



S. S. Rasulova, A. A. Rashidov

HISOBLASH MASHINALARI VA TIZIMLARINING ISHONCHLILIGI



681.1
p-24

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

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

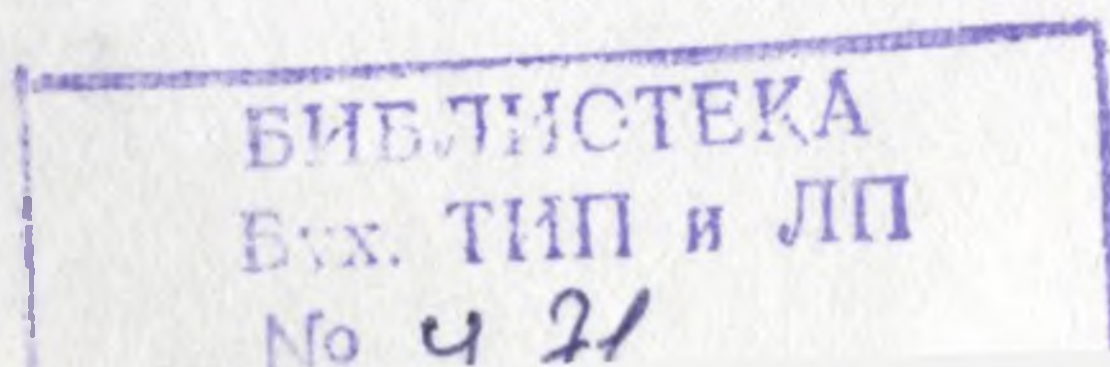
S.S.Rasulova, A.A.Rashidov

HISOBLASH MASHINALARI VA TIZIMLARINING ISHONCHLILIGI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan (5522000 - Hisoblash mashinalari ishonchliligi)
bakalavriyat talim yo'nalishi talabalari uchun «Hisoblash
mashinalari va tizimlarining ishonchliligi» fanidan
o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etiladi*

O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi Adabiyot jamg'armasi nashriyoti

Toshkent - 2005



UDK 681.321

Hisoblash mashinalari va tizimlarining ishonchliligi: O'quv qo'llanma/ S.S. Rasulova, A.A. Rashidov; Toshkent davlat texnika universiteti. Toshkent 2005. I qism. 48 b.

O'quv qo'llanma ishonlilik nazariyasining masalalariga doir asosiy bo'limlardan tashkil topgan. Qo'llanma o'z tarkibiga tiklanadigan va tiklanmaydigan qurilmalarning asosi va zahira elementlari, ulanishining ishonchlilik hisobi, hamda qurilmalarning buzilishidagi axborotlar ishonchliligini baholash masalalari tekshiruvlar o'tkazish yo'li bilan olingan. Statik, ehtimollar mantiqiy hamda hisoblash mashinalari va tizimlarining yaqinlashtirilgan hisob usullari ko'rib chiqilgan; ishonchlilik nazariyasidan qisqacha ma'lumotlar keltirilgan va bundan tashqari namunaviy misollar hamda ko'p masalalar javoblari ko'rsatilgan. Dastur va masalalar fanning ishchi dasturini o'z ichiga qamrab olgan.

© O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi
Adabiyot jamg'armasi nashriyoti, 2005.

KIRISH

Bakalavr va magistrnlarni tayyorlashda talabalarning masalalarni amaliy yechishni bilishlari ham katta ahamiyatga ega. Oliy ta'limda o'tkazilayotgan islohotlar talabalar va o'qituvchilarning oldiga amaliy va o'zi ustida ishlashni tashkil etish kabi muammolarni qo'ymoqda. Hozirgi mavjud o'quv qo'llanmalari bu masalalarga mos kelmaydi. Qo'llanmada ushbu kamchiliklarni to'ldirishga harakat qilganmiz.

Ma'lumki, nazariyani o'rganishning oson usullariga amaliy masalalar yechishi orqali erishiladi. Ushbu qo'llanmada masalalar yechishni osonlashtirish uchun nazariyaning asosiy ma'lumotlari, hisoblash formulalari va masalalarni namunaviy yechimlari berilgan. Talabalar masalalar yechimini ratsional hal etishlari uchun javoblar va ko'rsatmalar keltirilgan. Masalalar to'plamiga o'quv maqsadi qo'yilgan. Shu sababli misollar va masalalar taxminiy tavsifga egadir.

I BOB

HISOBLASH MASHINALARI VA TIZIMLARINING ISHONCHLILIK MIQDORIY TAVSIFI

1.1 Nazariy ma'lumotlar

Ishonchlilikning keng qo'llaniladigan ko'rsatkichlari mezoni:

- $P(t)$ ma'lum vaqt mobaynida buzilishga barqaror ishlash ehtimoli (BBIE);
- T_{or} birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti;
- t_{or} buzilishgacha bo'lgan ishlash vaqti;
- buzilish chastotasi $a(t)$;
- buzilish intensivligi $\hat{\lambda}(t)$;
- tiklanish intensivligi $\mu(t)$;
- buzilish oqimining ko'rsatkichi $w(t)$,
- tayyorlik funksiyasi $K_r(t)$.
- tayyorlik koeffitsienti K_r .

Ma'lum vaqt mobaynida buzilishga barqaror ishlash ehtimoli masalalarini quyidagi guruhga bo'lish mumkin:

1. Tekshirilayotgan qo'llanma buzilishida statik axborotlarning ishonchlilik tavsiflari sonini aniqlash;
2. Mahsulotning ishonchliligini analitik ifodasini qandaydir bitta tavsifi orqali aniqlash;
3. Birinchi guruh masalalarini yechishda ishonchlilikning statik tavsiflari sonini aniqlash va ikkinchi masalani yechishda esa ehtimollik tavsiflari va ular orasidagi analitik bog'liqlik aniqlanadi.

Tiklanmaydigan mahsulotlar ishonchliligini aniqlash mezoni. RBIE niig statik ma'lumotlari qo'yidagi ifoda bilan baholanadi:

$$P(t) = (N_0 - n(t)) / N_0 \quad (1.1)$$

Bu yerda N_0 – sinov boshlanishidagi elektron mahsulotlar soni;

$n(t)$ – t vaqt mobaynida buzilgan elektron mahsulotlar soni;

$P(t)$ – BBIE ning statik bahosi. Buzilishlar ehtimoli.

$$\lambda(t) = n(t) / N_0 \quad (1.2),$$

$$q(t) = i - P(t) \quad (1.3),$$

Buzilish chastotasi:

$$\hat{a}(t) = n(\Delta t) / N_0 \Delta t \quad (1.4),$$

bu yerda $n(\Delta t)$ - $t \times \Delta t/2$ dan to $t + \Delta t/2$ vaqt oralig'ida buzilgan namunalar soni.

Buzilish intensivligi

$$\hat{\lambda}(t) = n(\Delta t) / (N_{or} \Delta t) \quad (1.5)$$

bu yerda $N_{or} = (N_j + N_{j+1})/2$ - to'g'ri ishlayotgan elektron mahsulotlar sonining o'rtacha vaqt oralig' Δt ; N_j - Δt vaqt oralig'ining boshlanishida to'g'ri ishlayotgan elektron mahsulotlari soni; N_{j+1} - Δt vaqt oralig'i tugashida to'g'ri ishlayotgan elektron ob'ektlar soni.

Bu tavsifning ehtimollik bahosi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\lambda(t) = a(t)jP(t) \quad (1.6)$$

Birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti:

$$T_{or} = \int_0^{\infty} P(t) dt$$

Birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqtining statik ma'lumotlari quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$T_{or} = \left(\sum_{i=1}^{N_0} t_i \right) / N_0 \quad (1.7)$$

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_{or} ni, yaxshisi quyidagi tenglama orqali, aniqlash lozim:

$$\hat{T}_{or} \approx \left(\sum_{i=1}^m n_i t_{ori} \right) / N_0 \quad (1.8)$$

Bu erda, $t_{ori} = (t_{i-1} + t_i)/2$, $m = t_k/\Delta t$, bunda t_{i-1} - i vaqt oralig'ining boshlanish vaqti; t_i - i vakt oralig'ining tugashi; t_k - ma'lum vaqt mobaynida iidn chiqqan barcha elementlar; $\Delta t = t_{i-1} - t_i$ - vaqt oralig'i.

Tiklanuvchi ob'ektlarning ishonchliligini aniqlash mezonlari.

Statik buzilishlar ko'rsatkichlar to'plami

$$\hat{W}(t) = n(\Delta t) / (N \Delta t), \quad (1.9)$$

Bunda $n(\Delta t)$ - $t \Delta t/2$ dan $i + \Delta t/2$ gacha bo'lgan vaqt oralig'ida buzilgan ob'ektlar soni; N - sinalayotgan ob'ektlar soni; Δt - vaqt oralig'i.

Buzilishgacha bo'lgan ishlash statik ma'lumotlarning buzilish formulasi orqali aniqlanadi.

$$\hat{t}_{or}(\sum_{i=1}^n n_i t_i) / n \quad (1.10)$$

Bunda, t_i — (i-1) va i buzilishigacha bo'lgan vaqtgacha ob'ektning to'g'ri ishlash vaqti; n - bir necha t vaqt mobaynida buzilishlar soni.

Tayyorlik koeffitsientini statik baholash:

$$K_r = N_B(t) / N_0 \quad (1.11)$$

Bunda $N_B(t)$ — t vaqtda ishlash holatida bo'lgan ob'ektlar soni.

Tiklanadigan tizimlar ishonchliligi tekshirishda odatda K_r , quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$K_r = T_{or} / (T_{or} + t_B) \quad (1.12)$$

Bunda t_B - tiklanishning o'rtacha vaqti. Tiklanish intensivligini aniqlash

$$\mu = \frac{1}{t_B}$$

1.2. Namunaviy misollar

1.1.misol. Misol uchun bir xil turdagi 1000 ta K155LIA3 turkum mikroshemalarni sinash uchun qo'yilgan bo'lsa, 3000 soat ichida 80 ta IS buzildi. 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 buzildi, 3000 dan 4000 soatgacha bo'lgan muddatda yana 50 ta IS buzildi. 3000 dan 4000 soatgacha bo'lgan vaqtda IS ning buzilish chastotasi va intensivligini aniqlang.

Yechim. (1.4) va (1.5) formulalar orqali aniqlanadi:

$$\hat{a}(3500) = n(\Delta t) / (\Delta t \times N_0) = 50 / (1000 \times 1000) = 5 \times 10^{-3} \text{ 1/soat.}$$

$$\hat{\lambda}(3500) = n(\Delta t) / (\Delta t \times N_{or}) = 50 / (1000(920 + 870) / 2) = 5,6 \times 10^{-3} \text{ 1/soat.}$$

$$N_{or} = (N_i + N_{i+1})/2$$

1.3.misol. Sinov uchun $N_0 = 400$ ta radioelektron apparatlari qo'yilgan. $t = 3000$ vaqt ichida $n(t)=200$ elektron mahsulot buzildi, Δt vaqt mobaynida yana $\Delta t = 100$ ta elektron mahsulot buzildi (1.2 rasm.).

$\hat{P}(3000)$, $\hat{P}(3100)$, $\hat{P}(3050)$, $\hat{a}(3050)$, $\hat{\lambda}(3050)$ larda topish talab etiladi.

$$t = 0$$

$$N_0 = 400$$

$$t = 3000 \text{ soat}$$

$$n(t)=200$$

$$N_i = 200$$

$$\Delta t = 100 \text{ soat}$$

$$n(\Delta t) = 100$$

$$N_{i+1} = 100$$

1.2 - rasm. 1.3 misolning vaqt grafigi.

Yechim. 1.1. formula orqali BBIE topiladi. Bunda $t_k=3000$ soat (vaqt oralig'ining boshlanishi)

$$P(3000) = (N_0 - n(3000))/N_0 = (400 - 200)/400 = 0,5;$$

$t_k = 3100$ soat (vaqt oralig'ining tugashi)

$$P(3100) = (N_0 - n(3100))/N_0 = (400 - 300)/400 = 0,25.$$

Δt vaqt oralig'ida to'g'ri ishlayotgan namunalar sonining o'rtacha vaqtini toping:

$$N_{or} = (N_i + N_{i+1})/2 = (200 + 100)/2 = 150.$$

$t = 3050$ soat ichida buzilgan elektron mahsulotning soni.

$$n(3050) = N_0 - N_{or} = 400 - 150 = 250,$$

unda

$$\hat{P}(3050) = (N_0 - n(3050))/N_0 = (400 - 250)/400 = 0,375.$$

(1.4) formula asosida buzilish chastotasini aniqlaymiz:

$$\hat{a}(3050) = n(\Delta t)/(\Delta t \times N_0) = 100/(100 \times 400) = 2,5 \times 10^{-3} \text{ 1/soat.}$$

(1.5) formula orqali buzilish intensivligi aniqlanadi:

$\hat{\lambda}(3050) = n(\Delta t)/(\Delta t \times N_{or}) = 100/(100(200 + 100)/2) = 6,7 \times 10^{-3} \text{ 1/soat.}$ Buzilish intensivligini yana (1.6) formula orqali ham aniqlash mumkin:

$$\lambda(3050) = a(3050)/P(3050) = 0,0025/0,375 = 6,7 \times 10^{-3} \text{ 1/soat.}$$

1.4.-misol Sinovda $N_0=1000$ ta buzilsa qayta tuzalmaydigan apparatlar namunasi qo'yilgan har 100 soatda $n(\Delta t)$ buzilishlar aniqlab turilgan ($\Delta t = 100$). 1.1. jadvalda buzilishlar haqida ma'lumotlar keltirilgan. Ishonchlilik tavsiflari sonini hisoblash va vaqtga bog'liqlik tavsiflarini qurish talab etilgan.

1.13-misol. EHM qismlari ikkita plataga joylashtirilgan, ularning har biri 10 ta kanalli razemga ega va 40 ta mikrosxemada ko'rilgan. Bitta mikrosxema 10 ta chiqishga ega. Mikrosxemaning (MS) har bir chiqishiga bitta bosma o'tkazgich to'g'ri keladi. Barcha elementlar bir xil $\lambda=0,01$ teng deb hisoblanib, qismning buzilish intensivligi aniqlansin.

1.14-misol. Loyihalash jarayonida uchta EHM dan bittasini tanlash zaruriyati tug'ildi, ularning har birining ishonchlilik funksiyasi $P_1 = e^{-2\lambda c}$, $P_2 = 3e^{-2\lambda c}$, $P_3 = 2e^{-2\lambda c} - e^{-4\lambda c}$ ga teng. Agar EHM dan quyidagi maqsadlarda foydalanilsa, qaysi EHM ni tanlash lozim:

- 1) avtomatik kosmik stansiyada ishlatish uchun;
- 2) bir marotaba uchiriladigan raketani $t = \ln(3/2)/\lambda$ 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 buzilish intensivligi $\lambda = 0,32 \times 10^{-3}$ 1/soat teng. Buzilishga barqaror ishlash ehtimolini $t=50$ soat mobaynida va birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqtini aniqlang.

1.16-misol. Tizim uchta blokdan iborat, birinchi buzilishgacha bulgan o'rtacha ishlash vaqtlari $T_1 = 160$ soat, $T_2 = 320$ soat, $T_3 = 600$ soatga teng. Bu bloklarga ishonchlilikning eksponensial qonuni mos keladi. Tizimning birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqtini aniqlang.

1.17-misol. Qurilmaning buzilishgacha o'rtacha ishlashi $t_{or} = 65$ soat va tiklanishning o'rtacha vaqti $t_r = 1,25$ soatga teng. Tayyorlik koeffitsientini aniqlang.

1.18-misol. Raqamli hisoblash mashinasi katga miqdorda hisoblash ishlarini $t=400$ soat ichida bajaradi. Buzilish sodir bo'lganda ham avvalgi natijalar saqlanib qoladi.

Agar mashina buzilmay ishlasa, hisob $t=350$ soatda bajariladi, bunda $P_c(i, \tau)$ ehtimoli qanday bo'ladi. Buzilmay ishlash vaqtidagi taqsimlash qonuni va RHM tiklanish vaqtining eksponensial ko'rsatkichlari $\lambda=0,1$ 1/soat va $\mu=1$ 1/soat ga teng.

1.19-misop. RHM taqsimlanishning eksponensial vaqtida buzilmay ishlash ko'rsatkichi $\lambda=0,06$ 1/soat va taqsimlanishning eksponensial vaqtda tiklanish ko'rsatkichi $\mu=1$ 1/soat ga teng. 10 soat mobaynida ($\tau=10$) yechiladigan masala $t=15$ soatda yechilsa $P_s^{(i, \tau)}$ topilsin. Bunda faqat bir marotaba tiklanish ruxsat etiladi va hisoblash boshqatdan boshlanadi.

1.4. Yechim va javoblar

1.15-misol yechimi.

Radiolokatsion stansiyaning kuzatish davrida ishlashi

$$t=t_2-t_1=1233-258=975 \text{ soatga teng.}$$

$\sum_{i=1}^n t_i = 973$ ni formulaga solib $t=t_2-t_1=1233-258=975$ soatni hisoblab chiqaramiz va buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashini topamiz.

$$t_{\text{o'r}} = \sum_{i=1}^n t_i / n = 975 / 15 = 65 \text{ soat}$$

1.16-misol yechimi.

$$P(6) = 0,83 \times 10^{-3} \text{ 1/soat; } a(100) = 0,757 \times 10^{-3} \text{ 1/soat; } T_{\text{o'r}} = 1220 \text{ soat.}$$

1.17-misol yechimi.

1. Uchta apparatning yig'indisi aniqlang.

$$t_{\Sigma} = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} t_{ij} = 181 + 329 + 245 = 755 \text{ soat.}$$

2. Buzilish sonlarining 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 hisoblaymiz.

$$t_{\text{o'r}} = \left(\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} t_{ij} \right) / \left(\sum_{j=1}^N n_j \right) = t_{\Sigma} / n_{\Sigma} = 755 / 25 = 30,2 \text{ soat}$$

1.8-misol yechimi. Bu masalani yechishda quyidagi tenglamalardan foydalanamiz.

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^N \lambda_i \text{ va } t_{\text{o'r}} = 1/\lambda_c$$

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. Tizimning 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 buzilishga o'rtacha ishlashi
 $t_{\text{o'r}} = 1/\lambda_s = 1/0,1321 = 7,57 \text{ 1/soatga teng}$.

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. $P(t)$, $a(t)$ va $T_{\text{o'r}}$ formulalardan foydalanib:

1. buzilishga barqaror ishlash ehtimolini 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 hisoblaymiz: $a(t) = \lambda(t)/P(t) = 2,5 \cdot 10^{-5} e^{-2,5 \cdot 10^{-5} t}$

$$a(500) = 2,5 \cdot 10^{-5} e^{-2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 500} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,9875 = 2,469 \cdot 10^{-5} \text{ 1/soat},$$

$$a(1000) = 2,5 \cdot 10^{-5} e^{-2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 1000} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,9753 = 2,469 \cdot 10^{-5} \text{ 1/soat};$$

$$a(2000) = 2,5 \cdot 10^{-5} e^{-2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 2000} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,9512 = 2,469 \cdot 10^{-5} \text{ 1/soat};$$

Birinchi buzilishgacha o'rtacha ishlashini hisoblash.

$$T_{\text{o'r}} = 1/\lambda = 1/2,5 \cdot 10^{-5} = 40000 \text{ soat}.$$

1.15-misol yechimi.

Tizimning buzilish intensivligi $\lambda_{\text{tiz}} = \lambda_{\text{o'r}} * N$ formulaga asosan.

$$\lambda_{\text{tiz}} = \lambda_{\text{o'r}} * N = 0,32 * 10^{-6} * 12600 = 4,032 * 10^{-3} \text{ 1/soat bo'ladi.}$$

Shunga asoslanib

$$R(50) = e^{-\lambda t} = e^{-4,032 * 10^{-3} * 50} \approx 0,82;$$

Birinchi buzilishgacha bo'lgan $T_{\text{o'r.tiz}}$ tizimning o'rtacha ishlashi quyidagi formula orqali hisoblanadi. Formulaga λ_{tiz} qiymatlarini qo'yib

$$T_{\text{o'r.tiz}} = 1/\lambda_{\text{tiz}} = 1/4,032 * 10^{-3} \approx 250 \text{ soat.}$$

1.16 - misol yechimi.

Tizimning birinchi buzilishgacha o'rtacha ishlash vaqtini T_{ur} formulasidan foydalanib topamiz. Bizning holatda

$$\lambda_{\text{tiz}} = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1/T_1 + 1/T_2 + 1/T_3 = 1/160 + 1/320 + 1/600 \approx 0,011 \text{ 1/soat u holda}$$

$$T_{\text{o'r.tiz}} = 1/\lambda_{\text{tiz}} = 1/0,011 \approx 91 \text{ soat.}$$

1.17-misol yechimi. Formulaga asosan

$$K_r = T_{\text{o'r}} / (T_{\text{o'r}} + t_{\text{tik}}) = 1 / (1 + t_{\text{tik}} / t_{\text{o'r}}) = 1 / (1 + 0,019) = 0,98$$

2.4-misol. Tizimning t vaqt mobaynida buzilishsiz ishlash vaqti t , $P_c(t)=0,95$ ga teng. Tizim $N=120$ ta bir xildagi elementlardan tashkil topgan. Elementning buzilmay ishlash ehtimolini toping.

2.5-misol. Tizimda buzilish intensivligi $\lambda_1 = 10^{-3}$ 1/soat bo'lgan elementlardan foydalaniladi. Tizim $N_1=500$ va $N_2=2500$ elementdan iborat. Birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti va buzilmay ishlash ehtimolining biror bir soat oxirida $P_c(t)$ ni aniqlash talab etiladi.

2.6-misol. Mikroprosessor (MP) tizimlarida elementlar intensivligi $\lambda=10^7$ 1/soat teng bo'lganlaridan foydalaniladi.

Tizim elementlari 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 beshta qurilmadan tashkil topgan, uning $t=100$ soat ichida to'g'ri ishlash ehtimoli $P_1(100)=0,9996$; $P_2(100)=0,9998$; $P_3(100)=0,9996$; $P_4(100)=0,999$; $P_5(100)=0,9998$ ga teng. Hisoblash tizimining $t=100$ soat vaqt mobaynida buzilish chastotasini aniqlash talab etiladi. Qurilmalarning buzilishi bir-biriga ta'sir etmaydi deb taxmin qilsak, bu — lar uchun ishonchlilikning eksponensial qonuniga to'g'ri keladi.

2.4. Real taqsimlanish uchun masalalar yechimi

2.8-misol. Elektron mahsulotning buzilishgacha ishlash vaqti (misol uchun MP ning ba'zi qurilmalari). Rele taqsimlanish qonuniga bo'ysunadi. Mahsulotning sinash tavsiflarining ishonchliligini hisoblash talab etiladi $P(t)$, $a(t)$, $\lambda(t)$, T_{or} , agar taqsimlanish ko'rsatkichlari $\sigma = 1000$ soat bo'lsa, $t=500$, 1000 , 2000 soatni hisoblang.

Yechim. Rele taqsimlanish formulasidan foydalanib,

$$P(500) = e^{\frac{t^2}{2\sigma^2}} = e^{\frac{500^2}{2 \cdot 1000^2}} = e^{-0,125} = 0,88$$

$$a(500) = \frac{t}{\sigma^2} e^{\frac{t^2}{2\sigma^2}} = \frac{500}{1000^2} e^{\frac{500^2}{2 \cdot 1000^2}} = 0,44 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat;}$$

$$\lambda(500) = \frac{t}{\sigma^2} = \frac{500}{1000^2} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat;}$$

$$T_{or} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \sigma = \sqrt{\frac{p}{2}} \cdot 1000 = 1253 \text{ soat}$$

$t = 1000$ soat uchun:

$$P(1000) = e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} = e^{-\frac{1000^2}{2 \cdot 1000^2}} = e^{-0,5} = 0,606;$$

$$a(1000) = \frac{t}{\sigma^2} e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} = \frac{1000}{1000^2} e^{-\frac{1000^2}{2 \cdot 1000^2}} = 0,606 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}$$

$$\lambda(1000) = \frac{t}{\sigma^2} = \frac{1000}{1000^2} = 10^{-3} \text{ 1/soat};$$

$t = 2000$ soat uchun:

$$P(2000) = e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} = e^{-\frac{2000^2}{2 \cdot 1000^2}} = e^{-2} = 0,1353;$$

$$a(2000) = \frac{t}{\sigma^2} e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} = \frac{2000}{1000^2} e^{-\frac{2000^2}{2 \cdot 1000^2}} = 0,27 \cdot 10^{-3} \text{ 1/coam};$$

$$\lambda(2000) = \frac{t}{\sigma^2} = \frac{2000}{1000^2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ 1/coam};$$

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'rsatkichlari $\sigma = 1860$ soatga teng, $t = 1000$ soat vaqt mobaynida elektron qurilmaning BBIE hisoblansin, buzilish chastotasi $a(1000)$, buzilish intensivligi $\lambda(1000)$ va birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashini hisoblang.

2.5 Javoblar va yechimlar

2.3-misol yechimi. Tizimning BBIE

$P_c(t) = P^N(t) = (0,9997)^{100}$ ga teng.

$P_c(t)$ ehtimoli birga yaqin, shuning uchun uni hisoblashda quyidagi formuladan foydalanamiz.

$$g(t) = 1 - P(t) = 1 - 0,9997 = 0,0003 \text{ unda}$$

$$P_c(t) \approx 1 - N g(t) \approx 1 - 100 \cdot 0,0003 = 0,97 \text{ bo'ladi.}$$

2.4-misol yechimi. Elementning BBIE

$P(t)$ birga yaqin bo'lgani uchun quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$g(t) = 1 - P(t) = 1 - 0,95 = 0,05$$

Unda:

Bir xil ishonchli elementlar va bir xil darajali zahiralashda

$$P_{tiz}(t) = \{1 - [1 - e^{\lambda \cdot t}]^{m+1}\}^n \quad (3.6)$$

$$T_{o'r.tiz} = \int_0^{\infty} P_{tiz}(t) dt = \frac{(n-1)}{\lambda(m+1)} \sum_{i=1}^m \frac{1}{V_1(V_1+1)\dots(V_1+n-1)} \quad (3.7)$$

Bu yerda $V_i = (i+1)/(m+1)$

Umumiy o'rin bosuvchi zahiralash.

$$P_{m+1}(t) = P_m(t) + \int_0^t P(t-\tau) * a_m(\tau) d\tau \quad (3.8)$$

Bu yerda $P_{m+1}(t)$, $P_m(t)$ – BBIE $m+1$ va m darajali zahiralangan tizimlar;

$P(t-\tau)$ – BBIE $(\tau-t)$ vaqt mobaynidagi asosiy tizimi;

$a_m(\tau)$ – τ ning xohlagan vaqtidagi m darajali buzilish chastotasi.

Ishonchlilikning eksponential qonuni va zahiralashning yuklanmagan holati

$$P_{tiz}(t) = e^{\lambda_0 t} \sum_{i=1}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} \quad (3.9)$$

$$T_{o'r.tiz} = T_{o'r.0} (m+1) \quad (3.10)$$

Bu yerda λ_0 , $T_{ur.0}$ – buzilish intensivligi va asosiy qurilmaning birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti.

3.2. Namunaviy misollar

3.1-misol. Tizim 10 ta bir xil ishonchlilik elementlardan tashkil topgan bo'lib, elementning birinchi buzilishigacha T_{or} o'rtacha ishlashi 1000 soatga teng. Bu tizimga ishonchlilikning qonuni mos keladi deb faraz qilamiz va tizimning asosiy hamda zahirasi teng ishonchli bo'ladi. Tizimning birinchi buzilishgacha 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 $\lambda(t)$ quyidagi holatlar uchun aniqlansin;

- zahiralanmagan tizimlar,
- doimiy yoqilgan zahirali tizimlarda dubl qilinishi,
- yoqilgan zahirali o'rin bosuvchi tizimlarni yordamchi almashtirish uslubi.

Yechim. Masalaning sharti bo'yicha elementlarning ishonchliligi eksponensial qonuniga to'g'ri kelgani uchun asosiy tizimning birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashi

$$T_{o'r.o} = T_a = 1/\lambda_{tiz} = \frac{1}{\sum_{i=0}^{10} \lambda_i} = 1/(10 * \lambda) = T/10 = 1000/10 = 100 \text{ soat bo'ladi.}$$

Shuning uchun doimiy yoqiq holdagi zahirani umumiy zahiralarash formulasiga asoslanib,

$$T_{o'r.tiz} = \frac{1}{\lambda_0} \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1} = T_{yp0} \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1} = T_{o'r.o} (1 + 1/2) = 150 \text{ soat.}$$

Tizimlarning o'rin bosishini yordamchi almashtirilish usuliga ko'ra:

$$T_{o'r.tiz} = T_{tiq} = T_{o'r.o} (m+1) = 2T_{o'r.o} = 200 \text{ soat.}$$

Zahiralanmagan 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)

$$\lambda_a(50) = \sum_{i=1}^{10} \lambda_i = \sum_{i=1}^{10} 1/T_i = 1/T_{o'r.o} 0,01 \text{ 1/soat.}$$

$$a_a(50) = \lambda_a(50)/P(50) = \lambda_a(50)e^{\lambda_a(50)50} = 0,01 e^{-0,01 \cdot 50} \times 6 \times 10^{-3} \text{ 1/soat.}$$

Tizimlar o'rin almashishida buzilmay ishlash chastotasi va intensivligi bizga ma'lum bo'lgan tizimlarning buzilmay ishlash ehtimolligi orqali aniqlanadi. Ko'rilayotgan holatda zahiralanmagan tizim elementlari soni $n=10$, zahiralarash darajasi $m=1$. Formulaga asoslanib:

$$P_a(t) = 1 - [1 - e^{-\lambda_0 t}]^{m+1} = 2 - e^{-\lambda_0 t} \text{ doimiy yoqilgan zahira}$$

$$P_{tiz}(t) = e^{\lambda_0 t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} = e^{-\lambda_0 t} (1 + \lambda_0 t)$$

$$\text{bu yerda } \lambda_0 = \sum_{i=1}^{10} \lambda_i = \sum_{i=1}^{10} 1/T_i = 0,01 \text{ 1/soat.}$$

a) va v) hollari uchun buzilish intensivligi va chastotasini topamiz:

$$\alpha_\sigma(t) = -P'_\sigma(t) = 2\lambda_0 - e^{-2\lambda_0 t} (1 - e^{-\lambda_0 t}),$$

$$\lambda_\sigma(t) = a_\sigma(t)/P_\sigma(t) = (2\lambda_0 - e^{-\lambda_0 t} (1 - e^{-\lambda_0 t})) / (2e^{-\lambda_0 t} - e^{2\lambda_0 t}) = (2\lambda_0 (1 - e^{-\lambda_0 t})) / (2 - e^{-\lambda_0 t}),$$

$$a_{tik}(t) = -P'_{tik}(t) = \lambda^2 t e^{-\lambda \sigma t}.$$

Olingan tenglamaga asoslanib ma'lumotlarni o'z joyiga qo'yamiz.

$$\alpha \sigma(50) = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}, \lambda \sigma(t) = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat},$$

$$a_{tik}(50) = 3 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}, \lambda_{tiz}(t) = 3,33 \cdot 10^{-3} \text{ 1/soat}.$$

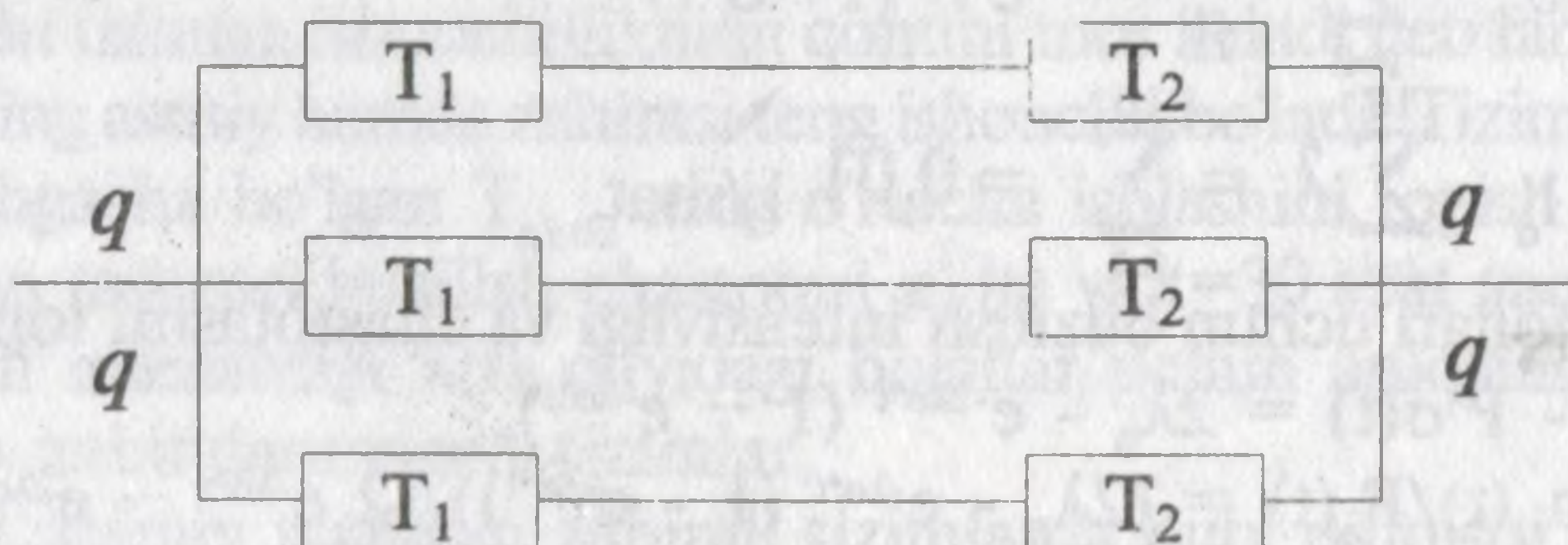
3.3. Topshiriqlar

3.2-misol. EHM tashqi qurilmalar (TQ) ining ishonchliligini oshirish uchun uning barcha elementlari o'rniga boshqalari tayyorlangan. Taxminan, elementlar bir turdagi buzilishga mahkum va buzilish ketma-ketligi aniqlanmagan. $t=5000$ soat vaqt mobaynida TQ ning buzilmay ishlash ehtimolini topish kerak. Zahiralanmagan blok elementlarining tarkibi va TQ elementlarining intensivligi 3.1 jadvalda keltirilgan.

3.1. jadval

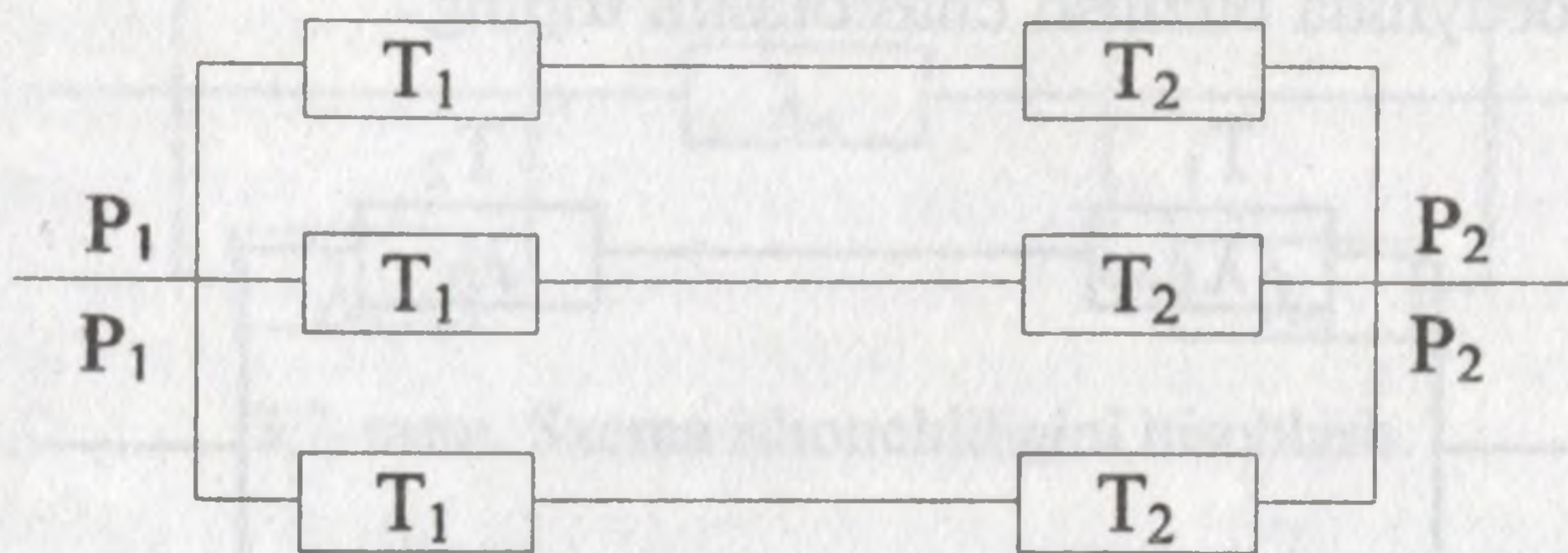
Elementlar	Elementlar soni	Element buzilish intensivligi $10^3 \text{ 1/soat 1/coat}$
Tranzistorlar	1	2,16
Diodlar	1	0,78
Qarshiliklar	5	0,23
Sig'implar	-3	0,32
Induktivlik katushkalari	1	0,09

3.3-misol. Ishonchlilikni hisoblash sxemasi 3.1-rasmda keltirilgan. Elektron mahsulotning buzilmay ishlash ehtimoli topilsin. Agar buzulish ehtimoli $q_1=0,005$; $q_2=0,01$; ma'lum bo'lsa,



3.1-rasm. Ishonchlilik sxemasini hisoblash.

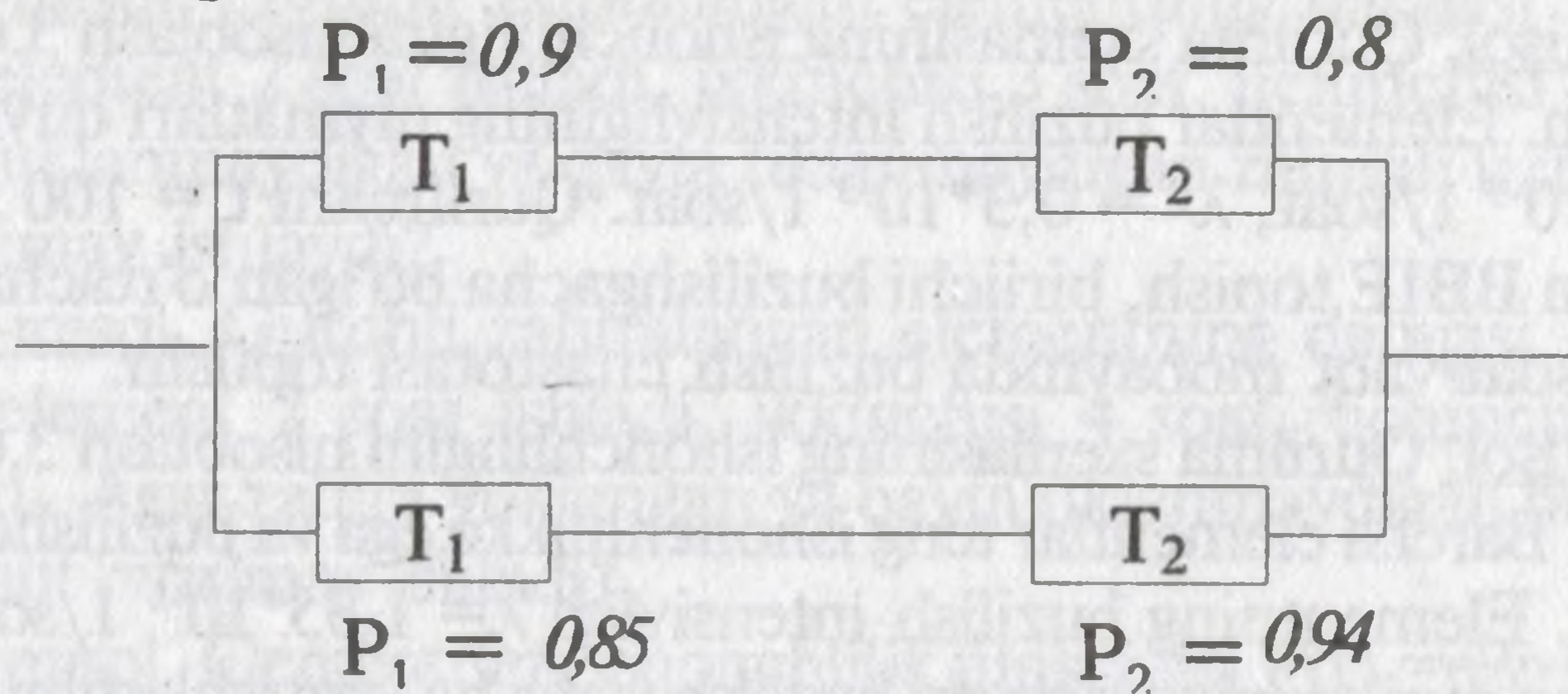
3.4-misol. 3.2-rasmda ishonchlilik sxemasini hisoblash keltirilgan. Elementlarning buzilmay ishlash ehtimoli $P_1=0,9$; $P_2=0,8$; ni tashkil etadi. R_{tiz} buzilmay ishlash ehtimoli va elektron mahsulotning buzilish ehtimolini Q ni topish talab etiladi.



3.2-rasm. Ishonchlilik sxemasini hisoblash.

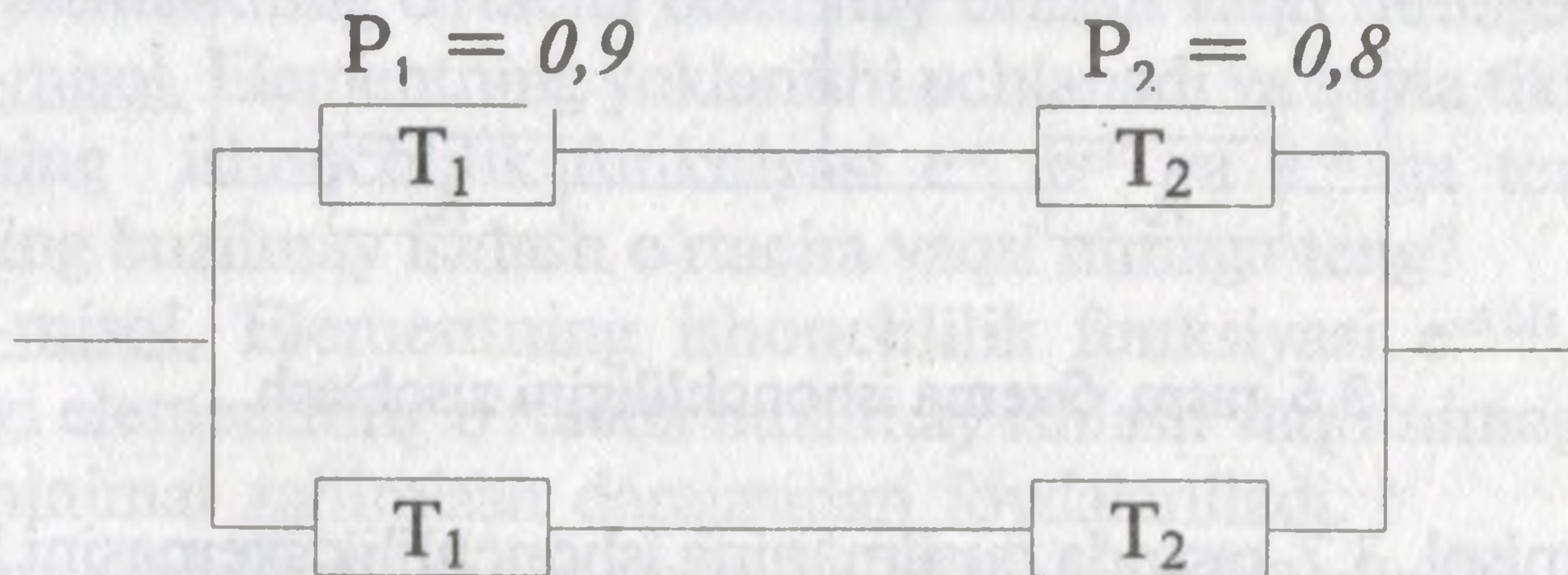
3.5-misol. Ishonchlilik sxemasini hisoblash 3.3-rasmda ko'rsatilgan. Ma'lum elementlar buzilish ehtimoli orqali q_1 va q_2 qurilmaning buzilmay ishlash ehtimoli topilsin.

$$q_1 = 0,1; q_2 = 0,2.$$



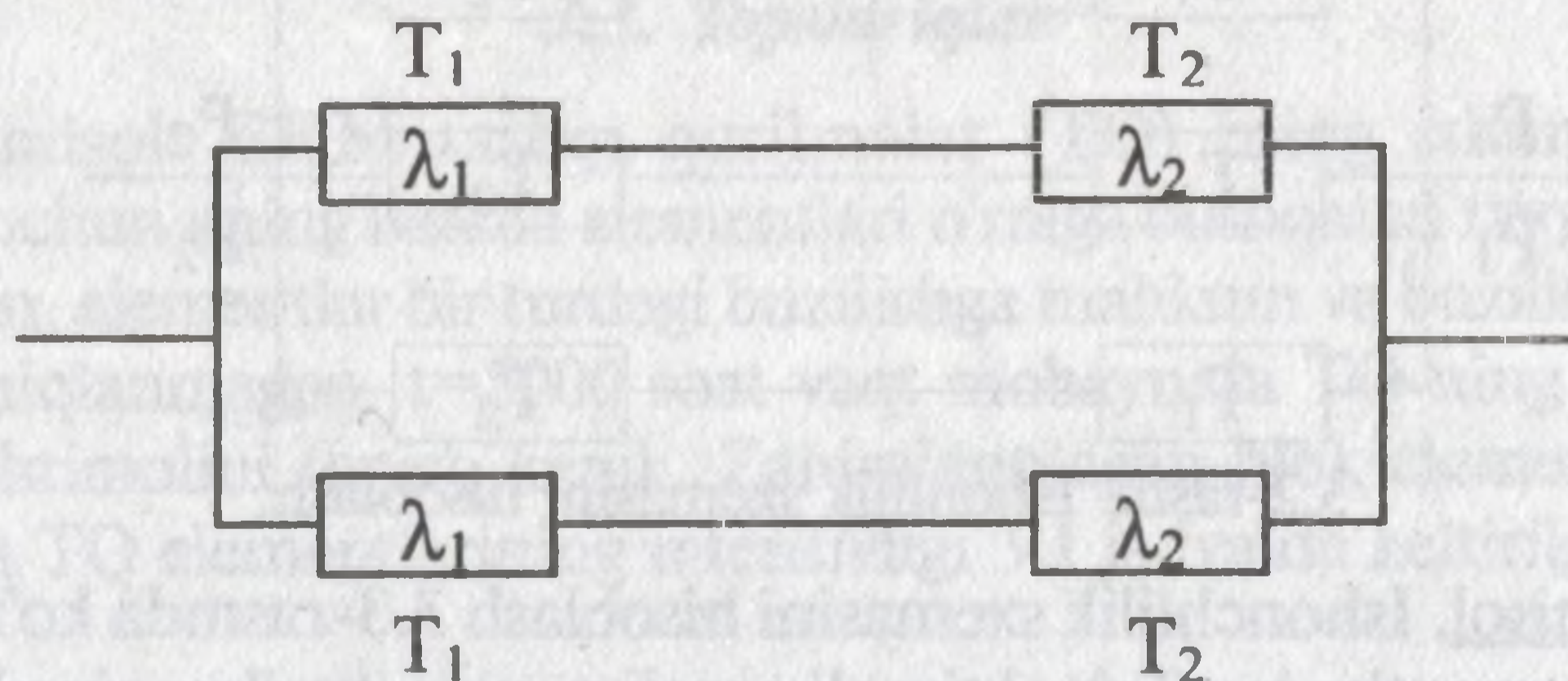
3.3-rasm. Sxema ishonchliligini hisoblash.

3.6-misol. Sxemaning ishonchliligini hisoblash uchun 3.4-rasmda elementning buzilmay ishlash ehtimoli keltirilgan. Qurilmaning buzilmay ishlash ehtimolini hisoblash talab etiladi.



3.4-rasm. Sxema ishonchliligini hisoblash.

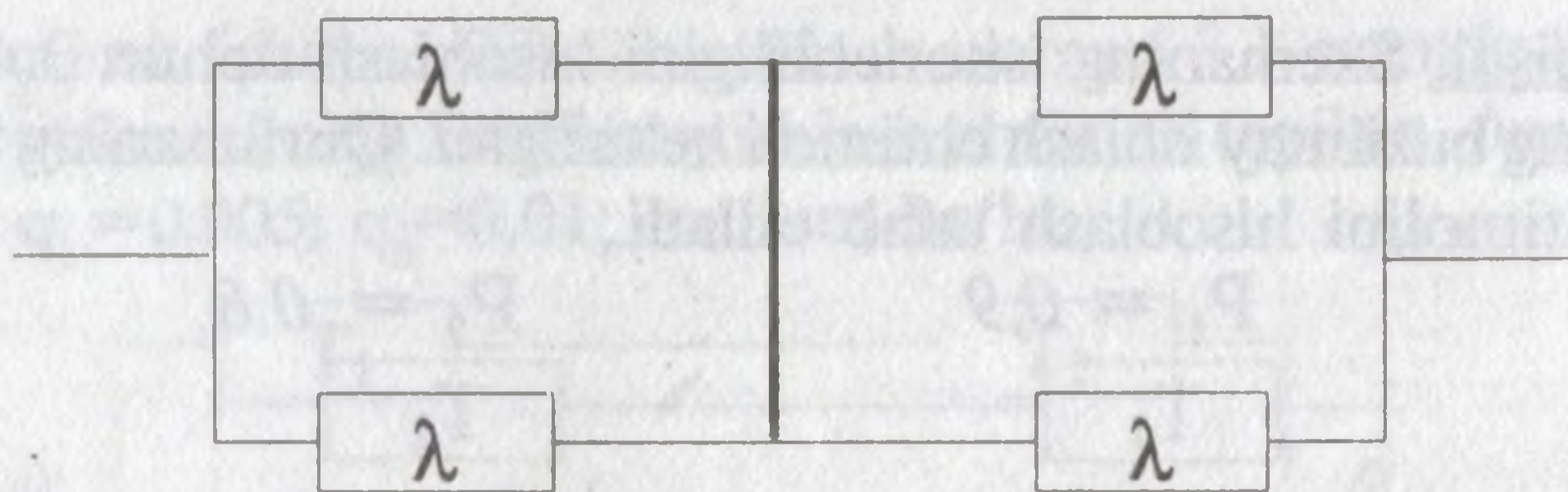
3.7-misol. Sxema ishonchliligini hisoblash 3.5-rasmda keltirilgan. Elementning buzilish intensivligi quyida qiymatlarga ega $\lambda_1 = 0,3 \cdot 10^{-3}$ 1/soat, $\lambda_2 = 0,3 \cdot 10^{-3}$ 1/soat. $t=100$ soat mobaynida qurilmaning buzilmay ishlash ehtimoli, birinchi buzilishgacha o'rtacha ishlash vaqti va $t=100$ soat vaqt mobaynida buzilish chastotasini toping.



3.5. rasm. Sxema ishonchliligini hisoblash.

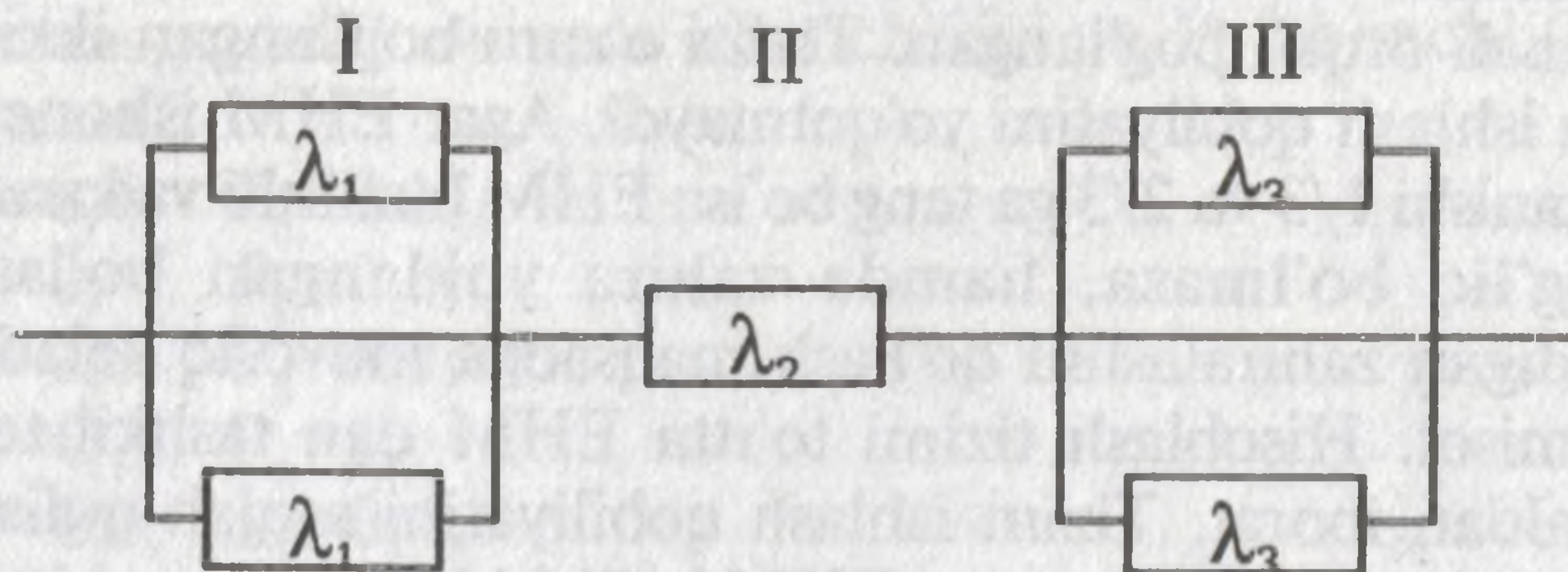
3.8-misol. Qurilma sxemasining ishonchliligini hisoblash 3.6-rasmda ko'rsatilgan. Elementlar buzilish intensivligining qiymatlari quyidagicha: $\lambda_1 = 0,3 \cdot 10^{-3}$ 1/soat, $\lambda^1 = 0,3 \cdot 10^{-3}$ 1/soat. Qurilmani $t = 100$ soat vaqt mobaynida BBIE topish, biriichi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashi va $t=100$ soat vaqt mobaynida buzilish chastotasi topilsin.

3.9-misol. Qurilma sxemasining ishonchliligini hisoblash 3.6-rasmda keltirilgan. Barcha elementlar teng ishonchlilikka ega va buzilishdan keyin ta'siri yo'q. Elementning buzilish intensivligi $\lambda = 1,35 \cdot 10^{-5}$ 1/soat bo'lsa, zahiralangan qurilmaning birinchi buzilishgacha bo'lgan ishlashini aniqlang.



3.6-rasm. Sxema ishonchliligini hisoblash.

3.10-misol. 3.7-rasmda qurilmaning ishonchlilik sxemasini hisoblash keltirilgan.



3.7-rasm. Sxema ishonchliligini hisoblash.

Elementning buzilish intensivligi quyidagilarga teng: $\lambda=0,23 \cdot 10^{-3}$ 1/soat, $\lambda_2=0,5 \cdot 10^{-4}$ 1/soat, $\lambda_3=0,4 \cdot 10^{-3}$ 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 ko'ring.

3.11-misol. Guruhli zahiralarlangan elementning darajasi 3 ga teng. Birinchi element 2 soat ishladi, ikkinchisi 3 soat, uchinchi esa 5 soat ishladi. Yuklanmaydigan va qayta tiklanmaydigan zahirali tizim qancha vaqt buzilmay ishlaydi?

3.12-misol. Guruhli zahiralarlangan elementning darajasi 3 ga teng. Birinchi element 2 soat ishladi, ikkinchisi 4 soat, uchinchi esa, 9 soat ishladi. Agar zahira yuklangan va qayta tiklanmaydigan bo'lsa tizim qancha vaqt buzilmay ishladi?

3.13-misol. Elementning ishonchlilik funksiyasi $P(t) = e^{-t/\sigma}$ teng. Agar zahiralarlangan darajasi 2 ga teng bo'lsa va yuklanish zahirasi qayta tiklanmasa, zahira elementining o'rtacha buzilmay ishlash vaqti nimaga teng?

3.14-misol. Elementning ishonchlilik funksiyasi e^{-t} va e^{-2t} ga teng. Agar elementning yuklanmagan o'rin bosishi tiklanishsiz bo'lsa, urin bosuvchi elementning o'rtacha buzilmay ishlash vaqti nimaga teng?

3.15-misol. Elementning yuklanishi uchlanadi va qayta tiklanmaydi. Elementning ishonchlilik funksiyasi e^{-t} , e^{-2t} va e^{-3t} ga teng bo'lsa, elementning buzilmay ishlash o'rtacha vaqti nimaga teng?

3.16-misol. Elementning ishonchlilik funksiyasi $e^{-0,01t}$ ga teng. Zahiradagi elementning o'rtacha buzilmay ishlash vaqti nimaga teng va qanday minimal zahiralarlangan darajasidan foydalaniladi:

- 1) agar zahira yuklangan va qayta tiklanmaydigan bo'lsa 60 soat?
- 2) agar zahira yuklangan va qayta tiklanmaydigan bo'lsa 450 soat?

3.17-misol. Hisoblash tizimi uchta EHM dan iborat va uchta o'zaro ulanish kanali orqali bog'langan. Tizim o'zaro bog'langan ikkita EHM qolguncha ishlash qobiliyatini yo'qotmaydi. Agar EHM ishonchliligi va kanallar ulanishi $1/3$ va $2/3$ ga teng bo'lsa EHM buzilishi va kanallari bir-biriga bog'liq bo'lmasa, hamda zahira yuklangan bo'lsa, qayta tiklanmaydigan zahiralashni qo'llash maqsadga muvofiq keladimi?

3.18-misol. Hisoblash tizimi to'rtta EHM dan tashkil topgan va oltita kanaldan iborat. Tizim ishlash qobiliyatini saqlab qolish uchun kamida ikkita o'zaro bog'langan EHM bo'lishi kerak. Agar bitta ulanish kanali ishonchliligi EHM ishonchliligiga teng bo'lsa va $1/2$ bo'lsa, qayta tiklanmaydigan zahiralashni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladimi?

3.10-misol. Tizim ikkita qurilmadan iborat va buzilish intensivligi 2 va 4 $1/\text{soat}$ ga teng. Ikkala element buzilgan holdagina tizim buzilgan hisoblanadi. Tizimning buzilishgacha ishlash vaqtini aniqlang.

3.20-misol. Diodning 4 kararlangan zahiralash sxemasining ishonchliligini vaqt nuqtai nazaridan har xil sonli variantlarida aniqlashda, diodlarning buzilishi ishlash rejimiga bog'liq emas, deb hisoblab va har bir variant uchun taxminiy buzilish aniqlansin. Diod buzilishida quyidagi holat sodir bo'ladi:

- 1) zanjir uzilishi,
- 2) qisqa tutashuv (zamikaniya)

3.21-misol. Elementni majoritar zahiralashda 3 darajali bitta elementning buzilish ehtimoli $0,6$ ga teng. Buzilish ehtimoli:

- 1) bitta ham elementda vaqtinchalik buzilish sodir bo'lmadi.
- 2) faqat bitta elementda vaqtinchalik buzilish sodir bo'ldi.
- 3) ikkita elementda vaqtinchalik buzilish sodir bo'ldi.
- 4) uchta elementda vaqtinchalik buzilish sodir bo'ldi.
- 5) zahiralangan elementlarda vaqtinchalik buzilish sodir bo'lmaydi,

majoritar element ishonchliligi:

- a) 1 ga teng
- b) $0,9$ ga teng.

6) zahiralangan 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 funksiyasi $P(t)=e^{-t/\sigma}$ 3-darajali majoritar usulli zahiralangan elementning buzilmay ishlash o'rtacha vaqti nimaga teng. Bunda majoritar elementning ishonchliligi:

- a) 1 ga teng b) $e^{1/3}$ ga teng.

3.23-misol. 3-darajali majoritar zahiralash maqsadga muvofiq yoki muvofiq emas, agar P element ishonchliligi va P_0 ishonchlilikni qayta tiklanish a'zosi:

- a) $P=0,4$, $P_0=0,2$;
- b) $P=0,4$, $P_0=0,6$;
- v) $P=0,6$, $P_0=0,9$;
- g) $P=0,4$, $P_0=1$;
- d) $P=0,6$, $P_0=0,4$;
- e) $P=0,6$, $P_0=0,8$;
- j) $P=0,6$, $P_0=0,9$;
- z) $P=0,6$, $P_0=1$;
- i) $P=0,9$, $P_0=0,8$;
- i) $P=0,9$, $P_0=0,9$;
- l) $P=0,9$, $P_0=1$;

3.24-misol. Majoritar zahiralashni qo'llab ishonchlilikni hisoblash maqsadga muvofiq yoki 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 zahiralash darajasi 3 bo'lgan holda mantiqiy elementning ishonchlilik ehtimolligiga $1/8$ bo'lganda u generatorga aylanadi. Agar majoritar element absolyut ishonchli deb hisoblansa va element ishonchliligi $0,87$ ga teng bo'lsa, zahiralangan elementning ishonchliligi nimaga teng bo'ladi?

3.26-misol. Kombinatsion sxemani zahiralashni maksimal ishonchliligini aniqlashda, zahiralash darajasi 2 dan kichik yoki 2 ga teng bo'lsa, sxema buzilishi $0,8$ ga teng bo'lgan holda generatorga aylanish ehtimoli qanday va bitta sxemaning ishonchliligi $0,9$ teng.

3.27-misol. Raqamli hisoblash mashinasi 1024 bir turdaga katakchalardan (yacheyka) iborat va shunday konstruksiyaga egaki, har qaysi buzilgan yacheykani almashtirish mumkin. Ehtiyot qismlar tarkibiga 3 ta yacheyka kiradi va barcha buzilganlarini almashtirish mumkin. Buzilish intensivligi $0,12 \cdot 10^{-6}$ 1/soat ga tengligini bilgan holda, RHM ning 1000 soat mobaynida birinchi buzilishgacha o'rtacha ishlash vaqti va ehtimolligini aniqlash kerak. Buzilish deganda RHM ning ehtiyot qismlari tugagan holati tushiniladi; boshqacha aytganda, RHM ning xotira yacheykalarining ehtiyot qismi yo'qligi uchun tugatish mumkin bo'lmasligidir.

3.28-misol. Tizimni ekspluatatsiya qilish uchun kerak bo'ladigan xarajatlari: $10t + N(S+10)$, bunda $N(t)$ - tizimning t vaqt mobaynida buzilishlar

soni, S - tizimning bitta elementining narxi. Qayta tiklanmaydigan zahira elementining yuklanish darajasining maqsadga muvofiqligini aniqlang. Tizim 10 ta elementdan iborat, buzilgan zahira elementini almashtirish uni yangilash jarayoni hisoblanadi, elementning ishonchlilik funksiyasi $e^{-1/t}$, bu yerda T - tizimning texnik resursi, zahiralangan elementning narxi m ga teng, bunda m - zahiralash darajasi bo'ladi.

3.29-misol. Optimal profilaktika ishlarini qanday vaqt davomida bajarilishi EXM tayyorlik koeffitsientini aniqlaydi, profilaktika ishlarini xavfsiz ishlashining o'rtacha vaqti $8 T_{\pi}$ (T_{π} - profilaktika vaqtining davomiyligi) ga teng.

3.30-misol. Tayyorlik funksiyasi va n bir turdagi elementlarni tipli almashtirish ETM (TEZ) bitta yuklanmagan zahirali suriluvchi zahirada tayyorlik koeffitsienti hisoblab toping. Agar tiklanish ikkita ETM buzilishidan so'ng amalga oshirilsa, tiklanishni davom etish yig'indisi m ko'rsatkichli eksponensial qonunga bo'ysunadi. Har bir ETM ni buzilishi intensivligi:

$$\lambda = 0,0005 \text{ 1/soat}; \mu = 40\lambda = 0,21 \text{ 1/soat}; t = 30 \text{ soat}; n=10.$$

3.31-misol. n bloklardan iborat buzilish intensivligi $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ va tiklanish intensivligi $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ ga teng hisoblash mashinasi bor. Agar bloklardan birining tiklanish vaqtida boshqalari yuklanish holatida bo'ladi va buzilishi ham mumkin bo'lgan bloklarning tayyorlik koeffitsientini toping.

3-32-misol. Yuklanish takrorlanishida buzilishning tiklanishi va tiklanish mustaqil holat bo'lsa, buzilish intensivligi λ va tiklanishi μ ga teng bo'ladi. Tizimning holatini graf orqali ifodalang.

3.33-misol. Uchkarrali yuklanishni zahiralashda buzilishni tiklanishi va tiklanadigan zahira elementlari mustaqil holatda bo'ladi. Tizimni ishlash grafini quring.

3.34-misol. Uchkarrali yuklanmagan zahiralashning tiklanishida guruh elementlarini zahiralashga bitta tuzatuvchi xizmat qiladi. Tizimning ishlashini ko'rsatuvchi grafini quring.

3.35-misol. Yuklangan takrorlanish qayta tiklanadigan va bitta ta'mirlovchi bilan $\lambda = \mu = 4$ bo'lsa. Tizimning o'tish ehtimoli 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 $\lim(W_i/Dt)$ nimaga teng?

3.36-misol. Qayta tiklanadigan, yuklanishi takrorlanadigan va bitta ta'mirlovchi bilan $\lambda = \mu = 2$ bo'lsa, ehtimollik nimaga teng bo'ladi:

- 1) birinchi va ikkinchi elementlar ishchi holatda bo'ladi;
- 2) bitta element ishlaydi, ikkinchisi ta'mirlanadi;
- 3) ikkala element ta'mirlanadi.

3.37-misol. Tizim uchta EHM dan va uchta ulash kanalidan tashkil topgan va EHM lar o'zaro bog'langan. Tizim ikkita ishlaydigan EHM qolgancha ishlaydi. Tizimning tayyorlik koeffitsienti topilsin. Bunda EXM 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 bo'lgan holatda $\lambda = \mu = 2$ teng. Tizimning tayyorlik koeffitsienta nimaga teng?

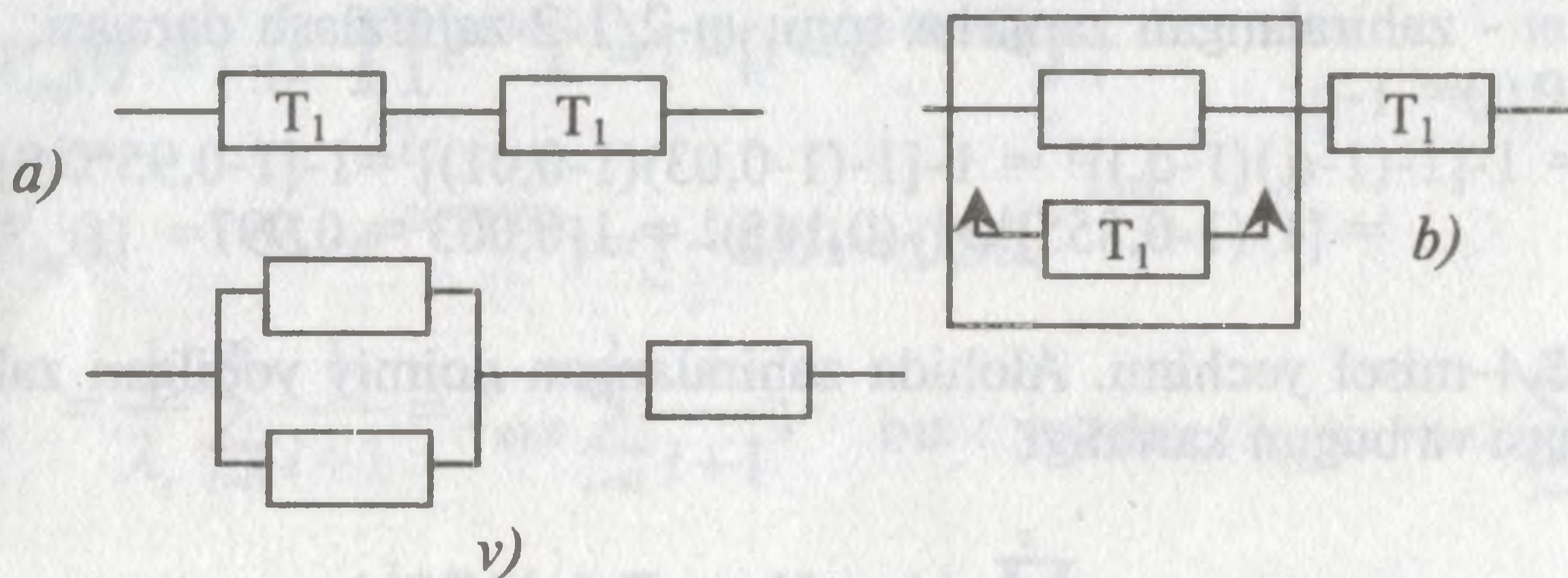
3.39-misol. Agar tiklanadigan zahiralash ta'mirlovchilar soni va darajasi 4 ga teng bo'lsa, adaptiv tiklanuvchi azali mutlaq ishonchli tizim tayyorlik koeffitsienti nimaga teng?

3.40-misol. Konstruktorlar tomonidan uchta variant sxemalarining qurilishi 3.8-rasmda keltirilgan.

A) mahsulot zahiralanmagan va birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti $T_1 = T_2 = 300$ soat.

B) bitga element takrorlanishini almashtirish yo'li bilan yuklanmagan zahiralash holatida, ikkinchisi a) sxemadagi kabi zahiralanmagan bo'lsa, birinchi buzilishgacha qismning o'rtacha ishlashi takrorlanadi va zahiralanmagan elementlar ham xuddi shunday bo'ladi.

V) bitta element doimiy yoqiq zahiralash yo'li bilan takrorlangan, ikkinchisi zahiralanmagan va a), b) sxemalardagi kabi qismning birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashi takrorlanish va zahiralanmagan element 300 soatga teng. Ishonchlilik nuqtai nazardan qaysi varianti yaxshiroq va qurilmaning birinchi buzilishigacha bo'lgan o'rtacha ishlashi qanday baholanadi?



3.8 — rasm.

3.4. Javoblar va yechimlar

3.2-misol yechimi. $m_i = 1$ darajali alohida zahiralangan, elementning zahiralanmagan bloklar tashqi qurilmasining soni $n = 11$. Ushbu jadvaldan va (3.5) formuladan foydalanib

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - e^{-\lambda_i t}]^{m_i+1}\}$$

$$P_c(5000) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - e^{-\lambda_i \cdot 5000}]^2\} \text{ bo'lgani sababali } \lambda_i \approx \lambda.$$

Yaqinlashitirilgan hisoblash uchun namunaviy funksiyani qatorga yoyish mumkin va birinchi qator a'zolari bilan chegaralanamiz.

$1 - e^{-\lambda_i \cdot 5000} \approx 5000 \cdot \lambda_i$ u holda,

$$\begin{aligned} P_c(5000) &= \prod_{i=1}^{11} [1 - (\lambda_i \cdot 5000)^2] \approx 1 - \sum_{i=1}^{11} (\lambda_i \cdot 5000)^2 = 1 - 5000^2 \sum_{i=1}^{11} \lambda_i^2 \\ &= 1 - 2,5 \cdot 10^6 [2,16^2 + 5 \cdot 0,23^2 + 3 \cdot 0,32^2 + 0,78^2 + \\ &\quad 0,09^2] \cdot 10^{-10} \approx 0,985. \end{aligned}$$

3.3-misol yechimi.

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

Bu yerda $P_i(t)$ - BBIE ning t vaqt mobaynidagi i elementi;

n - asosiy guruh elementlari soni;

m - zahiralangan zanjirlar soni; $m-2/1-2$ zahiralash darajasi;

$P_i(t) = 1 - q_i$;

$$\begin{aligned} P_s &= 1 - [1 - (1 - q_1)(1 - q_2)]^3 = 1 - [1 - (1 - 0,03)(1 - 0,01)]^3 = 1 - [1 - 0,95 \cdot 0,9]^3 = \\ &= [1 - (1 - 0,855)]^3 = 1 - (0,145)^3 = 1 - 0,003 = 0,997 \end{aligned}$$

3.4-misol yechimi. Alohida zahiralangan doimiy yoqilgan zahira sxemasi va bugun karraligi:

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

Bu yerda $P_i(t)$ - BBIE ning t vaqt mobaynidaga i elementining ishlashi; m_i - i element zahirasi darajasi;
 n - asosiy tizim elementlarining soni.

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - P_i(t)]^{2+1}\} = [1 - (1 - P_1)^3][1 - (1 - P_2)^3] = [1 - (1 - 0,9)^3][1 - (1 - 0,8)^3] = (1 - 0,1)^3(1 - 0,2)^3 = 0,999 * 0,992 \approx 0,991.$$

$$q_{tiz} = 1 - P_{tiz} = 1 - 0,991 = 0,009.$$

3.5-misol yechimi:

$$P_{tiz}(t) = \prod_{i=1}^n \{1 - [1 - p_i(t)]^{2+1}\}$$

$$P_{tiz}(t) = (1 - q_1^2)(1 - q_2^2) = (1 - 0,01^2)(1 - 0,04^2) = 0,99 * 0,96 = 0,9504.$$

3.6-misol yechimi:

$$P_{tiz}(t) = 1 - [1 - \prod_{i=1}^n P_i(t)]^{m+1},$$

$$P_{tiz} = 1 - (1 - P_1 P_2)(1 - P_3 P_4) = 1 - (1 - 0,72)(1 - 0,7990) = 1 - 0,28 * 0,21 = 1 - 0,0588 = 0,9412.$$

3.7-misol yechimi:

$$P_{tiz}(t) = 1 - [1 - \prod_{i=1}^n P_i(t)]^{m+1}, \quad m=1$$

$$P_{tiz}(t) = 1 - [1 - \prod_{i=1}^2 e^{-\lambda_i t}]^2 = 1 - [1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}]^2;$$

$$P_{tiz}(t) = 1 - [1 - e^{-10 * 3 * 100}] = 1 - 0,01 = 0,99.$$

$$T_{o'r.tiz} = \frac{1}{\lambda_c} \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1} = T_{o'r.0} \sum_{i=0}^i \frac{1}{i+1}; \quad \text{bu yerda } \lambda_{tiz} = \sum_{i=1}^n \lambda$$

$$T_{o'r.tiz} = (1 / \lambda_{tiz})(3 / 2) = 3 / (2(\lambda_1 + \lambda_2)) = 1500 \text{ soat}$$

$$a_{tiz}(t) = -P'(t) = q'(t)$$

$$a_{tiz}(t) = 2(\lambda_1 + \lambda_2) * e^{(\lambda_1 + \lambda_2)t} [1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}];$$

3.8-misol yechimi:

$$T_{o'r.tiz} = \int_0^{\infty} P_{tiz}(t) dt = \frac{(n-1)!}{\lambda(n+1)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i(V_i+1)\dots(V_i+n-1)} =$$

$$\frac{1}{\lambda \cdot 2} \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i(V_i-1)} = \frac{1}{\lambda \cdot 2} \left[\frac{1}{V_0(V_0+1)} + \frac{1}{V_1(V_1+1)} \right],$$

Bu yerda $V_i = (i+1)/(t+1)$ teng ishonchlilik elementlar va bir xil darajali zaxiralash.

$$T_{o'r.tiz} = 45/(\lambda_1 + \lambda_2) - 2(1/(2\lambda_1 + \lambda_2) + 1/(\lambda_1 + 2\lambda_2)) = 1700 \text{ soat.}$$

$$a_{tiz}(t) = -P'(t)$$

$$a_c(t) = 2^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t} [(\lambda_1 + \lambda_2)(2 + e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}) - (2\lambda_1 + \lambda_2)] e^{-\lambda_1 t} - (\lambda_1 + 2\lambda_2) e^{-\lambda_2 t} \text{ 1/soat.}$$

3.9-misol yechimi. Doimiy yoqilgan zahirali, teng ishonchlilik alohida zaxiralangan qurilmalarni ko'rib chiqamiz. Birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlashini hisoblash uchun (3.7) formuladan foydalanamiz. Masalaning shartiga ko'ra tizimning zahiralanmagan elementlari soni $n=2$ va zahiralash darajasi $m=1$ bo'lsa:

$$T_{o'r.tiz} = \frac{(n-1)!}{\lambda(n+1)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i(V_i+1)\dots(V_i+n-1)} = \frac{1}{\lambda \cdot 2} \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i(V_i-1)}$$

$$= \left[\frac{1}{V_0(V_0+1)} + \frac{1}{V_1(V_1+1)} \right]$$

$$\text{Bunda } V_i = (i+1)/(m+1) = (i+1)/2, \quad V_0 = (1/2), \quad V_1 = 1$$

$$T_{o'r.tiz} = \frac{1}{\lambda * 2} \left[\frac{1}{\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2}} + \frac{1}{2} \right] = \frac{11}{12 \cdot \lambda} = \frac{11}{12 \cdot 1,35 * 10^{-3}} \approx 680 \text{ soat}$$

3.10-misol echimn. $T_{o'r.tiz} = 2590$ soat.

3.27-misol yechimi. Ehtiyot qismlar tarkibidagi har qanday yacheykasiga RHQ ning buzilgan yacheykasini almashtirish mumkin. Buzilmay ishlash ehtimoli (3.9) formula orqali hisoblanadi. Asosiy tizimning elementlari soni $n=1024$, zahiralanmagan tizim buzilish intensivligi $\lambda_0 = n * \lambda = 1024 * 0,12 * 10^{-6} \gg 1,23 * 10^{-4} \text{ 1/soat}$, zahiralanmagan elementlar soni $m_0=3$. Olingan ma'lumotlarning formulaga qo'yib:

$$P_{tiz}(t) = e^{\lambda_0 * t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} = e^{\lambda_0 * t} \left(1 + \lambda_0 t + \frac{\lambda_0^2 \cdot t^2}{2} + \frac{\lambda_0^3 \cdot t^3}{6} \right) =$$

$$e^{-1,23 * 10^{-4}} \left(1 + 1,23 \cdot 10^{-4} + \frac{(1,23 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-4})^2}{2} + \frac{(1,23 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-4})^3}{6} \right)$$

$$\approx 0,96$$

(3.10) ga asoslanib birinchi buzilishgacha bo'lgan o'rtacha ishlash vaqti:

$$T_{o'r.tiz} = T_{o'r.o} (m_0 + 1) = (1/\lambda_0) (m_0 + 1) = (1/1,23 * 10^{-4}) (3 + 1) \approx 32500 \text{ soat.}$$

3.40-misol yechimi.

Sxemaning yaxshi varianti 3.8-rasm b) yomon sxemasi esa a) rasmda

$$T_a = 150; T_{\sigma} = 200; T_v = 180.$$

IV BOB

YO'LLAR V A TUTASHISHLAR USULI ISHONCHLILIKNI HISOBLASH MANTIQUIY-EHTIMOLLI USULI

4.1. Nazariy ma'lumotlar

Mantiqiy-ehtimollar usuli asosan qayta tiklanmaydigan hisoblash tizimlarini o'rganishni o'z ichiga oladi. Tizimning mantiqiy sxemalarining topologiyasi va buzilishgacha bo'lgan vaqt taqsimlanish funksiyasiga bu uslub hech qanday chegaralanish qo'ymaydi. Ushbu uslubning g'oyasi tizimlar ishlashini matematik modelini, matematik mantiq orqali ifodalashdadir.

Funksiyani ishlash qobiliyatini algebraik mantiq funksiyasi (AMF) ko'rinishida ifodalash va elementlar holatini tizimlar holati bilan bog'lashdan iborat. AMF dan takrorlanmaydigan mantiqiy ifodaga o'tish, boshqacha aytganda, takrorlanadigan a'zolar yo'qotiladi. Undan keyin takrorlanmaydigan AMF dan matematik ifodaga o'tiladi. Bu ifoda ishlashga loyqlik holatining ehtimolini aniqlaydi yoki tizimning tayyorlik qobiliyati ko'rsatkichini aniqlaydi yoki tizimning tayyorlik qobiliyati ko'rsatkichini aniqlaydi.

Mantiqiy kon'yunksiya, diz'yunksiya va inkor etish mantiqiy amallari orqali boshqa har qanday AMF ni olish mumkin. Tizimning ishlash qobiliyati ehtimoli $R(\varphi) = P_r\{\varphi(x)=1\}$ elementning ishlash qobiliyati holatining ehtimolligi orqali aniqlanadi. $R_i = P_r\{x_i=1\}$, $i=1, n$ (n -tizimdagi elementlar soni). Kon'yunksiya, diz'yunksiya, inkor etish mantiqiy amallar quyidagiga to'g'ri keladi:

$$\varphi(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bigwedge_{i=1}^n x_i;$$

$$R(\varphi) = \prod_{i=1}^n R_i;$$

$$\varphi(x_1, x_2) = x_1 \vee x_2,$$

$$R(\varphi) = R_1 + R_2 - R_1 R_2;$$

$$\varphi(x_i) = x_i,$$

$$R(\varphi) = 1 - R_i.$$

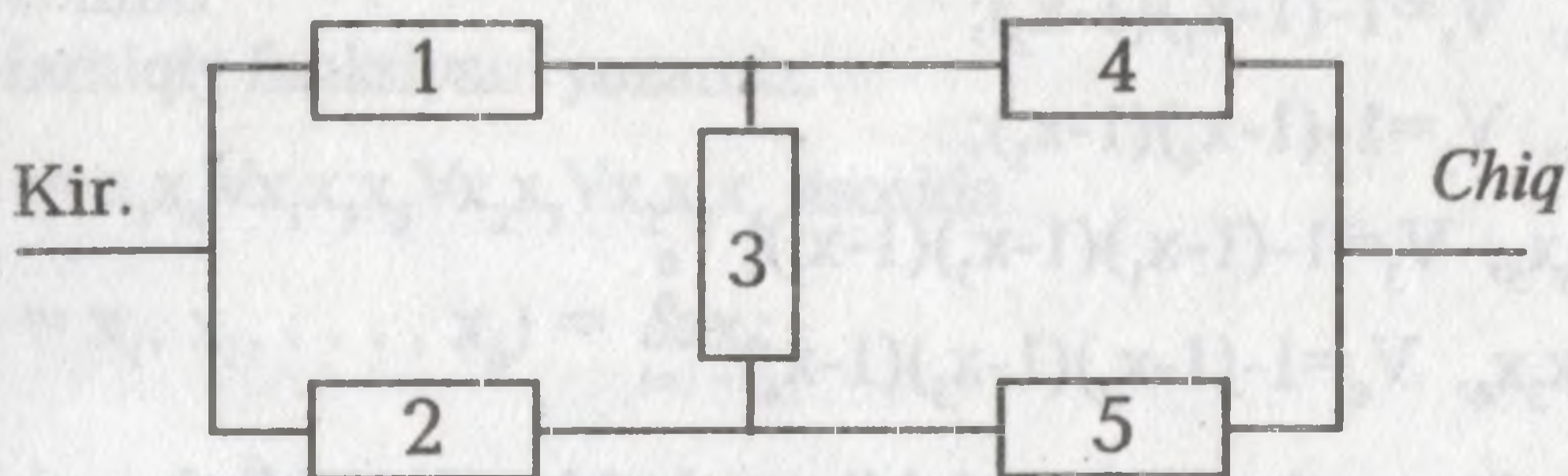
4.2. Namunaviy misollar va ularning yechimi

4.1-misol. Agar BBIE tizim elementlari ma'lum bo'lsa, 4.1-rasmda keltirilgan tizimning ishlash qobilyatining ehtimollik holatini minimal yo'llar va kesishishlar (secheniya) uslubi bilan aniqlang.

$$P_1 = P_2 = 0,9;$$

$$P_3 = 0,8;$$

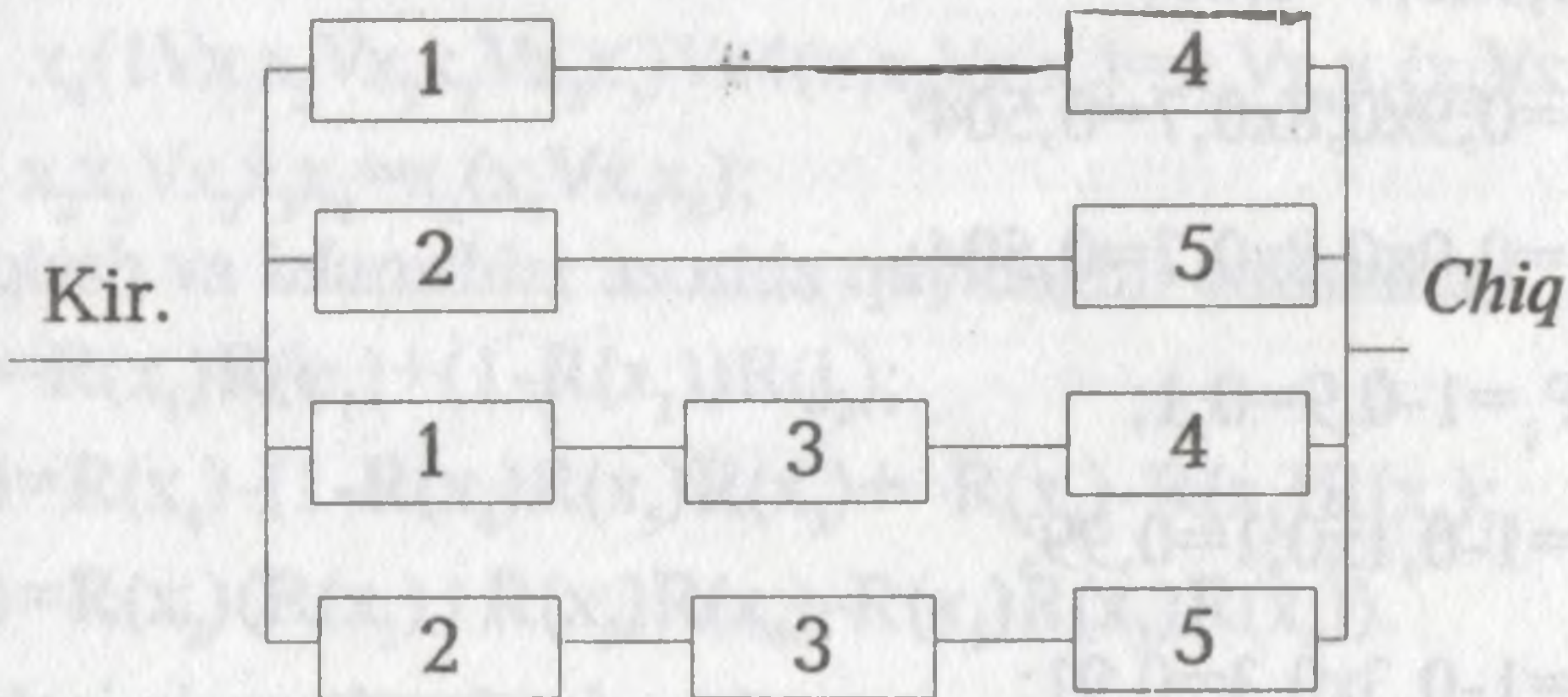
$$P_4 = P_5 = 0,7;$$



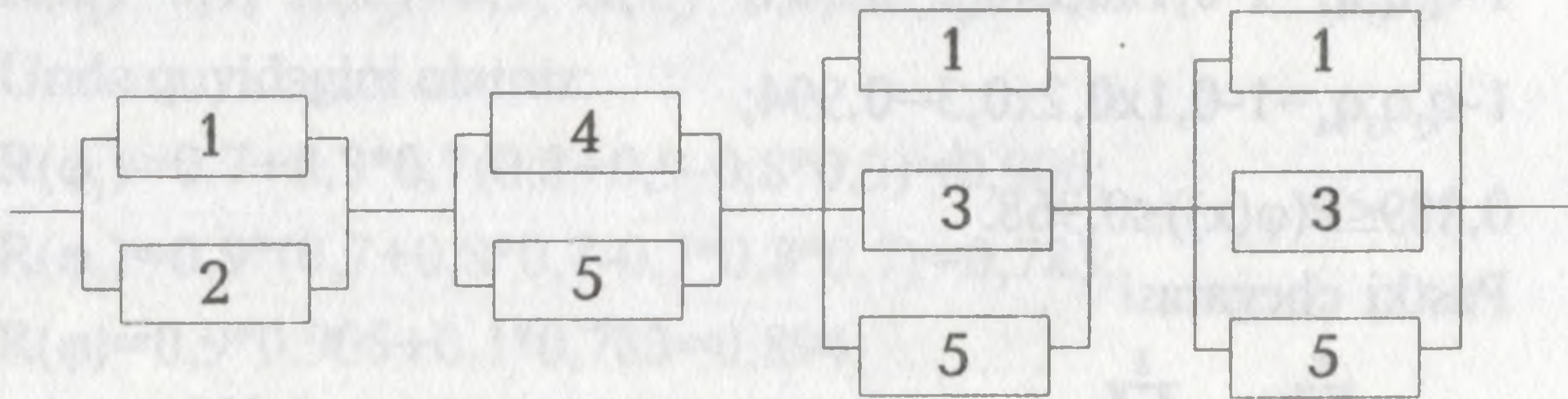
4.1-rasm. Most (ko'prik) sxemasi

Yechimi

1) Buni baholash uchun barcha minimal yo'llar va kesishishlarni baholab chiqish kerak.



Minimal yo'llar yig'indisi.



4.2-rasm. Minimal kesishishlar yig'indisi.

2) tizimning ishlash qobiliyati ehtimollar holatini baholash:

$$\prod_{j=1}^k (1 - \prod_{j=1} q_i) \leq P(\varphi(x)) \leq 1 - \prod_{i=1}^p (1 - \prod_{i \in P_i} P_i), \quad (1)$$

q_i – i elementining buzilish ehtimoli;

P_i – BBIE ning i elementi.

Minimal yo'llar va kesishishlar funksiyasi harflarini 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 alementlar holatini bilgan holda (1) ishlash qobiliyati ehtimollik holatining yuqori va pastki chegaralarini aniqlaymiz.

$$P_{\text{pas.}} \leq P_{\text{tiz.}} \leq P_{\text{yuqor.}}$$

$$P_1 P_4 = 0,9 \times 0,7 = 0,63;$$

$$P_2 P_5 = 0,9 \times 0,7 = 0,63;$$

$$P_1 P_3 P_5 = 0,9 \times 0,8 \times 0,7 = 0,504;$$

$$P_2 P_3 P_4 = 0,9 \times 0,8 \times 0,7 = 0,504;$$

$$q_1 = 1 - P_1 = 1 - 0,9 = 0,1;$$

$$1 - q_1 q_2 = 1 - 0,1 \times 0,1 = 0,99;$$

$$1 - q_1 q_5 = 1 - 0,3 \times 0,3 = 0,91;$$

$$1 - q_1 q_3 q_5 = 1 - 0,1 \times 0,2 \times 0,3 = 0,994;$$

$$1 - q_2 q_3 q_4 = 1 - 0,1 \times 0,2 \times 0,3 = 0,994;$$

$$0,889 \leq P(\varphi(x)) \leq 0,968.$$

Pastki chegarasi

$$P_{\text{pas}} = \prod_{j=1}^k (1 - \prod_{j=1}^k q_i) = 0,99 \times 0,91 \times 0,994 \times 0,994 = 0,889;$$

$$P_{\text{yuqor.}} = \prod_{i=1}^P (1 - \prod_{i=1} P_i) = (1-0,03) \times (1-0,63) \times (1-0,504) \times (1-0,504) = 1-0,37 \times 0,37 \times 0,496 \times 0,496 = 1-0,0312 = 0,968.$$

4.2-misol. 4.1 da keltirilgan misolni mantiqiy ehtimollik usulidan foydalanib yeching.

Yechimi

Mantiqiy funksiyani yozamiz.

$$\varphi = x_1 x_4 \vee x_1 x_3 x_5 \vee x_2 x_3 \vee x_2 x_3 x_4 \text{ asosida}$$

$$\varphi = x_1, x_2, \dots, x_n) = \bigwedge_{i=1}^n x_i;$$

$$R(\varphi) = \prod_{i=1}^n R_i;$$

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.

$$\varphi_1 = x_4(1 \vee x_3 x_5 \vee x_2 x_3 \vee x_2 x_3) \vee x_4(x_3 x_5 \vee x_2 x_3) = x_4 \vee x_4 x_5(x_3 \vee x_2);$$

$$\varphi_2 = x_2 x_3 \vee x_2 x_3 x_4 = x_2(x_3 \vee x_3 x_4);$$

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.

$$R(x_1) = 0,9; R(x_2) = 0,9; R(x_3) = 0,8; R(x_4) = 0,7.$$

Unda quyidagini olamiz:

$$R(\varphi_1) = 0,7 + 0,3 \cdot 0,7(0,8 + 0,9 - 0,8 \cdot 0,9) = 0,906;$$

$$R(\varphi_2) = 0,9 \cdot (0,7 + 0,8 \cdot 0,7 - 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,7) = 0,783;$$

$$R(\varphi) = 0,9 \cdot 0,906 + 0,1 \cdot 0,783 = 0,894.$$

V BOB

HISOBLASH TIZIMLARINING ISHONCHLILIGINI HISOBLASH

5.1 Ketma-ket — parallel strukturali HT ishonchliligi (svertka usuli)

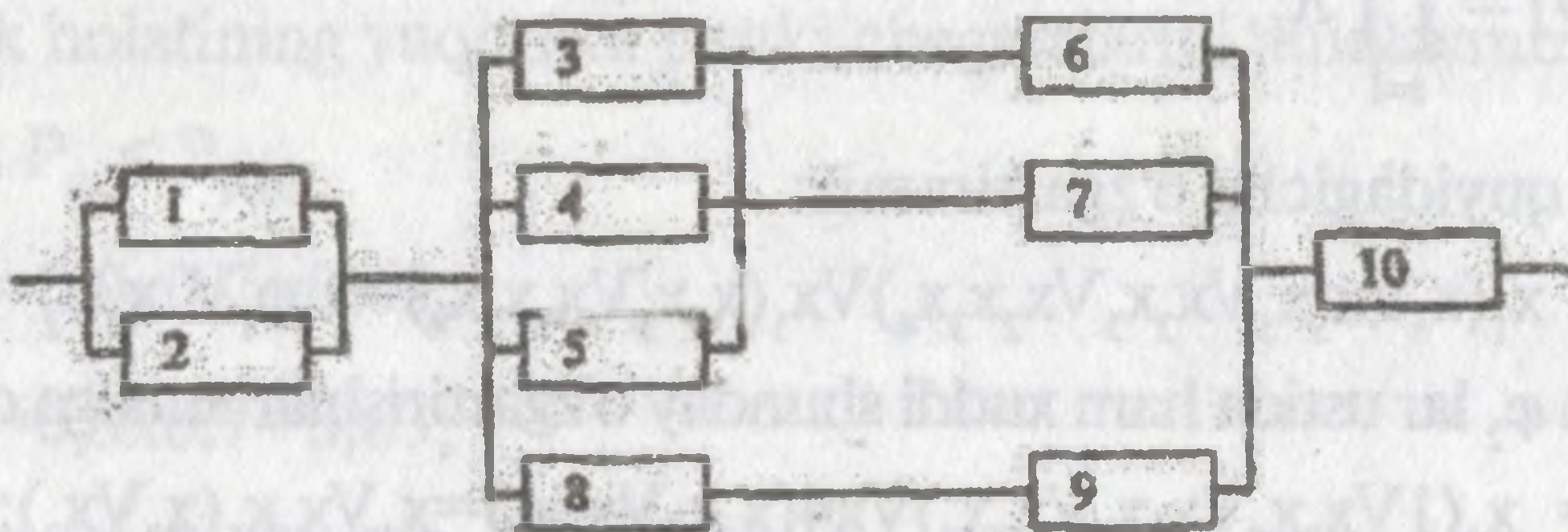
5.1-misol. 5.1-rasmda keltirilgan tizim ishonchlilik ko'rsatkichlarini aniqlang. Elementning buzilmay ishlash ehtimoli quyidagilarga teng bo'lsin:

$$P_1=0,8; P_4=0,8; P_7=0,95; P_{10}=0,98;$$

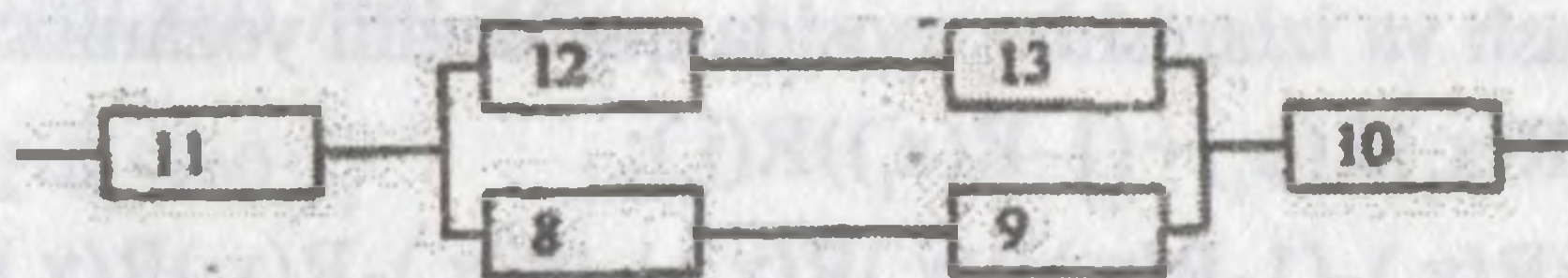
$$P_2=0,9; P_5=0,9; P_8=0,93;$$

$$P_3=0,7; P_6=0,9; P_9=0,9.$$

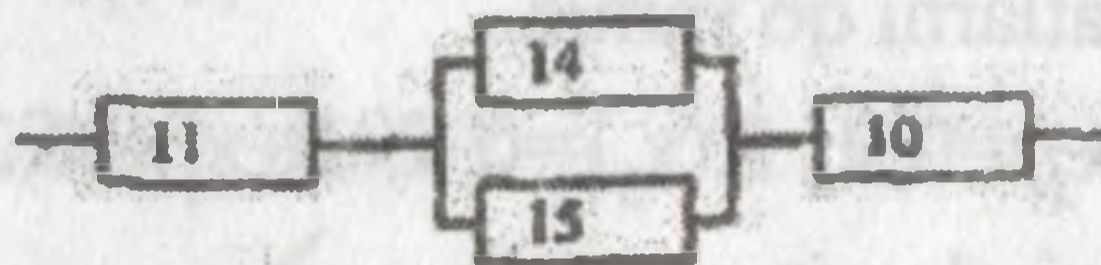
Tizimning buzilmay ishlash ehtimolining hisob natijalarini jadval ko'rinishiga keltiring.



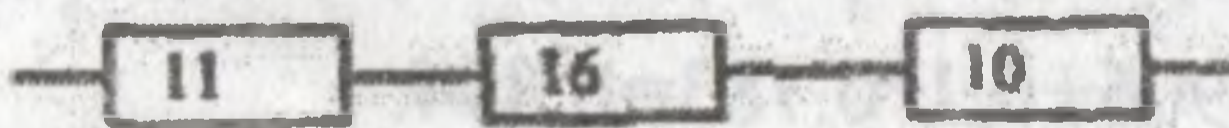
5.1-rasm. Ketma-ket — parallel tizimning strukturasi.



I — bosqich.



II — bosqich.



III — bosqich.

5.2-rasm. O'zgartirishdan keyingi sxema.

$$\begin{aligned}
P_{11} &= 1 - (1 - P_1)(1 - P_2); \quad P_{12} = 1 - (1 - P_3)(1 - P_4)(1 - P_5); \\
P_{13} &= 1 - (1 - P_6)(1 - P_7); \quad P_{14} = P_{12}P_{13} = [1 - (1 - P_3)(1 - P_4)(1 - P_5)][1 - (1 - P_6)(1 - P_7)]; \\
P_{15} &= P_8P_9 \\
P_{16} &= 1 - (1 - P_{14})(1 - P_{15}) = 1 - \{1 - [1 - (1 - P_3)(1 - P_4)(1 - P_5)][1 - (1 - P_6)(1 - P_7)]\} \\
&\quad (P_8P_9); \\
P_{o'r} &= P_{11}P_{16}P_{10} = [1 - (1 - P_1)(1 - P_2)]\{1 - \{1 - [1 - (1 - P_3)(1 - P_4)(1 - P_5)][1 - (1 - P_6)(1 - P_7)]\}(1 - P_8P_9)\}P_{10}.
\end{aligned}$$

5.1. jadval

Axborotlar hisobining berilishi	1-bosqich hisobi	2-bosqich hisobi	3-bosqich hisobi	4-bosqich hisobi
$P_1 = 0,8$	$P_{11} = 0,98$	$P_{11} = 0,98$	$P_{11} = 0,98$	
$P_2 = 0,9$	$P_{12} = 0,994$	$P_{14} = 0,991$	$P_{16} = 0,99$	
$P_3 = 0,77$	$P_{13} = 0,995$	$P_{15} = 0,855$	$P_{10} = 0,98$	$P_{o'r} = 0,959$
$P_4 = 0,8$	$P_8 = 0,95$	$P_{10} = 0,98$		
$P_5 = 0,9$	$P_9 = 0,9$			
$P_6 = 0,9$	$P_{10} = 0,98$			
$P_7 = 0,95$				
$P_8 = 0,95$				
$P_9 = 0,9$				
$P_{11} = 0,98$				

5.2. Nazariy ma'lumotlar

Qayta tiklanadigan HT larning ishonchliligini hisoblashning yaqinlashtirish uslubi.

Qayta tiklanadigan HT ning ishonchliligini hisoblashni yaqinlashtirish usuli quyidagilarga asoslanadi: - tiklanish vaqti buzilmay ishlash vaqtidan ancha kichik, buzilish intensivligi va tiklanish intensivligi doimiy kattalik, alohida tizim osti sxemalarining buzilishi va tiklanishi bir-biriga bog'liq bo'lmagan tasodifiy hodisa.

Ketma-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

$$\mu = \sum_{i=1}^m \mu_i;$$

$$K_r = 1 - i \prod_{i=1}^m (1 - K_{ri})$$

$$\lambda = \mu / (1 - K_r).$$

Bu formulalarda quyidagi belgilanishlar qabul qilingan. λ – $n(m)$ tizim osti sxemalarni buzilish intensivligining ketma-ket (parallel) guruhlarini.

K_r – $n(m)$ ketma-ket (parallel) tizim osti sxemalari guruhlarini tayyorlik koeffitsienti;

i indeksli o'zgaruvchilar alohida tizim osti ko'rsatkichlariga mos ravishda belgilanadi.

Sirg'aluvchan (skalzashiy) zahiralash holatida K_r aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$K_T = \sum_{i=r}^m C_m^i K_{T.\Pi}^i (1 - K_{T.T.O})^{m-i}, \text{ bunda}$$

r – ishlash samaradorligining kerakli minimal ishlashga qobiliyatli tizim osti elementlari soni.

$K_{t.o}$ – tizim osta elementlar tayyorlik koeffisienti. Sirg'anuvchi (skolzyashiy) zahiralash tiklanish intenvivligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\mu = (m - r + 1) \mu_a, \text{ bunda } \mu_a - \text{tizim osti elementlar tiklanish intensivligi.}$$

5.3. Namunaviy misollar va ularning yechimi

5.2-misol. Oltita tizim osti qurilmalaridan iborat HT mavjud, markaziy protsessor (MP), tezkor xotira qurilmasi (THQ), magnit disklari (MD), magnit lentalar (ML), kiritish qurilmasi (KQ), bosma (pechatayushaya) qurilma (BK).

5.2-jadvalda barcha XT tizim osti qurilmalari haqida axborot berilgan.

5.2-jadval

Tizim osti qurilmasining nomi	M(r) qiymati	Buzilish intensivligi λ_i 1/coat	Tiklanish intensivligi μ_i 1/coat	Tayyorlik koeffitsienti K_{Ti}
Markaziy prosessor (MP)	1	$152 \cdot 10^{-6}$	1	$1-1,52 \cdot 10^{-4}$
THQ moduli 4(3)	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 kuoiyamasi BK	2(1)	$420 \cdot 10^{-6}$	0,025	$1-2 \cdot 10^{-2}$
Kiritish qurilmasi	2(1)	$250 \cdot 10^{-6}$	0,025	$1-10^{-2}$

XT ning ishonchliligini hisoblash sxemasi 5.3-rasmda keltirilgan.

Alohida zahiralangan guruhlar ishonlilik ko'rsatkichini hisoblashning yaqinlashtirilgan usuli μ , λ , K_i , THQ, MD, ML sirg'aluvchi zahiralash yo'li bilan zahiralangan, BQ va KQ bitta zahirali zahiralangan.

Yechim.

1) Ishonchlilik ko'rsatkichini m hisoblash:

$$\mu_{MP} = 1 \text{ 1/soat.}$$

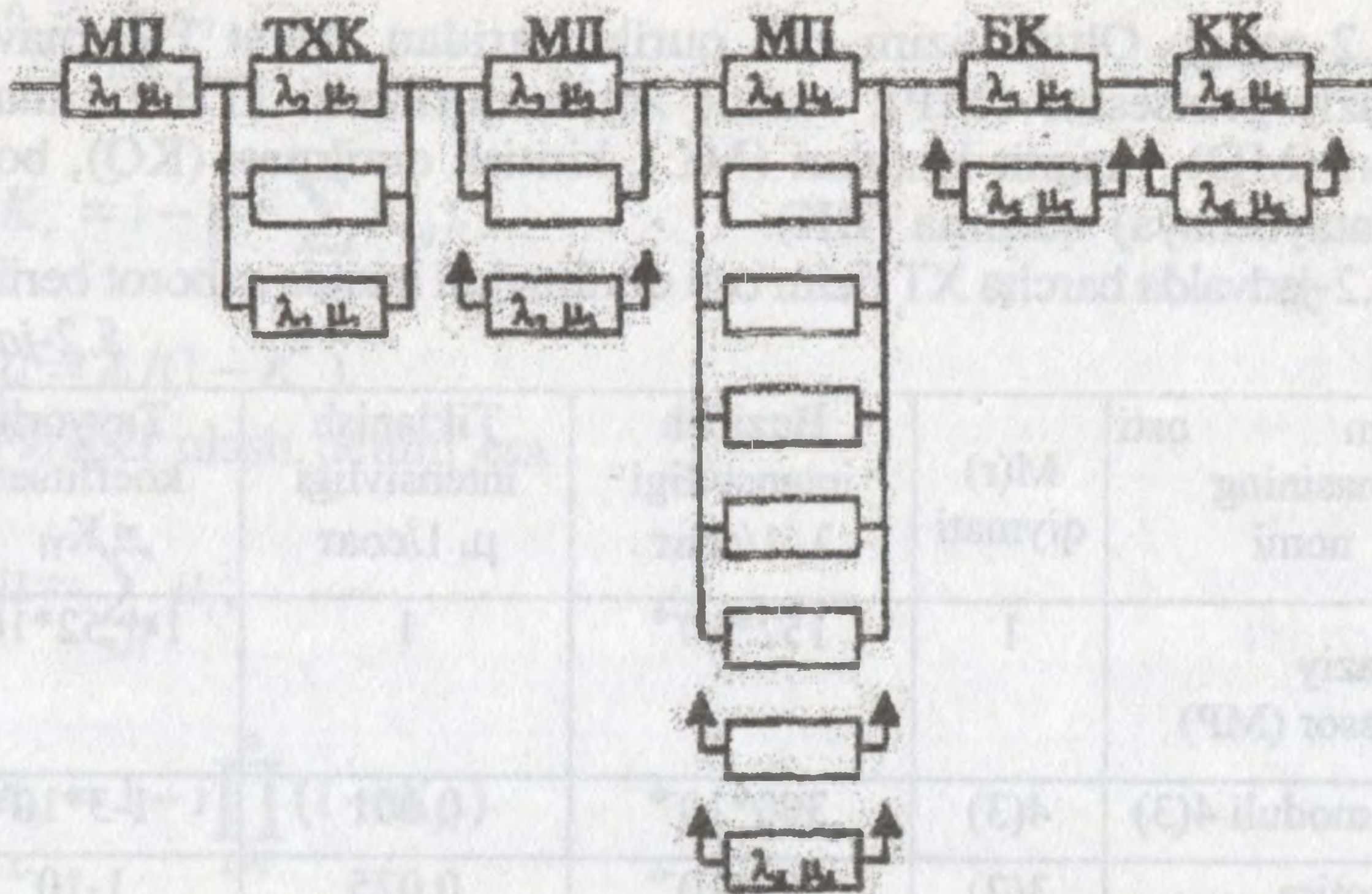
$$\mu_{TXK} = (4-3+1) \mu = 2 \times 0,01 = 0,02 \text{ 1/soat.}$$

$$\mu_{MD} = (3-2+1) \mu = 2 \times 0,025 = 0,05 \text{ 1/soat.}$$

$$\mu_{ML} = (8-6+1) \mu = 3 \times 0,0035 = 0,0105 \text{ 1/soat.}$$

$$\mu_{BK} = (2-1+1) \mu = 2 \times 0,021 = 0,042 \text{ 1/soat.}$$

$$\mu_{KK} = (2-2+1) \mu = 2 \times 0,025 = 0,05 \text{ 1/soat.}$$



5.3-rasm. XT ning nishonchlilngini hisoblash sxemasi.

2) Ishonchlilik ko'rsatkichini K_T hisoblash:

$$K_{TМП} = \sum_{i=0}^1 C_1^i K_{ТП}^i (1 - K_{Т.П.})^{1-i} = 1 - 1,52 * 10^{-4};$$

$$K_{ТТХК} = \sum_{i=3}^4 C_4^i K_{ТП}^i (1 - K_{Т.П.})^{4-i} = 4(1 - 3 * 10^{-2})^2 * (3 * 10^{-2})^1 + (1 - 3 * 10^{-2})^4 * (3 * 10^{-2})^0 = 0,9948;$$

$$K_{ТМД} = \sum_{i=2}^3 C_3^i K_{ТП}^i (1 - K_{Т.П.})^{3-i} = 3(1 - 10^{-2})^2 * (10^{-2})^1 + (1 - 10^{-2})^3 * (10^{-2})^0 = 0,9894;$$

$$K_{\text{ТМЛ}} = \sum_{i=6}^8 C_8^i K_{\text{ТМ}}^i (1 - K_{\text{Т.л.}})^{8-i} = 4(1 - 10^{-1})^6 * (10^{-1})^2 + \\ 8(1 - 10^{-1})^7 * (10^{-1})^1 + 1(1 - 10^{-1})^8 (10^{-1})^0 = 0,9619;$$

$$K_{\text{ТБК}} = \sum_{i=1}^2 C_2^i K_{\text{ТМ}}^i (1 - K_{\text{Т.л.}})^{2-i} = 2(1 - 2 * 10^{-2})^1 * (2 * 10^{-2})^1 + \\ 1(1 - 2 * 10^{-2})^2 * (2 * 10^{-2})^0 = 0,9996;$$

$$K_{\text{ТКК}} = \sum_{i=1}^2 C_2^i K_{\text{ТМ}}^i (1 - K_{\text{Т.л.}})^{2-i} = 2(1 - 10^{-2})^1 * (10^{-2})^1 + \\ 1(1 - 10^{-2})^2 * (10^{-2})^0 = 0,9999.$$

3) Ishonchlilik ko'rsatkichi 1 ni hisoblash:

$$\lambda_{\text{mp}} = 152 * 10^{-6} \text{ 1/soat},$$

$$\lambda_{\text{txk}} = \mu_{\text{txk}} (1 - K_{\text{tkk}}) = 0,2 * 0,0052 = 104 * 10^{-6} \text{ 1/soat},$$

$$\lambda_{\text{md}} = \mu_{\text{md}} (1 - K_{\text{tmd}}) = 0,05 * 0,0106 = 530 * 10^{-6} \text{ 1/soat},$$

$$\lambda_{\text{ml}} = \mu_{\text{ml}} (1 - K_{\text{tml}}) = 0,0105 * 0,0381 \approx 400 * 10^{-6} \text{ 1/soat},$$

$$\lambda_{\text{kk}} = \mu_{\text{kk}} (1 - K_{\text{tkk}}) = 0,005 * 0,0001 = 5 * 10^{-6} \text{ 1/soat}.$$

4) $\lambda_{\text{o'r}}$, $K_{\text{To'r}}$ ni hisoblash:

$$\lambda_{\text{o'r}} = \sum_{i=1}^6 \lambda_i - (152 + 104 + 530 + 400 + 16,8 + 5) 10^{-6} = 1,208 * 10^{-6} \text{ 1/soat},$$

$$K_{\text{To'r}} = 1 - \sum_{i=1}^6 q_i = 1 - (0,000152 + 0,0052 + 0,0106 + 0,0381 + \\ 0,0004 + 0,0001) = 1 - 0,0549 \approx 0,945$$

$$\lambda'_{\text{o'r}} = \lambda_{\text{o'r}} (1 - K_{\text{To'r}}) = 1,208 * 10^{-3} / 0,055 = 21,96 * 10^{-3} \text{ 1/soat}.$$

ADABIYOTLAR

1. Свиридов А.П. Сборник задач по курсу «Теория надежности» МЭИ, 1990, 80 с.
2. Самафалов К.Г. и др. Цифровые ЭВМ. Практикум. Киев. Высшая школа, 1990, 215 с.
3. Иыгуду К.А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем. М.: Высшая школа, 1989, 216 с.
4. Сборник задач по теории надежности /под ред А.П.Половко М.: Советское радио, 1986, 408 с.
5. Лонгботтом Р. Надежность вычислительных систем. М. Энергоатомиздат, 1986, 283 с.

MUNDARIJA

Kirish	3
I BOB. Hisoblash mashinalari va tizimlarshshng ishonchlilik miqdoriy tavsifi.....	4
1.1. Nazariy ma'lumotlar.....	4
1.2. Namunaviy misollar.....	6
1.3. Topshiriqlar.....	11
1.4. Yechim va javoblar.....	13
II BOB Qayta tiklanmaydigan qurilmaning asosiy bog'lovchi elementlarining ishonchlilik tavsifini hisoblash.....	16
2.1. Hisoblash usullari.....	16
2.2. Namunaviy misollar.....	17
2.3. Topshiriqlar.....	17
2.4. Real taqsimlanish uchun misollar yechimi.....	18
2.5. Javoblar va yechimlar.....	19
III BOB Qayta tiklanmaydigan zahira qurilmalarining ishonchlilik tavsiflarini hisoblash.....	21
3.1. Hisoblash usullari.....	21
3.2. Namunaviy misollar.....	22
3.3. Topshiriqlar.....	24
3.4. Javoblar va yechimlar.....	32
IV BOB Yo'llar va kesishishlar usuli. Ishonchlilikni hisoblash mantiqiy-ehtimolli usuli.....	36
4.1. Nazariy ma'lumotlar.....	36
4.2. Namunaviy misollar va ularning yechimi.....	37
V BOB Hisoblash tizimlarining ishonchliligini hisoblash.	40
5.1. Ketma-ket — parallel strukturali HT ishonchliligi.....	40
5.2. Nazariy ma'lumotlar.....	41
5.3. Namunaviy misollar va ularning yechimi.....	43
Adabiyotlar.....	46

S.S.Rasulova, A.A.Rashidov

**HISOBLASH MASHINALARI
VA TIZIMLARINING
ISHONCHLILIGI**

**I — qism
o'quv qo'llanma**

Nashr uchun mas'ul:

O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi

Adabiyot jamg'armasi direktori

Qurbonmurod Jumayev

Muharrir:

Faxriddin Hayitov

Musavvir va texnik muharrir:

Akbarali Mamasoliyev

Sherzod Irzoev

Musahhih:

Mahfuza Aminjonova

**Terishga berildi 04.12.2005 y. Bosishga ruxsat
etildi 20.12.2005 y. Qog'oz formati 60 x 84 ¹/₁₆**

Ofset bosma usulida bosildi. Nashr bosma

tobog'i 3,0. Nuxsasi 1000.

Buyurtma № 119

O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi

Adabiyot jamg'armasi nashriyoti, 700000, Toshkent,

J-Neru ko'chasi, 1-uy.

**«AVTO-NASHR» sho'ba korxonasi
bosmaxonasida chop qilindi. 7000187,
Toshkent shahri, 8 mart ko'chasi, 57-uy.**

1000-96