchi shart bilan $\sum_{i=0}^7 P_i(t) = 1$



88 – rasm. Differensial tenglamalar tizimi.

DTT tizimini yechishda EHM da matrisial usulni ishlatamiz. Matrisial ko‘rinishda tenglamalar tizimi Koshi shaklida ko‘riladi va \BIE/ buzilmasdan ishlash extimoli.

$$P^1(t) = K(t) \cdot P(t), \quad P(t) = P_0,$$

Bu yerda R(t)-BIE tizimini sakkizlik vektor holati, K(t)-8x8- o‘lchamli extimollar holatlaridagi matrisial koefitsentlar. Bu tenglamani yechimi quyidagicha.

$$P(t) = l^{K(t)} P_0,$$

Bu yerda K(t)-matritsa koefitsenti, (2.1) tenglamadan olingan.

$$K(t) = \begin{bmatrix} -K_0 & 3\lambda_1 & 0 & \lambda_2 & \lambda_3 & \lambda_4 & \lambda_5 & 0 \\ \mu_1 & -K_1 & 2\lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 & \lambda_4 & \lambda_5 & 0 \\ 0 & \mu_1 & -K_2 & \lambda_2 & \lambda_3 & \lambda_4 & \lambda_5 & \lambda_1 \\ \mu_2 & \mu_2 & \mu_2 & -K_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mu_3 & \mu_3 & \mu_3 & 0 & -K_4 & 0 & 0 & 0 \\ \mu_4 & \mu_4 & \mu_4 & 0 & 0 & -K_5 & 0 & 0 \\ \mu_5 & \mu_5 & \mu_5 & 0 & 0 & 0 & -K_5 & 0 \\ 0 & 0 & \mu_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -K_7 \end{bmatrix}$$

Bu yerda $K_0 = 3\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5$;

$$K_1 = 23\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \mu_1;$$

$$K_2 = 3\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \mu_1;$$

$$K_3 = 3\mu_2; K_4 = 3\mu_3; K_5 = 3\mu_4; K_6 = 3\mu_5; K_7 = \mu_1,$$

λ - buzilishlar intensivligi, μ - qayta tiklanish intensivligi. Ularni shartli 21-jadvalda keltirilgan.

Matritsali koefitsentlarni hisoblashda extimollik holatlar uchun tezlik bo‘yicha effektivlik va xotirasi bo‘yicha tejamli hisoblash algoritmi mavjud. [4]

Elementlar turi	Qiymati $\lambda^{-1}\text{s}$	Qiymati $\mu^{-1}\text{s}$
Protessor	$\lambda_1=0,0002$	$\mu_1=0,5$
TXQ	$\lambda_2=0,00006$	$\mu_2=0,5$
IRPR	$\lambda_3=0,00005$	$\mu_1=0,5$
IRPS	$\lambda_4=0,00003$	$\mu_2=0,5$
EMD	$\lambda_5=0,00001$	$\mu_2=0,5$

Mikro-EHM ni ishonchliligini hisoblash uslubi asosida taqsimotning eksponensial qonuni yotadi, toʻsatdan buzilish holati hisobga olinadi. Yigʻilgan tizimlar (2.1) matritsiali eksponentalarni qurish masalasiga va ularni boshlangʻich vektorli shartlariga $R_0=1$, olib kelinadi. Matritsiali eksponentlarni aproksimasiyalash uchun matritsalarini funktsional-oʻzgartirishlar usuli ishlatiladi.

ERM IBM dasturi va COMPUT dasturi va COMPUTI mikro-EHM ni buzilmasdan ishlash koʻrsatgichlarini hisoblash uchun tuzilgan. Asosiy dasturda N,T,H, INT, K, PO, kirish maʼlumotlari kiritilgan, bu yerda N=8- yechiladigan differensial tenglamalar tizimi tartibi, T=10-integrallashni umumiy vaqti, N=0,1-integrallashni qadami, INT=50 qadamlar soni, bular orqali hozirgi qiymat R(t), $R_0=0,9999$; $0,8 \cdot 10^4$ 0;0;0;0;0-boshlangʻich shartlar. COMPUT qism dasturi matritsiali eksponentani hisoblash uchun moʻljallangan boʻlib, COMPUT qism dasturi matritsani matritsaga koʻpaytirishni amalga oshiradi.

Shunday qilib, koʻrilgan model DTTni ishlatish bilan va Markov zanjirlarini K1810VM86 mikro-EHM bazasida ishonchlilikni amalga oshirishni tavsiflaydi, tizimni strukturasi, elementlar tavsifini, holatlar sonini va h.k. larni hisobga oladi.

Topshiriq va ishni bajarish tartibi

1. Tizimni berilgan struktur sxemasi bilan va uning bajarilish qonuniyati bilan elementlarni buzilishi va qayta tiklanishi mumkin bo'lgan hamma holatlarni aniqlang.
2. Tizimni holat grafini ko'ring.
3. Holatlar grafi bo'yicha DTT ni tuzing, boshlang'ich ma'lumotlarni bering.
4. ERM IBM dasturi asosida tekshirilayotgan ob'yektni ishonchlilik ko'rsatgichlarini modellashtirish va baholab boshlang'ich ma'lumotlarni EHM da yechish uchun tayyorlash.
5. Hisob ishlarini bajarish va hisob natijalari asosida bosmani olish.
6. Bajarilgan ish bo'yicha hisobot tayyorlash.

Hisobotga talablar

Hisobot o'zida:

1. Muallif haqida ma'lumot va topshiriq nomi;
2. Masalani qo'yilishi;
3. Tekshirilayotgan sxemani va elementlarni ishonchlilik tavsiflarini;
4. Tekshirilayotgan mikro-EHM ni ishonchlilikni qabul qilingan holatlarini va qabul qilingan belgilanishlarini;
5. Ishonchlilikni struktur sxemasi va tizimni holat grafini;
6. Boshlang'ich ma'lumotlarni, mos shaklda berilishini;
7. Hisob natijalarini mashinali bosmasini;
8. Oxirgi natijalar, ularning tahlili va ish bo'yicha xulosalarni o'zida jamlashi kerak.

Sinov savollari

1. Ishonchlilik ko'rsatgichlarini aniqlovchi usullarni qaysilarini bilasiz.
2. Mikro-EHM elementlari holati qanday aniqlanadi?
3. Markov modelini murakkab tizimlar uchun qurilishini asosiy bosqichlarni sanab bering.
4. Ishonchlilikni strukturali sxemasi nimaga kerak?
5. Tizimni ishga yaroqli holatini qanday aniqlash mumkin?
6. Markov zanjiri deganda nimani tushunasiz?
7. Tekshirilayotgan obyektning ishonchlilik ko'rsatgichlarini aniqlash uchun differensial tenglamalarni qanday tuziladi (Kolmogorof tenglamasi).
8. $R_0(0)=I$, $P_i(0)=0$, $i=1, \dots, 7$ shartlari nimani anglatadi.
9. Ko'rilayotgan usul yordamida ishonchlilikni qaysi ko'rsatgichlarini olish mumkin.
10. Ushbu usulni qaysi obyektlarga qo'llash mumkin.

3-TAJRIBA ISHI

Kombinatsion sxemalarni testli diagnostikasi

Ishni bajarishdan maqsad - amaliy ko'nikmalarni olish va LIMBIS dasturlari asosida kombinatsion sxemalarni test masalalarini yechish.

Masalani qo'yilishi – D - algoritmini ishlatish bilan kombinatsion sxemalar uchun testlashni ishlash uslubini o'rganish.

Nazariy ma'lumotlar

Turli texnik qurilmalarni tayyorlashda, saqlash va ishlatish jarayonlarini yaxshi ishlashida, buzilishlar yuzaga kelishi mumkin. Qurilmani ishonchli ishlashini ta'minlovchi yo'llardan biri testli diagnostikani o'tkazishdir, boshqacha aytganda qurilmani ishlashini tekshirish uchun uning maxsus kirishlariga testlar beriladi va qurilma chiqishlarida shunga mos o'zgarishlar hosil bo'ladi. Nosozlik test orqali aniqlanadi, buning uchun to'g'ri ishlaydigan qurilmani testga nisbatan nosoz qurilmani testga bo'lgan ta'siri taqqoslanadi.

Testli diagnostikalash jarayonini 3 ta bosqichga bo'lish mumkin.

- Testli ta'sirlarni tanlovi (testni qurish)
- Tekshirishni bajarish, ya'ni sxemani kirishiga testli ketma-ketliklarni berish va chiqish qiymatlarini olish.
- Olingan natijalarni tahlili.

Testlarni qurish, turli qurilmalar uchun KIS larni mantiqiy loyihalashda amalga oshiriladi. Ular EHM da qurilmalarni modellashtirish yo'li bilan tekshiriladi. Real fizik modelni diagnostikalash texnik qurilmalarda testlar yordamida amalga oshirilib, teshirilayotgan qurilmaga testli ta'sir ko'rsatiladi va uning ta'siri tahlil qilinadi.

Nazorat qiluvchi testlar faqat buzilishlarni va diagnostik testlarni aniqlaydi va tekshirilayotgan obyekt bo'yicha xatolikni ko'rsatadi. Qurilmada yuz beradigan buzilishlarni, ularni yuz berish tavsifiga ko'ra sinflarga bo'lish qabul qilingan.

Bittali va darajali, konstant va konstant bo'lmagan buzilishlarga bo'linadi. Biz bittali va konstant buzilishlarni ko'rib chiqish bilan cheklanamiz. Bu bir tomondan xatoliklarni bir qismi xaqiqatda bir tomondan bitta konstant buzilishlar ko'rinishida yuzaga chiqadi, ikkinchi tomondan bu sinfdagi buzilishlar uchun testlarni qurishda analitik qiyinchiliklar bilan bog'liq bo'lib, bu ham murakkab ko'rinishdagi buzilishlarni o'rganish bilan bog'liq.

Testlarni sinfini tekshirishda bir qator mezonlar mavjud. Ulardan biri, testni uzunligi xisoblanadi, ya'ni undagi kirishli to'plamlari sonini tashkil qilishdir. Qanchalik testni uzunligi kam bo'lsa, shunchalik testni sifati yuqori bo'ladi \turli teng ko'rsatgichlarda\. Nazorat qiluvchi testni eng kerakli ko'rsatgichi hisoblanib, u tekshirayotgan buzilishlarni tekshirish foizi hisoblanadi \testni to'liqligi\. Nosozliklarni testli qidirishda har bir mumkin bo'lgan tekshirish natijalarida gumon etilayotgan nosozliklar ro'yxatini tuzish kerak. Nosozliklarni qidirish testning sifati uning to'liqligi va uzunligidan tashqari, yana qidiruvchining chuqurligi \ya'ni gumon qilinayotgan buzilishlar o'rtacha soni\ va natijalarni ishonchliligi \ya'ni gumon qilinayotgan buzilishlar orasida rost buzilishni topish ehtimoli\ kabi ko'rsatgichlari bilan ham aniqlanadi.

Kombinatsion sxemalar uchun testlar qurishning bir qator algoritmi va test ko'rish usullari mavjud. Bular: D-algoritmi, bulev farqlari usuli, tasodifiy qidiruv usuli va h.k. shulardan birini ko'rib chiqamiz.

Kombinatsion sxemalar uchun D-algoritm testlarini qurish (misollar bilan)

Algoritmning g'oyasi quyidagicha: Yuqorida qayd etilganidek, nosozlikni topish uchun, buzilgan va ishlaydigan sxemalardagi signallar qiymati hech bo'lmaganda tashqi chiqishlaridan birida farq qilishi kerak. Nosozlik buzilgan elementning chiqishida namoyon bo'lishi kerak. Ixtiyoriy xar qanday element chiqishida hodisalar sodir bo'lishida uning mavjudligi shu elementning bir necha kirishida signal qiymatini o'zgartiradi.

Ketma-ket ulangan elementlar zanjiri mavjud bo'lsa, tekshirilayotgan elementdan boshlab sxemaning chiqishi, ulangan element bilan tugasa va zanjirdagi element chiqishida nosozlik namoyon bo'lsa, tekshirish vaqtidagi buzilishlar aniqlanadi.

D-algoritmi elementlarning zanjirini tanlashdagi testni qurishga va shu elementlar kirishidagi signallar qiymati o'zgarishi, buzilish sharoiti bilan paydo bo'lgani uchun, chiqishlaridagi signallar qiymati o'zgarishi, buzilish sharoiti bilan paydo bo'lgani uchun, chiqishlardagi signallar o'zgarishiga olib keladi. \yo'lni aktivlashtirish\.

D-algoritmini bajarilishi uchun uch bosqichda amalga oshiriladi.

1-bosqich = $h(h=0$ yoki $1)$ e_r element kirishida yoki chiqishida paydo bo'ladigan buzilish shartini topamiz. Ishga yaroqli sxema qiymati tekshirilayotgan h nuqtasida farqlanishi kerak. e_r - element kirishida buzilish tekshirilsa, unda simlar, kirish bilan bog'langan, $> h$ qiymatini yozadi. e_r - qiymat, qolgan kirishlarga e_r chiqishda ko'rilayotgan buzilishlar hosil bo'lishini ta'minlaydi. e_r element chiqishi tekshirilayotgan bo'lsa, unda uning kirishlariga f chizig'ida xosil bo'lishi mumkin bo'lgan, ishlaydigan sxemalarning qiymatlari hosil bo'lishini ta'minlaydi.

D-kub tushunchasini kiritamiz. A va V ikkita kirish yig'ilmasi, ular uchun, elementning chiqishidagi signal qiymati turlicha bo'lib, ular uchun mos keluvchi D kub, quyidagicha aniqlanadi.

$$d_j = \begin{cases} D & \text{agar } a_j = 1, v_j = 0 \\ D & \text{agar } a_j = 0, v_j = 1 \\ a_j \wedge v_j & \end{cases}$$

qolgan hollarda uchun agar

$$a_j \wedge v_j = \begin{cases} a_j & \text{agar } v_j = x \text{ yoki } a_j = v_j \\ v_j & \\ x & \text{agar } d_j = x \end{cases}$$

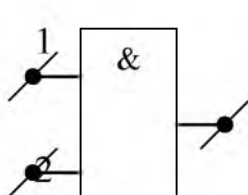
qolgan hollarda

Har bir juft kirish yig'ilmani taqqoslab, e_r elementni D- kublarini hamma to'plamlarini olish mumkin. D- kubdagi koordinata qiymatlari shunday shartlarni ko'rinishida bo'ladiki, bunda signallarni Qiymatlarini ayrim kirishlardagi o'zgarishi $\setminus D, D$ qiymatlari bilan\ chiqishda signal qiymatini o'zgarishiga olib keladi. Bu D- kublarni aktivlashgan yo'llarini sxemada qurish uchun ishlatishni qulay qilib beradi.

Misol uchun, 2 HAM elementni uchun 89-rasm D- kubni to'plamlari quyidagi ko'rinishga ega: $\setminus D, D D \setminus, \setminus D, I, D \setminus, \setminus I, D, D \setminus, \setminus I, D, D \setminus, \setminus D, I, D \setminus, \setminus D, D, D \setminus$.

f chiziq algoritmiga monand, ko'rsatgichlar qonun bo'yicha D yoki D qiymati o'zlashtiriladi.

Tekshirilayotgan elementni kirishdagi qiymatlar yig'indisi, uning chiqishida buzilishni paydo bo'lishini ta'minlab, chiqishida mos keluvchi qiymatlar birgalikda, D-kub buzilishlar deb ataladi. D- kub buzilish $D(D)$ faqat bitta chiqish koordinata qiymatiga ega.

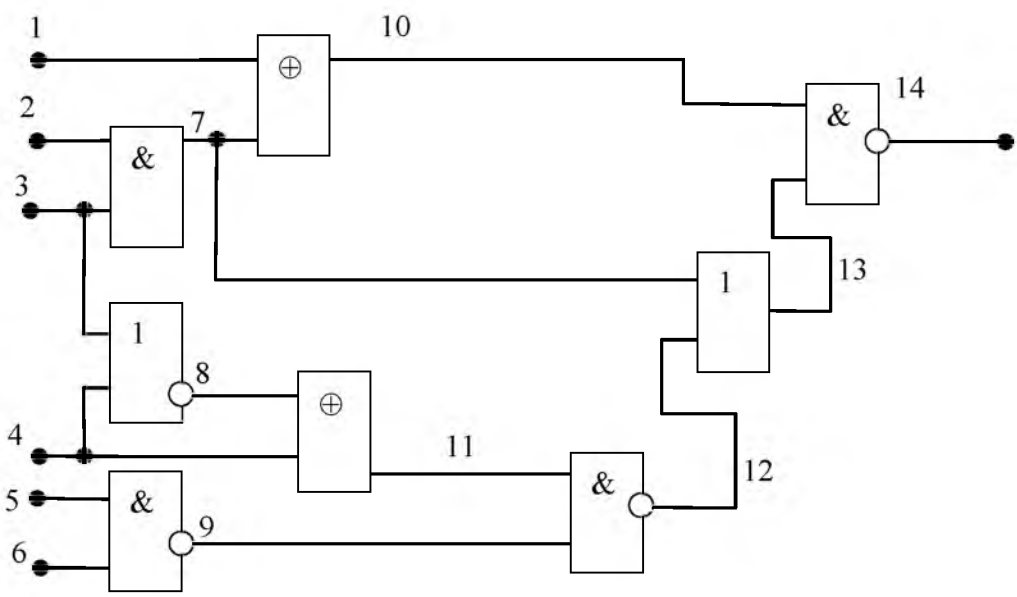


1	2	3
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

89 – rasm. Chinlik jadvali.

Agar bir necha D-kublar mavjud bo'lsa, ixtiyoriy buzilishlarni olish mumkin. Agar keyingi bosqichlarda testni qurish imkoni bo'lsa, D-kubni tanlovini o'zgartirish kerak bo'lib, bu jarayon hamma D-kub buzilishlar tekshirilib chiqarilmaguncha davom etishi kerak.

D- algoritmini ishini sxemada ko'rib chiqamiz, 90-rasmda tasvirlangan. 3 chizig'ida =1 buzilishni tekshirishni talab qilinsin.



90-rasm. D- algoritmini sxemada ko'rinishi.

1-bosqichda shartlarni topamiz, bunda buzilish 7-chiziqda namoyon bo'ladi \chiqish chiziqlari nomerlari va elementlari\ . Bu buzilishga yagona D-kublari mos keladi. \{1,0,D\}.

2-bosqich. Tekshirilayotgan elementdan sxemani qandaydir bir chiqishidan aktivlashgan yo'li quriladi. Agar urinish bitta yo'l uchun qaytishlarga olib kelsa, keyingi yo'l ko'riladi va bu jarayon aktiv yo'l topilmaguncha davom ettiriladi. Ketma-ket bajariladigan qadamlar bilan o'xshash yo'lni qurishni tashkil qilishda, xar bir aktivlashgan yo'lda bitta elementni qo'shishi sodir bo'ladi. Element ro'yxatga olinishi uchun qiymatlari \{D yoki D\} bo'ladi va chiqishda aniq qiymatlar hosil bo'ladi yoki ushbu element orqali o'tayotgan yo'nalish qarama-qarshiliklarga olib keladi. Barcha mavjud elementlardan ixtiyoriysi tanlanadi. Tanlangan elementlar kirishiga qiymatlar beriladi va bu qiymatlar ularning chiqishlarida D va D xosil bo'lishini ta'minlaydi.

Jarayon sxemani qandaydir bir chiqishda D yoki D qiymat xosil bo'lmaguncha, yoki xech bo'lmaganda bitta chiqishda natija bermaguncha davom ettiriladi. Oxirgi holda 1-bosqichga qaytiladi va D-kub buzilishini tanlash kerak bo'ladi.

Ko‘rilayotgan sxema uchun 1_{13} va 1_{14} elementlar aktivlashgan yo‘llar uchun kiritilishi mumkin. 1_{13} ni tanlaymiz. D-kub uning uchun $\setminus D,0, D\setminus$ ko‘rinishga ega. Keyingi holda 1_{14} elementlarni tanlaymiz. Buning uchun D-kub $\setminus D,I, D\setminus$ bo‘ladi. Shunday qilib bitta variantdan aktivlashgan yo‘l quriladi.

3-bosqich. 3-bosqich masalasi, 1 va 2 bosqichlarda olingan qiymatni ta‘minlashdan iborat. Ya‘ni natija kirish ta‘sirini yig‘ilmasini aniqlashda, aktivlashgan shartlar bajarilishini kafolatlaydi. Bu jarayon chiqishidan kirishgacha bo‘lgan sxemani ko‘rib chiqishdan iborat va xar bir element kirishiga, chiqishdagi mavjud bo‘lgan qiymatlarni birlashtirilishi bilan amalga oshiriladi.

Ish bosqichlari tugadi deb hisoblash uchun, qandaydir qadamda barcha kirishlar ta‘sir etuvchilari topilganligi aniqlansa yoki mumkin bo‘lgan variantlar qarama-qarshiliklarga olib kelishi kerak. Bunday holda yana ikkinchi bosqichga qaytib yangi aktivlashtirilgan yo‘l qurishga urinish kerak.

Shunday qilib, $1_7-1_{10}-1_4$ aktiv yo‘l uchun yangi variantni quriladi.

3 bosqichga qaytamiz. 1_{13} kirish «1» qiymatga ega bo‘lishi kerak. L_{12} kirish qiymatga ega bo‘lishi mumkin. $\setminus x,0\setminus$ ni tanlaymiz.

Unda “5” va “6” kirishlar “1” qiymatlarga ega bo‘lishi, 1_3 chiqish va 4 kirish ixtiyoriy-“x” bo‘lishi mumkin. Kirishda “1” bo‘lishi kerak. Ya‘ni natijaviy yig‘ilma kirish qiymatlari, berilgan buzilishni namoyon bo‘lishini ta‘minlaydi va $\setminus 1,1,0,1,1,1\setminus$ yoki $\setminus 1,1,0,0,1,1\setminus$ ko‘rinishga ega.

Topshiriq va uning bajarilish tartibi

1. Kombinatsion sxemalar uchun testli algoritmi qurishni o‘rganish.
2. Ko‘rsatilgan buzilishni berilgan test usuli bilan aniqlang.
3. LIMBIS dastur vositalari yordamida ishga yaroqli va yaroqsiz qurilmalarni modellashtirish testni olishni to‘g‘riligini tekshirish.
4. Olingan natijalarni taxlil qiling va test to‘g‘ri bajarilishini tekshiring.
5. Tajriba ishi uchun o‘qituvchidan topshiriq variantini olish $\setminus 21\text{-jadval}\setminus$: u o‘zida: kombinatsion turdagi qurilmani, nosoz qismini aniqlashi, nosozlikli aniqlash usulini va nazorat chiqishini mujassamlashtiradi.

6. EHM yordamida sxemani modellashtirish uchun boshlang'ich ma'lumotni tayyorlash.
7. Topshiriq namunasini ekran displeyiga olib o'tkazish va hisoblarni bajarish.
8. Hisob natijalarini bosmaga chiqarish.
9. Olib borilgan ish xaqida hisobot to'ldirish.

Hisobotga talablar

Hisobot o'zida:

1. Muallif xaqida ma'lumot va topshiriq nomi;
2. Ishni topshiriq variantini
3. Berilgan variant uchun sintez test masalasini yechilishini
4. Natijali xisoblarni bosmadan chiqarilishini
5. Ish bo'yicha xulosa va tahlillarni o'z ichiga olishi kerak.

22-jadval

Tajriba ishiga topshiriqlar variantlari				
Variant №	Sxemalar	Buzilish ko'rinishlari	Testlarni sintez usuli	Chiqishda topish kerak bo'lgan buzilish
1	1	Ham elementining chiqish $x, u=1$ kirishlari bilan	D-algoritm	
2	2	Ham elementining chiqish $x, z=1$ kirishlari bilan	D-algoritm	
3	2	$x_1=1$		I ₁ va I ₅
4	2	yoki elementini chiqish $x, u=1$ kirishlari bilan		I ₂ va I ₃
5	3	xam elementining chiqish $x, u=0$ kirishlari bilan	D-algoritm	
6	3	$x_2=0$		I ₂ va I ₅
7	4	$x_3=1$		X ₃
8	4	$x_4=0$		X ₄
9	4	xam elementing chiqish $x_1, u_1=0$ kirishlari bilan	D-algoritm	S ₂
10	5			

Sinov savollari

1. Testli diagnostika nomi.
2. Test nima degani?
3. Testli diagnostika bosqichlarini sanab o‘ting.
4. Testlar qanday sinflanadi?
5. Tekshirilayotgan buzilishlar qanday sinflanadi?
6. Testni sifati qanday bo‘g‘in yordamida baxolanadi?
7. Kombinatsion sxema uchun testlarni qurish usuli va algoritmlarni sanab o‘ting.
8. D-algoritmni g‘oyasi nimadan iborat?
9. D-kub nima? D-kub elementlar HAM, YoKI, XAM-EMAS, YoKI-EMAS lar uchun misollar keltiring.
10. D-kub buzilishi nima? U D-kubdan nimalari bilan farq qiladi?
11. D-algoritmni bosqichlarini tavsiflang va sanab bering.
12. Ishda olingan natijalarni sanab bering.
13. Ko‘rilgan usulni avzalliklarini va kamchiliklarini nimada ko‘rasiz.

4-TAJRIBA ISHI.

Tizimning vaqt intervallarida ishonchliligini modellashtirish

Ishni bajarishdan maqsad: tizimning vaqt intervallarida ishonchliligini modellashtirish usuli imkoniyatlari yordamida, murakkab tizimlar ishonchliligini analiz qilish.

Masalaning qo'yilishi: universal algoritmdan va uning dasturi yordamida tizimning vaqt intervallarida ishonchliligini modellashtirishni o'zlashtirish.

Nazariy ma'lumotlar

Ishonchlik savollariga javob izlayotganda ixtiyoriy texnik tizimni ishlash jarayonidagi holatlarni ketma-ket o'zgarishi deb qarash mumkin. Shuning uchun modellashtirishda: o'rganilayotgan jarayonning xarakterli nuqtalarida: buzilishlarda, tiklashlarda va ayrim elementlarga texnik xizmat ko'rsatishda, tizimli holatlarni modellashtirish.

Modellashtirish jarayonidan iborat, tizimning har bir n elementlari holatlari o'zgarganda, vaqt momenti ketma-ketligi (buzilmasdan ishlash vaqti) hisoblanadi. i vaqt momenti topilgandan so'ng, j elementining o'zgarish holati o'rnatiladi, t_{ij} elementning rad etish yoki o'rnatish momenti bo'lib hisoblanadi. Keyinchalik tizimni «analiz» qilish, ya'ni tekshiriladi. Elementning holatini o'zgarishi tizimning inkor etish yoki qayta tiklashga olib keladi. Boshqacha qilib aytganda, elementlardan biring holati o'zgargunga qadar tizimning funktsiyalashtirishda trayektoriya ko'rinishi o'rnatiladi. Keyin yana sonlar element momentlar vaqt holati o'zgargunga qadar tenglashtiriladi va hokazo. J -elementning holati o'zgargan i -vaqt momenti topilgandan so'ng, t_{ij} vaqt momenti elementning buzilish yoki tiklanish vaqti ekanligi aniqlanadi. Keyin tizim «analiz» qilinadi, ya'ni elementning holatini o'zgarishi, tizimning buzilishiga yoki tiklanishiga olib kelishi tekshiriladi. Boshqacha aytganda, keyingi elementning holati o'zgarguncha

tizimning trayektoriyasini ko'rinishi o'rnatiladi. Keyin elementlar holatlari o'zgarishi, vaqt momentlariga mos keluvchi sonlar yana taqqoslanadi va h.k.

Tajriba ishlari o'tkazilayotganda talaba tekshirilayotgan tizimning ishonchlilik ko'rsatgichini xar hil intervallar vaqtni olish shart. Bu holda olingan ishonchlilik ko'rsatgichi xaqiqiy qiymatga to'g'ri kelishini e'tiborga olish kerak.

Ishonchlilik ko'rsatgichlarini hisoblashda ishlash tartibi. Oldingi 1-tajriba ishidagi kabi talaba oldin tizimning MIQI majmuini aniqlash kerak. Ko'rilayotgan algoritmda tizimni RS massivini hisoblovchi qism dasturiga kiritilgan. Bularni aniqlagandan keyin, dastkrning ishonchliligini hisoblash ketma-ketligi quyidagicha: tizim ishonchliligi qaralayotgan hamma T vaqt oralig'i intervallariga bo'linadi. Har qaysi diskret vaqt momentida, tizimning mumkin bo'lgan holatlarida bo'lish extimoli qiymati o'tgan $(m-1)$ vaqt momentida tizimning mumkin bo'lgan holatlarida bolini funktsiya sifatida va vaqt momentida bir holatdan 2-chi holatga o'tish extimoli xisoblanadi. Shunday qilib, agar aniqlangan, tizimning ishga yaroqli holatlarini, boshlang'ich holatini va unda bo'lish extimolini hamda o'tish extimoli (yoki ularni xisoblash algoritmi) vaqt momentida bir holatdan boshqasiga, o'tishi ixtiyoriy vaqt momentida tizimni ishga yaroqli holatlarida bo'lish extimolini xisoblash mumkin.

Tizimning vaqt intervallarida ishonchliligini modellashtirish algoritmini yaratishda, qilinadigan farazlar quyidagicha: Δt vaqtda tizimning ixtiyoriy elementi bilan buzilish yoki tiklanish hodisalari ro'y berishi mumkin. Yuqori ishonchli tizimlar uchun ham, Δt vaqt oralig'ida tizimda faqat bitta hodisa-tizimning faqat bitta elementini buzilishi va bitta elementni tiklanishi ro'y berish mumkin.

Qaralayotgan usul asosidan kelib chiqib, ishonchlilikni tekshirish algoritmi farazlar asosida quyidagicha quriladi. Analiz qilinayotgan n elementlardan tashkil topgan sistemani holatini ikkilik n razryadli kodidan iborat deb tavsiflanadi. Bu yerda 0 k -nchi razryadda k nchi elementning buzilishini, birlik 1 esa, uning ishga yaroqliligini bildiradi. Har qanday diskret t vaqt momentida Δt intervalda tizim $S_i = a_1 \dots a_k \dots a_n$ holatdan $S_j = b_1 \dots b_k \dots b_n$ holatiga o'tish mumkin.

Bu usul markov holatiga o'tish xarakteriga ega. Bu o'tish extimolligi quyidagiga teng bo'ladi.

$$P_{ij} = \prod_{k=1}^n P_k \quad (4.1)$$

Bu yerda

$$\begin{array}{ll} P_k = e^{-\lambda k(t_1)\Delta t} & \text{agar } \alpha_k = 1, \beta_k = 1 \\ P_k = 1 - e^{-\lambda k(t_1)\Delta t} & \text{agar } \alpha_k = 1, \beta_k = 0 \\ P_k = e^{-\mu k(t_1)\Delta t} & \text{agar } \alpha_k = 0, \beta_k = 0 \\ P_k = 1 - e^{-\mu k(t_1)\Delta t} & \text{agar } \alpha_k = 0, \beta_k = 1 \end{array}$$

$\lambda_k(t_1), \mu_k(t_1) - t - t$ vaqt momentida k nchi elementinng buzilishlar va qayta tiklashlar intevsivligi.

Agar λ_k, μ_k ifodalar vaqtga bog'liq bo'lsa, unda tizimni statsionar xulqi markov zanjiri ko'rinishida tavsiflanadi. Agar buzilishlar va qayta tiklash tavsifi tasodifiy bo'lsa, unda tizimni statsionar xulqi markov zanjiri ko'rinishida tavsiflanadi. Ixtiyoriy $m\Delta t$ diskret moment vaqtida, tizimni ixtiyoriy j nchi holatida bo'lib, quyidagi rekurent formula orqali topish mumkin.

$$P_j(\Delta t, m * \Delta t) = \sum_{i=1}^{2^n} P_i P_{ij}(\Delta t, (m-1)\Delta t) * P_i(\Delta t, (m-1)\Delta t) \quad (4.2)$$

Bu yerda $ij = 1, 2, \dots, 2^n$ $m = 1, 2, \dots, N, N = T/\Delta t$

Bunda faraz qilinadiki, boshlang'ich vaqt momentida hamma tizim elementlari $R_1(0) = 1$ ishga yaroqli holatda bo'ladi. Tizimni $m\Delta t$ vaqt momentda ishga yaroqlilik extimolligini hisoblab, sistemani shu vaqtdagi ishga tayyorgarlik holatini quyidagi formula orqali topish mumkin.

$$P_c(\Delta t, m * \Delta t) = \sum_{i/SiEC} P_i(\Delta t, m * \Delta t) \quad (4.3)$$

Bu yerda S-tizimni ishga yaroqli holatlari to'plamini K_{ism} to'plami.

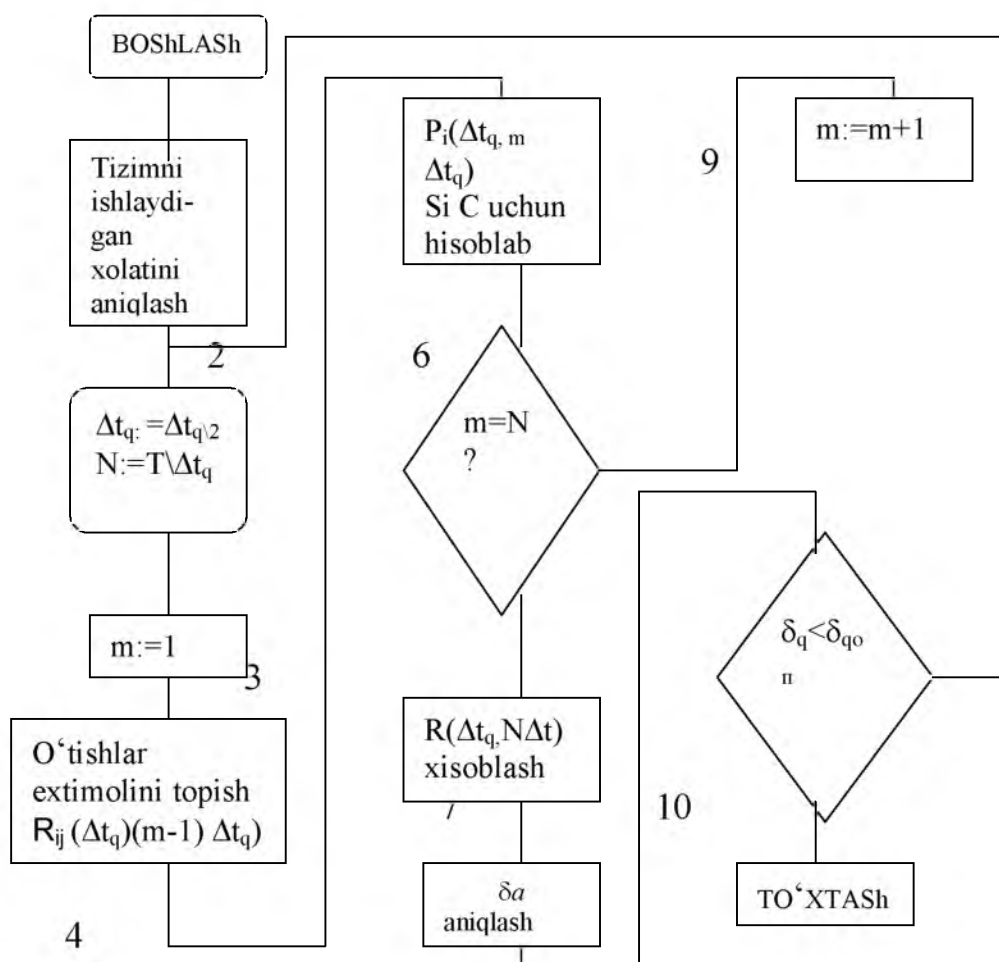
Agar ketma-ket hamma T vaqt ichida $m\Delta t$ vaqt momentda tizimni ishlay olish holatidan ishlash holatiga o'tilsa, unda tizim extimoli axamiyatini shunday ko'rsatishni olish mumkinki, berilgan T-R (Δt , $N\Delta t$) vaqt intervalida buzilmasdan ishlash extimolini (4.3) formula ishlatiladi.

Ishonchlilik ko'rsatgichlarini aniqligini ahamiyati, yuqorida ko'rsatilgan usul bo'yicha olinishi, Δt kattalikka bog'liq. U Δt kattalikka qaraganda katta bo'ladi. Ayrim Δt kattalik uchun extimollikni olishni bosib ataymiz.

R ishonchliligi ko'rsatgichining aniqlik extimoli $q+1$ boqichida aniqlanadi,

$$\delta_{q+1} = /R(\Delta t_q) - R(\Delta t_{q+1})$$

Bu yerda $\Delta t_{q+1} = \Delta t_{q/2}$ $q=1,2,\dots$ shular aniqlanadi



91 – rasm. T vaqt ichida tizimning buzilmasdan ishlash extimolini hisoblash algoritmi blok-sxemasi

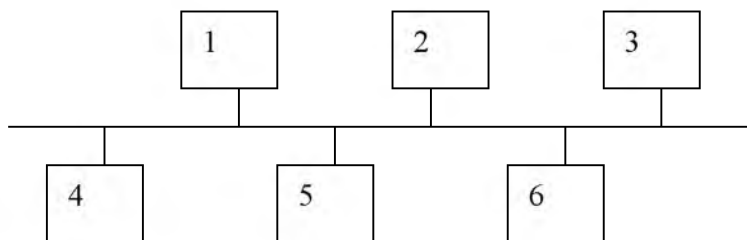
Algoritm boshlang'ich ma'lumotlar bo'lib quyidagilar hisoblanadi: tizimning elementlar soni n , tizimni o'rganish vaqti T , ishga yaroqli holatlar (yoki funktsiyalashtirish uchun qisqa yo'l, 1-tajriba ishida ko'rsatilganidek), tizim elementlarning buzilish va tiklash intensivliklari, ishonchlilik ko'rsatgichining aniqligi Δt boshlang'ich interval vaqti, $S_1=1...1...1$, tizimni boshlang'ich holat, $R_1(0)=1$ boshlang'ich holati extimolli. Algoritm yuqorida ko'rsatilgan uslub bo'yicha ishonchlilikni berilgan ko'rsatgichini qiymatini hisoblaydi.

Ishni bajarish tartibi va topshiriq

1. Berilgan sxemaning strukturasi sxemasi va uning funktsional ishlash qonuni bo'yicha elementlar buzilishlarida MIQI tizimning elementlarini aniqlash.
2. Masalani yechish uchun keltirilgan ma'lumotlar to'plamini tizimni ishonchliligini analiz qilish uchun EHM da ishlash uchun tayyorlash.
3. Vaqt intervallari ishonchliligini ishonchlilikni tizim modellashtirish dasturida chaqirish ketma-ketligini aniqlash va yozish.
4. Berilgan ma'lumotlarni dialog rejimida korrektsiyalash, EHM imkoniyati bilan masalani yechish.
5. Masalani yechimini analiz qilib, hisobot tayyorlash.

Namunaviy topshiriq

1. Hisoblovchi tizimning strukturasi berilgan, uch yuqori bosqichli \1,2,3\ mikro-EHM dan va uch past bosqichli \4,5,6\ mikro-EHM dan tashkil topgan, 92-rasmda ko'rsatilgan.



92 – rasm. Hisoblash tizimining strukturasi.

2. Xar qaysi mikro-EHM buzilishgacha bo'lgan va tiklanish uchun eksponentsial taqsimot qonuni bilan xarakterlanadi.

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = \lambda_5 = \lambda_6 = 1 \cdot 10^{-3} \quad I/\mu$$

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = 1 \quad I/\mu$$

3. HS ning $T=10$ soatda buzilmasdan ishlash extimolligini aniqlang, modellashtirishni sistemani vaqt intervallarida ishonchlilik kuzatuv algoritmi bo'yicha.
4. Boshlang'ich interval vaqti $\Delta t_q=2$ soat.
5. Ruxsat etilgan ishonchlilik hisoblash ko'rsatgich $b_{qon}=0,005$.

Sinov savollari

1. Tizimning vaqt intervallarida ishonchliligini modellashtirish usuli mohiyati nimada.
2. Ishonchlilikni o'rganish tuzilayotganda ko'rilayotgan usul asosida asosiy yo'l qo'yishlar qanday?
3. Tizim ishonchlilik ko'rsatgichini hisoblashda berilgan aniqlikka qanday erishiladi?
4. Monte Karlo usuli va vaqti intervallarda modellashtirish usulini tizimini ishonchliligini o'rganishda taqqoslovchi xarakteristikasini bering.
5. Ko'rilayotgan usul yordamida ishonchlilikni qaysi ko'rsatgichlarini olish mumkin.
6. Qaysi obyektlar uchun berilgan usulni qo'llash maqsadga muvofiq.

1-amaliy mashg'ulot.

Hisoblash mashinalari va tizimlarining ishonchlilik miqdoriy tavsifi

1. Nazariy ma'lumotlar

Ishonchlilikning k ni qo'llaniladigan ko'rsatkichlari mezon:

R (t) ma'lum vaqt mobaynida buzilishga barqaror ishlash ehtimoli (BBIE);

- T_{o_r} birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti;
- t_{o_r} buzilishgacha bo'lgan ishlash vaqti;
- buzilish chastotasi $a(t)$;
- buzilish intensivligi $\lambda(t)$;
- tiklanish intensivligi (t) ;
- buzilish oqimining ko'rsatkichi $w(t)$;
- tayyorlik funktsiyasi $K(t)$;
- tayyorlik koeffitsenti K_1

Ma'lum vaqt mobaynida buzilishga barqaror ishlash ehtimoli masalalarini quyidagi guruxga bo'lish mumkin:

1. Tekshirilayotgan qo'llanma buzilishida statik axborotlarning ishonchlilik tavsiflari sonini aniqlash;
2. Maxsulotning ishonchliligini analitik ifodasini qandaydir bitta tavsifi orqali aniqlash;
3. Birinchi gurux masalalarini yechishda ishonchlilikni statik tavsiflari sonini aniqlash va ikkinchi masalani yechishda esa ehtimollik tavsiflari va ular orasidagi analitik bog'liqlik aniqlanadi.

Tiklanmaydigan maxsulotlar ishonchliligini aniqlash mezon.

BBIE ning statik ma'lumotlari quyidagi ifoda bilan baholanadi.

$$p(t) = (N_0 - n(t)) / N_0 \quad (1.1)$$

Bu yerda N_0 -sinov boshlanishidagi elektron maxsulotlar soni $n(t)$ -t vaqt mobaynida buzilgan elektron maxsulotlar soni;

$P(t)$ -BBIE ning statik bahosi.

buzilishlar extimoli:

$$P(t) = n(t)/N_0 \quad (1.2)$$

$$q(t) = 1 - P(t) \quad (1.3)$$

buzilishlar chastotasi:

$$\hat{a}(t) = n(\Delta t)/N_0 \Delta t \quad (1.4)$$

bu yerda $n(\Delta t)$ -t $\Delta t/2$ dan to $t + \Delta t/2$ vaqt oralig'ida buzilgan namunalar soni
buzilish intensivligi

$$a(t) = n(\Delta t)/(N_{yp} \Delta t) \quad (1.5)$$

bu yerda $N_{ur} = (N_j + N_{iQ1})/2$ - to'g'ri ishlayotgan elektron maxsulotlar sonining o'rtacha vaqt oralig'i vaqt oralig'ining boshlanishida to'g'ri ishlayotgan elektron maxsulotlari soni; $N_{iQ1} - \Delta t$ vaqt oralig'i tugashida to'g'ri ishlayotgan obyektlar soni.

Bu tavsifning extimollik bahosi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\lambda(t) = a(t)jP(t) \quad (1.6)$$

Birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti:

$$T_{yp} = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (1.7)$$

Birinchi buzilishigacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqtining statik ma'lumotlari quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$T_{ur} = \left(\sum_{i=1}^{N_0} t_i \right) / N_0 \quad (1.8)$$

Bu yerda; t_i - i namunaning buzilmay ishlash vaqti;

N_0 -sinalayotgan namunalar soni

Har bir i vaqt oralig'ida ishdan chiqqan elementlar n_i sonini bilgan holda $T_{o'r}$ ni, yaxshisi quyidagi tenglama orqali aniqlash lozim.

$$\approx \left(\sum_{i=1}^m n_i t_{yp_i} \right) / N_0 \quad (1.9)$$

Bu yerda $t_{yp_i} = (t_{i+1} + t_i)/2$, $m = t_k/\Delta t$, bunda t_{i-1} -i vaqt oralig'ining boshlanish vaqti; t_i -i vaqt oralig'ining tugashi t_k -ma'lum vaqt mobaynida ishdan chiqqan barcha elementlar; $\Delta t = t_{i-1} - t_i$ vaqt oralig'i.

Tiklanuvchi ob'yektlarning ishonchliligini aniqlovchi mezonlar

Statik buzilishlar ko'rsatgichlar to'plami.

$$n(t) = n(\Delta t) / (N \Delta t), \quad (1.10)$$

Bunda $n(\Delta t) - t - \Delta t / 2$ gacha bo'lgan vaqt oralig'ida buzilgan obye'ktlar soni;
N-sinalayotgan obye'ktlar soni: Δt -vaqt oralig'i

Buzilishgacha bo'lgan ishlash statik ma'lumotlarning buzilish formulasi orqali aniqlanadi.

$$\left(\sum_{i=1}^n t_i \right) / n \quad (1.11)$$

Bunda $t_i - (i-1)$ va i buzilishgacha bo'lgan vaqtgacha obye'ktning to'g'ri ishlash vaqti; n bir necha t vaqt mobaynida buzilishlar soni

Tayyorlik koeffitsientini statik baholash

$$K_r = N_B(t) / N_0 \quad (1.12)$$

Bunda vaqtda ishlash holatida obye'kt soni.

Tiklanadigan tizimlar ishonchliligi tekshirishda odatda K_1 quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$K_r = T_{yp} / (T_{yp} + t_B) \quad (1.13)$$

Bunda tiklanishning o'rtacha vaqti

Tiklanish intensivligini aniqlash

1.2. Namunaviy misollar

1.1.misol. Misol uchun bir xil turdagi 1000 ta K155LAZ turkum mikrosxemalarini sinash uchun qo'yilgan bo'lsa, 3000 soat ichida 80 ta IS buziladi. 3000 soatda IS larning buzilish ehtimoli va buzilishga barqaror ishlash ehtimolini (BBIE) topish talab etiladi.

Yechish (1.1) va (1.2) formula yordamida yechimini topamiz.

$$P(3000) = (N_0 - n(t)) / N_0 = (1000 - 80) / 1000 = 0,92;$$

$$(3000) = n(t) / N_0 = 80 / 1000 = 0,08 \text{ yoki}$$

$$(3000) = 1 - P(3000) = 1 - 0,92 = 0,08$$

1.2 misol. Sinash uchun 1000 IS qo'yilsa, birinchi 3000 soatda 80 ta IS buziladi, 3000 soatdan 4000 soatgacha bo'lgan muddatda yana 50 ta IS buziladi. 3000 soatdan 4000 soatgacha bo'lgan vaqtda IS ning buzilishi chastotasi viantensivligini aniqlang.

Yechim (1.4) va (1.5) formula orqali aniqlanadi.

$$\hat{\lambda}(3500) = n(\Delta t) / (\Delta t N_0) = 50 / (1000 \cdot 1000) = 5 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

$$(3500) = t(\Delta t) / (\Delta t N_{o,r}) = 50 / (1000(920Q870)/2) = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

$$N_{o,r} = (N_i + N_{i+1}) / 2$$

1.3 misol. Sinov uchun $N_0 = 400$ audio-elektron apparatlari qo'yilgan. $t = 3000$ vaqt ichida $n(t) = 200$ elektron maxsulot buzildi, Δt vaqt mobaynida yana $\Delta t = 100$ ta elektron maxsulot buzildi (1.2 rasm.) (3000), (3100), (3050), $\hat{\lambda}(3050)$, (3050)larda topish talab etiladi.

$$t_{q0} \quad t = 3000 \text{ soat} \quad \Delta t = 100 \text{ soat}$$

$$N_0 = 400 \quad n(t) = 200 \quad n(\Delta t) = 100$$

$$N_i = 200 \quad N_{i+1} = 100$$

Yechim. 1.1 formula orqali BBIE topiladi. Bunda $t_k = 3000$ soat (vaqt oralig'ining boshlanishi)

$$R(3000) = (N_0 - n(3000)) / N_0 = (400 - 200) / 400 = 0,5;$$

$$t_k = 3100 \text{ soat (vaqt oralig'ining tugashi)}$$

$$R(3000) = (N_0 - n(3100)) / N_0 = (400 - 300) / 400 = 0,25;$$

Δt vaqt oralig'ida to'g'ri ishlayotgan namunalarning sonining o'rtacha vaqtining toping.

$$N_{o,r} = (N_i + N_{iQ1}) / 2 = (200 + 100) / 2 = 150$$

$T = 3050$ soat ichida buzilgan elektron maxsulotning soni.

$$N(3050) = N_0 - N_{o,p} = 400 - 150 = 250,$$

Unda

$$R(3050) = (N_0 - n(3050)) / N_0 = (400 - 250) / 400 = 0,375;$$

(1.4) formula asosida buzilish chastotasini aniqlaymiz:

$$\hat{\lambda}(3050) = n(\Delta t) / (\Delta t N_0) = 100 / (100 - 400) = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

(1.5) formula orqali buzilish intensivligi aniqlanadi.

$$(3050)=n(\Delta t)/(\Delta t N_{0,p})=100/(100(200+100)/2)=6,7 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

Buzilish intensivligini yana (1.6) formula orqali ham aniqlash mumkin:

$$(3050)=a(3050)/R(3050)=0,0025/0,375=6,7 \cdot 10^{-3} \text{ 1/ soat}$$

1.4 misol. Sinovda $N_0=1000$ ta buzilsa qayta tuzilmaydigan apparatlar namunasi qo'yiladi. Har 100 soatda $n(\Delta t)$ buzilishlar aniqlab turilgan ($\Delta t=100$). 23-jadvalda buzilishlar xaqida ma'lumotlar keltirilgan. Ishonchlilik tavsiflari sonini hisoblash va vaqtga bog'liqlik tavsiflarini qurish talab etiladi.

23-jadval

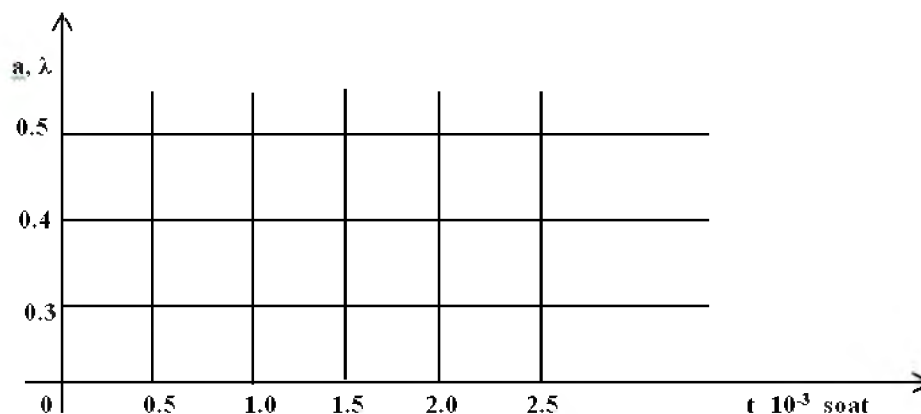
Δt soat	$n(\Delta t_i)$	Δt soat	$n(\Delta t_i)$	Δt soat	$n(\Delta t)$
0-100	50	1000-	15	2000-2100	12
100-200	40	1100-	14	2100-2200	13
200-300	32	1200-	14	2200-2300	12
300-400	23	1300-	13	2300-2400	13
400-500	20	1400-	14	2400-2500	14
500-600	17	1500-	13	2500-2600	16
600-700	16	1600-	13	2600-2700	20
700-800	16	1700-	13	2700-2800	25
800-900	15	1800-	14	2800-2900	30
900-1000	14	1900-	12	2900-3000	40

Yechim. Apparatura qayta tiklanmaydigan elektron maxsulot turiga kiradi. Shuning uchun ishonchlilik mezoni bo'lib, $R(t)$, $a(t)$, $\lambda(t)$, turlar hisoblanadi. 1.1 formula asosida $R(t)$ ni xisoblaymiz.

$$R(100)=(N_0-n(3050))/N_0=(1000-50)/1000=0,95;$$

$$R(200)=(1000-90)/1000=0,91,$$

$$R(3000)=(1000-575)/1000=0,425.$$



93 – rasm. P ni t ga bog‘liqligi.

$A(t)$ va $\lambda(t)$ tavsiflarini xisoblash uchun (1.4) va (1.5) formulalarini ishlatamiz; shunda

$$\hat{a}(50)=n(\Delta t)/(\Delta t N_0)=50/(1000 \cdot 100)=0,5 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat},$$

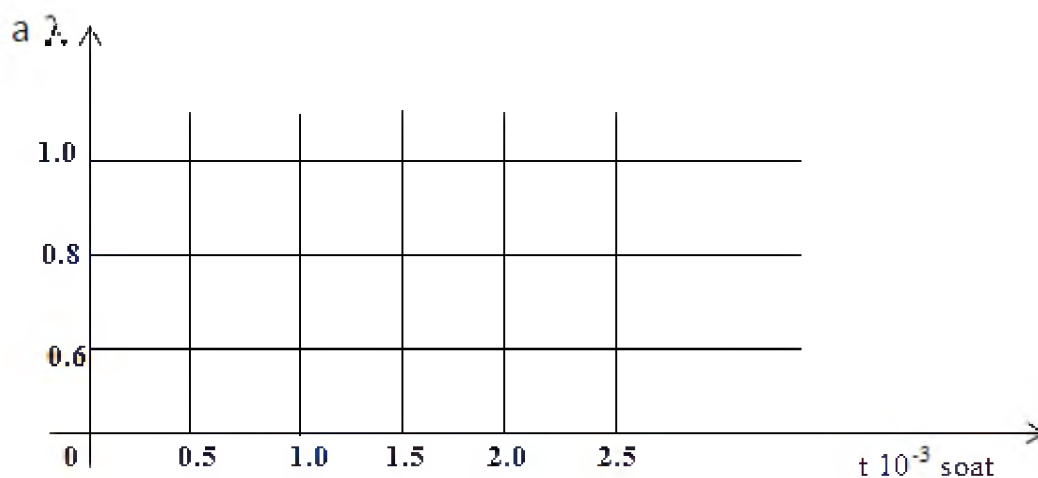
$$\hat{a}(150)=40/(1000 \cdot 100)=0,4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat},$$

$$\hat{a}(2950)=40/(1000 \cdot 100)=0,4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat},$$

$$a(50)=40/(100(950+910)/2)=0,43 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

$$a(150)=40/(100(950+910)/2)+0,43 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

$$a(2950)=40/(100(465+425)/2)=0,9 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$



94 – rasm. a va λ ning t ga bog‘liqligi.

$R(t)$, $\hat{A}(t)$ va $\lambda(t)$ ning qiymatlari barcha Δt_i lar uchun hisoblansin, 24-jadvalda keltirilgan.

Shuni nazarda tutish kerakki 24-jadvalda $R(t)$ ma'lumotlar Δt_i vaqt oralig'ining oxiri keltirilgan, $\hat{A}(t)$ va $\lambda(t)$ ma'lumotlarini Δt_i vaqt orlig'ining o'rtasida olingan. Shu sababli $R(t)$ formula va 24-jadval ma'lumotlari $\lambda(t)$ jadvalda ko'rsatilgan qiymatni bermaydi.

Buzilmay ishlashning o'rtacha vaqtini hisoblaymiz, buning uchun sinalayotgan nusxalarning barchasini buzilgan deb tassavur qilamiz. (1.8) formulani hisobga olgan holda.

$$M = t_k / \Delta t = 3000 / 1000 = 30 \text{ va } N_0 = 575,$$

Birinchi buzilishgacha ishlash qiymati pasaytirilgan hisoblanadi, chunki sinov 1000 ta ichida 575 ta namunadan keyin tugatilgan.

24-jadval

Δt_i soat	$R(t)$	$A(t)10^{-3}$ 1/coat	$\lambda(t) 10^{-3}$ 1/soat
0-100	0,950	0,30	0,514
100-200	0,910	0,40	0,430
200-300	0,878	0,32	0,358
300-400	0,853	0,25	0,289
500-600	0,816	0,17	0,206
600-700	0,800	0,16	0,198
700-800	0,784	0,16	0,202
800-900	0,769	0,15	0,103
900-1000	0,755	0,14	0,184
1000-1100	0,740	0,15	0,200
1100-1200	0,726	0,14	0,191
1200-1300	0,712	0,14	0,195
1300-1400	0,699	0,13	0,184
1400-1500	0,685	0,14	0,202
1500-1600	0,672	0,13	0,192
1600-1700	0,659	0,13	0,195
1700-1800	0,646	0,13	0,200
1800-1900	0,632	0,14	0,220
1900-2000	0,620	0,12	0,192
2000-2100	0,608	0,12	0,195
2100-2200	0,595	0,13	0,217
2200-2300	0,583	0,12	0,204

2300-2400	0,570	0,13	0,225
2400-2500	0,556	0,14	0,248
2500-2600	0,520	0,20	0,376
2600-2700	0,495	0,25	0,490
2700-2800	0,465	0,30	0,624
2800-2900	0,425	0,40	0,900

1.3. Topshiriqlar

1.5 misol. Bir necha vaqt mobaynida bitta radiolakatsion stantsiya ishlashi kuzatib boriladi. Butun vaqt davomida 15 ta buzilish hisobga olindi. Kuzatish boshlanishidan oldin stantsiya 1233 soat ishladi.

Buzilishgacha bo‘lgan o‘rtacha ishlashni t_{ur} aniqlash talab etiladi.

1.6 misol. Elektron maxsulotning buzilish intensivligi $\lambda = 0,82 \cdot 10^{-3}$ 1/soat. Samolyot uchayotganda 6 soat o‘tgandan keyin $R(t)$ BBIE ni topish kerak, buzilish chastotasi $a(100)$ qaysiki t_{q100} soat bo‘lsa va birinchi buzilishgacha bo‘lgan T_{or} ishlashini toping.

1.7 misol. Bir turdagi uchta EXM ning ishlashi kuzatildi. Kuzatish vaqt mobaynida birinchi namuna 6 marta buzildi, ikkinchisi 11 va uchinchisi 8 marta buzildi. Birinchi namunaning ishlash davri 181 soat, ikkinchisidiki 329 soat va uchinchisidiki esa, 245 soatni tashkil qilganida, namunalarning buzilishigacha bo‘lgan ishlash vaqti aniqlansin.

1.8 misol. Tizim 5 ta qurilmadan iborat, ulardan birortasining buzilishi butun tizimning buzilishiga olib keladi. Ma’lumki birinchi qurilma 952 soat ichida 34 marta buzildi, ikkinchisi 960 soat ichida 24 marta keyingilari 210 soat ichida 4,6 va 5 marta buzildi. Butun tizim ishlashida buzilishlar aniqlansin. Ishonchlilik eksponentsial qonuni 5 ta qurilmaning xar biri uchun to‘g‘ri bo‘lgan holatlarni toping.

1.9 misol. Kuzatilayotgan apparatning ekspluatatsiya davrida 8 ta buzilish qayd etildi. Tiklanish vaqti t_1 q12 min; t_2 q23min;

t_3 q15 min; t_4 q9 min; t_5 q17 min; t_6 q28 min; t_7 q25 min; t_8 q31 min; minutni tashkil etdi. Apparat tiklanishing o‘rtacha vaqtini aniqlang.

1.10 misol. Elementning buzilishigacha bo'lgan ishlash vaqti taqsimlanishining eksponentsial qonuniga $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-3}$ 1/soat ko'rsatgichiga bo'ysinsin. Ishonchlilikning sanoq tavsiflarini hisoblab toping. $R(t)$, T_{or} a(t) agar tq500, 1000, 2000 soat bo'lsa.

1.11 misol. 10 ta element 20 soat mobaynida sinaldi va ulardan 3 ta element buzildi, ularning buzilish vaqti 3,9 va 16 ga teng. Buzilish intensivligi doimiy deb hisoblanib: elementning buzilishigacha bo'lgan ishlash vaqti va elementning buzilish intensivligi topilsin.

1.12 misol. 1000 ta integral sxema 1000 soat mobaynida sinaldi. Alohida elementlarning buzilish vaqti xisoblanmadi. Sinash vaqtida 10 IS buzildi. Buzilish intensivligini doimiy deb qarab λ ni aniqlang.

(maksimal xaqiqiy o'xshashlik usuli asosida)

1.13 EXM qismlari ikkita plataga joylashtirilgan, ularning xar biri 10 ta chiqishga ega. Mikrosxemaning (MS) xar bir chiqishga bitta bosma o'tkazgich to'g'ri keladi. Barcha elementlar bir xil $\lambda = 0,01$ teng deb xisoblanib, qismning buzilish intensivligi aniqlansin.

1.14 misol. loyihalash jarayonida uchta EXM dan bittasini tanlash zaruriyati tug'ildi, ularning xar birining ishonchlilik funksiyasi $R_1 q e^{-2\lambda t}$, $R_2 q 3 e^{-2\lambda t}$, $R_3 q 2 e^{-2\lambda t} - e^{-4\lambda t}$ ga teng. Agar EXM dan quyidagi maqsadlarda foydalanilsa, qaysi EXM ni tanlash lozim.

- 1) avtomatik kosmik stantsiyada ishlatish uchun;
- 2) bir marotaba uchiriladigan raketani $tq \ln(3/2)/\lambda$ vaqt mobaynida boshqarish uchun;
- 3) kichik integratsiya darajali mikrosxemalardan tashkil topgan bo'lib, statsionar sharoitda ishlatildi.

1.15 misol. Tizim 12600 ta elementdan iborat bo'lib, uning o'rtacha tuzilish intensivligi $\lambda_{yp} q 0,32 \cdot 10^{-6}$ 1/soat teng. Buzilishga barqaror ishlash ehtimolini t-50 soat mobaynida va birinchi buzilishigacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqtini aniqlang.

1.16 misol. Tizim uchta blokdan iborat, birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqtlari $T_1=160$ soat, $T_2=320$ soat, $T_3=600$ soatga teng. Bu bloklarga ishonchlikning eksponentsial qonuni mos keladi.

1.17 misol. Qurilmaning buzilishgacha o'rtacha ishlash $T_{ur}=65$ soat va tiklanishning o'rtacha vaqti $t_1=1,25$ soatga teng. Tayyorlik koeffitsientini aniqlang.

1.18 misol. Raqamli xisoblash mashinasi katta miqdorda xisoblash ishlarini $t_q=400$ soat ichida bajaradi. Buzilish sodir bo'lganda xam avvalgi natijalar saqlanib qoladi. Agar mashina buzilmay ishlasa, xisob $t_q=350$ soatda bajariladi, bunda $R_s(i, \tau)$ extimoli qanday bo'ladi. Buzilmay ishlash vaqtidagi taqsimlash qonuni va RXM tiklanish vaqtining eksponentsial ko'rsatgichlari $\lambda=0,1$ 1/soat va $\mu=1$ 1/soatga teng.

1.19 misol. RXM taqsimlanishining eksponentsial vaqtida buzilmay ishlash ko'rsatgichi $\mu=1$ 1/soat taqsimlanishining eksponentsial vaqtida tiklanish ko'rsatgichi soatga teng. 10 soat mobaynida ($\tau=10$) yechiladigan masala $t_q=15$ soatda yechilsa $P_c(t, T)$ topilsin. Bunda vaqt bir marotaba tiklanishga ruxsat etiladi va xisoblash boshqatdan boshlanadi.

1.4. Yechim va javoblar.

1.15 misol yechimi.

Radiolokatsion stantsiyaning kuzatish davrida ishlashi.

$T=t_2-t_1=1233-258=975$ soat teng.

$\sum_{i=1}^n t_i = 975$ ni formulaga solib $t=t_2-t_1=1233-258=975$ soatni xisoblab

chiqaramiz va buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashini topamiz.

$$T_{yp} = \sum_{i=1}^n t_i / n = 975 / 15 = 65 \text{ soat}$$

1.16 misol yechimi.

$P(6) = 0,83 \cdot 10^{-3}$ 1/soat; $a(100) = 0,757 \cdot 10^{-3}$ 1/soat;

$T_{ur} = 1220$ soat

1.17 misol yechimi.

1. Uchta apparatning yig'indisini aniqlang.

$$t_{\Sigma} = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} t_{ij} = 181 + 329 + 245 = 755 \text{ soat}$$

2. Buzilish sonlaring yig'indisini aniqlang.

$$n_{\Sigma} = \sum_{j=1}^N n_j = 6 + 11 + 8 = 25 \text{ ta buzilish}$$

3. Ishlashda buzilishning o'rtacha vaqtini quyidagi formula orqali xisoblaymiz.

$$t_{yp} = \left(\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} t_{ij} \right) / \left(\sum_{j=1}^N n_j \right) = t_{\Sigma} / n_{\Sigma} = 755 / 25 = 30,2 \text{ soat} \quad (1.13)$$

1.8 misol. Yechimi. Bu masalani yechishda quyidagi tenglamalardan foydalanamiz.

$$\lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i \text{ va } t_{yp} = 1 / \lambda_c \quad (1.14)$$

1. Har bir qurilma uchun buzilish intensivligini topamiz.

$$\lambda_1 = 34/952 = 0,0375 \text{ 1/soat}, \lambda_2 = 24/960 = 0,025 \text{ 1/soat},$$

$$\lambda_{3,4,5} = (4+6+5)/210 = 0,0714 \text{ 1/soat},$$

2. Tizimining buzilish intensivligi

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^N \lambda_i = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_{3,4,5} = 0,0375 + 0,025 + 0,0714 = 0,1321 \text{ 1/soat}$$

3. Tizimning buzilishiga o'rtacha ishlashi.

$$t_{yp} = 1 / \lambda_c = 1 / 0,1321 = 7,57 \text{ soatga teng.}$$

1.9 misol yechimi.

$$t_{\text{tik}} = \left(\sum_{i=1}^n t_i \right) / n = (12 + 23 + 15 + 9 + 17 + 28 + 25 + 31) / 8 = 160 / 8 = 20 \text{ min.}$$

1.10 misol. Yechimi. $R(t)$, $a(t)$ va T_{ur} formulalardan foydalanib:

1. Buzilishga barqaror ishlash extimolini hisoblang.

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-2,5 \cdot 10^{-5} t}$$

$$P(500) = e^{-\lambda t} = e^{-2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 500} = e^{-0,0125} = 0,9875.$$

$$P(1000) = e^{-\lambda t} = e^{-2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 1000} = e^{-0,025} = 0,9753.$$

$$P(2000) = e^{-\lambda t} = e^{-2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 2000} = e^{-0,05} = 0,9512.$$

2. Buzilish chastotasini xisoblaymiz

$$a(t) \lambda(t)/P(t) = 2,5 * e^{-2,5 * 10^{-5} t}$$

$$a(500) = 2,5 * 10^{-5} e^{2,5 * 10^{-5} * 500} = 2,5 * 10^{-5} * 0,9875 = 2,469 * 10^{-5} \text{ 1/soat};$$

$$a(1000) = 2,5 * 10^{-5} e^{2,5 * 10^{-5} * 1000} = 2,5 * 10^{-5} * 0,9753 = 2,469 * 10^{-5} \text{ 1/soat};$$

$$a(2000) = 2,5 * 10^{-5} e^{2,5 * 10^{-5} * 2000} = 2,5 * 10^{-5} * 2,378 = 2,469 * 10^{-5} \text{ 1/soat};$$

Birinchi buzilishgacha o'rtacha ishlashni xisoblash

$$T_{ur} = 1/\lambda = 1/2,5 * 10^{-5} = 40000 \text{ soat}$$

1.15-misol yechimi.

Tizimning buzilish intensivligi $\lambda_{mus} = \lambda_{yp} * N$ formulaga asosan.

$$\lambda_{mus} = \lambda_{yp} * N = 0,32 * 10^{-6} * 12600 = 4,032 * 10^{-3} \text{ 1/soat bo'ladi.}$$

Shunga asosanib

$$R(50) = e^{-\lambda t} = e^{-4,032 * 10^{-3} * 50} \approx 0,82;$$

Birinchi buzilishgacha bo'lgan $T_{o'r. tiz}$ tizimning o'rtacha ishlashi quyidagi formula orqali hisoblanadi. Formulaga qiymatlarni qo'yib

$$T_{o'r. tiz} = 1/\lambda_{mus} = 1/4,032 * 10^{-3} \approx 250 \text{ soat.}$$

1.16 misol yechimi.

Tizimning birinchi buzilishgacha o'rtacha ishlash vaqtini $T_{o'r. tiz}$ formulasidan foydalanib topamiz. Bizning holatda

$$\lambda_{mus} = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1/T_1 + 1/T_2 + 1/T_3 = 1/160 + 1/320 + 1/600 \approx 0,011 \text{ 1/soat u holda}$$

$$T_{o'r. tiz} = 1/\lambda_{mus} = 1/0,011 \approx 91 \text{ soat}$$

1.17 misol yechimi. Formulaga asosan

$$K_r = T_{o'r.} / (T_{o'r.} + t_{tik}) = 1/(1 + 0,019) = 0,98$$

2-amaliy mashg'ulot.

Qayta tiklanmaydigan qurilmalarning asosiy bog'lovchi elementlarining ishonchlilik tavsifini hisoblash

2.1 Hisoblash usullari

Qayta tiklanmaydigan qurilmalarning asosiy bog'lovchi elementlarning ishonchlilik tavsifini hisoblash quyidagi formula orqali bajariladi.

$$R_s(t) = P_1(t)P_2(t)\dots P_c(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t), \quad (2.1)$$

$$P_c(t) = \exp\left(-\sum_{i=1}^N \int_0^t \lambda_i(t) dt\right)$$

Eksponentsial taqsimlash uchun:

$$P_c(t) = e^{-\lambda_c t} = e^{-t/T_{ypc}}; \lambda_c = \sum_{i=1}^N \lambda_i \quad (2.2)$$

Agar elementlar bir xil ishonchlilikka ega bo'lsa tizim intensivligi:

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^N N_i \lambda_i \quad (2.3)$$

Bu yerda N-i turdagi elementlar soni;

r-elementlar soni;

Yuqori ishonchlilik tizimlari yaqinlashtirilgan formulalar ishlatiladi.

$$\begin{aligned} P_c(t) &\approx 1 - t \sum_{i=1}^N N_i \lambda_i = 1 - \lambda_c t, \\ \lambda_c &= \sum_{i=1}^N N_i \lambda_i \\ T_c &= 1 / \sum_{i=1}^N N_i \lambda_i = 1 / \lambda_c \\ a_c(t) &\approx \lambda_c (1 - \lambda_c t) \end{aligned} \quad (2.4)$$

Barcha yaqin R(t) qiymatlarda;

$$\begin{aligned} P_1(t) P_2(t) \dots P_n(t) &\approx 1 - \sum_{i=1}^N q_i(t), \\ R_i^N(t) &= 1 - N q_i(t) \\ \sqrt{P_i(t)} &= 1 - q_i(t) / N \end{aligned} \quad (2.5)$$

2.2. Namunaviy misollar

2.1 misol. Tizim Nq5 blokdan iborat. Bloklar ishonchliligi t vaqt mobaynida buzilmay ishlash extimolligi nimaga teng?

$$P_1(t)=0,98. P_2(t)=0,99. P_3(t)=0,97. P_4(t)=0,985. P_5(t)=0,975$$

Tizimning buzilishga barqaror ishlash extimolligi aniqlansin:

Yechim.

$$P_c(t)q \prod_{i=1}^N P_i(t) \text{ formulaga asoslanib } P_c(t)q \prod_{i=1}^N$$

$P_i(t)=0,98*0,99*0,97*0,985*0,975$ hosil qilinadi.

$R_1, R_2...R_5$ extimolligi birga yaqin, shu sababli $R(t)$ ni xisoblash osonlashadi va yaqinlashtirish formulasidan foydalanamiz. Bizning holatda $q_1q0,02. q_2 q0,001. q_3q0,03. q_4 q0,015. q_1 q0,025$ bo'lsa.

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t) \approx 1 - \sum_{i=1}^N q_i(t) = 1 - (0,02 + 0,001 + 0,03 + 0,015 + 0,025) = 0,9. \quad (2.6)$$

2.2 misol. Tizim ikkita qurilmadan iborat. Buzilishga barqaror ishlash extimoli tq100 soat vaqt mobaynida $R_1(100)q0,95; R_2(100)q0,97$ ga teng. Bunda ishonchlilikni eksponentsial qonunidan foydalansak to'g'ri bo'ladi. Tizimning birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashini topish lozim. Yechim. BBIE ni toping.

$$P_c(100) = P_1(100) P_2(100) = 0,95 * 0,97 = 0,92 \quad (2.7)$$

Quyidagi formuladan foydalanib elektron maxsulotning buzilish intensivligi topilsin.

$$P_c(100) = 0,92 = e^{-\lambda_c t} = e^{-\lambda_c 100}$$

$$\lambda_c * 100 \approx 0,83 * 10^{-3} \text{ 1/coat bo'lsa}$$

$$T_{o'r.tiz} 1/\lambda_{mus} = 1/0,83 * 10^{-3} \approx 1200 \text{ soat bo'ladi.}$$

2.3. Topshiriqlar

2.3 misol. T vaqt mobaynida bitta elementning buzilishsiz ishlashi extimoli $R(t) \approx 0,9997$ ga teng. Tizimning buzilishsiz ishlash extimolini aniqlang. U Nq100 ta xuddi shunday elementlardan iborat.

2.4 misol. Tizimning t vaqt mobaynida buzilishsiz ishlash vaqti t, $R_s(t) \approx 0,95$ ga teng. Tizim N=120 ta bir xildagi elementlardan tashkil topgan. Elementning buzilmay ishlash extimolini toping.

2.5 misol. Tizimda buzilish intensivligi $\lambda_i \approx 10^{-3}$ 1/soat bo'lgan elementlardan foydalaniladi. Tizim $N_1=500$, $N_2=2500$ elementdan iborat. Birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti va buzilmay ishlash extimolining biror bir soat oxirida $R_s(t)$ ni aniqlash talab etiladi.

2.6 misol. Mikroprotessor (MP) tizimlarida elementlar intensivligi $\lambda_i \approx 10^{-7}$ 1/soat teng bo'lganlaridan foydalaniladi. Tizim elementlar soni $N_1=1000$ va $N_2=2000$ ga teng. Ikkinchi soat oxiridagi birinchi buzilishning o'rtacha ishlash vaqtini aniqlash talab etiladi.

2.7 misol. Hisoblash qurilmasi 5 ta qurilmadan tashkil topgan, uning tq100 ichida to'g'ri ishlash extimoli $R_1(100)=0,9996$; $R_2(100)=0,9998$; $R_3(100)=0,9996$; $R_4(100)=0,999$; $R_5(100)=0,9998$; ga teng. Xisoblash tizimining t=100 soat vaqt mobaynida buzilish chastotasini aniqlash talab etiladi. Qurilmalarning buzilishi bir-biriga ta'sir etmaydi deb taxmin qilsak, bu-ular uchun ishonchlilikning eksponentsial qonuniga to'g'ri keladi.

2.4. Real taqsimlanish uchun misollar yechimi.

2.8 misol. Elektron maxsulotning buzilishgacha ishlash vaqti (misol uchun, MP ning ba'zi qurilmalari.) Real taqsimlanish qonuniga bo'ysinadi. Maxsulotning sinash tavsiflarining ishonchliligini xisoblash talab etiladi. $P(t)$, $a(t)$, $\lambda(t)$, T_{yp} , agar taqsimlanish ko'rsatgichlari $\sigma=1000$ soat bo'lsa, t=500, 1000, 2000 soatni xisoblang.

Yechim. Real taqsimlanish formulasidan foydalanib,

$$R(500) = e^{-\frac{1^2}{2\delta^2}} = e^{-\frac{500^2}{2 \cdot 1000^2}} = e^{-0,125} = 0,88;$$

$$\alpha(500) = \frac{t}{\delta^2} e^{-\frac{1^2}{2\delta^2}} = \frac{500}{1000^2} e^{-\frac{500^2}{2 \cdot 1000^2}} = 0,44 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{soat}}$$

$$\lambda(500) = \frac{t}{\delta^2} = \frac{500}{1000^2} = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{soat}}$$

$$T_{yp} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} * \delta = \sqrt{\frac{p}{2}} * 1000 = 1253 \text{soat}$$

t=1000 soat uchun:

$$P(1000) = e^{-\frac{1^2}{2\delta^2}} = e^{-\frac{1000^2}{2 \cdot 1000^2}} = e^{-0,3} = 0,606;$$

$$\alpha(1000) = \frac{t}{\delta^2} e^{-\frac{1^2}{2\delta^2}} = \frac{1000}{1000^2} e^{-\frac{1000^2}{2 \cdot 1000^2}} = 0,606 * 10^{-3} \frac{1}{\text{soat}};$$

$$\lambda(1000) = \frac{t}{\delta^2} = \frac{1000}{1000^2} = * 10^{-3} \frac{1}{\text{soat}};$$

t=2000 soat uchun;

$$R(2000) = e^{-\frac{1^2}{2\delta^2}} = e^{-\frac{2000^2}{2 \cdot 2000^2}} = e^{-2} = 0,1353;$$

$$\alpha(2000) = \frac{t}{\delta^2} e^{-\frac{1^2}{2\delta^2}} = \frac{2000}{1000^2} e^{-\frac{2000^2}{2 \cdot 2000^2}} = 0,27 * 10^{-3} \frac{1}{\text{soat}};$$

$$\lambda(2000) = \frac{t}{\delta^2} = \frac{2000}{1000^2} = * 2 * 10^{-3} \frac{1}{\text{soat}};$$

Misollardan ko‘rinib turibdiki, IS larda qurilgan ushbu qurilma past ishonchlilikka ega bo‘lib, amalda t<500 soat mobaynida ishlashi mumkin.

2.9 misol. Elektron qurilmaning xavfsiz ishlash vaqti rele qonuniga bo‘ysunadi, uning ko‘rsatgichlari oq 1860 soatga teng. t=1000 soat vaqt mobaynida elektron qurilmaning BBIE xisoblansin, buzilish chastotasi a(1000), buzilish intensivligi λ(1000) va birinchi buzilishgacha bo‘lgan o‘rtacha ishlashni xisoblang.

2.5. Javoblar va yechimlar.

2.3 misol yechimi. Tizimning BBIE

$$R_s(t) = P^N(t) = (0,9997)^{100} \text{ ga teng.}$$

$R_s(t)$ extimoli birga yaqin, shuning uchun uni xisoblashda quyidagi formuladan foydalanamiz.

$$g(t) = 1 - P(t) \approx 1 - 0,9997 = 0,0003 \text{ unda}$$

$$R_s(t) \approx 1 - N g(t) \approx 1 - 100 * 0,0003 = 0,97 \text{ bo'ladi.}$$

2.4 misol yechimi. Elementning BBIE

$$P_i(t) = \sqrt[N]{P_c(t)}$$

$R(t)$ birga yaqin bo'lgani uchun quyidagi formula orqali xisoblanadi.

$$g(t) = 1 - P(t) = 1 - 0,95 = 0,05$$

Unda:

$$P(t) = \sqrt[N]{P_c(t)} = 1 - Q_c(t) / N = 1 - 0,05 / 120 \approx 0,9996$$

2.5 misol yechimi. Buzilish intensivligi quyidagiga teng:

$$\lambda_{c1} = N_1 \lambda_i = 500 * 10^{-5} = 0,5 * 10^{-2} / \text{soat};$$

$$\lambda_{c2} = N_2 \lambda_i = 2500 * 10^{-5} = 0,025 / \text{soat};$$

Unda

$$P_{c1}(t) = e^{-\lambda_{c1}t} = e^{-0,5 * 10^{-2} * 1} = 0,995$$

$$P_{c2}(t) = e^{-0,025t} = 0,973$$

$$T_{o'r.s1} = 1 / \lambda_{c1} = 1 / 0,005 = 200 \text{ soat}$$

$$T_{o'r.s2} = 1 / \lambda_{c2} = 1 / 0,025 = 40 \text{ soat}$$

2.6-misol yechimi.

$$\lambda_{c1} = N_1 \lambda_i = 1000 * 10^{-7} = 10^{-4} / \text{soat}$$

$$\lambda_{c2} = N_2 \lambda_i = 2000 * 10^{-7} = 2 * 10^{-4} / \text{soat}$$

$$P_{c1}(t) = e^{-\lambda_{c1}t} = e^{-10^{-4} * 2} = 0,9999$$

$$P_{c2}(t) = e^{-\lambda_{c2}t} = e^{-2 * 10^{-4} * 2} = 0,9998$$

$$T_{o'r.s1} = 1 / \lambda_{c1} = 1 / 10^{-4} = 10000 \text{ soat}$$

$$T_{o'r.s2} = 1 / \lambda_{c2} = 1 / 2 * 10^{-4} = 5000 \text{ soat}$$

2.7 misol yechimi. Topshiriq bo'yicha qurilmalar bir-biriga bog'liq emas. Shu sababli tizimning buzilmay ishlashining extimoli, qurilmaning buzilmay ishlash extimoliga teng. Yuqori ishonchli tizimlar formulasiga asosan.

$$R_{\text{tiz}}(100) \approx 1 - t \sum_{i=1}^5 \lambda_i = R(100) = 1 - (0,0004 + 0,0002 + 0,0004 + 0,0001 + 0,0002) = 0,9978,$$

BBIE birga yaqin, bunda

$$R_{\text{tiz}}(t) \approx 1 - t \sum_{i=1}^N N_i \lambda_i = 1 - \lambda_{\text{mus}} t, \text{ unda}$$

$$\lambda_{\text{mus}} = \sum_{i=1}^N N_i \lambda_i$$

Buzilish intensivligini quyidagi tenglama orqali aniqlang.

$$\lambda_{\text{mus}} = (1 - P_c(t)) / t$$

$P_{\text{tiz}}(100)$ va $t=100$ soatlarni joyiga qo'yamiz.

$$\lambda_{\text{mus}} = (1 - 0,9978) / 100 = 2,2 * 10^{-5} \text{ 1/soat}$$

Unda buzilish chastotasi

$$a_{\text{tiz}}(t) \approx \lambda_{\text{mus}} (1 - \lambda_{\text{mus}} t)$$

$$a_{\text{tiz}}(t) = 2,2 * 10^{-5} (1 - 2,2 * 10^{-5} * 100) = 2,195 * 10^{-5} \text{ 1/soat}$$

2.9 misol javobi.

$$R(1000) = 0,87$$

$$a(1000) = 0,025 * 10^{-3} \text{ 1/soat}; \lambda(1000) = 0,29 * 10^{-3} \text{ 1/soat}; T_{\text{ur}} = 2320 \text{ soat}$$

3-amaliy mashg'ulot.

Qayta tiklanmaydigan zaxira qurilmalarining ishonchlilik tavsiflarini hisoblash

3.1. Hisoblash usullari.

Zaxira ko'rinishida quyidagi formulalar asosida hisoblanadi.

1. Doimiy yoqiq zaxirani umumiy zaxiralash va butun darajalash

$$R_{tiz}(t) = 1 - [1 - \prod_{i=1}^n P_i(t)]^{mQ1} \quad (3.1)$$

Bu yerda $R_i(t)$ - BBIE t vaqt mobaynidagi i element;

N-asosiy yoki ixtiyoriy zaxiralash zanjiridagi elementlar soni:

$$P_{mus}(t) = 1 - [1 - e^{-\lambda_i t}]^{m+1} \quad (3.2)$$

$P_i(t) = e^{-\lambda_i t}$ bo'lganda;

$$T_{o'r.tiz} = \frac{1}{\lambda_0} \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1} = T_{yp0} \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1};$$

Bu yerda $\lambda_0 = \sum_{i=1}^m \lambda_i$, $T_{o'r0}$ -zaxiralanmagan tizimning buzilmasdan

ishlashning o'rtacha vaqti.

Iшонchlilik teng bo'lmagan elementlarni zaxiralash.

$$R_{tiz}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n q_i(t) = P_{tiz}(t) = 1 - \prod_{i=0}^m [1 - P_i(t)] \quad (3.3)$$

2. Doimiy yoqiq zaxirani bo'lib zaxiralash va butun darajalash

$$P_{tiz}(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - P_i(t)]^{miQ1}\}. \quad (3.4)$$

bu yerda m_i -i elementni zaxiralash darajasi;

n- asosiy tizim elementlar soni;

$P_i(t)$ qe $e^{-\lambda_i t}$ bo'lganda

$$R_{tiz}(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - e^{-\lambda_i t}]^{miQ1}\} \quad (3.5)$$

bir xil ishonchli elementlar va bir xil darajali zaxiralashda

$$R_{tiz}(t) = \{1 - [1 - e^{-\lambda_0 t}]^{m+1}\}^n \quad (3.6)$$

$$T_{o'r.tiz} = \int_0^{\infty} R_{tiz}(t) dt = \frac{(n-1)!}{\lambda(m+1)} \sum_{i=1}^m \frac{1}{v_i(v_i+1)\dots(v_i+n-1)} \quad (3.7)$$

Bu yerda $v_i = q(i+1)/(m+1)$

Umumiy o'rin bosuvchi zaxiralash.

$$R_{m+1}(t) = P_m(t) + \int_0^t P(t-\tau) a_m(\tau) d\tau \quad (3.8)$$

Bu yerda $P_{mQ1}(t)$, $P_m(t)$ -BBIE $m+1$ va m darajali zaxiralangan tizimlar;

$P(t-\tau)$ -BBIE $(t-\tau)$ vaqt mobaynidagi asosiy tizimi;

$a_m(\tau)$ - τ ning xohlagan vaqtidagi m darajali buzilish chastotasi.

Ishonchlilikning eksponentsial qonuni va zaxiralashning yuklanmagan holati.

$$P_{tiz}(t) = e^{-\lambda_0 t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} \quad (3.9)$$

$$T_{o'r.tiz} = T_{o'r.0}(m+1) \quad (3.10)$$

Bu yerda λ_0 , $T_{o'r.0}$ -buzilish intensivligi va asosiy qurilmaning birinchi buzilishigacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti.

3.2. Namunaviy misollar

3.1 misol. Tizim 10 ta bir xil ishonchlilik elementlaridan tashkil topgan bo'lib, elementning birinchi buzilishigacha $T_{o'r}$ o'rtacha ishlash 1000 soatga teng. Bu tizimga ishonchlilikning qonuni mos keladi deb faraz qilamiz va tizimning asosiy hamda zaxirasi teng ishonchli bo'ladi. Tizimning birinchi buzilishigacha bo'lgan $T_{o'r.tiz}$ ning o'rtacha ishlashini topish talab etiladi, bundan tashqari buzilish chastotasi $a_{tiz}(t)$ va $t=30$ soat vaqt mobaynida buzilish intensivligi $\lambda_{muz}(t)$ quyidagi holatlar uchun aniqlansin;

a) zaxiralanmagan tizimlar,

b) doimiy yoqilgan zaxirali tizimlarda dubl qilinishi,

v) yoqilgan zaxirali o‘rin bosuvchi tizimlarini yordamchi almashtirish uslubi.

Yechim. Masalaning sharti bo‘yicha elementlarning ishonchliligi eksponentsial qonuniga to‘g‘ri kelgani uchun asosiy tizimning birinchi buzilishgacha bo‘lgan o‘rtacha ishlash

$$T_{o'r.0} T_a = 1 / \lambda_{tiz} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{10} \lambda_i} = 1 / (10 * \lambda) = T / 10 = 1000 / 10 = 100 \text{ soat bo'ladi.}$$

Shuning uchun doimiy yoqiq xoldagi zaxirani umumiy zaxiralash formulasiga asoslanib,

$$T_{o'r.tiz} = \frac{1}{\lambda_0} \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1} = T_{yp0} \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1} = T_{o'r.0} (1 + 1/2) = 150 \text{ soat}$$

Tizimlarning o‘rin bosishini yordamchi almashtirilishi usuliga ko‘ra:

$$T_{o'r.tiz} = T_{tiq} = T_{o'r.0} (m+1) = 2 T_{o'r.0} = 200 \text{ soat}$$

Zaxiralanmagan tizimlar uchun buzilish intensivligi vaqtga bog‘liq bo‘lmaydi. Har bir element buzilish intensivligi yig‘indisiga teng.

Tizim buzilish intensivligi va chastotasi $t=50$ soat mobaynida (a holati uchun)

$$\lambda_a(50) = \sum_{i=1}^{10} \lambda_i = \sum_{i=1}^{10} 1/T_{o'r.0} = 0,01 \text{ 1/soat}$$

$$a_a(50) = \lambda_a(50) * R(50) = e^{-\lambda_a(50) * 50} = 0,01 e^{-0,01 * 50} \approx 6 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

Tizimlar o‘rin almashishida buzilmay ishlash chastotasi va intensivligi bizga ma‘lum bo‘lgan tizimlarning buzilmay ishlash ehtimolligi orqali aniqlanadi. Ko‘rilayotgan holatda zaxiralanmagan tizim elementlar soni $n \approx 10$, zaxiralash darajasi $m \approx 1$. Formulaga asoslanib:

$$R_s(t) = 1 - [1 - e^{-\lambda_0 * t}]^{m+1} = 2 - e^{-2\lambda_0 * t} \text{ doimiy yoqilgan zaxira}$$

$$R_{tiz}(t) = e^{-\lambda_0 * t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} = e^{-\lambda_0 * t} (1 + \lambda_0 * t) \quad (3.11)$$

$$\text{Bu yerda } \lambda_0 = \sum_{i=1}^{10} \lambda_i = \sum_{i=1}^{10} 0,01 = 0,1 \text{ 1/ soat}$$

a) va v) hollari uchun buzilish intensivligi va chastotasini topamiz.

$$a_{\delta}(t) = -P_{\delta}(t) = 2\lambda_0 - e^{-2\lambda_0 t}(1 - e^{-\lambda_0 t}),$$

$$\lambda_{\delta}(t) = a_{\delta}(t) / P_{\delta}(t) = (2\lambda_0 - e^{-2\lambda_0 t}(1 - e^{-\lambda_0 t})) / (2e^{-\lambda_0 t} - e^{2\lambda_0 t}) = (2\lambda_0(1 - e^{\lambda_0 t})) / (2 - e^{\lambda_0 t}), \quad (3.12)$$

$$a_{\text{tik}}(t) = -P_{\text{tik}}(t) = \lambda^2 t e^{-\lambda_0 t}.$$

Olingan tenglamaga asosanib ma'lumotlarni o'z joyga qo'yamiz.

$$a_{\delta}(50) = 4,8 * 10^{-3} \text{ 1/soat}, \quad \lambda_{\delta}(t) = 5,7 * 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

$$a_{\text{tik}}(50) = 3 * 10^{-3} \text{ 1/soat}, \quad \lambda_{\text{mus}}(t) = 3,33 * 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

3.3 Topshiriqlar

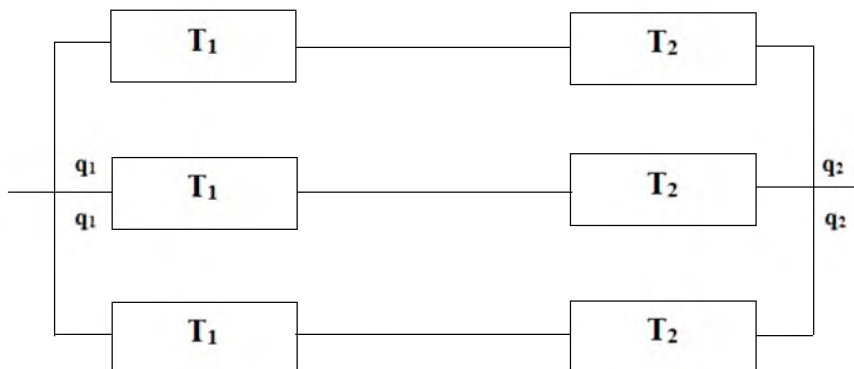
3.2 misol. EQ tashqi qurilmalar (TQ) ning ishonchliligini oshirish uchun uning barcha elementlari o'rniga boshqalari tayyorlangan. Taxminan, elementlar bir turdagi buzilishga maxkum va buzilish ketma-ketligi aniqlanmagan. tq5000 soat vaqt mobaynida TQ ning buzilmay ishlash ehtimolini topish kerak. Zaxiralanmagan blok elementlarining tarkibi va TQ elementlarining intensivligi 25-jadvalda keltirilgan.

25-jadval

Elementlar	Elementlar soni	Element buzilish intensivligi 10^5 1/soat
Tranzistorli	1	2,16
Diodli	1	0,78
Qarshiliklar	5	0,23
Sig'imlar	-3	0,32
Induktivlik katushkalari	1	0,09

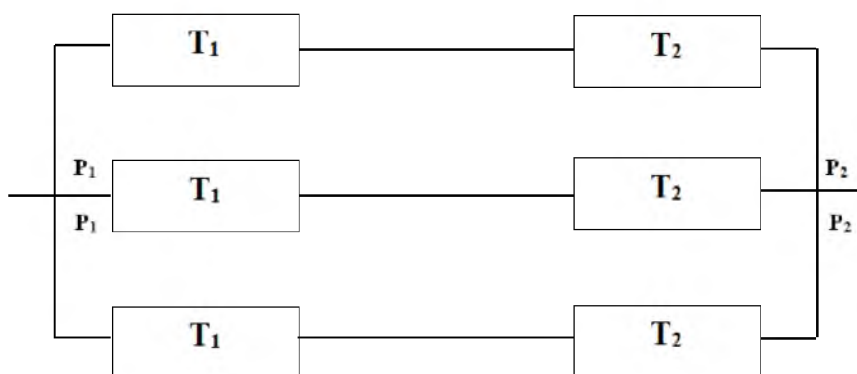
3.3 misol. Ishonchlilikni hisoblash sxemasi 95-rasmda keltirilgan. Elektron maxsulotning buzilmay ishlash extimoli topilsin.

Agar buzilish extimoli $q_1=0,005$; $q_2=0,01$; ma'lum bo'lsa,



95 – rasm. Ishonchlilik sxemasini hisoblash.

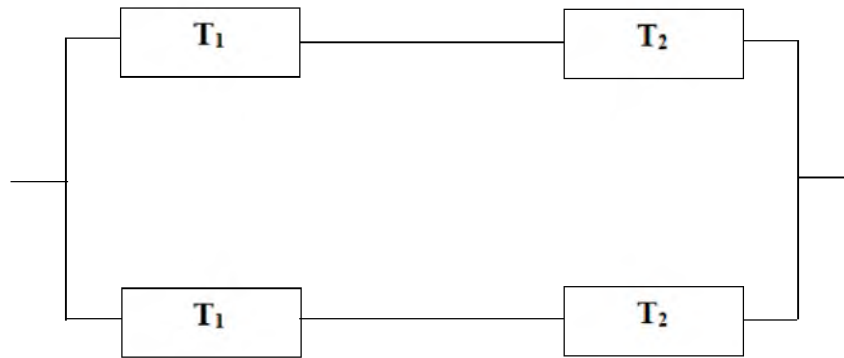
3.4 misol. 96-rasmda ishonchlilik sxemasini xisoblash keltirilgan. Elementlarning buzilmay ishlash extimoli $R_1=0,9$; $r_2=0,8$; ni tashkil etadi. R_{tiz} buzilmay ishlash extimoli va elektron maxsulotning buzilish extimolini Q ni topish talab etiladi.



96 – rasm. Ishonchlilik sxemasini xisoblash.

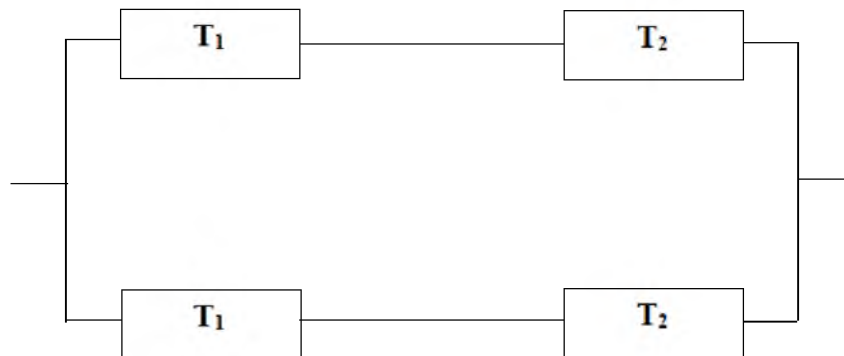
3.5 misol. Ishonchlilik sxemasini hisoblash 97-rasmda ko'rsatilgan. Ma'lum elementlar buzilish extimoli orqali q_1 va q_2 qurilmani buzilmay ishlash extimoli topilsin.

$$q_1=0,1; q_2=0,2.$$



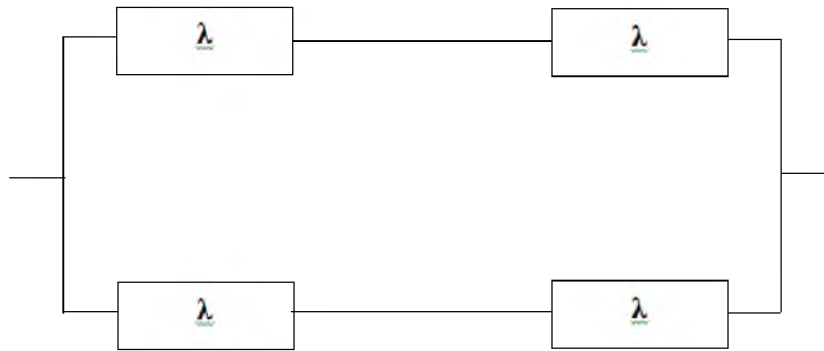
97 – rasm. Sxema ishonchliligini xisoblash.

3.6 misol. Sxemaning ishonchliligini xisoblash uchun 98-rasmda elementning buzilmay ishlash extimolini xisoblash talab etiladi.



98 – rasm. Sxema ishonchliligini hisoblash.

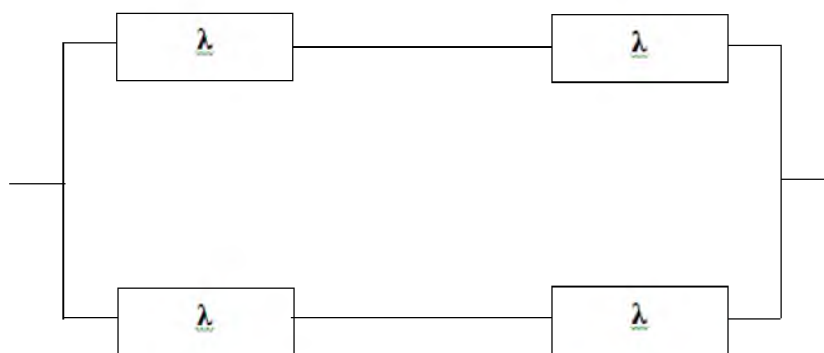
3.7 misol. Sxema ishonchliligini hisoblash 99-rasmda keltirilgan. Elementning buzilish intensivligi quyidagi qiymatlarga ega $\lambda_1=0,3 \cdot 10^{-3}$ 1/soat, $\lambda_2=0,3 \cdot 10^{-3}$ 1/soat. $t=100$ mobaynida qurilmaning buzilmay ishlash extimoli, birinchi buzilishgacha oʻrtacha ishlash vaqti va $t=100$ soat vaqt mobaynida buzilish chastotasini toping.



99 – rasm. Sxema ishonchliligini xisoblash.

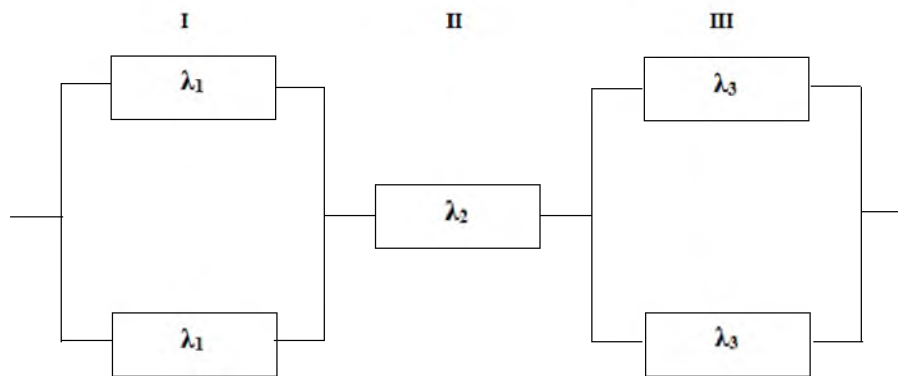
3.8 misol. Qurilma sxemasining ishonchliligini xisoblash 100-rasmda koʻrsatilgan. Elementlar buzilish intensivligining qiymatlari quyidagicha: $\lambda_1=0,3*10^{-3}$ 1/soat, $\lambda_2=0,3*10^{-3}$ 1/soat qurilmani $t=100$ soat vaqt mobaynida BBIE topish, birinchi buzilishgacha boʻlgan oʻrtacha ishlash va $t=100$ soat vaqt mobaynida buzilish chastotasi topilsin.

3.9 misol. Qurilma sxemasining ishonchliligini hisoblash 100-rasmda keltirilgan. Barcha elementlar teng ishonchlilikka ega va buzilishdan keyin taʼsiri yoʻq. Elementning buzilish intensivligi $\lambda = 1,35*10^{-5}$ 1/soat boʻlsa, zaxiralangan qurilmaning birinchi buzilishigacha boʻlgan ishlashni aniqlang.



100 – rasm. Sxema ishonchliligini xisoblash.

3.10 misol. 101 – rasmda qurilmaning ishonchlilik sxemasini hisoblash keltirilgan.



101 – rasm. Sxema ishonchliligini xisoblash.

Elementning buzilish intensivligi quyidagilarga teng:

$$\lambda_1=0,23 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}, \lambda_2=0,5 \cdot 10^{-4} \text{ 1/soat}, \lambda_3=0,4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat:}$$

Element buzilgandan keyin ta'siri yo'qoladi deb taxmin qilsak, qurilmaning birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti va qurilmaning buzilish intensivligi vaqtga bog'liqligini quring.

3.11 misol. Guruxli zaxiralangan elementning darajasi 3 ga teng.

Birinchi element 2 soat ishladi, ikkinchisi 3 soat, uchinchi esa, 5 soat ishladi. Yuklanmaydigan va qayta tiklanmaydigan zaxirali tizim qancha vaqt buzilmay ishlaydi?

3.12 misol. Guruxli zaxiralangan elementning darajasi 3 ga teng. Birinchi element 2 soat ishladi, ikkinchisi 4 soat, uchinchi esa, 9soat ishladi. Agar zaxira yuklangan va qayta tiklanmaydigan bo'lsa tizim qancha vaqt buzilmay ishladi?

3.13 misol. Elementning ishonchlilik funktsiyasi $R(t)=e^{-t/\delta}$ teng. Agar zaxiralash darajasi 2 ga teng bo'lsa va yuklanish zaxirasi qayta tiklanmasa, zaxira elementining o'rtacha buzilmay ishlash vaqti nimaga teng?

3.14 misol. Elementning ishonchlilik funktsiyasi e^{-t} va e^{-2t} ga teng. Agar elementning yuklanmagan o'rin bosishi tiklanishsiz bo'lsa, o'rin bosuvchi elementning o'rtacha buzilmay ishlash vaqti nimaga teng?

3.15 misol. Elementning yuklanishi ulanadi va qayta tiklanmaydi. Elementning ishonchlilik funktsiyasi e^{-t} , e^{-2t} va e^{-3t} ga teng bo'lsa, elementning buzilmay ishlash o'rtacha vaqti nimaga teng?

3.16 misol. Elementning ishonchlilik funktsiyasi $e^{-0,01t}$ ga teng. Zaxiradagi elementning oʻrtacha buzilmay ishlash vaqti nimaga teng va qanday minimal zaxiralash darajasidan foydalaniladi:

- 1) agar zaxira yuklangan va qayta tiklanmaydigan boʻlsa 60 soat?
- 2) agar zaxira yuklangan va qayta tiklanmaydigan boʻlsa 450 soat?

3.17 misol. Xisoblash tizimi uchta EQdan iborat va uchta oʻzaro ulanish kanali orqali bogʻlangan. Tizim oʻzaro bogʻlangan ikkita EQ qolguncha ishlash qobiliyatini yoʻqotmaydi. Agar EHM ishonchliligi va kanallar ulanishi $1/3$ va $2/3$ ga teng boʻlsa EQ buzilishi va kanallari bir-biriga bogʻliq boʻlmasa, hamda zaxira yuklangan boʻlsa, qayta tiklanmaydigan zaxiralashni qoʻllash maqsadga muvofiq keladimi?

3.18 misol. Hisoblash tizimi toʻrtta EQdan tashkil topgan va oltita kanaldan iborat. Tizim ishlash qobiliyatini saqlab qolish uchun kamida ikkita oʻzaro bogʻlangan EQ boʻlishi kerak. Agar bitta ulanish kanali ishonchliligi EQ ishonchliligiga teng boʻlsa va $1/2$ boʻlsa, qayta tiklanmaydigan zaxiralashni qoʻllash maqsadga muvofiq boʻladimi?

3.19 misol. Tizim ikkita qurilmadan iborat va buzilish intensivligi 2 va 4 $1/soat$ ga teng. Ikkala element buzilgan xoldagina tizim buzilgan xisoblanadi. Tizimning buzilishgacha ishlash vaqtini aniqlang.

3.20 misol. Diodning 4 karralangan zaxiralanish sxemasining ishonchliligini vaqt nuqtai nazaridan xar xil sonli variantlarida aniqlashda, diodlarning buzilish ishlash rejimiga bogʻliq emas, deb hisoblab va har bir variant uchun taxminiy buzilish aniqlansin. Diod buzilishda quyidagi holat sodir boʻladi.

- 1) zanjir buzilishi,
- 2) qisqa tutashuv (zamiʼkaniya)

3.21 misol. Elementni majoritar zaxiralashda 3 darajali bitta elementning buzilish extimoli 0,6 ga teng. Buzilish extimoli:

- 1) bitta xam elementda vaqtinchalik buzilish sodir boʻlmadi.
- 2) Faqat bitta elementda vaqtinchalik buzilish sodir boʻladi.
- 3) Ikkita elementda vaqtinchalik buzilish sodir boʻladi.

4) Uchta elementda vaqtinchalik buzilish sodir bo‘ladi.

5) Zaxiralangan elementlarda vaqtinchalik buzilish sodir bo‘lmaydi, majoritar element ishonchliligi:

a) 1 ga teng

b) 0,9 ga teng.

v) zaxiralangan elementda vaqtinchalik buzilish sodir bo‘ladi, agar majoritar element ishonchliligi:

a) 1 teng

b) 0,9 ga teng bo‘lsa.

3.22 misol. Elementning ishonchlilik funktsiyasi 3-darajali majoritar usulli zaxiralangan elementning buzilmay ishlash o‘rtacha vaqti nimaga teng. Bunda majoritar elementning ishonchliligi:

a) 1 ga teng.

b) $e^{\sqrt[3]{}}$ ga teng.

3.23 misol. 3-darajali majoritar zaxiralash maqsadga muvofiq yoki muvofiq emas, agar R element ishonchliligi va R_0 ishonchlilikni qayta tiklanish a‘zosi:

a) $R=0,4, R_0=0,2;$

b) $R=0,4, R_0=0,6;$

v) $R=0,6, R_0=0,9;$

g) $R=0,4, R_0=1;$

d) $R=0,6, R_0=0,4;$

e) $R=0,6, R_0=0,8;$

j) $R=0,6, R_0=0,9;$

z) $R=0,6, R_0=1;$

i) $R=0,9, R_0=0,8;$

n) $R=0,9, R_0=0,9;$

l) $R=0,9, R_0=1;$

3.24 misol. Majoritar zaxiralashni qo‘llab ishonchlilikni xisoblash maqsadga muvofiq emasligini isbotlang. U 5 tadan 3 tasi uslubida ishlaydi va bitta element ishonchliligi $2/3$ ga teng, qayta tiklanish a‘zosining ishonchliligi esa 0,9 ga teng.

3.25 misol. Majoritar zaxiralash darajasi 3 bo'lgan xolda mantiqiy elementning ishonchlilik ehtimolligi $1/8$ bo'lganda u generatorga aylanadi. Agar majoritar element absolyut ishonchli deb xisoblansa va element ishonchliligi nimaga teng bo'ladi?

3.26 misol. Kombinatsion sxemani zaxiralashni darajasi 2 dan kichik yoki 2 ga teng bo'lsa, sxema buzilish $0,8$ ga teng bo'lgan holda generatorga aylanish ehtimoli qanday va bitta sxemaning ishonchliligi $0,9$ teng.

3.27 misol. Raqamli xisoblash mashinasi 1024 bir turdagi katakchalardan (yacheyka) iborat va shunday konstruksiyaga egaki, har qaysi buzilgan yacheykani almashtirish mumkin. Extiyot qismlar tarkibiga 3 ta yacheyka kiradi va barcha buzilganlarni almashtirish mumkin. Buzilish intensivligi $0,12 \cdot 10^{-6}$ 1/soat ga tengligini bilgan xolda RHM ning 1000 soat mobaynida birinchi buzilishgacha o'rtacha ishlash vaqti va ehtimolligini aniqlash kerak. Buzilish deganda RHM ning extiyot qismlari tugagan holati tushuniladi; boshqacha aytganda, RHM ning xotira yacheykalarining extiyot qismi yo'qligi uchun tugatish mumkin bo'lmashligidir.

3.28 misol. Tizimni ekspluatatsiya qilish uchun kerak bo'ladigan xarajatlari: $10 t + N(Cq10)$, bunda $N(t)$ -tizimning t vaqt mobaynida buzilishlar soni, S -tizimning bitta elementning narxi. Qayta tiklanmaydigan zaxira elementning yuklanish darajasining maqsadga muvofiqligini aniqlang. Tizim 10 ta elementdan iborat, buzilgan zaxira elementini almashtirish uni yangilash jarayoni hisoblanadi, elementning ishonchlilik funksiyasi $e^{-1/T}$, bu yerda T -tizimning texnik resursi, zaxiralangan elementning narxi m ga teng, bunda m -zaxiralash darajasi bo'ladi.

3.29 misol. Optimal profilaktika ishlarini qanday vaqt davomida bajarilishi EQ tayyorlik koeffitsientini aniqlaydi, profilaktika ishlarini xavfsiz ishlashining o'rtacha vaqti $8 T_n$ (T_n -profilaktika vaqtining davomiyligi)ga teng.

3.30 misol. Tayyorlik funksiyasi va n bir turdagi elementlarni tipli almashtirish ETM (TEZ) bitta yuklanmagan zaxirali suriluvchi zaxirada tayyorlik koeffitsientini xisoblab toping. Agar tiklanish ikkita ETM buzilishdan so'ng amalga oshirilsa, tiklanishni davom etish yig'indisi μ ko'rsatgichli eksponentsial qonunga bo'ysunadi. Har bir ETM ni buzilishi intensivligi:

$\lambda=0,0005$ 1/soat; $\mu=40$ $\lambda=0,21$ 1/soat; $t=30$ soat; $n=10$.

3.31 misol. n bloklardan iborat buzilish intensivligi va tiklanish intensivligi $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$, ga teng xisoblash mashinasi bor. Agar bloklardan birining tiklanish vaqtida boshqalari yuklanish holatida bo'лади va buzilishi xam mumkin bo'lgan bloklarning tayyorgarlik koeffitsientini toping.

3.32 misol. Yuklanish takrorlanishida buzilishining tiklanishi va tiklanish mustaqil holat bo'lsa, buzilish intensivligi λ va tiklanishi μ ga teng bo'лади. Tizimning holatini grafik orqali ifodalang.

3.33 misol. Uchkarralik yuklanishni zaxiralashda buzilishini tiklanishi va tiklanadigan zaxira elementlari mustaqil xolatda bo'лади. Tizimni ishlash grafini quring.

3.34 misol. Uchkarrali yuklanmagan zaxiralashning tiklanishida gurux elementlarini zaxiralashga bitta tuzuvchi xizmat qiladi. Tizimning ishlashini ko'rsatuvchi grafini quring.

3.35 misol. Yuklangan takrorlanish qayta tiklanadigan va bitta ta'mirlanuvchi bilan $\lambda = \mu = 4$ bo'lsa. Tizimning o'tish extimoli w_i ga teng, ikkita buzilgan element holatidan, Δt vaqtda buzilgan elementlar i holatida bo'lsin.

Agar 1) $i=0$; 2) $i=1$; 3) $i=2$; bo'lsa $\lim(w_i/\Delta t)$ nimaga teng?

3.36 misol. Qayta tiklanadigan, yuklanishi takrorlanadigan va bitta ta'mirlovchi bilan $\lambda = \mu = 2$ bo'lsa. Ehtimollik nimaga teng bo'лади:

- 1) birinchi va ikkinchi elementlar ishchi holatda bo'лади;
- 2) bitta element ishlaydi, ikkinchisi ta'mirlanadi;
- 3) ikkala element ta'mirlanadi.

3.37 misol. Tizim uchta EQ dan va uchta ulash kanalidan tashkil topgan va EQlar o'zaro bog'langan. Tizim ikkita ishlaydigan EQ qolgancha ishlaydi. Tizimning tayyorlik koeffitsenti topilsin. Bunda EQ larning buzilishi va tiklanishi bir-biriga bog'liq emas hamda intensivligi 1 ga teng va ulash kanallari mutlaq ishonchli.

3.38 misol. Buzilishi tiklanadigan yuklanishi takrorlanadigan va tiklanishi mustaqil boʻlgan holatda $\lambda = \mu = 2$ teng. tizimning tayyorlik koeffitsienti nimaga teng?

3.39 misol. Agar tiklanadigan zaxiralash ta'mirlovchilar soni va darajasi 4 ga teng boʻlsa, adaptiv tiklanuvchi azali mutlaq ishonchli tizim tayyorlik koeffitsienti nimaga teng?

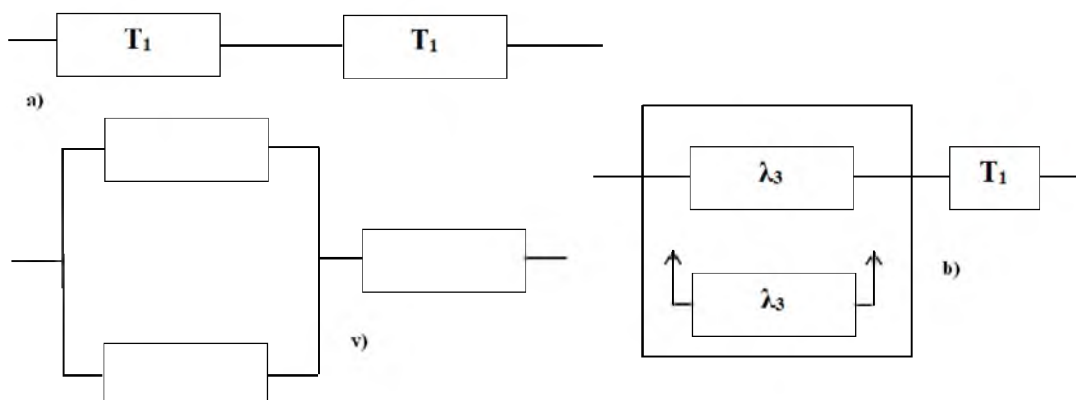
3.40 misol. Konstruktorlik tomonidan uchta variant sxemalarining qurilishi 102-rasmda keltirilgan.

A) maxsulot zaxiralanmagan va birinchi buzilishgacha boʻlgan oʻrtacha ishlash vaqti $T_1=T_2=300$ soat.

B) bitta element takrorlanishini almashtirish yoʻli bilan yuklanmagan zaxiralash holatida, ikkinchisi a) sxemadagi kabi zaxiralanmagan boʻlsa, birinchi buzilishgacha qismning oʻrtacha ishlashi takrorlanadi va zaxiralanmagan elementlar ham xuddi shunday boʻladi.

V) bitta element doimiy yoqilgʻi zaxiralash yoʻli bilan takrorlangan, ikkinchisi zaxiralanmagan va a), b) sxemalardagi kabi, qismning birinchi buzilishgacha boʻlgan oʻrtacha ishlashi takrorlanish va zaxiralanmagan element 300 soatga teng.

Ishonchlilik nuqtai nazaridan qaysi varianti yaxshiroq va qurilmaning birinchi buzilishgacha boʻlgan oʻrtacha ishlashi qanday baholanadi?



102 – rasm. Konstruktorlik tomonidan uchta variant sxemalarining qurilishi.

3.4. Javoblar va yechimlar

3.2 misol yechimi. $m_i=1$ darajali aloxida zaxiralangan, elementning zaxiralanmagan bloklar tashqi qurilmasining soni $n=11$. Ushbu jadvaldan va (3.13) formuladan foydalanib

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - e^{-\lambda_i t}]^{m_i Q_1}\} \quad (3.13)$$

$$P_c(5000) = \prod_{i=1}^{11} \{1 - [1 - e^{-\lambda_i * 5000}]^2\}; \text{ bo'lgani sababli } \lambda_i \ll 1 \quad (3.14)$$

Yaqinlashtirilgan xisoblash uchun namunaviy funktsiyani qatorga yoyish mumkin va birinchi qator a'zolari bilan chegaralanamiz.

$1 - e^{-\lambda_i * 5000} \approx 5000 * \lambda_i$ u holda.

$$R_s(5000) = \prod_{i=1}^{11} [1 - (\lambda_i * 5000)^2] \approx 1 - \sum_{i=1}^{11} (\lambda_i * 5000)^2 = 1 - 5000^2$$

$$\sum_{i=1}^{11} \lambda_i^2 = 1 - 2,5 * 10^6 [2,16^2 + 5 * 0,23^2 + 3 * 0,32^2 + 0,78^2 + 0,09^2] * 10^{-10} \approx 0,985$$

3.3-misol yechim.

$$P_c(t) = 1 - [1 - \prod_{i=1}^n P_i(t)]^{m Q_1}, \quad (3.15)$$

Bu yerda $R_i(t)$ – BBIE ning t vaqt mobaynidagi i elementi;

n - asosiy gurux elementlari soni;

m - zaxiralangan zanjirlar soni; $m=2/1-2$ zaxiralash darajasi;

$P_i(t) + 1 - q_1$

$$\begin{aligned} P_c &= 1 - [1 - (1 - q_1)(1 - q_2)]^3 = 1 - [1 - (1 - 0,03)(1 - 0,01)]^3 = 1 - [1 - 0,95 * 0,9]^3 = \\ &= 1 - [1 - 0,855]^3 = 1 - (0,145)^3 = 1 - 0,003 = 0,997 \end{aligned}$$

3.4 misol yechimi. Aloxida zaxiralangan doimiy yoqilgan zaxira sxemasi va butun karraligi:

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - P_i(t)]^{m+1}\} \quad (3.16)$$

Bu yerda $R_i(t)$ -BBIE ning t vaqt mobaynidagi i elementining ishlashi; m_i - i element zaxirasining darajasi;

n -asosiy tizim elementlarining soni.

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^2 \{1 - [1 - P_i(t)]^{2+1}\} = [1 - (1 - P_1)^3] [1 - (1 - P_2)^3] = [1 - (1 - 0,9)^3]$$

$$[1 - (1 - 0,8)^3] q(1 - 0,1^3)(1 - 0,2^3) q 0,999 * 0,992 \approx 0,991$$

$$q_{tiz} = 1 - R_{tiz} = 1 - 0,991 = 0,009.$$

3.5 misol yechimi.

$$R_{tiz}(t) = \prod_{i=1}^2 \{1 - [1 - P_i(t)]^{2+1}\}$$

$$P_{tiz}(t) = (1 - q_1^2)(1 - q_2^2) q(1 - 0,01^2)(1 - 0,04^2) = 0,99 * 0,96 = 0,9504$$

3.6 misol yechimi.

$$P_{tiz}(t) = 1 - [1 - \prod_{i=1}^n P_i(t)]^{m+1},$$

$$P_{tiz} = 1 - (1 - P_1 P_2)(1 - P_3 P_4) = 1 - (1 - 0,72)(1 - 0,7990) = 1 - 0,28 * 0,21 = 1 - 0,038 = 0,962.$$

3.7 misol yechimi.

$$P_{tiz}(t) = 1 - [1 - \prod_{i=1}^n P_i(t)]^{m+1}. m=1$$

$$P_{tiz}(t) = 1 - [1 - \prod_{i=1}^2 e^{-\lambda_i t}]^2 = 1 - [1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}]^2$$

$$P_{tiz}(t) = 1 - [1 - e^{-10 * 3 * 100}] = 1 - 0,01 = 0,99$$

$$T_{ur.tiz} = \frac{1}{\lambda_c} \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1} = T_{o'r}^0 \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1}; \text{ bu yerda } \lambda_{mus} \sum_{i=1}^n \lambda$$

$$T_{o'r.tiz} = (1 / \lambda_{mus})(3/2) = 3 / (2(\lambda_1 + \lambda_2)) = 1500 \text{ soat}$$

$$a_{tiz}(t) q - P^*(t) q q^*(t)$$

$$a_{tiz}(t) = 2(\lambda_1 + \lambda_2) * e^{(\lambda_1 + \lambda_2)t} * [1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}]$$

3.8 misol yechimi.

$$T_{o'r.tiz} = \int_0^{\infty} R_{tiz}(t) dt = \frac{(n-1)!}{\lambda(m+1)} \sum_{i=1}^m \frac{1}{v_i(v_i+1)\dots(v_i+n-1)} = \frac{1}{\lambda * 2}$$

$$\sum_{i=0}^1 \frac{1}{v_i * (v_i - 1)} = \frac{1}{\lambda * 2} \left[\frac{1}{v_0 * (v_0 + 1)} + \frac{1}{v_1 * (v_1 + 1)} \right]$$

Bu yerda $V_i q(i)/(m)$ teng ishonchlilik elementlar va bir xil darajali zaxiralash.

$$T_{o'r.tiz} = 45 / (\lambda_1 + \lambda_2) - 2(1 / (2\lambda_1 + \lambda_2) - 1 / (\lambda_1 + \lambda_2)) = 1700 \text{ soat}$$

$$a_{tiz}(t) = -P(t)$$

$$a_c(t) = 2^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t} [(\lambda_1 + \lambda_2)(2 + e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}) - (2\lambda_1 + \lambda_2)e^{-\lambda_1 t} - (\lambda_1 + 2\lambda_2)e^{-\lambda_2 t}]$$

$$a_{tiz}(100) = \lambda_{mus}(100) = 0,108 * 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

3.9 misol yechimi. Doimiy yoqilgan zaxirali, teng ishonchlilik alohida zaxiralangan qurilmalarni ko'rib chiqamiz. Birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashni hisoblash uchun (3.14) formuladan foydalanamiz. Masalaning shartiga ko'ra tizimning zaxiralanmagan elementlari soni nq_2 va zaxiralash darajasi $m q_1$ bo'lsa:

$$T_{o'r.tiz} = \frac{(n-1)!}{\lambda(m+1)} \sum_{i=0}^m \frac{1}{v_i(v_i+1)\dots(v_i+n-1)} = \frac{1}{\lambda * 2} \left[\frac{1}{v_1(v_1+1)} + \dots + \frac{1}{v_m(v_m+1)} \right]$$

$$\left[\frac{1}{v_0(v_0+1)} + \frac{1}{v_1(v_1+1)} \right]$$

$$\text{Bunda } V_1 = (i+1)/(m+1) = (i+1)/2, V_0 = (1/2) \quad V_1 = 1$$

$$T_{o'r.tiz} = \frac{1}{\lambda * 2} \left[\frac{1}{\frac{1}{2} * \frac{3}{2}} + \frac{1}{2} \right] = \frac{11}{12 * \lambda} = \frac{11}{12 * 1,35 * 10^{-3}} \approx 680 \text{ soat}$$

3.10 misol yechimi. $T_{o'r.tiz} = 2590$ soat.

3.27 misol yechimi. Extiyot qismlar tarkibidagi xar qanday yacheykasiga RHQ ning buzilgan yacheykasini almashtirish mumkin. Buzilmay ishlash extimoli (3.15) formula orqali hisoblanadi. Asosiy tizimning elementlari soni nq_{1024} , zaxiralanmagan tizim buzilish intensivligi $\lambda_0 = n \quad \lambda = 1024 * 0,12 * 10^{-6} \approx 1,23 * 10^{-4}$ 1/soat, zaxiralanmagan elementlar soni $m_0 = 3$. Olingan ma'lumotlarning formulaga qo'yib:

$$R_{\text{tiz}}(t) = e^{-\lambda_0 t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} = e^{-\lambda_0 t}$$

$$\left(1 + 1,23 * 10^{-4} + \frac{(1,23 * 10^{-4} * 10^{-4})^2}{2} + \frac{(1,23 * 10^{-4} * 10^{-4})^3}{6} \right) \approx 0,96$$

$$\left(1 + \lambda_0 + \frac{\lambda_0^2 * t^2}{2} + \frac{\lambda_0^3 * t^3}{6} \right) = e^{-1,23 * 10^{-4} * 10^{-4}}$$

(3.16) ga asoslanib birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti:

$$T_{\text{o'rt.tiz}} = T_{\text{o'rt.o}} (m_0 + 1) = (1/\lambda_0) (m_0 + 1) = (1/1,23 * 10^{-4})(3+1) \approx 32500 \text{ coat}$$

3.40 misol yechimi. Sxemaning yaxshi varianti 102-rasm b) yomon sxemasi emas a)-rasmda $T_a=150$; $T_b=200$; $T_v=180$;

4-amaliy mashg'ulot.

Yo'llar va tutashishlar usuli ishonchlikni hisoblash mantiqiy-extimolli usuli

4.1. Nazariy ma'lumotlar

Mantiqiy-extimollar usuli asosan qayta tiklanmaydigan hisoblash tizimlarini o'rganishni o'z ichiga oladi. Tizimning mantiqiy sxemalarining topologiyasi va buzilishgacha bo'lgan vaqt taqsimlanish funktsiyasiga bu uslub xech qanday chegaralanish qo'ymaydi. Ushbu uslubning g'oyasi tizimlar ishlashini matematik modelini, matematik mantiq orqali ifodalashdadir.

Funktsiyani ishlash qobiliyatini algebraik mantiq funktsiyasi (AMF) ko'rinishida ifodalash va elementlar holatini tizimlar xolati bilan bog'lashdan iborat. AMF dan takrorlanmaydigan mantiqiy ifodaga o'tish, boshqacha aytganda, takrorlanmaydigan a'zolar yo'qotiladi. Bu ifoda ishlashga loyqlik holatining extimolini aniqlaydi tizimning tayyorlik qobiliyati koeffitsentini aniqlaydi yoki tizimning tayyorlik qobiliyati koeffitsentini aniqlaydi.

Mantiqiy kon'yunktsiya, diz'yunktsiya va inkor etish mantiqiy amallari orqali boshqa xar qanday AMF ni olish mumkin. Tizimning ishlash qobiliyati ehtimoli $R(\varphi) = P_r\{\varphi(x) = 1\}$ elementning ishlash qobiliyatini holatining extimolligi orqali aniqlanadi. $R = P_r\{x_i = 1\}$,

Iq1,n (n- tizimdagi elementlar soni). Konyunktsiya, inkor etish mantiqiy amallar quyidagiga to'g'ri keladi:

$$\Phi(x_1, x_2, \dots, x_n) = x_i$$

$$R(\varphi) = \prod_{i=1}^n R_i$$

$$\Phi(x_1, x_2) = x_1 \vee x_2, \quad R(\varphi) = R_1 + R_2 - R_1 R_2$$

$$\Phi(x_i) = x_i, \quad R(\varphi) = 1 - R_i$$

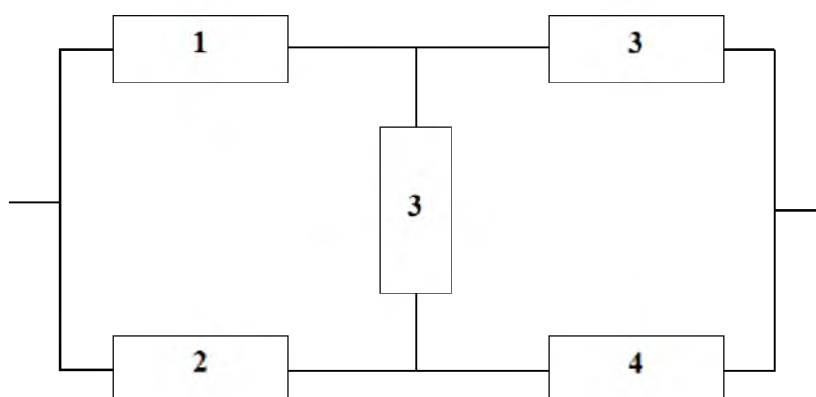
4.2. Namunaviy misollar va ularning yechimi

4.1 misol. Agar BBIE tizim elementlari ma'lum bo'lsa, 103-rasmda minimal yo'llar va kesishishlar (secheniya) uslubi bilan aniqlang.

$$R_1=R_2=0,9;$$

$$R_3=0,8;$$

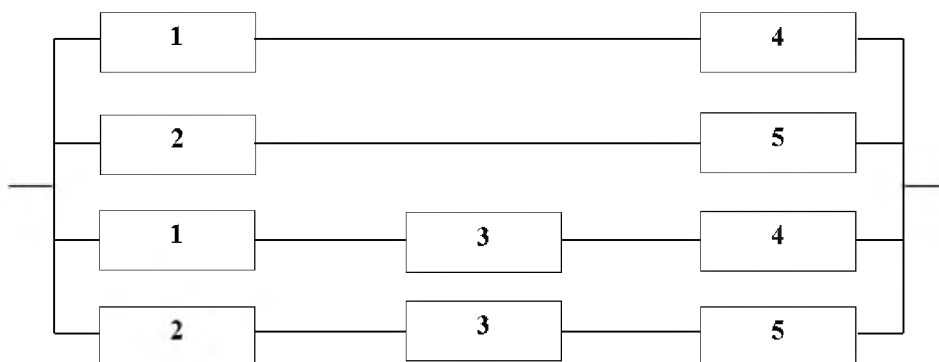
$$R_4=R_5=0,7;$$



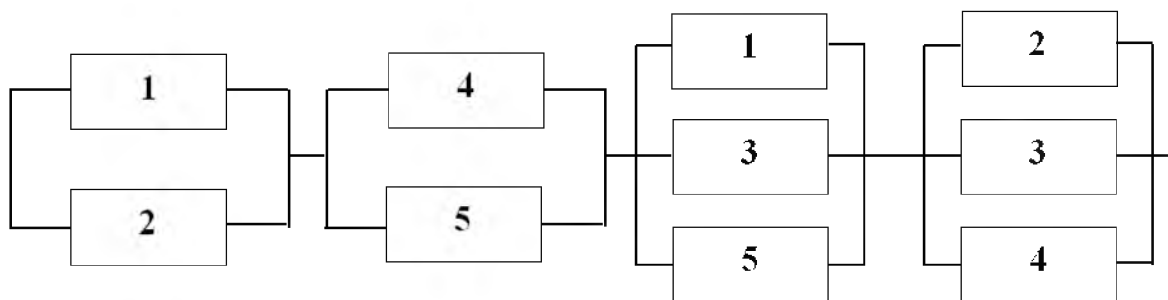
103 – rasm. Most (ko'prik) sxemasi

Yechimi

1) buni baholash uchun barcha minimal yo'llar va kesishishlarni baholab chiqish kerak.



Minimal yo'llar yig'indisi.



104 – rasm. Minimal kesishishlar yig‘indisi.

2) tizimning ishlash qobiliyati extimollar holatini baholash.

$$\prod_{j=1}^k (1 - \prod_{i=1}^j q_i) \leq P(\varphi(x)) \leq 1 - \prod_{i=1}^P (1 - \prod_{i \in P_i} P_i), \quad (4.1)$$

q_i -i elementining buzilish extimoli;

P_i –BBIE ning i elementi.

Minimal yo‘llar va kesishishlar funktsiyasi xarflarini yozamiz.

$$f_1 = x_1 x_4, \quad V_1 = 1 - (1 - x_1)(1 - x_2)$$

$$f_2 = x_2 x_5, \quad V_2 = 1 - (1 - x_4)(1 - x_5)$$

$$f_3 = x_1 x_3 x_5, \quad V_3 = 1 - (1 - x_1)(1 - x_3)(1 - x_5)$$

$$f_4 = x_2 x_3 x_4, \quad V_4 = 1 - (1 - x_2)(1 - x_3)(1 - x_4)$$

BBIE elementlar holatini bilgan holda (4.1) ishlash qobiliyati ehtimollik xolatining yuqori va pastki chegaralarini aniqlaymiz.

$$R_{pas} \leq R_{tiz} \leq R_{yuqor}$$

$$R_1 R_4 = 0,9 \times 0,7 = 0,63;$$

$$R_2 R_5 = 0,9 \times 0,7 = 0,63;$$

$$R_1 R_3 R_5 = 0,9 \times 0,8 \times 0,7 = 0,504;$$

$$R_2 R_3 R_4 = 0,9 \times 0,8 \times 0,7 = 0,504;$$

$$q_1 = 1 - P_1 = 1 - 0,9 = 0,1$$

$$1 - q_1 q_2 = 1 - 0,1 \times 0,1 = 0,99$$

$$1 - q_1 q_5 = 1 - 0,3 \times 0,3 = 0,91$$

$$1 - q_1 q_3 q_5 = 1 - 0,1 \times 0,2 \times 0,3 = 0,994$$

$$1 - q_2 q_3 q_4 = 1 - 0,1 \times 0,2 \times 0,3 = 0,994$$

$$0,889 \leq P(\varphi(x)) \leq 0,968$$

Pastki chegarasi

$$P_{\text{pas}} = \prod_{j=1}^k (1 - \prod_{j=1}^k q_j) = 0,99 \times 0,91 \times 0,994 \times 0,994 = 0,889$$

$$P_{\text{yuqor.}} = 1 - \prod_{i=1}^P (1 - \prod_{i \in P_i} R_i) = 1 - (1 - 0,03) \times (1 - 0,63) \times (1 - 0,504) \times (1 - 0,504) =$$

$$= 1 - 0,37 \times 0,37 \times 0,496 \times 0,496 = 1 - 0,0312 = 0,968.$$

4.2 misol. 4.1 da keltirilgan misolni mantiqiy extimollik usulidan foydalanib yeching.

Yechimi.

Mantiqiy funktsiyani yozamiz.

$\varphi = x_1 x_4 \vee x_1 x_3 x_5 \vee x_2 x_3 \vee x_2 x_3 x_4$ asosida

$\varphi = (x_1 x_2, \dots, x_n) = x_i$

$$R(\varphi) = \prod_{i=1}^n R_i$$

φ ni quyidagicha o'zgartiramiz.

$\varphi = x_1 (x_4 \vee x_3 x_5 \vee x_2 x_3 \vee x_2 x_3 x_4) \vee x_1 (x_2 x_5 \vee x_2 x_3 x_4) = x_1 \varphi_1 \vee x_1 \varphi_2$

φ_1 va φ_2 lar ustida ham xuddi shunday o'zgartirishlar amalga oshiriladi.

$\varphi_1 = x_4 (1 \vee x_3 x_5 \vee x_2 x_3 \vee x_2 x_3) \vee x_4 (x_3 x_5 \vee x_2 x_5) = x_4 \vee x_4 x_5 (x_3 \vee x_2)$

$\varphi_1 = x_2 x_3 \vee x_2 x_3 x_4 = x_2 (x_5 \vee x_3 x_4)$

tasdiqlash va izlanishlar asosida quyidagini yozamiz.

$$R(\varphi) = R(x_1) R(\varphi_1) + (1 - R(x_1)) R(\varphi_2)$$

$$R(\varphi_1) = R(x_4) + (1 - R(x_4)) R(x_5) R(x_3) + R(x_2) - R(x_3) R(x_2)$$

$$R(\varphi_2) = R(x_2) + (R(x_3) + R(x_5)) R(x_4) - R(x_5) R(x_3) R(x_4)$$

Quyidagi qiymatlarni qo'yamiz.

$$R(x_1) = 0,9 \quad R(x_2) = 0,9 \quad R(x_3) = 0,8 \quad R(x_4) = 0,7$$

Unda quyidagini olamiz.

$$R(\varphi_1) = 0,7 + 0,3 * 0,7(0,8 + 0,9 - 0,8 * 0,9) = 0,906$$

$$R(\varphi_2) = 0,9 * (0,7 + 0,8 * 0,7 - 0,7 * 0,8 * 0,7) = 0,783$$

$$R(\varphi) = 0,9 * 0,906 + 0,1 * 0,783 = 0,894$$

5-amaliy mashg'ulot.

Hisoblash tizimlarining ishonchliligini hisoblash

5.1. Ketma-ket-parallel strukturali XT ishonchliligi (svetka usuli)

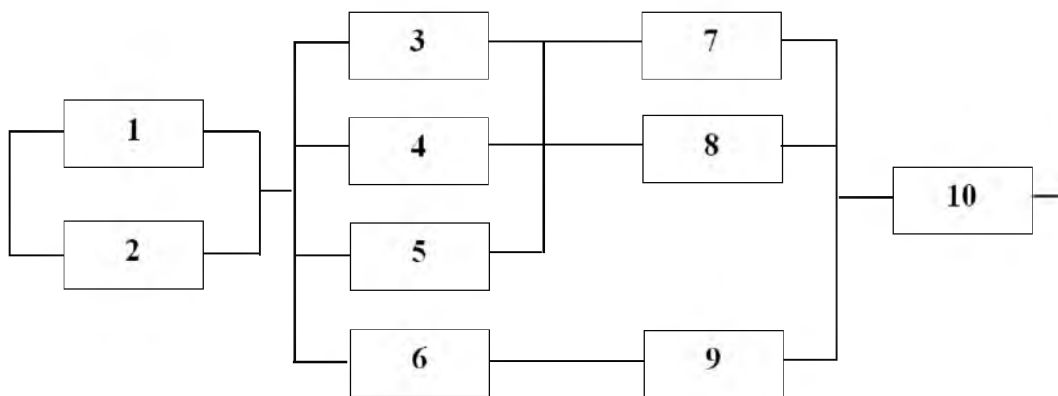
5.1 misol. 105-rasmda keltirilgan tizim ishonchlilik ko'rsatgichlarini aniqlang Elementning buzilmay ishlash extimoli quyidagilarga teng bo'lsin:

$$R_1=0,8; R_4=0,8; R_7=0,95; R_{10}=0,98;$$

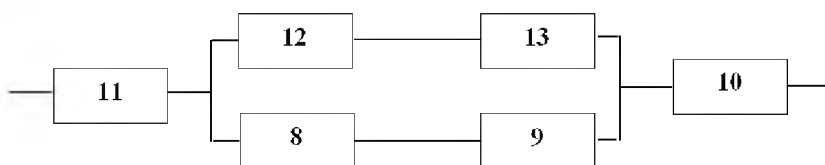
$$R_2=0,9; R_5=0,9; R_8=0,93;$$

$$R_3=0,7; R_6=0,9; R_9=0,9;$$

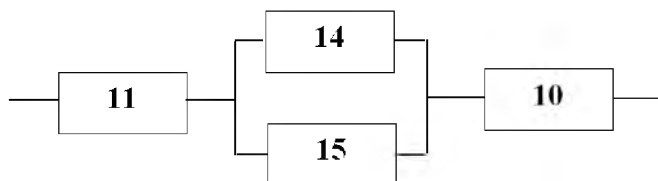
Tizimning buzilmay ishlash extimolining hisob natijalarini jadval ko'rinishiga keltiring.



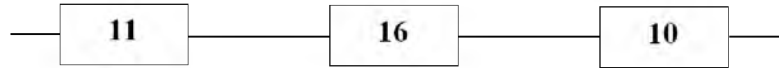
105 – rasm. Ketma-ket parallel tizimning strukturasi.



1 – bosqich



2 – bosqich



3 – bosqich

106 – rasm. O‘zgartirishdan keyingi sxema.

$$R_{11}=1-(1-R_1)(1-R_2); R_{12}=1-(1-R_3)(1-R_4)(1-R_5);$$

$$R_{13}=1-(1-R_6)(1-R_7);$$

$$R_{14}=R_{12} \quad R_{13}=[1-(1-R_3)(1-R_4)(1-P_5)][1-(1-P_6)(1-P_7)];$$

$$R_{15}=R_8R_9$$

$$R_{16}=1-(1-R_{14})(1-R_{15})=1-\{1-[1-(1-P_3)(1-P_4)(1-P_5)][1-(1-P_6)(1-P_7)]\}(1-P_8P_9).$$

$$P_{ur}=R_{11} \quad R_{16}R_{10} =$$

$$=[1-(1-P_1)(1-P_2)] \{1-\{1-[1-(1-P_3)(1-P_4)(1-P_5)][1-(1-P_6)(1-P_7)]\}(1-P_8P_9)\}P_{10}.$$

26-jadval

Axborotlar hisobining berilishi	1-bosqich xisobi	2-bosqich xisobi	3-bosqich xisobi	4-bosqich xisobi
$R_1=0,8$	$R_{11}=0,98$	$R_{11}=0,98$	$R_{11}=0,98$	
$R_2=0,9$	$R_{12}=0,994$	$R_{14}=0,991$	$R_{16}=0,99$	
$R_3=0,77$	$R_{13}=0,995$	$R_{15}=0,855$	$R_{10}=0,98$	$R_{UR}=0,959$
$R_4=0,8$	$R_8=0,95$	$R_{10}=0,98$		
$R_5=0,9$	$R_9=0,9$			
$R_6=0,9$	$R_{10}=0,98$			
$R_7=0,95$				
$R_8=0,95$				
$R_9=0,9$				
$R_{10}=0,98$				

5.2. Nazariy ma'lumotlar

Qayta tiklanadigan XT laring ishonchliligini xisoblashning yaqinlashtirish uslubi.

Qayta tiklanadigan XT ning ishonchliligini hisoblashni yaqinlashtirish usuli quyidagilarga asoslanadi:- tiklanish vaqti buzilmay ishlash vaqtdan ancha kichik, buzilish intensivligi va tiklanish intensivligi doimiy kattalik, aloxida tizim osti sxemalarining buzilish va tiklanishi bir-biriga bog'liq bo'lmagan tasodifiy xodisa.

Ketme-ket yoqiladigan tizim osti sxemalari uchun quyidagi yaqinlashtirilgan bog'liqliklardan foydalaniladi.

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

$$K_r = 1 - n + \sum_{i=1}^n K_{ri}$$

$$\mu = \lambda / (1 - K_r)$$

Parallel ulash uchun esa.

$$\mu = \sum_{i=1}^m \mu_i$$

$$K_r = 1 - i \prod_{i=1}^m (1 - K_{Ti})$$

$$\lambda = \mu / (1 - K_r)$$

Bu formulalarda quyidagi belgilanishlar qabul qilingan. $\lambda - n(m)$ tizim osti sxemalarini buzilish intensivligining ketma-ket (parallel) guruhlarini.

$K_{t-n(m)}$ ketma-ket (parallel) tizim osti sxemalari guruxlarini tayyorlik koeffitsenti;

I indeksli o'zgaruvchilar alohida tizim osti ko'rsatgichlar mos ravishda belgilanadi.

Sirg'aluvchan (skalzahie) zaxiralash holatida K_t aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$K_T = \sum_{i=r}^m C_m^i K_{T,p}^i (1 - K_{t,t.o})^{m-i}, \text{ bunda}$$

r- ishlash samaradorligining kerakli minimal ishlashga qobiliyatli tizim osti elementlari soni.

$K_{t.t.o}$ –tizim osti elementlar tayyorlik koeffitsenti. Sirgʻanuvchi (skolzyahiy) zaxiralash tiklanish intensivligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\mu = (m - r + 1)\mu_n, \text{ bunda } \mu_n \text{ -tizim osti elementlar tiklanish intensivligi.}$$

5.3. Naʼmunaviy misollar va ularning yechimi

5.2 misol. Oltita tizim osti qurilmalaridan iborat. XT mavjud, markaziy protsessor (MP), tezkor xotira qurilmasi (TXQ), magnit diskleri (MD), magnit lentlari (ML), kiritish qurilmasi (KQ), bosma (pechatayuhaya) qurilma (BQ).

27-jadval barcha XT tizim osti qurilmalari haqida axborot berilgan.

27-jadval

Tizim osti qurilmasining nomi	M(r) qiymati	Buzilish intensivligi λ_i 1/soat	Tiklanish intensivligi μ_i 1/soat	Tayyorlik koeffitsenti K_{Ti}
Markaziy protsessor (MP)	1	$152 \cdot 10^{-6}$	1	$1 - 1,52 \cdot 10^{-4}$
THQ moduli	4(3)	$300 \cdot 10^{-6}$	0,001	$1 - 3 \cdot 10^{-2}$
MD xotira qurilmasi	3(2)	$250 \cdot 10^{-6}$	0,025	$1 - 10^{-2}$
ML xotira qurilmasi	8(6)	$350 \cdot 10^{-6}$	0,0035	$1 - 10^{-1}$
Bosma qurilmasi BQ	2(1)	$420 \cdot 10^{-6}$	0,025	$1 - 2 \cdot 10^{-2}$
Kiritish qurilmasi	2(1)	$250 \cdot 10^{-6}$	0,025	$1 - 10^{-2}$

Aloxida zaxiralangan guruxlar ishonchlilik ko'rsatkichini xisoblashning yaqinlashtirilgan usuli μ, λ, K_T TXQ, MD, ML sirg'aluvchi zaxiralash yo'li bilan zaxiralangan, BQ va KQ bitta zaxirali zaxiralangan.

Yechim.

1) ishonchlilik ko'rsatkichini xisoblash:

$$\mu_{mn} = 1 \text{ 1/soat.}$$

$$\mu_{mxx} = (4-3+1)\mu = 2 \times 0,01 = 0,02 \text{ 1/soat.}$$

$$\mu_{mo} = (3-2+1)\mu = 2 \times 0,025 = 0,05 \text{ 1/soat}$$

$$\mu_{xx} = (2-1+1)\mu = 2 \times 0,025 = 0,05 \text{ 1/soat.}$$

2) Ishonchlilik ko'rsatkichini K_t hisoblash.

$$K_{tmp} = \sum_{i=0}^1 S_1^i K_{TP}^i (1-K_{TP})^{1-i} = 1 - 1,52 \times 10^{-4}$$

$$K_{TTXK} = \sum_{i=3}^4 S_4^i K_{TP}^i (1-K_{TP})^{4-i} = 4(1-3 \times 10^{-2})^3 (3 \times 10^{-2})^1 + (1-3 \times 10^{-2})^4 (3 \times 10^{-2})^0 = 0,9948$$

$$K_{tmd} = \sum_{i=2}^3 S_3^i K_{tp}^i (1-K_{tp})^{3-i} = 3(1-10^{-2})^2 (10^{-2})^1 + (1-10^{-2})^3 (10^{-2})^0 = 0,9894,$$

$$K_{tml} = \sum_{i=8}^1 S_8^i K_{tp}^i (1-K_{tp})^{8-i} = 4(1-10^{-1})^6 (10^{-1})^2 + 8(1-10^{-1})^7 (10^{-1})^1 + (1-10^{-1})^8 (10^{-1})^0 = 0,9619,$$

$$K_{TBQ} = \sum_{i=6}^8 S_2^i K_{tp}^i (1-K_{tp})^{2-i} = 2(1-2 \times 10^{-2})^1 (2 \times 10^{-2})^1 + (1-2 \times 10^{-2})^2 (2 \times 10^{-2})^0 = 0,9996,$$

$$K_{TQK} = \sum_{i=1}^2 S_2^i K_{tp}^i (1-K_{tp})^{2-i} = 2(1-10^{-2})^1 (10^{-2})^1 + (1-10^{-2})^2 (10^{-2})^0 = 0,9999,$$

3) ishonchlilik ko'rsatkichi λ ni xisoblash:

$$\lambda_{mp} = 152 \times 10^{-6} \text{ 1/soat,}$$

$$\lambda_{TXQ} = \mu_{TXQ} (1-K_{TKQ}) = 0,02 \times 0,0052 = 104 \times 10^{-6} \text{ 1/soat,}$$

$$\lambda_{MD} = \mu_{MD} (1-K_{Tmd}) = 0,05 \times 0,0106 = 530 \times 10^{-6} \text{ 1/soat,}$$

$$\lambda_{ML} = \mu_{ML} (1-K_{TML}) = 0,0105 \times 0,0381 \approx 400 \times 10^{-6} \text{ 1/soat,}$$

$$\lambda_{KQ} = \mu_{KQ} (1-K_{TKQ}) = 0,05 \times 0,0001 = 5 \times 10^{-6} \text{ 1/soat,}$$

4) λ_{yp}, K_{Typ} ni hisoblash:

$$\lambda_{yp} = \sum_{i=1}^6 \lambda_i = (152+104+530+400+16,8+5) \cdot 10^{-6} = 1,208 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

$$K_{Tur} = 1 - \sum_{i=1}^6 q_i = 1 - (0,000152+0,0052+0,0106+0,0381+0,0004+0,0001) = 0,945$$

$$0,0549 \approx 0,945$$

$$\lambda'_{yp} = \lambda_{yp} (1 - K_{Tur}) = 1,208 \cdot 10^{-3} / 0,055 = 21,96 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat.}$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Иьуду К.А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем. М.: Высшая школа, 2001- 216с.
2. Гаибназаров Б.Б. Асбоб ва уларни элементларини синанг усуллари. Тошкент-Фан ва технология, 2015. 119 б.
3. Ястребецкий М.А., Иванов Г.М. Надежность автоматизированных систем управления. М.: Энергоатомиздат, 2007, 264 с.
4. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных производственных систем. М.: Энергоатомиздат, 2006, 480с.
5. Расулова С.С. Надежность вычислительных машин и систем. Учебное пособие. задачи и упражнения. ТашГТУ, 2000, 60с.
6. Сборник задач по курсу: «Теория надежности» / Свиридов А.П. и др. М.: МЭИ, 2001 – 125с.
7. Мейере Г. Надежность программного обеспечения. М.: Энергоатомиздат, 2000, 250с.
8. Расулова С.С., Рашидов А.А. "Программа, методические указания. контрольные задания". ТашГТУ, 2015,95с.
9. Расулова С.С. "Надежность ЭВС". Конспект лекций ТашГТУ, 2001. 90 с.
- 10.Расулова С.С. "Обеспечение надежности и отказоустойчивости компьютерных систем". Проблемная лекция. ташГТУ, 2004.
- 11.Ястребецкий М.А., Иванов Г.М. "Надежность автоматизированных систем управления 777". М.: "Энергоатомиздат", 2001. —264 с.

Ilmiy nashr

B.B.G'oyibnazarov

**ELEKTRON APPARATLARNI
ISHONCHLILIGI, SINASH USULLARI
VA VOSITALARI**

Muharrir:

Shaxzoda Hakimova

Texnik muharrir:

Fayzulla Azizov

Dizayner:

Vasiliy Bursev

“Muharrir nashriyoti”

6068



Terishga 2022-yil 10-mayda berildi.

Bosishga 2022-yil 23-may da ruxsat etildi.

Bichimi: 60x84 1/16. “PT Serif” garniturasida
ofset bosma usulida ofset qog'ozida bosildi.

19,25 shart. b.t. 17,90 hisob nashr. tab.

Adadi 50 nusxa, 78-son buyurtma.

“Muharrir nashriyoti” matbaa bo'limida chop etildi
100185, Toshkent shahri, Chilonzor tumani, 20A-mavzei.
So'galli ota ko'chasi, 5-uy. E-mail: muharrir@list.ru