A.Radjabov, N.Eshpulatov

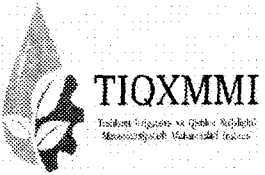
ILMIY TADQIQOT ASOSLARI

fanidan amaliy mashg'ulotlarni
o'tkazish bo'yicha

O'QUV QO'LLANMA



O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA’LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XOJALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI



A.Radjabov, N.Eshpulatov

“ILMIY TADQIQOT ASOSLARI”

fanidan amaliy mashg‘ulotlarni o‘tkazish bo‘yicha

O‘QUV QO‘LLANMA

Toshkent – 2021

UDK 339.543
BBK 72.45

O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021-yil 1-martdagi № 110-sonli buyrug'iga asosan o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan.
Ro'yxatga olish raqami 110-430

A.Radjabov, N.Eshpulatov
"ILMIY TADQIQOT ASOSLARI" fanidan amaliy mashg'ulotlarni o'tkazish bo'yicha o'quv qo'llanma. 2021. 128 bet.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan maqullangan "Ilmiy tadqiqot asoslari" fanining namunaviy dasturiga asosan yozilgan va 5430200 – "Qishloq xo'jaligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish", 5310200 – "Elektroenergetika" (suv ho'jaligida), 5140900-kasb ta'limi (Qishloq xo'jaligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish), 5430500 – "Qishloq va suv xo'jaligida energiya ta'minoti" bakalavr yo'nalishlari talabalari hamda 5A430501 – "Qishloq va suv xo'jaligida energiya ta'minoti", 5A430201 - Agrosanoat majmui elektrotexnik uskunalari va elektr ta'minoti, 5A520205- "Elektr ta'minoti" (suv xo'jaligida) magistratura mutaxasisliklargi bo'yicha taxsil olayotgan talabalarga mo'ljallangan.

O'quv qo'llanmada ilmiy tadqiqotlarda matematikaning qonun va nazariyalaridan foydalanish, eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazish va natijalari taxlili, ilmay tatqiqotlarda statistak usullarni qo'llash, eksperiment reja matritsasi va natijasi bo'yicha regressiya tenglamasini tuzish, optimallashtirish, ixtiro va patent olishga buyuruma berishga oid masala va misollar yechimi aniq bir energetik jarayonlar va uskunalar misolida yoritilgan. Kitob ilovasida ilmiy tatqiqotlarda matimatik statistika usullarini qo'llashda foydalanish uchun ma'lumotlar keltirilgan.

O'quv qo'llanmada keltirilgan materiallardan texnika yo'nalishlari bo'yicha tayanch doktarantura va doktarantura tinglovchilari hamda mustaqil izlanuvchilari ilmiy tadqiqot ishlarida foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchilar: **A.Radjabov** – Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muxandislari instituti "Elektrotexnologiyalar va elektr jixozlaridan foydalanish" kafedrasi professori, texnika fanlari doktori

N.Eshpulatov – Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muxandislari instituti "Elektrotexnologiyalar va elektr jixozlaridan foydalanish" kafedrasi dotsenti, PhD

Taqrizchilar: **T.Xolmurodov** - Toshkent davlat agrar universiteti "Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish" kafedrasi mudiri, dotsent, texnika fanlari nomzodi

R.J.Baratov – Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muxandislari instituti "Elektrotexnika va mexatronika" kafedrasi mudiri, dotsent, texnika fanlari nomzodi

ISBN 978-9943-7713-1-4

© Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, 2021 yil.

KIRISH

Fan va texnikaning bir-biri bilan bog'liq rivojlanish jarayoni insonga tabiyatda yuzaga kelayotgan resurslardan maqsadli foydalanish imkonini beradi. Bo'lajak bakalavrlar, magistrlar ushbu o'quv qo'llanmada keltirilgan misol va masalalarni yechimlarini o'rganishlari o'zlarining kasbiy faoliyatida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolarni ilmiy yondashuv asosida yecha olishlariga yordam beradi. Ilmiy ijodiy yechimlar mahsulot ishlab chiqarish energetik samaradorligini oshirish, energiyani tejash energetik uskuna va qurilmalarning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini yaxshilashni ta'minlaydi.

Ilmiy muvaffaqiyatlar bevosita oliy maktab rivojiga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Fan talabalarning bilimlariga, ularning ijodiy rivojlanishiga,. Hugungi kunda agrar soxa mutaxasislaridan, ham eski, ham mutlaqo yangi vazifalarni qo'yish va ilmiy asosda ularni yechimlarini topabilish ko'nikmasiga va kompitentlilikka ega bo'lishliklari talab etiladi. Ushbu adabiyot, ilmiy tadqiqotlarda matimatikaning qonun va nazariyalari dan foydalanish, eksprimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazish va natijalari taxlili, ilmay tatqiqotlarda statistak usullarni qo'llash, eksperiment reja matritsasi va natijasi bo'yicha regressiya tenglamasini tuzish, optimallashtirish , ixtiro va patent olishga buyurtma berishga oid masala va misollar yechimlari aniq bir energetik jarayonlar va uskunalar misolida keltirilgan, davlat tilidagi ilk bor o'quv adabiyot bo'lganligi sababli kamchiliklardan xoli emas deb hisoblaymiz va undan foydalanuvchilardan o'z fikr va muloxazalarini kutib qolamiz.

SAMARQAND IQTISODIYOT
VA SERVIS INSTITUTI
AXBOROT RESURS MARKAZI
№ 65684

1. ILMIY TADQIQOTLARDA MATEMATIKANING QONUN VA NAZARIYALARIDAN FOYDALANISH

1.1. Ehtimolliklar nazariyasiga oid masalalar

1-Misol. T=1000 soat oralig'idagi xar qanday daqiqada elektr motorning ishdan chiqish ehtimolligi (voqeylik A) bir xil imkoniyatga ega.

Ushbu vaqt oralig'ida A voqeylikni sodir bo'lish ehtimolligi p=0,1 ga teng. Undan tashqari T=600 soat vaqt davomida elektr motorning buzilishi sodir bo'lmagan. Qolgan 400 soat davomida A voqeylikni ya'ni elektr motorni ishdan chiqish ehtimolligini aniqlang.

Echish: T vaqt oralig'ida A voqeylik sodir bo'lish ehtimolligi ushbu voqeylikni, t vaqt davomida *yuzaga kelish ehtimolligi* $\frac{t}{T}\cdot p$ bilan, t vaqt davomida ushbu voqeylik *yuzaga kelmaslik ehtimolligini* $(1-\frac{t}{T}\cdot p)$ avval yuzaga kelmagan bo'lsa qolgan vaqt mobaynida A voqeylikni yuzaga kelishi *nisbiy ehtimolligiga (P)* ko'paytmasini yig'indisiga teng bo'ladi.

$$p=\frac{t}{T}p+(1-\frac{t}{T}p)P. \tag{1.1}$$

Bundan $P=\dfrac{p(1-\frac{t}{T})}{1-\frac{t}{T}p}=0{,}1\dfrac{0{,}1-0{,}6}{1-0{,}6\cdot 0{,}1}=0.043;$

2-Misol. Elektr zanjiri elementlaridan 3 tasini ishdan chiqishi ehtimolliligi 0,1; 0,2; 0,3. Ushbu elementlarni ketma – ket va parallel ulanganda elektr zanjirda uzilishni sodir bo'lish ehtimolligini aniqlang.

Echish. Elementlarni ishdan chiqish ehtimolligini bir – biriga bog'liq bo'lmagan voqeylik va ularni A_1=0,1, A_2=0,2, A_3=0,3 deb zanjirni uzilishi yuzaga kelishini B voqeylik deb qabul qilamiz.

Elementlar parallel ulanganda zanjirni uzilishi voqeyligi $R_1(V)$ uchala voqeylik (elementlarni ishdan chiqishi) sodir bo'lganda yuzaga keladi.

$$P_1(B)=P(\bar{A}_1\,\bar{A}_2\,\bar{A}_3)=R(\bar{A}_1)P(\bar{A}_2)P(\bar{A}_3)=0{,}1\cdot 0{,}2\cdot 0{,}3=0{,}006.$$

Elementlar ketma – ket ulanganda elektr zanjirni uzilish voqeyligi $P_2(B)$ elementlarni uchtasidan birontasini uzilishi voqeyligi sodir bo'lsa yuzaga keladi.

B voqeylikni yuzaga kelmaslik ehtimolliligi ya'ni, zanjir uzilmaslik ehtimolligi $P_2(B)$ esa uchta ketma – ket ulangan elementlarni ishdan chiqishi sodir bo'lmaganda, ya'ni $\bar{A}_1$, $\bar{A}_2$, $\bar{A}_3$ yuzaga keladi.

$P_2(V)=P(\bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3)=P(\bar{A}_1)P(\bar{A}_2)P(\bar{A}_3)=(1-0,1)(1-0,2)(1-0,3)=0,504$

Uchta element ketma - ket ulangan zanjirda uzilish yuzaga kelish ehtimolligi $P_2(B)$ ni unga qarama – qarshi voqeylik ehtimolligi $P_2(B)$ orqali quyidagicha topiladi:

$$P_2(B)=1-P_2(B)=1-0,504=0,496$$

3-Misol. Elektr motorlarni ta'mirlash korxonasining yig'uv bo'limida turgan birinchi sexda ta'mirlangan 14 ta, ikkinchi sexda ta'mirlangan 6 ta dvigatel statorlaridan 2 tasi sinovdan o'tkazish uchun olib ketildi. Ularning birontasini birinchi sexda tayyorlanganligi ehtimolligini aniqlang.

Echish: statorlarni birinchi sexda tayyorlanganligini A_i voqeylik deb belgilaymiz (i=1,2). A_1 va A_2 voqeyliklar birgalikda sodir bo'lishini hisobga olib quyidagi formula bilan ifodalaymiz: $P(A_1+A_2)=P(A_1)+P(A_2)-P(A_1A_2)$. A_1+A_2 voqeyliklar bir biriga bog'liqligini inobatga olgan holda $P(A_1+A_2)=P(A_1)+P(A_2)-P(A_1)P(A_2|A_1)$ ni topamiz.

A_1 voqeylik sodir bo'lsa ya'ni, birinchi stator birinchi sexda ta'mirlangan bo'lsa unda yig'uv sexida qolgan 19 ta ta'mirdan chiqqan statordan 13 tasi birinchi sexda ta'mirlangan. Demak $P(A_2|A_1)=13/19$

$P(A_1)$ bilan $P(A_2)$ o'zaro tengligini hisobga olgan holda ya'ni $P(A_1)=P(A_2)=14/20$ bo'lganligi uchun $P(A_1+A_2)=14/20+14/20-14/20\cdot13/19=35/38$ natijani olamiz;

4-Misol. Elektr dvigatel statorida nosozlik izolyatsiyani buzilishi yoki kuchlanishni nominaldan oshishi natijasida sodir bo'lishi mukin.

t - vaqt davomiyligida elektr motor ishdan chiqdi:

$q_1=0,1$ - kuchlanishni nominaldan oshish ehtimolligi;

$q_2=0,2$ - izolyatsiyani buzilish ehtimolligi;

Elektr motorni ishdan chiqishiga birdan bir sabab stator izolyatsiyasini buzilishi ekanligini ehtimolligini aniqlang.

Kuzatilayotgan holat uchun quyidagi gipotezalarni shakllantirish mumkin:

H_1 – kuchlanishni oshishi va izolyatsiyani buzilishi sodir bo'lmagan;

H_2 – izolyatsiya buzilgan, kuchlanish nominaldan oshmagan;

H_3 – kuchlanish nominaldan oshgan, izolyatsiya buzilmagan;

H_4 – kuchlanish nominaldan oshgan, izolyatsiya buzilgan;

Gipotezalar ehtimolligi:

$$P(H_1)=(1-q_1)(1-q_2)=(1-0,1)(1-0,2)=0,9\cdot0,8=0,72;$$

$$P(H_2)=q_2(1-q_1)=0,2(1-0,1)=0,2\cdot0,9=0,18;$$

$$P(H_3)=q_1(1-q_2)=0,1(1-0,2)=0,1\cdot0,8=0,08;$$

$P(H_4)=q_1q_2=0,1\cdot0,2=0,02;$

A voqeylikni ushbu gipotezalarga ehtimolligi:

$P(A|H_1)=P(A|H_2)=P(A|H_3)=P(A|H_4)=1;$

Beysa formulasi bo'yicha $P(H_2/A)$ ni hisoblaymiz:

$$P(H_2/A)=\frac{P(H_2)P(A/H_2)}{\sum_{i=1}^{n}P(H_i)P(A/H_i)}=\frac{0,18\cdot1}{0,72\cdot0+0,08\cdot1+0,18\cdot1+0,02\cdot1}=0.643$$

5-Misol. Podstansiyani havo razryadi chaqmog'ining to'g'ridan to'g'ri zararlantirishidan ximoyalanishni modelda aniqlashda impulsli kuchlanish generatoridan uchta razryad (suniiy razryad) berish orqali omalga oshirilgan. Xar bir tajribada hosil qilingan suniiy razryadni (suniiy chaqmoqni) xar bir tajribada podstansiyaga tushish ehtimolligi (A-voqeylik) 0,4 ga teng bo'lganda razryadni podstansiyaga tushish soni (X) tasoddifiy kattalik miqdor deb qarab uni son xarakteristikasini aniqlang.

Echish: uchta tajriba (uchta razryad hosil qilinganda) razryadni podstansiyaga to'g'ridan to'g'ri tushish ehtimolligi ya'ni A voqeylikni sodir bo'lishini quyidagi formula orqali topamiz:

$$P_{i3}=C_3^i p^i(1-p)^{3-i}=\frac{3!}{i!(3-i)!}(0.4)^i\cdot(0.6)^{3-i},$$

$$i=0,\ 1,\ 2,\ 3,$$

1.1 – jadvalda keltirilgan taqsimlanish qatori bo'yicha kattaliklarni son ko'rsatkichlarini aniqlaymiz:

1.1-jadval

x_i	0	1	2	3
p_i	0,216	0,432	0,288	0,064

$$M(X)=\sum_{i=0}^{3}x_i p_i=0\cdot0,216+1\cdot0,432+2\cdot0,288+3\cdot0,064=1,2;$$

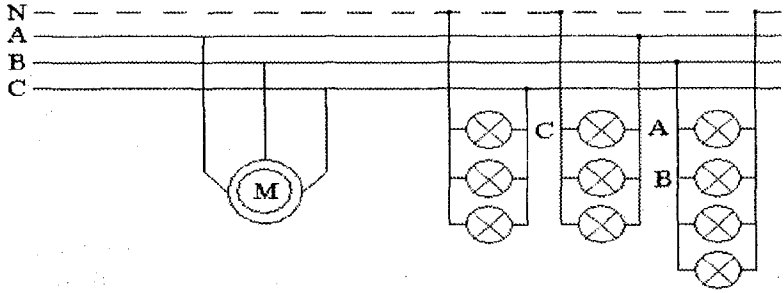
$$D(X)=\sum_{i=1}^{3}[x_i-M(X)]^2 p_i=(0-1,2)^2\cdot0,216+(1-1,2)^2\cdot0,432+$$

$$+(2-1,2)^2\cdot0,288+(3-1,2)^2\cdot0,064=0,72$$

$$\sigma_X=\sqrt{D(X)}=\sqrt{0,72}\approx0,84.$$

Bu yerda: M(x)-matematik kutilish, x_i - kuzatuv natejalari, p_i - uzilish sodir bulish yehtimolligi , D(x) – bosh despersiya, σ_X - *Despersiya.*

6-Misol. 380 V elektr tarmoqga elektr dvigatel va yoritish lampalari ulangan (1.1 - rasm).



1.1- rasm. Elektr tarmoqga elektr dvigatel va yoritish lampalarining ulanish sxemasi

Elektr motor (kuch yuklama) barcha simlarda bir xil yuklama hosil qiladi va ularni yuzaga kelish ehtimolligi 1.2 - jadvalda keltirilgan.

1.2 - jadval

P, kVt	10	8	6	4	2	0
Ehtimolligi	0,6	0,2	0,1	0,05	0,03	0,02

Yoritish yuklama elektr lampalar tomonidan A, B, C fazalarda yuzaga keladigan yuklamalar interval qatori 1.3 - jadvalda keltirilgan.

1.3 - jadval

Faza	Yuklama intervallari, kVt				
	10 – 8	8 – 6	6 – 4	4 - 2	2 – 0
A	0,7	0,1	0,1	0,06	0,04
B	0,5	0,25	0,25	0,03	0,02
C	0,6	0,2	0,15	0,04	0,01

1 ta fazaga to‘g‘ri keladigan yuklamalar ehtimolligi o‘rtacha qiymatini aniqlang.

Echish: fazalar bo‘yicha umumiy yuklama taqsimlanishini topamiz. Buning uchun 1.2 va 1.3 jadvallarda keltirilgan elektr yoritgichlar va dvigatellar quvvatlari va ehtimollik ko‘rsatkichlari ko‘paytmasi yig‘indilarini fazalar bo‘yicha taqsimlab chiqamiz (1.4 - jadval).

1.4 - jadval

Faza	Yuklama intervallari, kVt									
	20-18	18-16	16-14	14-12	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2	2-0
A	0,42	0,2	0,15	0,101	0,072	0,036	0,012	0,006	0,002	0,001
B	0,3	0,25	0,22	0,112	0,058	0,036	0,016	0,006	0,002	0,0
C	0,36	0,24	0,19	0,103	0,057	0,032	0,012	0,005	0,001	0,0
O‘rtacha ext-liik	0,36	0,23	0,187	0,105	0,0623	0,0347	0,0133	0,0057	0,0017	0,003

1.4 - jadvaldan ko'rinib turibdiki fazalarga to'g'ri keladigan yuklamalar bir biridan juda ham kam farq qiladi. Demak fazalar asssimmetriyasi yo'q degan hulosaga kelamiz.

Ushbu amalni bir - biriga bog'liq bo'lmagan voqeyliklarni (elektr yoritgich yuklamalar sodir bo'lish, A voqeylik va kuch yuklamalarni sodir bo'lishi, B voqeylik) sodir bo'lish ehtimolliklarini ko'paytirish teoremasini va bir biriga mos kelmaydigan voqeyliklarni sodir bo'lishini qo'shish teoremasini qo'llab bajaramiz. Masalan: A faza yuklamasini 18 -16 kVt oralig'ida sodir bo'lish ehtimolligi yoritish va kuch yuklamalarini ikki xil qiymatida yuzaga keladi (1.5 - jadvalni 2 va 3 ustunlari). A fazaga to'g'ri keladigan yuklamalar ehtimolligi 0,20 ga teng ekan.

1.5 - jadval

Interval	Kuch yuklama	Elektr yoritgich kVt	Ehtimolligi		P_{kuch}, P_{yorit}
			R_{kuch}	R_{yorit}	
18 – 16	10 8	8 – 6 10 - 8	0,6 0,2	0,1 0,7	0,06 0,14
Umumiy ehtimollik					0,20

7-misol. Nimstansiya shinasidagi kuchlanish qiymati nazorat qilinayotgan bo'lsin. Kuchlanish meyor chegarasida bo'lganda (9.5 kVdan 10.5 kV gacha - B xodisa) ehtimolligi 0.87 ga teng. Kuchlanish 9.5 kV dan past bo'lganda (A xodisa) ehtimolligi 0.05 ga teng kuchlanish 10.5 kVdan yuqori bo'lganda (C-xodisa) 0.08 ga teng. Nimstansiyalar shinasidagi kuchlanish ba'zi bir kuzatuvlarda me'yor chegarasida bo'lmaslik ehtimolligini topish(B xodisa).

Echim. *A, B* va C xodisalar bir-biriga to'g'ri kelmaydigan xodisalar bo'lib faqatgina xodisalarini to'liq guruxini tashkil qiladi xolos.

1-usul: D xodisa A va C xodisalar yig'indisiga teng:

$D = A + C$ = (yoki A, yoki C).

Ehtimollarni qo'shish teoremasiga asosan:

$P(D) = P(A) + P(C) = 0,05 + 0,08 = 0,13.$

2-usul: D xodisa V xodisaga qarama-qarshidir

$B\ (D = \bar{B})$

Shuningdek $P(A) + P(\bar{A}) = 1$ shartni qo'llab

P (D) = 1 -P(B) = 1 - 0,87 = 0,13.

8-misol. Ehtimolligi 0,1; 0,2; va 0,3 xolda 3 ta element ishdan chiqadi. Bu elementlarni parallel va ketma-ket ulaganda zanjir uzilish ehtimolligini topish.

Echish: $A_i - i$ ta elementni ishdan chiqish xodisasini ifodalasin. (i=1, 2, 3), B – zanjir uzilishini ifodalasin.

Parallel ulanganda zanjir uzulishi xamma elementlar ishdan chiqqandagina sodir bo'ladi. A_i xodisa mustaqilligi sababli izlangan ehtimollik quyidagicha bo'ladi:

$$P_1(B) = P(A_1A_2A_3) = P(A_1)\,P(A_2)\,P(A_3) = 0{,}1 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}3 = 0{,}006.$$

Ketma-ket ulanganda zanjir uzilishi kamida bitta element ishdan chiqqandagina sodir bo'ladi. Bu xolatda avval qarma-qarshi xodisa (B) ni ehtimolligini aniqlaymiz. Agarda xamma elementlar soz bo'lsa ya'ni birortasi xam ishdan chiqmasa zanjir uzilishi bo'lmaydi.

Demak:

$$P_2\left(\bar{B}\right) = P\left(\bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3\right) = P\left(\bar{A}_1\right)P\left(\bar{A}_2\right)P\left(\bar{A}_3\right) = (1-0{,}1)(1-0{,}2)(1-0{,}3) = 0{,}9 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}7 = 0{,}504$$

Unda talab etilgan ehtimollikni ushbu formula orqali aniqlaymiz

$$P(A) + P(\bar{A}) = 1$$

$$P_2(B) = 1 - P_2(B) = 0{,}496$$

9-misol. Avtomatik boshqaruv tizimi ishi N ta releдan birortasi ishdan chiqishi natijasida to'xtab qoldi. Nosozlikni bartaraf etish uchun navbat bilan xar bir releni tekshirish kerak.

Agar xar bir releni ishdan chiqish ehtimolligi bir xil bo'lsa, ehtimollikni aniqlash uchun n ta releni tekshirish kerak bo'ladi. ($1 \le p \le$ N)

Echish. A_i –xodisani ko'rib chiqamiz bunda i-ta rele soz xolatda (ishdan chiqmagan) ($1 \le i \le N$). N ta tugundan bittasigina nosoz, qolgani $N-1$ soz xolatda, demak

$$P(A_1) = \frac{N-1}{N}, \qquad P\left(\bar{A}_1\right) = 1 - P(A_1) = \frac{1}{N}. \tag{1.2}$$

Ehtimollik shundaki , bittagina releni tekshirish kerak bo'ladi.

$$p_1 = P\left(\bar{A}_1\right) = \frac{1}{N}. \tag{1.3}$$

p_2 ni topish uchun (bunda ehtimollikni aniqlash uchun ikkita releni tekshirish kerak bo'ladi). Avval $P(\bar{A}_2 \mid A_1)$ ni aniqlaymiz, ya'ni ikkinchi rele nosozlik ehtimolligini agarda birinchi rele soz desak. Agar birinchi rele soz bo'lsa, unda qolgan N-1 relelardan bittasi nozoz. Shuning uchun

$$P\left(\bar{A}_2 \mid A_1\right) = \frac{1}{N-1} \qquad (1.4)$$

U xolda ehtimollarni ko'paytirishning birinchi teoremasiga asosan

$$p_2 = P\left(A_1 \bar{A}_2\right) = P(A_1)P\left(\bar{A}_2 \mid A_1\right) = \frac{N-1}{N} \cdot \frac{1}{N-1} = \frac{1}{N}. \qquad (1.5)$$

Xuddi shunday $p_3 ... p_n$ xam shunday aniqlaymiz

$$p_3 = P\left(A_1 A_2 \bar{A}_3\right) = P(A_1)P\left(\bar{A}_2 \mid A_1\right)P\left(\bar{A}_3 \mid A_1 A_2\right) = \frac{N-1}{N} \cdot \frac{N-2}{N-1} \cdot \frac{1}{N-2} = \frac{1}{N} \text{ i t.d.;}$$

$$p_n = P\left(A_1 A_2 ... A_{n-1} \bar{A}_n\right) = \frac{1}{N} \qquad (1.6)$$

10-misol. Avtomatik qurilmaning ishlashi ikki regulyator yordamida aniqlanadi. Qurilmaning ikkala regulyator ishlab turganida to'xtab qolish ehtimoli– $q_{1,2}$, bir regulyator ishlab turgandagisi – q_1, faqat ikkinchi regulyator ishlab turgan xoldagi qurulmaning to'xtab qolish ehtimoli – q_2, ikkila regulyator ishlamay qolgandagi ehtimollik– q_0. Birinchi regulyatorning to'xtamasdan ishlash ehtimolligi – p_1, ikkinchi regulyatorning to'xtamasdan ishlash ehtimolligi - p_2.hamma elementlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan xolda ishdan chiqadi. Qurilmani to'xtamasdan ishlash ehtimolligini toping. A-ehtimollik xodisasi.

Echish: quyidagi taxminlarni ko'rib chiqamiz.

$H_{1,2}$ – ikkala regulyator ishlayapti;

H_1 – faqat birinchi regulyator ishlayapti(ikkinchisi ishdan chiqqan);

H_2 –faqat ikkinchi regulyator ishlayapti (birinchisi ishdan chiqqan);

H_0 – ikkala regulyator ishdan chiqqan.

1.6-jadval

Ehtimollik				Shartli ehtimollik P(A\Hi)	To'liq ehtimollik
Qurilmani ishlamasligi	Regulyatorni ishlashi	Taxmin(gipoteza)			
$q_{1,2} = 0,01$	$P_1 = 0,95$	$H_{1,2}$	0,855	0,99	0,846
$q_1 = 0,10$	$P_2 = 0,90$	H_1	0.095	0.90	0.085
$q_2 = 0,20$		H_2	0,045	0,80	0,036
$q_0 = 0,60$		H_0	0,005	0,40	0,002
A xodisaning ehtimolligi					0,969

Taxminlar ehtimolligi

$$P(H_{1,2}) = p_1 p_2; \qquad P(H_1) = p_1(1-p_2); \qquad (1.7)$$

$$P(H_2) = p_2(1-p_1); \qquad P(H_0) = (1-p_1)(1-p_2) \qquad (1.8)$$

Bu taxminlar bo'yicha L xodisadagi shartli ehtimollik quyidagicha:

$$P(A|H_{1,2})=1-q_{1,2}; \quad P(A|H_1)=1-q_1; \tag{1.9}$$

$$P(A|H_2)=1-q_2; \quad P(A|H_0)=1-q_0. \tag{1.10}$$

Formula orqali to'liq ehtimollikka ega bo'lamiz:

$$P(A)=p_1p_2(1-q_{1,2})+p_1(1-p_2)(1-q_1)+p_2(1-p_1)(1-q_2)+(1-p_1)(1-p_2)(1-q_0). \tag{1.11}$$

Konkret avtomatik rostlash tizimi uchun ehtimollik qiymatlari 5-jadvalda keltirilgan bo'lib unda oraliq va yechimning yakuniy natijalari xam berilgan.

11-misol. Zavod elektr dvigatellar ishlab chiqaradi ularning har biri P ehtimollikda nuqsonga ega. Sexda uchta nazoratchi ishlaydi. Mahsulotni faqatgina bitta nazoratchi tekshiradi, bir xil ehtimollikda bir, ikki yoki uchinchi nazoratchi. Mahsulotdagi nuqsonni (agar bo'lsa) aniqlash ehtimolligi xar bir nazoratchi tomonidan p_i (i = 1, 2, 3). Agar mahsulot sexda yaroqsiz deb topilmasa zavodni texnik nazorat bo'limiga OTK o'tadi va nuqson p_0 ehtimolligida aniqanadi.

Quyidagi xodisalardagi ehtimollikni aniqlash:

A – mahsulot yaroqsiz deb topildi ;

B – mahsulot sexda yaroqsiz deb topildi ;

C – mahsulot zavod texnik nazorat bo'limida OT K da yaroqsiz deb topildi.

Echish. B va C xodisalar bir-biriga muvofiq kelmaydi va

A = B +C, unda P(A) = P(B + C) = P(B) + P(C). (1.12)

P (B)ni topaylik. Mahsulot sexda yaroqsiz deb topish uchun mahsulotda nuqson bo'lishi kerak(m-xodisa) va bu nuqson aniqlangan bo'lishi kerak.(N xodisa):

$$P(B) = P(MN) = P(M)P(N|M). \tag{1.13}$$

Mavjud nuqsonni sexda aniqlash ehtimolligi to'liq ehtimollik formulasi bo'yicha quyidagiga teng:

$$P(N|M)=\frac{1}{3}(p_1+p_2+p_3) \tag{1.14}$$

Bundan

$$P(B)=p\frac{p_1+p_2+p_3}{3}. \tag{1.15}$$

Xuddi shunday

$$P(C)=p\left(1-\frac{p_1+p_2+p_3}{3}\right)p_0, \tag{1.16}$$

$$P(A)=p\frac{p_1+p_2+p_3}{3}+pp_0\left(1-\frac{p_1+p_2+p_3}{3}\right) \tag{1.17}$$

12-misol. Elektr dvigatel statorining cho'lg'amlarining butunligi o'ta kuchlanishda yoki izolyatsiyaning shikastlanishidan buzilishi mumkin. Ma'lum vaqt t oralig'ida o'ta kuchlanish ehtimolligi $q_1 = 0{,}1$,

izolyatsiyaning shikastlanish ehtimolligi $q_2 = 0,2$. Ma'lum vaqt davomida t dvigatel ishdan chiqdi. Shunday ehtimollikni topingki dvigatelni ishdan chiqishiga yagona sabab izolyatsiyaning shikastlanishi bo'lsin.

Echish: quyidagi farazlar mavjud:

H_1 – o'ta kuchlanish ham, izolyatsiya shikastlanishi ham bo'lmagan;

H_2 – o'ta kuchlanish bo'lmagan, izolyatsiya shikasti bo'lgan;

H_3 – o'ta kuchlanish bo'lgan, izolyatsiya shikastlanishi bo'lmagan;

H_4 – o'ta kuchlanish va izolyatsiya shikastlanishi bo'lgan.

Farazlar ehtimolligi :

$$P(H_1) = (1-q_1)(1-q_2) = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72;$$

$$P(H_2) = q_2(1-q_1) = 0,2 \cdot 0,9 = 0,18;$$

$$P(H_3) = q_1(1-q_2) = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08;$$

$$P(H_4) = q_1 q_2 = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02.$$

A xodisadagi shartli ehtimollik yuqoridagi farazlarga nisbatan quyidagicha:

$P(A \mid H_1) = 0$, $P(A \mid H_2) = P(A \mid H_3) = P(A \mid H_4) = 1$.

Beys formulasiga asosan

$$P(H_2 \mid A) = \frac{P(H_2)P(A \mid H_2)}{\sum_{i=1}^{4} P(H_i)P(A \mid H_i)} = \frac{0,18 \cdot 1}{0,72 \cdot 0 + 0,08 \cdot 1 + 0,18 \cdot 1 + 0,02 \cdot 1} = 0,643.$$

13-misol. Mahsulot birligiga nisbatan elektr energiyaning solishtirma sarfi ehtimolligi sutka davomida me'yordan oshmaydi va u 0,8 ga teng. Yaqin 7 sutka solishtirma sarf 4 sutka davomida me'yordan oshmasligi ehtimolini toping.

Echish: topshiriq shartiga ko'ra n = 7, m = 4, p = 0,8, q= 1-p = 0,2. Bernulli formulasiga muvofiq talab qilingan ehtimollik

$$P_{47} = C_7^4 p^4 q^3 = \frac{7 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} (0.8)^4 \cdot (0,2)^3 = 0,115.$$

14-misol. Tuman elektr tarmoqlarida 5 ta nimstansiya 35/10 kV, bilan distpetcherlik aloqasi o'rnatilgan. Vaqti-vaqti bilan atmosferadagi xalaqitlar tufayli aloqa uzilib qoladi. Nimstansiyalarning bir-biridan uzoqligi sababli aloqaning yo'qolib qolishi xar birida boshqalaridan aloxida bog'liq bo'lmagan xolda yuz beradi va ehtimolligi 0,2.

Quyidagilarni toping: 1) berilgan vaqtda kamida ikkita nimstansiyada aloqa buzilishi ehtimoli. 2) aloqa yo'qolgan nimstansiyalarning eng yuqori ehtimoliy sonlarini toping.

Echish: A xodisa shu natijaga olib keladiki aloqa kamida uchta nimstansiyada ishlaydi r = 0,8, g = 1 - 0,8 = 0,2.

(1,13) formula bo'yicha quyidagini aniqlaymiz

$$P_5(3) = P_{35} + P_{45} + P_{55} = C_5^3 p^3 q^2 + C_5^4 p^4 q + C_5^5 p^5 q^0 =$$

$$= C_5^3 \cdot (0{,}8)^3 \cdot (0{,}2)^2 + C_5^4 \cdot (0{,}8)^4 \cdot 0{,}2 + C_5^5 \cdot (0{,}8)^5 \cdot (0{,}2)^0 = 0{,}942.$$

Aloqa yo'qolgan nimstansiyalarning eng yuqori ehtimoliy soni butun songa teng bo'ladi $(n+1)\,q = (5+1) \cdot 0{,}2 = 1{,}2$, ya'ni $\mu = 1$. Shunday qilib aloqa yo'qolishida bittagina nimstansiya eng yuqori ehtimollikka ega.

15-misol. Zavod mahsulot ishlab chiqaradi, shundan N % standart talablariga javob beradi. Mahsulotdan n=100 tasi a) roppa rosa *l* tasi nostandart mahsulot, b) kamida k tasi nostandart mahsulotligi ehtimolligi qanday bo'ladi.

Echish: masalani ikki variantda yechamiz

1) N= 80%, $l = 18$, K = 16; 2) N = 95%, $l = 7$.

1. nostandart mahsulotni saqlash ehtimolligi

$p = 1 - \frac{N}{100} = 0{,}2;\ \ q = 1 - p = 0{,}8;\ \ npq = 100 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}8 = 16 > 9.$

Laplasni asimptotik formulasidan foydalanamiz. Formula bo'yicha

$$P_{mn} \approx \frac{1}{\sqrt{npq}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} \qquad (1.18)$$

$P_{18,100} = \frac{1}{\sqrt{npq}} \varphi(t)$, gde $t = \frac{18 - np}{\sqrt{npq}} = \frac{18 - 20}{4} = -\frac{1}{2}$.

1-ilovadagi jadvaldan $\varphi\left(-\frac{1}{2}\right) = \varphi\left(\frac{1}{2}\right) = 0{,}3521$ ni topamiz,

$P_{18,100} = \frac{1}{4} \cdot 0{,}3521 \approx 0{,}088$.

Formula bo'yicha $\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ (1.19)

$$P_{100}(m \geq 16) = P_{100}(16{,}100) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_1}^{t_2} e^{-\frac{t^2}{2}} dt, \qquad (1.20)$$

bundan

$t_1 = \frac{k - np}{\sqrt{npq}} = \frac{16 - 0{,}2 \cdot 100}{4} = -1;\ \ t_2 = \frac{n - np}{\sqrt{npq}} = 20,$

Laplas funksiyasi bo'yicha ifodalab quyidagicha yozish mumkin

$P_{100}(16{,}100) = \Phi(20) - \Phi(-1) = 0{,}5 + 0{,}34134 \approx 0{,}84$

(F (t) funksiya qiymatlari ilovaning 2- jadvalidan olinadi).

2. bu xolatda nostandart mahsulotni aniqlash ehtimolligi

$p = 1 - \frac{N}{100} = 0{,}05;\ \ q = 1 - p = 0{,}95 \quad npq = 100 \cdot 0{,}05 \cdot 0{,}95 < 9.$

Talab etilgan ehtimollikni xisoblash uchun Puasson teoremasidan foydalanamiz ($\lambda = nr = 5$):

$P_{100}(7) = \frac{5^7 \cdot e^{-5}}{7!} = 0{,}104$ (ilovadagi 2-jadvalga qarang).

1.2. Axborot nazariyasi asoslariga oid masalalar

16-misol. Ikkita priborlardan tashkil topgan va ikkalasini ishlash ehtimolligi P_1=0,7 bo'lganda sistemani entropiyasini aniqlang. Birinchi va ikkinchi priborni ishdan chiqishi bo'yicha taxmin gipoteza teng ehtimollikka ega ikkala priborni bir vaqtda ishlamay qolish (ishdan chiqish) ehtimolligi P_2=0,05.

Echish. Sistemani xolatini belgilab olamiz:

Ikkala pribor ishlab turgan xolatni - x_1 ($p_1 - 0{,}7$);

Ikkala pribor ishdan chiqqan xolatni - x_2 ($p_2 - 0{,}05$);

Ikkita pribordan bittasi ishdan chiqqan xolat - x_3 (p_3).

Sistema yuqoridagi 3 ta xolatdan bittasini ifodalay olishini xisobga olib x_3 ni quyidagicha topamiz: $p_3 = 1 - p_1 - p_2 = 1 - 0{,}7 - 0{,}05 = 0{,}25$.

Ikkinchi ilova 2.7 jadvaldan foydalanib sistemani entropiyasini aniqlaymiz:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^{3} p_i \log p_i = 0{,}360 + 0{,}216 + 0{,}500 = 1{,}076 \text{ bita}$$

Demak ushbu sistemani entropiyasi teng ehtimollikka ega ikkita xolat sistema entropiyasiga yaqin ekan.

17-misol. Chorvachilik binosi ichida xarorat ikkita bir-biri bilan bog'liq bo'lmagan sistema ta'siriga bog'liq. Issiq xavo berish sistema X (birinchi sistema) 3 xil xolatda mavjud bo'lishi mumkin: sistema ishchi xolatda $p(x_1) = 0{,}7$; avtomatika qurilmasi nosoz xolatda $p(x_2) = 0{,}2$; qizitish uskuna nosoz xolatda $p(x_3) = 0{,}1$.

Shamollatish sistemasi Y (ikkinchi sistema) ikkita xolatda bo'lishi mumkin: sistema ishchi xolatda (soz) $p(u_1) = 0{,}85$; sistema nosoz xolatda $p(y_2) = 0{,}15$. xolati ma'lum bo'lmagan X va Y sistemalardan tashkil topgan murakkab sistema entropiyasini toping.

Echish: Ikkinchi ilova 2.2 jadvaldan foydalanib X sistema xolatini aniqlaymiz

$$H(X) = -\sum_{i=1}^{3} p_i \log p_i = 1{,}156 \text{ bita.}$$

Y sistema entropiyasini aniqlaymiz:

$$H(Y) = \sum_{i=1}^{2} p_i \log p_i = 0{,}610 \text{ bita;}$$

X, Y sistemalardan tashkil topgan murakkab sistema entropiyasini topamiz:

$$H(X,Y) = 1{,}156 + 0{,}610 = 1{,}766 \text{ bita.}$$

Sistemani ushbu entropiyasi uchta va to'rtta teng ehtimolli xolatli sistemalar entropiya oralig'ida joylashgan.

18-misol. Ikki biri-biriga bog'liq bo'lgan X va Y tizimning to'liq shartli entropiyasini N (Y | X) i N (X | Y) toping, agar (X, Y) murakkab tizimning ehtimolligi 1.7-jadvalda berilgan bo'lsa

1.7-jadval

y_j	x_j			p_j
	x_1	x_2	x_3	
y_1	0,20	0,09	0,10	0,39
y_2	0,10	0,12	0,02	0,24
y_3	0,15	0,01	0,21	0,37
p_j	0,45	0,22	0,33	

Echish. Ehtimolliklarni ustunlar bo'yicha qo'shib, $p_i = P(X = x_i)$, ni xosil qilamiz

$$p_1 = 0{,}45; \quad p_2 = 0{,}22; \quad p_3 = 0{,}33.$$

Xuddi shunday P_{ij} ni qatorlar bo'yicha qo'shib $p_j = P(Y = y_i)$ ehtimollikni topamiz. P_{ij} ni p_i ga bo'lib shartli ehtimollikni topamiz. Bu 1.8-jadvalda ko'rsatilgan $P(y_i / x_i)$.

1.8-jadval

y_j	x_j		
	x_1	x_2	x_3
y_1	0,44	0,41	0,30
y_2	0,22	0,54	0,06
y_3	0,33	0,04	0,64

7-ilovadagi jadvaldan foydalanib (3.19) formula orqali H (Y | X) ni shartli entropiyasini topamiz,

$$H(Y \mid X) = \sum_{i=1}^{n} p_i \eta\left[P(y_j \mid x_i)\right] = 0{,}45[\eta(0{,}44) + \eta(0{,}22) + \eta(0{,}33)] + 0{,}22[\eta(0{,}41) + \eta(0{,}54) + \eta(0{,}04)] +$$

$$+ 0{,}33[\eta(0{,}30) + \eta(0{,}06) + \eta(0{,}64)] = 1{,}336 \text{ bita}$$

xuddi shunday H (X | Y)ni xam aniqlash mumkin.

19-misol. Qishloq xo'jalik texnikasini tuzatish ustaxonasida 8 ta elektr dvigatel ishlaydi. Shikastlanish oqibatida bitta dvigatel ishdan chiqdi. Qabul qilingan xabardan aynan qaysi dvigatel ishdan chiqqan ma'lumotni aniqlang.

Echish: Tizim holati xaqidagi qabul qilingan ma'lumotlar teng ehtimollik natijasiga ko'ra logn. ga teng. Xozirgi hodisada elektr dvigatel shikastlanishi xaqidagi xabardagi ma'lumot quyidagiga teng:

$$I = -\log_2 8 = 3 \text{ bita.}$$

20-misol. X sistemasini entropiyasini toping, agar bo'lishi mumkin bo'lgan holati me'yoriy qonun asosida taqsimlangan bo'lsa, M (X) = 0.

Echish: sistemani bo'lishi mumkin bo'lgan holatini taqsimlanish zichligi quyidagicha

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}. \qquad (1.21)$$

Po $H(X)_{np} = -\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\log f(x)dx$ sistemani entropiyasi

$$H(X)_{np} = -\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \log\left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}\right) = -\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}\left[\log\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} - \frac{x^2}{2\sigma^2}\log e\right]dx =$$

$$= \frac{\log\sigma\sqrt{2\pi}}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}dx + \frac{\log e}{2\sigma^2}\cdot\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} x^2 e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}dx.$$

Shuningdek $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}dx = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$ (1.6 paragrafga qarang), unda

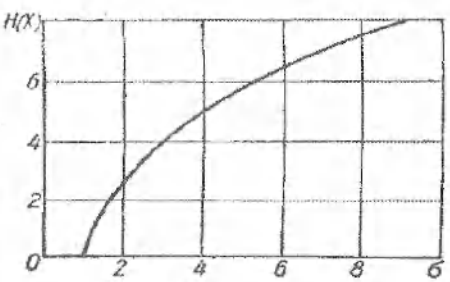
$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} x^2 e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}dx = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x)dx = \sigma^2. \qquad (1.22)$$

Unda entropiya ifodasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$H(X)_{np} = \log\sigma\sqrt{2\pi} + \frac{1}{2}\log e = \log\sigma\sqrt{2\pi e}, \qquad (1.23)$$

Ya'ni bo'linishning ortishi bilan sistemani mumkin bo'lgan noaniqlik xolati xam ortadi. Xuddi shunday holat sistema xolatining boshqa mumkin bo'lgan taqsimlanish qonunlariga xam xarakterlidir.

1.2-rasmda sistema uchun, normal qonun asosida taqsimlangan, H (0, σ), entropiyani o'rtacha kvadratli og'ishi o'zgarishiga bog'liqligi ko'rsatilgan.



1.2-rasm

21-misol. Shennon-Feno kodiga asosan (3-rasm) ifodani ikkilangan kodning yordamida yozish.

1.9-jadval

O'nli sanoq sistemasi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Sakkizlik sanoq sistemasi	0	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	16	17	20

Echish. 3-rasmdan foydalanib quyidagi so'zni yozamiz, u quyidagi ko'rinishga ega: (aniqlik uchun ajratuvchi oraliqlar saqlangan):

№ т/р	Харф	Харфларнинг содир бўлиш эҳтимоллиги	Иккилик белгилар									Код
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	-	0,146		0	0							000
2	О	0,095			1							001
3	Е	0,074	0		0	0						0100
4	А	0,064		1		1						0101
5	И	0,064			1	0						0110
6	Т	0,056				1						0111
7	Н	0,056			0	0						1000
8	С	0,056				1						1001
9	Р	0,047		0			0					10100
10	В	0,041			0	0	1					10101
11	Л	0,039		1		1	0					10110
12	К	0,036			1		1					10111
13	М	0,029				0	0					11000
14	Д	0,028			0		1	0				110010
15	П	0,024						1				110011
16	У	0,021				1	0					110100
17	Я	0,019					1	0				110110
18	Ы	0,016						1				110111
19	З	0,015	1			0	0	0				111000
20	Ъ, Ь	0,015						1				111001
21	Б	0,015					1	0				111010
22	Г	0,014		1				1				111011
23	Ч	0,013					0	0				111100
24	Й	0,010				0		1	0			1111010
25	Х	0,009			1		1	0	1			1111011
26	Ж	0,008						1	0			1111100
27	Ю	0,007				1			1			1111101
28	Ш	0,006					1			0		11111100
29	Ц	0,004							0	1		11111101
30	Щ	0,003						1		0		11111101
31	Э	0,003							1	1	0	111111110
32	Ф	0,002									1	111111111

1.3-rasm. Shennon-Feno kodi

Amalda xabarlarni kodlash ikkilangan o'nli kod asosida keng qo'llaniladi. Bunda xar bir o'nli raqam ikkilanib to'rtta belgilar guruhini tashkil qiladi. To'rtta ikkilangan sonning zarurati shunday aniqlanadiki, o'nli son 8 ikkilangan kodda 1000 yoziladi, 9 esa 1001(1.10-jadvalda ko'ringanidek) kodni yanada ixcham qilish uchun ko'pincha

AXBOROT RESURS MARKAZI
65684

sakkizlangan va ikkilangan sakkizli kodlar ishlatiladi. Bu kodni afzalligi shundaki unda 8 va 9 sonlar ishlatilmaydi va ikkilangan bitta sakkizlangan sonni sanash uchun 4 ta emas balki 8 uchun ikkilangan belgi (triada) zarur bo'ladi. (1.10-jadval)

1.10-jadval.

O'nli tizimda sinash	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ikkilangan tizimda sinash	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011

Sakkizlangan tizimda sonlar ketma ketligini sinash va ularni o'nli sanoq tizimidagi ekvivalenti 1.10-jadvalda ko'rsatilgan. 1.9-jadvaldan sakkizlik sonlarni osongina ikkilangan sakkizli kodga o'tkazish mumkin. Misol. Sakkizlik son 147 ni kodlash uchun 22-jadvaldan foydalanib sakkizli son 1 ga mos 001 ni, 4 soniga mos 100 ni va 7 soniga mos 111 ni topamiz. Shuning uchun 147 soni ikkilangan-sakkizlik kodda quyidagicha yoziladi 00100111. Xuddi shuningdek sakkizli son 526 quyidagicha kodlanadi101010110.

Sakkizlik sistema sanog'i faqat raqamlarni kod bilan belgilab yozish uchungina qulay bo'lmay balki xarflar va boshqa istalgan belgilarni kod bilan belgilab yozish imkonini beradi. 1.11-jadvalda misol tariqasida xalqaro telegraf kodining bir qismi berilgan unda yetti razryadli guruh qo'llanilgan. Belgilar sonini yettitagacha kamaytirish imkoni shunday xosil bo'ldiki, bu kodga uchinchi razryadni o'ng tomonida ikkita sakkizli sonni bittasidan foydalaniladi- 0 yoki 1 bunga esa bittagina belgi talab etiladi, uchta emas(triada).

A xarfi sakkizlik kodda 141 (ikkilangan sakkizli kodda 1100001) n xarfi esa 160(1110000) 2 soni esa 062(0110010) (+) belgi 053(0101011)

1.11-jadval.

Xarf yoki belgi	+	,	.	0	1	2	3	a	b	ts	d	e	n
Sakkizli kod	053	054	056	060	061	062	063	141	142	143	144	145	160

Birorta xabarni yetkazish uchun keltirilgan ma'lumotlar yetarli, ma'lumotni xajmini xisoblash uchun bemalol tasavvurga ega bo'lamiz.

Misol uchun xalqaro kod bilan «Transformator № 2», uzatilayapti deylik. Unda ma'lumot hajmi 119 ta belgidan (13 xarf nomer belgisi), son va ikki ochiq joy-17. 17-gurux ikkilangan yettilik belgilardan iborat.

«transformator» so'zini Shenon-FENO kodi bo'yicha uzatilganda ikkili kodi bo'yicha uzatilganda ikkili belgilardan 58 ta kerak bo'ladi(91 ta emas yetti razryaddagi koddagi kabi). Aloqa kanallaridagi o'tkazish qobiliyatini yuksaltirish uchun aloxida xarflarni xabarlarda ko'pincha qaytariladigan so'zlar kodlanadi. Masalan so'z oxiridagi qo'shimchalar - «tsya», «ayet», «niye»; so'zlaridan kuchlanish, transformator va so'z birikmalari "transformator o'chirilgan", "ikkkinchi nasosni ulang" kabi, bu qo'llanilayotgan kodlarni samaradorligini oshiradi.

22-misol. Minutiga 100 ta 0 yoki 1 belgini uzata oladigan ma'lumot manbasi bor. Bu belgilarni aloqa liniyalarida uzatilayotganda buzib uzatish ehtimolligi p = 0,02 ga teng.

Aloqa kanalini o'tkazish qobiliyatini aniqlang.

Echish. Ilovadagi 7-jadvaldan $\eta(0,02) = 0,1128$; $\eta(1 - 0,02) = 0,0286$. ni aniqlaymiz. U xolda bitta belgini uzatishdagi ma'lumot yoqolishi

$\eta(r) + \eta(1 - r) = 0,1414$.

Kanalni o'tkazish qobilyati 3.39 formula bo'yicha quyidagiga teng:

$$C = N[1 - (\eta(p) + \eta(1-p))] = 100(1 - 0,1414) = 85,86 \approx 86 \text{ bit/min.}$$

Xuddi shunday xisoblash orqali bundanda murakkab xolatlar uchun kanal o'tkazish qobiliyatini xisoblash mumkin, yana elementar belgilar ikkidan ortiq bo'lganda va ba'zi aloxida belgilar o'zaro bog'liq bo'lganda xam. Agar aloqa kanalini o'tkazish qobiliyati (C) ma'lumot manbai entropiyasi N(X) dan kam bo'lsa, xabar uzatishni xar qanday kodlanganda uzatilayotgan xabar kechikib va ba'zi buzilishlar bilan uzatiladi. Agar kanal o'tkazish qobiliyati C > N (X), ma'lumot entropiyasidan katta bo'lsa istalgan uzun xabar xech qanday uzilishsiz, o'zgarishsiz uzatiladi.

23-misol. Tuman qishloq xo'jaligi boshqarmasidan vidoyat qishloq xo'jaligi boshqarmasiga kelayotgan ma'lumotlar eng katta tezligi 180 bit/min. Ikkita aloqa kanali bo'lib, xar biri bir minutda 100 ta ikkilik belgilar (0 yoki 1) uzata oladi. Uzatilayotgan signallarni aloqa kanalida buzilish ehtimoli p = 0,05. Ushbu kanallar hamma ma'lumotlarni to'xtovsiz uzata oladimi shuni aniqlash kerak.

Echish. Ma'lumot uzatilishida bitta belgini yo'qolishi (ilovadagi 7-jadvalga qarang)

$$\eta(p) + \eta(1-p) = 0,216 + 0,0703 = 0,286 \text{ bita.}$$

Ikkala kanalning maksimal o'tkazish qobilyati (vaqt birligida maksimal ma'lumotlar soni) (3.40) formulaga asosan

$$2C_1 = 2 \cdot 100(1 - 0,286) = 142,8 < 180 \text{ bit/min.}$$

Shunday qilib ikki kanalning o'tkazish qobiliyati ma'lumotni manbadan qabul qilayotganga uzatishda to'xtovsiz uzatish imkonini bermaydi. Kanallarning kerakli o'tkazish qobiliyati quyidagicha bo'lishi kerak.

$$\frac{180}{(1-0{,}286)} = 252 \text{ ikkilik belgi}$$

1.3. Ishonchlilik nazariyasiga oid misollar

24 – masala. Zavodda ishlab chiqarilgan $N_0 = 1000$ dona avtomatik uzgichni sinovdan o'tkazish kerak. Sinov vaqtida quyidagilar qayd etildi: $t = 3000$ soat davomida 1000 ta avtomatik uzgichdan 80 tasi ishdan chiqdi, $\Delta t = 3500 - 3000 = 500$ soat vaqt oralig'ida yana $\Delta n = 100$ ta avtomatik uzgich ishdan chiqdi.

3000 – 3500 soat ishlash vaqtidagi avtomatik uzgichlarning ishdan chiqish intensivligi (λ) va buzilmasdan ishlash ehtimolligini (P) toping?

Echish: 1. Avtomatik uzgichlarning 3000 – 3500 soat vaqt oralig'ida ishdan chiqish intensivligini quyidagi formula bilan xisoblaymiz.

$$\lambda = \frac{\Delta n}{N_{yp.m} \cdot \Delta t}; \qquad (1.24)$$

Bu yerda: $N_{yp.m}$ - Δt interval davomida ishlab turgan avtomatik uzgichlar soni.

$$\lambda = \frac{100}{(920-820)\cdot 0{,}5 \cdot 500} = 2{,}3 \cdot 10^{-4} (coam)^{-1}$$

2. Buzilmasdan ishlash ehtimolligini topamiz.

$$P_{(3250)} = \frac{N_0 - n(3500)}{N_0} = \frac{1000-180}{1000} = 0.82$$

Bu yerda: $n(3500)$ - 3500 soat ishlash vaqti davomida ishdan chiqqan avtomatik uzgichlar soni. 80+100=180 ta

25 – masala. Parrandachilik fermasida zaxira elektr ta'minlash manbai etib dizel elektr stansiyasidan foydalaniladi. Dizel elektr stansiyaning buzilishi intensivligi $\lambda = 0{,}0002 (coam)^{-1}$, qayta tiklanish o'rtacha vaqti $T_{k.m.yp} = 200$ soat, qayta ishlashga tayyorlik koeffitsiyentini ($T_{k.t.m}$) toping?

Echish: 1) Dizel stansiyaning buzilishidan oldin buzilmasdan ishlab berish o'rtacha vaqti:

$$T_{b.u.b} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0{,}0002} = 5000 \text{ soat.}$$

2) Stansiyani qayta ishlashga tayyorlik koeffitsiyentini topamiz:

$$T_{к.и.т.} = \frac{T_{б.и.б.}}{T_{б.и.б.} + T_{к.т.ур}} = \frac{5000}{5000 + 200} = 0{,}962$$

26-masala. 35 kV kuchlanish manbaiga ketma-ket ulangan nominal kuchlanishi 6 kV 6 ta kondensatorlardan tashkil topgan batareyani ishonchliligini aniqlang. Kondensatorlarning ishdan chiqish intensivligi $\lambda = 0{,}01\ (\tilde{u}ш)^{-1}$.

Echish. Batareyalarning ishdan chiqish intensivligini topamiz.

$$\lambda_б = \sum_{i=1}^{6} 0{,}01 + 0{,}01 + 0{,}01 + 0{,}01 + 0{,}01 + 0{,}01 = 0{,}06\,.$$

Yil davomida buzilmasdan (ishdan chiqmasdan) ishlash ehtimoli $P(t)$ ni topamiz.

$$P(t) = e^{-\lambda} = e^{-0{,}06} = 0{,}942$$

Ishdan chiqish (buzilish) ehtimoli

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda} = 1 - e^{-0{,}06} = 0{,}058\,.$$

Kondensatorlar batareyasiga, ishdan chiqish buzilish intensivligi $\lambda_{э.с} = 0{,}024$ ga teng, eruvchan saqlagich ulangan ushbu kompleksni (majmuani) ishdan chiqish (buzilish) intensivligi $\lambda_{маж.}$ quyidagicha aniqlanad.

$$\lambda_{маж.} = \lambda_б + \lambda_{э.с} = 0{,}06 + 0{,}024 = 0{,}084\,.$$

Majmuani 1 yil mobaynida buzilishsiz (ishdan chiqmasdan) ishlash ehtimolligini topamiz.

$$P_{маж.}(t) = e^{-\lambda_{маж.}} = e^{-0{,}084} = 0{,}919$$

Majmuani ishdan chiqish (buzilish) ehtimolligini topamiz.

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda_{маж.}} = 1 - e^{-0{,}084} = 0{,}081\,.$$

27-misol. Ketma ket ulangan va umumiy elektr zanjirini xosil qiluvchi ikki elementdan iborat tizim misolida bu zanjirni matematik modeli xolatini ko'rib chiqamiz.

$$Q(t) = 1 - [1 - q_1(t)][1 - q_2(t)]..[1 - q_n(t)] \qquad (1.25)$$

Sistemani to'xtab qolish ehtimoli

$$Q = 1 - p_1 p_2 = 1 - (1 - q_1)(1 - q_2) = q_1 + q_2 - q_1 q_2\,. \qquad (1.26)$$

To'xtab qolish ehtimolligi kam bo'lgani uchun, uni yakuniy xisoblarda xisobga olmasa xam bo'ladi.

U xolda n ta ketma-ket ulangan elementlarning to'xtab qolish ehtimolligi

$$Q \approx q_1 + q_2 + ... + q_n \qquad (1.27)$$

Bunday zanjir uchun to'xtab qolishlar oralig'idagi o'rtacha vaqt yoki to'xtab qolishgacha ishlash vaqti quyidagicha:

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \lambda_i} = \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \ldots + \frac{1}{T_n}} \qquad (1.28)$$

Ikki elementli zanjir uchun $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$

$$T_{cp} = \frac{1}{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}} = \frac{T^2}{2T} = \frac{T}{2}, \qquad (1.29)$$

Ya'ni elementlar sonining o'sishi bilan to'xtab qolishlar orasidagi vaqt kamayib boradi.

28-masala. Chorvachilik ferma ulangan uzunligi 10 km 35 kV yuqori kuchlanishli xavo liniyasi, liniya boshidagi moyli uzgich va iste'molchi tomonda joylashgan ajratkich, saqlagich va troansformatorlardan tashkil topgan. Elektr ta'minot tizimi majmuani bir oy va 1 yil davomida buzilmasdan ishlash ehtimolligini toping.

Echish: 1. Ishonchlilik nuqtai nazaridan barcha ketma-ket ulangan elektrotexnik uskunalar o'zaro ketma-ket ulangan elementlardan tashkil topgan sxemani tashkil etadi.

Elektr uskunalar ishonchlilik ko'rsatkichlari jadvalidan ishdan chiqish intensivligini qabul qilamiz.

Moyli o'chirgich $\lambda_{m.y} = 0{,}002$; ajratkich $\lambda_{ajm} = 0{,}015$; transformator $\lambda_{mp} = 0{,}02$; havo liniyasi - $\lambda_{h.l} = 0{,}26$; eruvchan saqlagich - $\lambda_{s.s} = 0{,}01$.

2. Yuqoridagi ketma-ket elementlardan tashkil topgan tizimni (sistemani) ishdan chiqish intensivligini topamiz

$$\lambda_c = \lambda_{m.y} + \lambda_{ajm} + \lambda_{mp} + \lambda_{h.l} + \lambda_{s.s} = 0{,}002 + 0{,}015 + 0{,}02 + 0{,}26 + 0{,}01 = 0{,}307$$

3. Sistemani 1 yil davomida buztlmasdan (ishdan chiqmasdan) ishlashi ehtimolligini ($P(1{,}0)$) topamiz:

$$P(1{,}0) = e^{-\lambda_c t} = e^{-0{,}307 \cdot 1{,}0} = 0{,}75$$

4. Sistemani bir oy mobaynida buzilmasdan ishlash ehtimolligini xisoblaymiz:

$$P\left(\frac{1}{12}\right) = e^{-\lambda_c t} = e^{-0{,}307 \frac{1}{12}} = 0{,}779$$

29-masala. Nasos stansiyasi, ishdan chiqish oqimi parametri $\lambda = 0{,}05 \ \frac{1}{\text{йил}}$ bo'lgan ikkita parallel ulangan transformator orqali energiya bilan ta'minlanadi. Parallel ulangan ikkita transformator orqali energiya ta'minoti bitta transformator orqali energiya ta'minoti sxemasinikidan

keragida ishonchliligi qanchaga yuqori bo'ladi. (Ikkala transformator ham yakka o'zi nasos stansiyani energiya bilan ta'minlay oladi).

Echish: 1. Har bir transformatori 1 yil davomida buzilmasdan ishlash ehtimolligini aniqlaymiz:

$$P(1,0) = e^{-\lambda} = e^{-0,05} = 0,951$$

2. Ikkala transformatorni ham 1 yil davomida ishdan chiqish (ishlamay qolish) ehtimolligini topamiz:

$$Q(1,0) = q^2(1,0) = (1-\lambda)^2 = (1-0,951)^2 = 0,0024$$

3. Bitta transformatorni ishdan chiqish ehtimolligini topamiz:

$$P(t) = 1 - Q(t) = 1 - 0,0024 = 0,9976$$

Demak ikki transformatorli energiya ta'minoti ishonchliligi tizim bitta transformatorli tizim ishonchliligiga nisbatan 0,046 ga oshdi

$$(0,046 = 0,9976 - 0,951)$$

4. Ikkita parallel ulangan transformatordan tashkil topgan guruxni buzilishgacha ishlab qo'ygan o'rtacha vaqtini $T_{(yp)1,2}$ topamiz

$$T_{(yp)1,2} = \frac{3}{2\lambda} = \frac{3}{2 \cdot 0,05} = 30 \text{ yil}$$

5. Xar bir transformatorni buzilishigacha ishlab qo'ygan o'rtacha vaqti

$$T_{yp1} = T_{yp2} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ yil.}$$

30-masala. Parrandachilik fabrikasi ikkita podstansiyadan ikki zanjirli 10 kV li liniya orqali energiya bilan ta'minlanadi. Birinchi liniyani o'tkazish qobiliyati - $S_1 = 0,7$, buzilmasdan ishlash ehtimolligi - $P_1 = 0,8$, ikkinchi liniyani o'tkazish qobiliyati $S_2 = 0,3$ buzilmasdan ishlash ehtimolligi - $P_2 = 0,9$.

Liniyani ishga tushishga tayyorlik koeffitsiyentini ($K_{t.m}$) toping.

Echish: Texnik ob'ektni ishga tushishga tayyorlik koeffiyentini topamiz:

$$K_{t.m} = P_1 q_1 S_1 + P_2 q_2 S_2 = 0,7 \cdot 0,8 + 0,8(1-0,8) \cdot 0,7 + 0,9(1-0,9) \cdot 0.3 = 0,72 + 0,056 + 0,054 = 0,83$$

Agarda ushbu liniyalarning ishonchliligi yuqori bo'lganida ($P_1 = 0,9$ va $P_2 = 0,8$) ishga tushishga tayyorlik koeffitsiyenti 0,87 bo'lar edi.

31-masala. Birinchi kategoriya elektr energiyasi iste'molchilari 1000 soat ishlash davrida buzilmasdan ishlash ehtimolligi 0,95 ga ya'ni $P(1000) = 0,95$ ga teng transformator podstansiyasidan energiya bilan ta'minlanishi kerak. Zaxira elektr ta'minoti uchun podstansiyaning ishonchliligiga teng ishonchlikdagi ya'ni $P_n(1000) = 0,95$ ishonchlilikdagi dizel elektr stansiyasi o'rnatilgan. Ushbu dizel stansiya asosiy podstansiyada nosozlik yuzaga kelib o'chirilganida ishga tushadi. Elektr

ta'minot tizimining buzilmasdan ishlash ehtimolligi va tizimni birinchi bor ishdan chiqishigacha (buzilishigacha) o'rtacha ishlash davomiyligini aniqlang.

Echish. 1. Ushbu masalani yechishni sistemani bir karrali (marotabali) zaxiralash sharti misolida ya'ni m=1 xil uchun ko'rib chiqamiz.

Buning uchun $P_c(t) = e^{-\lambda_0 t}(1+\lambda_0 t)$ formuladan foydalanamiz.

$$\text{Bu yerda } \lambda_0 t = 1 - e^{-\lambda_0 t} = 0{,}05$$

$$P_c(t) = 0{,}95(1+0{,}05) = 0{,}9975$$

2. Sistemada birinchi ishdan chiqish sodir bo'lguncha o'rtacha ishlash davomiyligini quyidagi formuladan topamiz.

$$T_c = T_0(m+1) = 2T_0 \qquad (1.30)$$

Sistemani t=1000 soat ishlash vaqti davomida $\lambda_0 t = 0{,}05$ ga teng bo'lgani uchun $\lambda_0 = 0.5 \cdot 10^{-4} coam^{-1}$ ga, sistemani bitta elementni birinchi bor buzilishigacha o'rtacha ishlash davomiyligi

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_0} = \frac{1}{0.5 \cdot 10^{-4} \cdot coam^{-1}} = 20000 coam$$

Zaxira ta'minot tizim uchun esa

$$T_c = 2T_0 = 40000 coam$$

32-masala. Axoli yashash punkti xar birining ishdan chiqish buzilish intensivligi $\lambda = 0{,}1\frac{1}{yil}$ bo'lgan ikkita manbadan elektr energiyasi bilan ta'minlanadi. Iste'molchilar ikkala energiya manbai orqali energiya bilan ta'minlanayotganda (manbalar parallel ishlayotganda) va ikkinchi manba birinchisi buzilgandan keyin ishga tushganda 1 yil davomida ($t = 1$ yil) uzluksiz elektr ta'minoti ehtimolligi ($P(t)$) va buzilguncha ishlab berish o'rtacha vaqtini toping.

Echish. 1. Iste'molchi ikkita parallel elektr manbaidan (elektr tarmoqdan) energiya olayotgan bo'lsa uzluksiz energiya ta'minoti ehtimolligini P_t topamiz.

$$P_t(t) = 2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t} = 2e^{-0{,}1} - e^{-2\cdot 0{,}1} = 1{,}8096 - 0{,}8187 = 0{,}9909$$

2. Buzilguncha ishlab berish o'rtacha vaqtini topamiz

$$T_{ip} = \frac{3}{2\lambda} = \frac{3}{2 \cdot 0{,}1} = 15 \text{ yil}$$

3. Birinchi energiya manbai ishdan chiqqandan (buzilgandan) keyin zaxiradagi ikkinchi energiya manbai ulanganda ta'minot tizimini uzluksiz energiya ta'minoti ehtimolligi $P_m'(t)$ va buzilishgacha ishlab berish o'rtacha vaqtini (T_{ip}') topamiz:

$$P_m(t) = e^{-\lambda_0 t}(1+\lambda_0 t) = e^{-0,1\cdot 1}(1+0,1\cdot 1) = 0,9955$$

$$T_{yp} = T_0(m+1) = \frac{1}{\lambda}(m+1) = 20 \text{ yil}$$

1.4. Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasiga oid misollar

33-masala. Agroenergo servis korxona ko'chma tezkor brigadasining 7 soat ish mobaynida (t=7) 4 ta talabnoma (i=4) kelib tushgan. Sakkizinchi soat davomida yana bitta talabnoma tushish ehtimolligini aniqlang ($f_j(t)$).

Echish. 1. Talabnoma oqimi parametri λ ni topamiz.

λ - bir birlik vaqt davomida sistemaga kiritilgan talabnomalar sonining matematik kutilishidir.

$$\lambda = \frac{1}{m_m} = \frac{1}{\frac{t}{j}} = \frac{1}{\frac{7}{4}} = \frac{4}{7} = 0,57$$

2. Sakkizinchi soat davomida yana bitta talabnoma tushish ehtimolligini quyidagi birinchi tartibli Erlang qonuni tenglamasi bo'yicha topamiz.

$$f_j(t) = \frac{\lambda(\lambda t)^j}{j!}\cdot e^{-\lambda t} = 0,57(0,57\cdot 7)^4 \cdot e^{0,347} = 0,12$$

34-masala. Agroenergoservis korxonasiga tushayotgan talabnomalarni kuzatish natijasida korxonaga tushayotgan talabnomalar oqimi talabnomalar oralig'i vaqti intervali matematik kutilishi $m_t = 4\,min$ va dispersiyasi $D_t = 3,2 мин^2$ ekanligi aniqlangan. Ushbu talabnomalar oqimini xarakteristikasi aynan bir xil bo'lgan normallashtirilgan Erlang oqimiga almashtiring.

Echish. 1. Quyidagi formulalardan foydalanib talabnomalar soni matematik kutilishi normallashtirilgan Erlang oqimi tartibini topamiz.

$$\lambda = \frac{1}{m_t} = \frac{1}{4} = 0,2; \qquad j+1 = \frac{1}{D_t\cdot\lambda^2} = \frac{1}{3,2\cdot 0,063} = 4,9$$

Binobarin normallashtirilgan Erlang oqimi tartibi $j=4$ ya'ni talabnomalar xaqiqiy oqimi to'rtinchi tartibli Erlanch oqimi bilan almashtirsa bo'ladi.

To'rtinchi tartibli Erlang oqimi zichligini quyidagicha ifodalaymiz:

$$f_4(t) = \frac{(\lambda t)^j}{j!}\cdot e^{-\lambda t} = \frac{(0,25t)^4}{4!}\cdot e^{-0,25t} = 0,21 \quad (t>0)$$

Zichlikni maksimal qiymati $t = \frac{j}{\lambda} = \frac{4}{0,25} = 16\,min$ to'g'ri keladi va 0,21 ga to'g'ri keladi.

35-masala. Parrandachilik fermasida uchta texnologik liniyaga operator xizmat ko'rsatadi. Xar bir liniya bir sutkada 2 marta to'xtaydi. Sozlash uchun operator 60 minut vaqt sarflaydi ($t_{x.x} = 60мин$). Ommaviy xizmat ko'rsatish tizim (OXKT) xarakteristikalarini toping. Operatorni bandlik ehtimolligi (P_{band}), (smena davomida nosozliklar soni) tuzatib ulguradigan ish unumi (A) ta'mir talab nosoz liniyalar o'rtacha soni.

Echish: 1. Quyidagilarni aniqlaymiz: Nosoz bo'lgan (ob'ekt) n=3 – (uchta texnologik liniya);

voqeiylik xizmat ko'rsatish oqimi intensivligi $\mu = \frac{1}{t_{x.x}} = \frac{1}{60мин} = \frac{24}{1} = 24$;

Xar bir elementni nosozlik oqimi intensivligi $\lambda = 2$;

yuklama intensivligi $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{2}{24} = \frac{1}{12}$.

2. Nosozlik yo'qligi ehtimolligini ($P_{n.b}$) topamiz:

$$p_{n.b} = \left[1 + n\rho + n(n-1)\rho^2 + n(n-1)(n-2)\rho^3 + ... + 1\rho^n\right]^{-1} =$$

$$= \frac{1}{1 + 3\cdot\frac{1}{12} + 3(3-1)\left(\frac{1}{12}\right)^2 + 3\cdot(3-1)(3-2)\left(\frac{1}{12}\right)^3} \approx 0,77$$

x_1, x_2, x_3 xolatlar ehtimolligi p_1, p_2, p_3 larni topamiz:

$$p_1 = n\cdot\rho\cdot p_{n.b} = 3\cdot\frac{1}{12}\cdot 0,77 = 0,192$$

$$p_2 = n(n-1)\cdot\rho^2\cdot p_{n.b} = 3\cdot(3-1)\left(\frac{1}{12}\right)^2\cdot 0,77 = 0,030$$

$$p_3 = n(n-1)(n-2)\cdot\rho^3\cdot p_{n.b} = 3(3-1)(3-2)\left(\frac{1}{12}\right)^3\cdot 0,77 = 0,0026$$

3. Operatorni bandlik ehtimollini topamiz:

$$P_{o.b} = 1 - p_{n.b} = 1 - 0,77 = 0,23$$

4. Operatorni smena davomida tuzatib ulguradigan nosozliklar sonini topamiz:

$$A = (1 - p_{n.b})\mu = (1 - 0,77)\cdot 24 = 5,5$$

36-misol. Davomiyligi o'rtacha 5 minut chaqiruvlar orasidagi oraliq 30 sek bo'lgan bir vaqtning o'zida 5 ta so'zlashuvni ta'minlay oladigan Agrotexservis ATSning ish xarakteristikasini topish.

SMO parametrlari: n = 5; $\lambda = \frac{60}{30} = 2$ min^{-1}; $\mu = 0,20$ min^{-1}.

Echish. Talabnoma oqim zichligiga keltirilgan kattalikni xisoblab topamiz :

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{2}{0,2} = 10.$$

Tizimda talabnoma yo'qligi ehtimolini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{j=0}^{n} \frac{\rho^j}{j!}}; \qquad (1.31)$$

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{j=0}^{n} \frac{\rho^j}{j!}} = \frac{1}{1 + \frac{10}{1!} + \frac{10^2}{2!} + \frac{10^3}{3!} + \frac{10^4}{4!} + \frac{10^5}{5!}} = 0,00068.$$

Kelgan talabnoma rad etilish ehtimolini quyidagi formuladan aniqlaymiz

$$P_{otk} = p_n = \frac{\rho^n}{n!} p_0 \qquad (1.32)$$

$$P_{otk} = p_n = \frac{\rho^n}{n!} p_0 = \frac{10^5}{5!} \cdot 0,00068 = 0,57.$$

Tizimning qiyosiy o'tkazish qobiliyati

$$q = 1 - P_{otk} = 1 - 0,57 = 0,43.$$

Absalyut o'tkazish qobiliyatini quyidagi ifoda orqali topamiz

$$A = \lambda q = \lambda(1 - P_{otk}) = \lambda(1 - p_n); \qquad (1.33)$$

$$A = \lambda q = 2 \cdot 0,43 = 0,86.$$

Band bo'lgan kanallarning o'rtacha soni

$$\bar{z} = \frac{A}{\mu} = \frac{\lambda(1 - p_n)}{\mu} = \rho(1 - p_n) \qquad (1.34)$$

$$\bar{z} = \rho(t - p_n) = 10(1 - 0,57) = 4,3.$$

$\frac{\lambda}{\mu}$ ifodani ba'zida yuklamani jadalligi xam deb ataladi.

37-misol. Agrofirma korxonasining elektr sexida elektr uskunalarini tuzatadigan 3 ta brigada bor. Ustaxonaga kelayotgan nosoz apparatlarning intensivligi (jadalligi) bir navbatchilikka (8 soat) 7 ta apparatni tashkil etadi ($\lambda = 7$). Bitta talabnomaga xizmat ko'rsatish vaqti o'rtacha 2,3 soat. Xizmat ko'rsatishni tezlashtirish uchun kanallar o'rtasida o'zaro yordam kiritish mumkin, ya'ni bitta tuzatish uchun bir yo'la uch yoki ikki tuzatish brigadasini jalb etish mumkin. Bunday o'zaro yordamni samaradorligini baxolash talab etiladi. Bunda navbatdagi talabnomalar soni, talabnomalarni navbatda turishining o'rtacha vaqti va xisobga olinishi zarur.

Echish. SMO o'zaro yordam olinmagandagi xolat uchun ko'rib chiqamiz.

$$n = 3; \quad \lambda = 7; \quad \mu = \frac{1}{t_{o6c}} = \frac{8}{2,3} = 3,5; \quad \rho = \frac{\lambda}{\mu} = 2; \quad \frac{\rho}{n} = 0,667.$$

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{j=0}^{n} \frac{\rho^j}{j!}} \qquad (1.35)$$

formuladan x_0 ehtimollik xolatini topamiz.

$$p_0 = \frac{1}{1+\frac{\rho}{1!}+\frac{\rho^2}{2!}+\frac{\rho^3}{3!}} = \frac{1}{1+2+2+\frac{4}{3}} = 0{,}158.$$

Rad etish, ya'ni talabnoma navbatga qo'yilishi ehtimolligi,

$$P_{otk} = p_3 = \frac{\rho_3}{3!} p_0 = \frac{8}{6} \cdot 0{,}158 = 0{,}211.$$

Tizimni nisbiy o'tkazish imkoniyatini quyidagi formuladan aniqlayymiz

$$q = 1 - P_{otk} \qquad (1.36)$$

q=1-Potk=1-0,211=0,789.

Absalyut o'tkazish imkoniyatini quyidagi formuladan aniqlaymiz

$$A = \lambda q = \lambda(1 - P_{otk}) = \lambda(1 - p_n) \qquad (1.37)$$

$A = \lambda q = 7 \cdot 0{,}789 = 5{,}53$.

2. SMO to'liq o'zaro yordam ko'magidagi xolatni ko'raylik. Xar bir tizim uchun quyidagilarga ega bo'lamiz:

n*=1; $\lambda = 7$; $\mu^* = n\mu = 10{,}5$; $\rho^* = \frac{\rho}{n} = 0{,}667$.

Natijada:

$$p_0 = \frac{1}{1+\rho^*} = \frac{1}{1+0{,}667} = 0{,}6;$$

$$P_{otk} = p_1 = \rho^* p_0 = 0{,}667 \cdot 0{,}6 = 0{,}4;$$

$$q = 1 - P_{otk} = 1 - 0{,}4 = 0{,}6;$$

$$A = \lambda q = 7 \cdot 0{,}6 = 4{,}2;$$

$$\bar{t}_{ob} = \frac{8}{n\mu} = \frac{8}{3 \cdot 3{,}5} = 0{,}76 \text{ ч.}$$

Olingan natijalarni solishtirsak SMOni o'tkazish qobilyati o'zaro yordam kiritilganda kamayar ekan. Bunday bo'lishiga sabab rad etish ehtimolligini ortirishdir, ya'ni xamma kanallar boshqa talabnomalarga xizmat ko'rsatish bilan band bo'lgan paytda kelgan talabnoma rad etiladi va navbatga qo'yiladi. Xizmat ko'rsatish vaqti o'rtacha uch barobar kamayadi. O'zaro yordam kiritilganda SMOdagi talabnomalarni kutish xarakteristikasi qanday o'zgarishini aniqlaymiz.

1. SMO o'zaro yordamsiz xolatda

$\bar{k} = \frac{\rho^{n+1} p_0}{n! n} \cdot \frac{1}{(1-\rho/n)^2}$ navbatdagi turgan talabnomalarning o'rtacha soni:

$$\bar{k} = \frac{\rho^{n+1} p_0}{n! n (1-\rho/n)^2} = \frac{2^4 \cdot 0{,}158}{3! 3 (1-0{,}667)^2} = 1{,}26.$$

Talabnomalarni navbatda o'rtacha kutish vaqti quyidagicha aniqlanadi:

$$\bar{t}_{o.k} = \frac{\bar{k}}{\lambda} = \frac{\rho^2}{\lambda(1-\rho)} \qquad (1.38)$$

$$\bar{t}_{o.k} = \frac{\bar{k}}{\lambda} = \frac{1,26}{7} = 0,18 \text{ soat.}$$

Tizimda talabnomani o'rtacha bo'lish vaqti

$$\bar{t}_c = \bar{t}_{o.k} + \bar{t}_{o.b.c} = 0,18 + 2,3 = 2,48 \text{ soat.}$$

2. SMO o'zaro yordam ko'magida quyidagi formuladan $\bar{k} = \frac{\rho^2}{1-\rho}$ navbatda turgan talabnomalarning o'rtacha sonini topamiz:

$$\bar{k} = \frac{\rho^{*2}}{1-\rho^*} = \frac{0,667^2}{1-0,667} = 1,33.$$

Talabnomani o'rtacha kutish vaqti

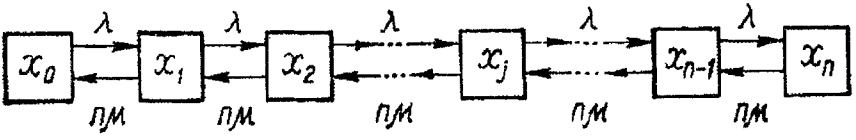
$$t_{o.k} = \frac{\bar{k}}{\lambda} = \frac{1,33}{7} = 0,19 \text{ soat.}$$

Talabnomani tizimda o'rtacha bo'lish vaqti

$$t_c = t_{o.k} + t_{o.b.c} = 0,19 + 0,76 = 0,95.$$

Shunday qilib o'zaro yordam ko'magida bo'lgan tizimdagi navbatda turgan talabnomalarning o'rtacha soni va o'rtacha kutish vaqti o'zaro yordam ko'magida bo'lmagan tizimdagidan ko'pdir, talabnomalarni SMOda bo'lishini o'rtacha vaqti kamayadi xizmat ko'rsatishni tezlashtirish xisobiga.

SMO ishini yaxshilash uchun (rad etish ehtimolini kamaytirish uchun) bir me'yorda o'zaro yordam kiritish kerak bo'ladi. Bunda n-kanalli tizimda rad etish bilan bog'liq quyidagi xolatlar bo'lishi mumkin: x_o – tizim bo'sh (talabnoma yo'q); x_1 – bir dona kelgan talabnomaga n ta kanal xizmat qiladi; X_2 – ikkita kelgan talabnomaga n ta kanal xizmat qiladi ; ... ; x_n – xamma kelgan talabnomalarga n ta kanal xizmat ko'rsatadi.



1.4-rasm

Bu tizim bir kanalli SMOga o'xshash bo'lib talabnoma oqim tezligi λ, xizmat jadalligi nμ va navbatdagi o'rin soni n – 1ga teng. Shuning uchun bunday tizimning xarakteristikasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$P_{amc} = p_{m+1} = \frac{\rho^{m+1}(1-\rho)}{1-\rho^{m+2}} \qquad (1.39)$$

$$A = \lambda q = \lambda(1 - P_{omk}) = \lambda(1 - p_n), \qquad (1.40)$$

bunda m o'rniga n – 1 ni qo'yib, ρ – ni ρ* = ρ /n = λ/nμ bilan ifodalasak quyidagiga ega bo'lamiz:

$$P_{omk} = \frac{(\rho^*)^n(1-\rho^*)}{1-\rho^{*n+1}} \quad \text{va} \quad q = \frac{1-\rho^{*n}}{1-\rho^{*n+1}}. \qquad (1.41)$$

Kanallar orasida o'zaro bir me'yordagi yordam bo'lmaganda va yordam bo'lgandagi SMO ko'rsatkichlarini xisoblaymiz.

1. SMO o'zaro yordamsiz xolatda: q = 0,789, A = 5,53, kanallarning o'rtacha bandligi r = A/μ= 5,53/3,5 = 1,58.

2. SMO bir me'yordagi o'zaro yordam xolatda ρ* = ρ /n =0,667.

$$q = \frac{1-\rho^{*n}}{1-\rho^{*n+1}}, \qquad (1.42)$$

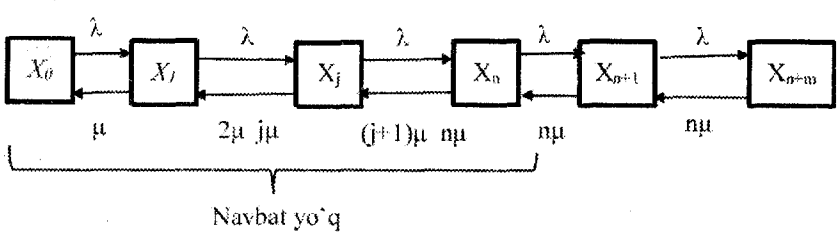
$$q = \frac{1-0{,}667^3}{1-0.667^4} = \frac{0{,}703}{0{,}801} = 0{,}88.$$

$$A = \lambda q = 7 \cdot 0{,}88 = 6{,}15;$$

$$\bar{r} = \frac{A}{\lambda} = \frac{6{,}15}{3{,}5} = 1{,}76.$$

shunday qilib bir me'yorda o'zaro yordam kiritilganda tizimning o'tkazish qobiliyati oshadi va kanallar bandligi oshadi.

Deylik SMOda navbat ko'p, talabnomalar sonining maksimal sonini m deylik. Bu tizimning ehtimoliy xolati 5.6 paragrafda ko'rilgan xolatga o'xshash bo'ladi. Bir xolatdan ikkinchi xolatga o'tish ehtimollari 44-rasmda ko'rsatilgan . tizim talabnoma oqimi tezligi λ ni, xizmat ko'rsatish tezligi nμ va navbatda turish o'rinlarini n+m-1 ekanligini ko'rib chiqib bir kanalli SMO ga o'xshashligini ko'ramiz (5.6 paragrafga qarang). μ



1.5-rasm

Formulada $P_{omk} = p_{n+1} = \frac{\rho^{n+1}(1-\rho)}{1-\rho^{n+2}}$ va $A = \lambda q = \lambda(1 - P_{omk}) = \lambda(1 - p_n)$ m o'rniga

n + m – 1 ni ρ – ifoda o'rniga $\rho^* = \frac{\rho}{n}$, qo'yib quyidagi formulani xosil qilamiz:

$$P_{otk} = \frac{1-\rho^{*n+m}}{1-\rho^{*n+m+1}} \quad \text{va} \quad q = \frac{1-\rho^{*n+m}}{1-\rho^{*n+m+1}}. \tag{1.43}$$

O'zaro yordam borligida yoki yo'qligidagi absalyut va nisbiy o'tkazuvchanlik qobilyatini solishtirib ko'ramiz, agar navbatda turish o'rinlar soni m = 3 bo'lsa.

$q = \frac{1-\rho^{*n+m}}{1-\rho^{*n+m+1}}$ dan $q = \frac{1-\rho^{*n+m}}{1-\rho^{*n+m+1}} = \frac{1-0{,}667^6}{1-0{,}667^7} = \frac{0{,}912}{0{,}941} = 0{,}97$, ni aniqlaymiz.

$$A = \lambda q = 7 \cdot 0{,}97 = 6{,}8,$$

$$\bar{r} = \frac{A}{\mu} = \frac{6{,}8}{3{,}5} = 1{,}95.$$

Shunday qilib bir me'yorda o'zaro yordamni qo'llash kanallarini absalyut va nisbiy o'tkazuvchanlik qobilyatini oshiradi va bo'sh turib qolishini kamaytiradi.

38-misol. Berk elektr tarmog'i rejimini o'rganishda 100 marta hisob kitob qilindi. Xar bir hisoblashda tarmoq tugunidagi kuchlanish berilgan qiymatdan 10 % dan oshmagan qiymatda p = 0,1 (A-xodisa). A xolatda chastota P* ehtimollik p dan ε = 0,05 dan kam farq qilishini toping.

Echish. Quyidagi formuladan foydalanamiz

$$P\{|P^* - p| < \varepsilon\} = 2\Phi\left(\frac{\varepsilon\sqrt{N}}{\sqrt{p(1-p)}}\right) \tag{1.44}$$

$$P\{|P^* - 0{,}1| < 0{,}05\} = 2\Phi\left(\frac{0{,}05\sqrt{100}}{\sqrt{0{,}01(1-0{,}1)}}\right) = 2\Phi(1{,}67) = 0{,}905.$$

Masalani teskarisiga yechish xam katta qiziqish uyg'otadi. L xodisada chastotani berilgan qiymatdan chetga chiqishi ehtimollikdan (p)ε dan kam miqdorda.

Bu masalani yechishda avvalgi masaladagi shartlarni bir qancha o'zgarganini ko'rsatamiz. Ishonch darajasini maqsad qilamiz Q = 0,95, ε = 0,02 deb olamiz. formulani yozamiz

$$P\{|P^* - p| < \varepsilon\} = 2\Phi\left(\frac{\varepsilon\sqrt{N}}{\sqrt{p(1-p)}}\right) \text{ u xolda}$$

$$2\Phi\left(\frac{\varepsilon\sqrt{N}}{\sqrt{p(1-p)}}\right) = Q,$$

va quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\Phi\left(\frac{\varepsilon\sqrt{N}}{\sqrt{p(1-p)}}\right)=\frac{Q}{2}=0{,}475.$$

Ikkinchi ilovadagi jadvaldan Laplasning F(t) = 0,4750 funksiyasidagi argument qiymatiga mos bo'lib u 1.96 ga teng, $\frac{\varepsilon\sqrt{N}}{\sqrt{p(1-p)}}=1{,}96$, bundan

$$N=(1{,}96)^2\cdot\frac{p(1-p)}{\varepsilon^2}=(1{,}96)^2\cdot\frac{0{,}1\cdot 0{,}9}{(0{,}02)^2}=894.$$

Statistik sinovlar metodi ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlarini tadqiq qilishda keng qo'llaniladi. SMO tizimini ekspluatatsiya qilishda favqulotda sodir bo'ladigan vaziyatlarni qayta ishlash, aks ettirish imkonini beradi va talabnomalar navbatini eksperemental aniqlash, xizmat ko'rsatish vaqti va shu kabi SMO ishining ko'rsatkichlarini aniqlashga yordam beradi.

1.5. Optimal boshqaruv nazariyasiga oid misollar

39-misol. Funksiyadagi funksiyani ekstremallashtirish qiymatini toping

$$\Phi=\int_0^3\left(x^2+2{,}5y^2+5x^2y'\right)dx. \qquad (1.45)$$

Echish. $\frac{\partial F}{\partial y}=5y$ ni aniqlaymiz va $\frac{\partial F}{\partial y'}=5x^2$ Eyler tenglamasini yechamiz.

$5y-\frac{d}{dx}(5x^2)=0;\quad 5u-10x=0,$

Bunda izlangan funksiya tenglamasi u = 2 x.

Bu tenglamani berilgan funksionalga qo'yib uning ekstremal qiymatini aniqlaymiz (y' = dy/dx = 2 ekanini xisobga olgan xolda)

$$\Phi=\int_0^3\left(x^2+10x^2+5x^2\cdot 2\right)dx=189.$$

40 – masala. 1.6. -rasmda keltirilgan qishloq podstansiyasini 10 kV shinasi 30 km masofada joylashgan tuman podstansiyasining 35 kV shinasidan AS-50 markali sim orqali energiya bilan ta'minlanadi. Ushbu elektr uzatish liniyasini quyidagi variantlarda amalga oshirish mumkin:

a) Energiya yetkazib beruvchi bitta liniya va bitta transformator (1.6.-rasm (a));

b) Energiya yetkazib beruvchi bitta liniya va ikkita transformator (1.6. -rasm (b));

v) Energiya yetkazib beruvchi ikkita liniya va bitta transformator (1.6.-rasm (v));

g) Energiya yetkazib beruvchi ikkita liniya va ikkita tarnsformator (1.6.-rasm (g)).

Elektr ta'minoti sxemasi elementlari ishonchliligi ko'rsatkichi λ 11.13-jadvalda keltirilgan. 1.6.-rasmda keltirilgan elektr ta'minot sxemalarni uzluksiz energiya bilan ta'minlash ehtimolliklarini aniqlang.

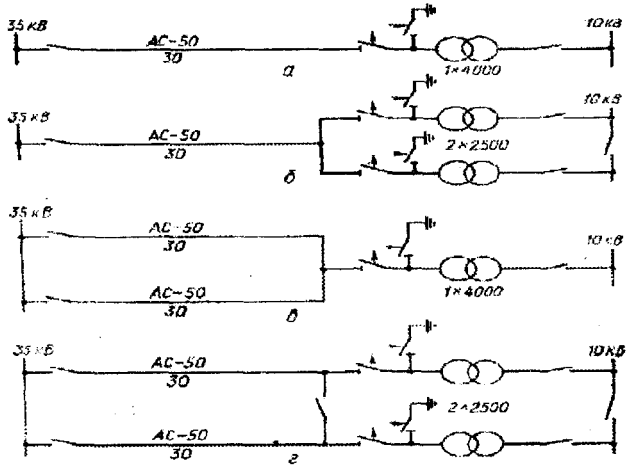
Echish: Elektr ta'minot tizimini 1 yilda buzilgan xolatda bo'lishi nisbiy vaqtini aniqlaymiz:

$$q = \sum_{i=1}^{n} \frac{\lambda_i \tau_{avi}}{8760} + \frac{\tau_{rsi}}{8760} \qquad (1.46)$$

λ_i - sxema elementlari ishonchliligi ko'rsatkichlaridan biri ishdan chiqish chastotasi (chastota yetkazuv) 11.10-jadvalda keltirilgan;

τ_{avi} - sxema elementlari nosozligini avariyadan keyin tuzatishga ketgan vaqti;

τ_{rsi} - sxema elementlarini ta'mirlash va sinash maqsadida planli o'chirilish vaqti davomiyligi.



1.6.-rasm. 35 kV tuman podstansiyadan 10 kV qishloq podstansiyasiga energiya uzatish liniyasini elektr sxemasi variantlari (a,b,v,g,).

1.12-jadval

Ishonchlilik ko'rsatkichlari	Sxema elementlari nomlari						
	Moyli uzgic	35 kV Xavo liniyas	Ajratkich	Qisqa tutashtargich	Transformator 35/10 kV	Moyli uzgic	Shina 10

	h 35 kV	i sim AC-50				h 10 kV	kV
λ_i, 1/yil. (1/100 km.yil)	0,02	0,8-1,0	0,03	0.03	0,01	0,005	0,03
τ_{avar} (soat/bitta buzi)	10	8	15	15	90	10	4
τ_{plan} (soat/100km yil)	10	90	10	10	20	18	4

Liniya rezervlanganda rejali ta'mirlash va sinash bilan bog'liq vaqt yuqoridagi formulada xisobga olinmaydi. Liniyada rezervlanganida avariya natijasida sxemadagi uzilish sodir bo'lish ehtimolligi formuladagi $\frac{\lambda_i \tau_{avi}}{8760}$ - nisbatni kvadrati bilan xisoblanadi.

λ_i , τ_{avi} , τ_{rzi} larni 11.10-jadvalda keltirilgan qiymatlarini formulaga qo'yib sxemani xar bir varianti uchun uni nosozliklar (ishdan chiqish, buzilish) ehtimolini q_i topamiz:

a sxema uchun:

$$q_a = \frac{\lambda_{sh.u(35)}\tau_{av.sh.u(35)} + \lambda_{x.l}\tau_{av.x.l} + \lambda_{ajj}\tau_{av.ajj} + \lambda_{k.m}\tau_{av.k.m} + \lambda_{tp}\tau_{av.tp} + \lambda_{sh(10)}\tau_{sh(10)} + \lambda_{shin}\tau_{avshin}}{8760} +$$

$$+ \frac{\tau_{pl.sh.u} + \tau_{x.l} + \tau_{ajj} + \tau_{k.m} + \tau_{tp} + \tau_{sh.u(10)} + \tau_{shin}}{8760} =$$

$$= \frac{0{,}02 \cdot 10 + 0{,}9 \cdot 8 + 0{,}03 \cdot 15 + 0{,}03 \cdot 15 + 0{,}001 \cdot 90 + 0.005 \cdot 10 + 0{,}03 \cdot 4}{8760} +$$

$$+ \frac{10 + 90 + 10 + 10 + 20 + 18 + 4}{8760} = 18.8 \cdot 10^{-3}$$

b-sxema uchun:

$$q_b = \frac{\lambda_{sh.u(35)}\tau_{av.sh.u(35)} + \lambda_{x.l}\tau_{av.x.l} + \lambda_{ajj}\tau_{av.ajj} + \lambda_{k.m}\tau_{av.k.m} + \lambda_{tp}\tau_{av.tp} + \lambda_{sh(10)}\tau_{sh(10)} + \lambda_{shin}\tau_{avshin}}{8760} +$$

$$+ \frac{\tau_{pl.sh.u(35)} + \tau_{x.l}}{8760} = \frac{4.08}{8760} + \frac{10 + 90}{8760} = \frac{104{,}8}{8760} = 11{,}4 \cdot 10^{-3}$$

v-sxema uchun:

$$q_v = \frac{4{,}08}{8760} + \frac{\tau_{ajj} + \tau_{k.m} + \tau_{tp} + \tau_{sh.u(10)} + \tau_{shin}}{8760} = \frac{4.08}{8760} + \frac{10 + 10 + 20 + 18 + 4}{8760} = \frac{4{,}08}{8760} + \frac{62}{8760} = 7{,}3 \cdot 10^{-3}$$

g-sxema uchun: $q_g = \frac{4.08}{8760} = 0{,}48 \cdot 10^{-6}$.

1.1- rasmdagi a, b, v, g sistemalarni buzilmasdan ishlash ehtimolligini P topamiz: $P = 1 - q$

$$P_a = 1 - q_a = 0{,}9812;\quad P_b = 1 - q_b = 0{,}9886;\quad P_v = 1 - q_v = 0{,}9927;$$

$$P_g = 1 - q_g = 0{,}99999947 \approx 1{,}0.$$

41-misol. Aytaylik 35/10 kV nimstansiyani 800x1100 m o'lchamdagi maydonga o'rnatish uchun xarajatlarni eng kam miqdorda keltirish sharti bilan joy tanlash kerak bo'lsin (50-rasm). Masalani soddaroq qilish uchun deylik cheklovlar yo'q (yoki joy tanlashning ikkinchi bosqichida xisobga olinadi). Nimstansiyada tanlangan joyga qarab 35 va 10 kV li liniyalarga keltirilgan xarajatlar xam o'zgaradi. Bu xarajat summasi maqsadli funksiya bo'lib qiymati (50-rasmda) izoliniyalar bilan ko'rsatilgan.

Echish. Nolga yaqinlashish joyi deb nimstansiya markazi kordinatalarini olamiz x°=0, y° = 550 m (a nuqtasi). Bu nuqta uchun keltirilgan xarajatlar summasi(maqsadli funksiya) nimstansiya joylashishiga qarab o'zgaruvchi,

F = 4400 rub./yil Endi x yoki u ni 50 m ga o'zgartirib ko'ramiz (x^1 = 50; u^1 = 500 m). Shunga munosib tarzda maqsad funksiya qiymati ham o'zgaradi ya'ni

4150 va 4350.

Maqsad funksiyani o'sishi vektor gradiyenti tarkibini aniqlaydi.

$$\frac{\partial F}{\partial x} \approx \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{4150 - 4400}{50 - 0} = -5 \frac{pyб.}{m \cdot zoд};$$

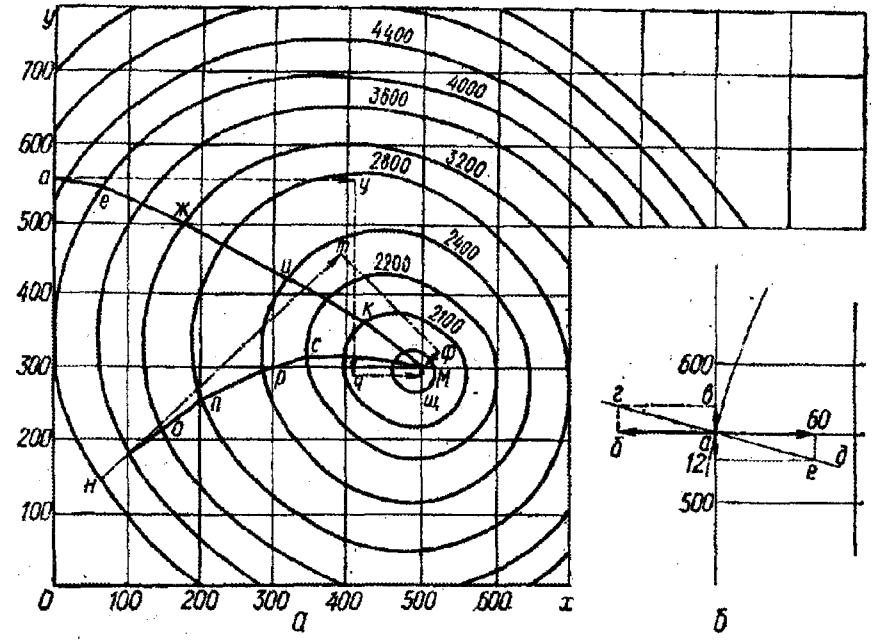
$$\frac{\partial F}{\partial y} \approx \frac{\Delta F}{\Delta y} = \frac{4350 - 4400}{500 - 550} = +1 \frac{pyб.}{m \cdot zoд}.$$

Bu qiymatlar (*ab* va *av* 6-rasmdagi *b xolat*) gradiyent yo'nalishini (*ag*) va shuningdek antigradiyentni (*ad*) xam aniqlaydi.

Parametr qiymatini $\lambda = 12 \frac{m^2 \cdot zoд}{pyб.}$ deb olib $x_i^{k+1} = x_i^k - \left(\frac{\partial F}{\partial x_i}\right)_k \lambda$ formuladan

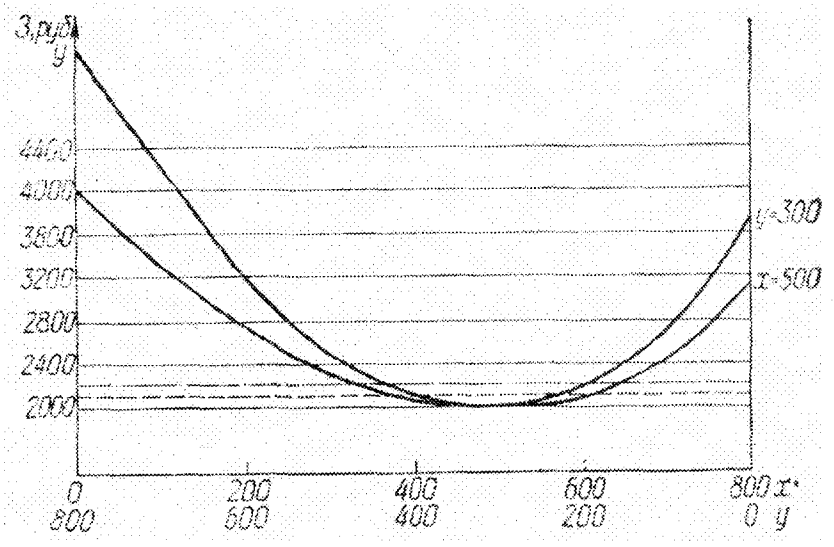
$$x^1 = x^0 - \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)_0 \lambda = 0 + 5 \cdot 12 = 60;$$

$$y^1 = y^0 - \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)_0 \lambda = 550 - 1 \cdot 12 = 538.$$



1.7-rasm

Gradiyentni aks ettiruvchi nuqta (antigradiyent yo'nalishida) e nuqtaga siljiydi. Faraz qilaylik nimstansiyani mumkin bo'lgan o'rni uchun maqsad funksiyani qiymatlari xisoblab chiqildi va maqsad funksiyani izoliniyasi qurildi deylik u xolda iteratsion jarayon davom ettirilsa ketma-ket aks ettiruvchi nuqtalar maqsad funksiya satx chizig'iga urinma xolda siljiydi. (*a e j i k* M). Minimum nuqtada gradiyent nolga aylanadi. 6-rasmda *n o p r s* M chizig'i nolga yaqinlashish kordinatalari $x^0 = 60$ m va $y^0 = 150$ m etib tanlangandagi aks ettiruvchi nuqtalar trayektoriyasi ko'rsatilgan.



1.8-rasm

Agar maqsad funksiyani yuzasini $y = 300$ m tekislik bilan kessak, unda 7-rasmdagi egri chiziqni xosil qilamiz. Aniq sharoitdan kelib chiqqan xolda Δx va Δy qadamlarini o'zgartirish mumkin. Dastlab iteratsiya jarayonini tezlashtirishi uchun katta qadamlar, so'ng qadamlarni maydalatish mumkin bo'ladi aniqlikni oshirish uchun.

42-misol. Uch noma'lumli ikki tenglama berilgan

$$2x_1 + x_2 - x_3 = 6; \quad -x_1 - x_2 + 2x_3 = 12.$$

Ko'pgina butun sonli manfiy bo'lmagan yechimlarni toping.

Echish. Erkin o'zgaruvchi sifatida x_3 ni olamiz va u orqali o'zgaruvchini negizini ifodalaymiz

$$2x_1 + x_2 = 6 + x_3; \quad -x_1 - x_2 = x_2 - 2x_3.$$

Bu tenglamalarni yechib quyidagiga ega bo'lamiz

$$x_1 = 18 - x_3; \quad x_2 = -30 + 3x_3.$$

Bundan ma'lum bo'ladiki o'zgaruvchan ifoda manfiy bo'lmaslik sharti ruxsat etilgan o'zgarish chegarasini belgilaydi:

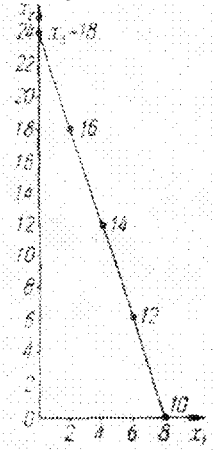
$$x_3 \; 10 \le x_3 \le 18.$$

x_3 o'zgaruvchiga ko'rsatilgan chegarada butun qiymatlar berib mumkin bo'lgan butun sonli yechimlarni aniqlaymiz.

1.13-jadval

x_3	x_1	x_2
10	8	0
12	6	6
14	4	12
16	2	18
18	0	24

Erkin o'zgaruvchilar x_1 va x_2 ni o'zgaruvchan manbaning mos turli qiymatlariga bog'liqlik grafigini chizamiz (1.9-rasm). Rasmdan ko'rinib turibdiki birinchi kvartalda joylashgan to'g'ri chiziqni xosil qildik. $x_3 < 10$ yoki $x_3 > 18$ bo'lganda erkin o'zgaruvchilar qiymati manfiy bo'ladi, bu masala shartiga to'g'ri kelmaydi. 1.9-rasmda o'zgaruvchi manbaning ruxsat etilgan qiymatlari ko'rsatilgan. OZLP ni yechishdan maqsad yuqorida keltirilgan ruxsat etilgan yechimlarni eng maqbulini aniqlashdir. Buning uchun ko'rinishidagi berilgan koyeffitsiyent qiymatlariga ega maqsadli funksiya ifodasi kerak bo'ladi.



1.9-rasm

43-misol. Maqsadli funksiyani $L = x_1 - 2x_2 - 3x_3 - 4x_4$ ni minimal xolga keltiring. Quyidagi cheklovlar asosida:

$$x_1 + 2x_2 - x_3 - 2x_4 = 0,$$

$$x_1 - 2x_2 + x_3 \le 5,$$

$$x_2 - 3x_3 + x_4 \ge 12, \text{ bunda } x_j \ge 0 \ (j = 1, 2, 3, 4)$$

Echish. Qo'shimcha o'zgaruvchi kiritish bilan masalani OZLP ga keltirish mumkin.

U xolda cheklovlar quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$x_1 + 2x_2 - x_3 - 2x_4 = 0,$$
$$x_1 - 2x_2 + x_3 - y_1 = 5,$$
$$x_2 - 3x_3 + x_4 + y_2 = 12,$$
$$x_j \geq 0,\ y_i \geq 0\ (j = 1, 2, 3, 4;\ \ i = 1, 2)$$

Masala davomi yuqorida ko'rsatilgan usulda yechiladi .

Chiziqli programmalashtirishda masalani simpleks usulida yechish. Simpleks usulining asosi shunga asoslanganki agar maqbul yechim mavjud bo'lsa uni albatta topish mumkin. Lekin erkin o'zgaruvchilarni turli variantlarini tanlashda kerakli miqdorda ketma-ketlik bo'lishi kerak. Erkin o'zgaruvchini biror qiymatini o'zgartirishda e'tiborli bo'lish kerak, chunki bu manba o'zgaruvchisini manfiy bo'lmagan shartini buzilishiga olib kelmasligi kerak.

44-misol. $L = 8x_1 + 3x_2 - 2x_3 + S$ maqsadli funksiyani minimal xolatga keltiring, agar quyidagi tengsizliklar ko'rinishida cheklov bo'lsa

$3x_1 + 2x_2 - x_3 + 2 \geq 0,$

$-4x_1 + 10x_2 + 3x_3 - 10 \geq 0,$

$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0,\ x_3 \geq 0.$

Echish. Qo'shimcha manfiy bo'lmagan o'zgaruvchilar kiritamiz va tengsizlikni tenglikka aylantiramiz

$$y_1 = 3x_1 + 2x_2 - x_3 + 2,$$
$$y_2 = -4x_1 + 10x_2 + 3x_3 - 10.$$

$x_1 = x_2 = x_3 = 0$ da maqsad funksiya $L = S$.

$x_1 = x_2 = x_3 = 0$ ni y_1 va y_2 dagi negiziy o'zgaruvchilar o'rniga qo'yib $u_2 < 0$ ekanligini topamiz. Albatta bu yechimni qabul qilib bo'lmaydi manfiy bo'lgani uchun. Maqsadli funksiya ifodasida x_3 manfiy koeffitsiyent bilan kirgani uchun L ni kamaytirish uchun x_3 ni oshirish kerak. Bu o'zgaruvchi x_3 tenglama negizida u_1 manfiy ishorali bo'lgani uchun $u_1 > 0$ sharti bajarilmaslik xavfi tug'iladi. x_3 oshirilganda. Shuning uchun x_3 ni erkin o'zgaruvchilar qatoridan chiqarish va u_1 orqali ifodalash kerak bo'ladi. Unda erkin o'zgaruvchilar x_1, x_2, u_1 bo'ladi va cheklov quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$x_3 = 3x_1 + 2x_2 - y_1 + 2,$$
$$y_2 = -4x_1 - 10x_2 + 3(3x_1 + 2x_2 - y_1 + 2) = 5x_1 - 4x_2 - 3y_1 + 6.$$

U xolda maqsadli funksiya tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$L = 8x_1 + 3x_2 - 2(3x_1 + 2x_2 - 2y_1 + 2) + C = 2x_1 - x_2 + 2y_1 - 4 + C.$$

Erkin o'zgaruvchilarga manfiy bo'lmagan minimal qiymatlarni beramiz

$x_1 = x_2 = u_1 = 0$ unda $L = S - 4$.

S - 4 < S bo'lsa, bu xozirda yaxshi variant. lekin x_2 qiymati oshganda maqsadli funksiya qiymatini keyingi kamayishi imkonini tekshirib ko'rish kerak.

x_2 qiymati o'sishi bilan u_2 ni noldan kamayib qolish xavfini yo'qotish uchun yangi erkin o'zgaruvchilar turkumi x_1 , u_1, u_2 ga o'tish kerak bo'ladi. Shu maqsadda tenglama negizi o'zgaruvchisi u_2 ni x_2 ga nisbatan yechamiz $x_2 = \frac{5}{4}x_1 - \frac{3}{4}y_1 - \frac{1}{4}y_2 + \frac{6}{4}$

va x_3 ni topamiz $x_3 = 3x_1 + \frac{5}{2}x_1 - \frac{3}{2}y_1 - \frac{1}{2}y_2 + 3 - y_1 + 2 = \frac{11}{2}x_1 - \frac{5}{2}y_1 - \frac{1}{2}y_2 + 5$.

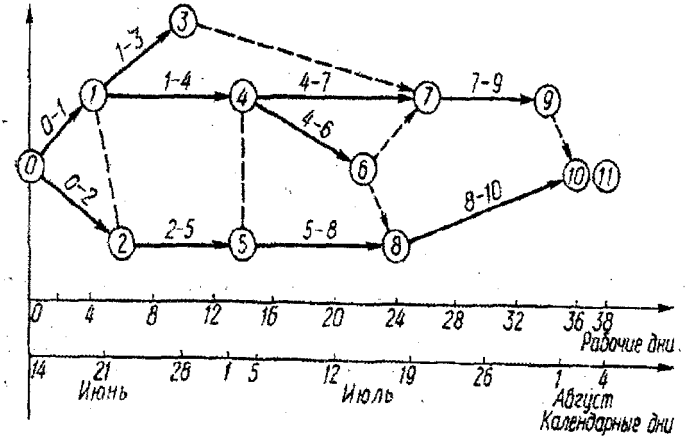
Bu ikki ifoda o'zgaruvchan negizlar uchun yangi tur cheklov taqdim etadi. Topilgan cheklovlardan foydalanib maqsad funksiyasini yozamiz.

$$L = 0{,}75x_1 + 2{,}75y_1 + 0{,}25y_2 - 5{,}5 + C.$$

$x_1 = u_1 = u_2 = 0$ da $L = S - 5{,}5$.

Mana shu yechim eng maqbul yechim, chunki uchchala o'zgaruvchi maqsadli funksiya ifodasiga kiradi va musbat koeffitsiyentga ega. Simpleks-usulini qo'llashni osonlashtirish uchun algoritmlar ishlab chiqilgan, unda tenglamalardagi parametrlari jadval ko'rinishiga keltirilgan.

45-misol. 1.10-rasmda qishloq xo'jaligi uchun 10 kVli xavo elektr liniyasi qurilishining soddalashtirilgan tarmoqli grafigi qismi ko'rsatilgan. Ishlar ro'yxati 1.14-jadvalda berilgan. Grafik vaqt masshtabida tuzilgan. Gorizontal o'q bo'yicha ishning ish kunlari bo'yicha davomiyligi va kalendar bo'yicha ishni bajarish muddatlari ko'rsatilgan (besh kunlik ish kuni xisobida)



1.10-rasm. 10 kV XEUL da tarmoq grafigi.

Elektr liniyasi qurilishida bajariladigan ishlar ro'yxati

1.14-jadval

№ p/p	Ishlar kodi	Bajariladigan ishlar nomi	oldingi	Ishning davomiylig
1	0–1	Liniyani yo'nalishini belgilash va tayanchlar		4
2	0–2	o'rnini belgilab chiqish		5
3	1–3	Mexanizm va asboblarni tayyorlash	1	6
4	1–4	Tayanchlarni tarqatish	1	10
5	2–5	Tayanchlarni montaj qilish	1,2	8
		Tayanch osti poydevorini tayyorlash		
6	4–6		4,5	
7	4–7		4,5	
8	5–8		5	8
9	7–9	t	3,6,7	12

Echish. Ishlarning eng qisqa yo'li (0-2), (2-5), (5-8), (8-10) va (10-11). Grafikni taftish qilish va shuni ko'rsatadiki umumiy ishlar bajarish muddatini yerlash qurilmalarini montaj qilish muddatini (5-8-ishlar) qisqartirish xisobiga yoki kamaytirish mumkin. Agarda bu ishlar umumiy davomiyligi ikki kunga qisqartirsak, unda grafikda ikkita qisqa yo'l xosil bo'ladi. Agar uch kun yoki undan ko'proq qisqartirsak qisqa bo'lmagan yo'l (0-1), (1-4), (4-7), (7-9) xam qisqa yo'lga aylanadi. Tayanchlar yig'ish xisobiga (1-4 ishlar) umumiy muddatni qisqartirish faqatgina tayanch poydevorlarini tayyorlash muddatini (2-5 ishlar) qisqartirish bilan birga bajarilgandagina mumkin bo'ladi, chunki (5-4) chiziqlar shuni ko'rsatadiki tayanch o'rnatishdan oldin (4-7 ishlar) poydevori tayyor bo'lishi kerak. Shuni aytish joizki grafikdagi ishlar ketma ketligi va undagi sonlar shartli olingan.

46-misol. Ikki o'yinchi A va V bir vaqtda xar biri quyidagi sonlardan 1,2,3 birini yozsin deylik. Agar yozilgan sonlar yig'indisi juft bo'lsa V o'yinchi, agar toq bo'lsa, A o'yinchi V ga bu summani beradi. A o'yinchining eng yaxshi natija beradigan strategiyasini toping.

Echish. Bu o'yin ikki yurishdan iborat. Ikkala yurish xam shaxsiy. O'yin oldindan o'yin to'g'risida ma'lumot beriladigan o'yinlar turiga kirmaydi, chunki yurish vaqtida o'yinchi raqibi nima yozganini bilmaydi. O'yinchilarda uchta strategiya mavjud.

A_1, V_1 1 ni yozish uchun, A_2V_2 2 ni yozish uchun, A_3,V_3 3 ni yozish. Shunday qilib, bu o'yin 3 X 3 to'lov matritsali (42-rasm) A o'yinchini yutuqlari yoziladi.

Misol uchun agar A o'yinchi 2 ni yozsa (bu A strategiya) raqib 1 ni yozsa, unda ular yig'indisi toq bo'ladi va A o'yinchi yutqazadi. Shundan A_2V_1 katagidagi to'lov matritsasiga -3 elementi mos keladi.

1.15-jadval

Strategiyalar	V_1	V_2	V_3
A_1	2	-3	4
A_2	-3	4	-5
A_3	4	-5	6

Faraz qilaylik o'yin ko'p marotaba takrorlandi va A o'yinchi qandaydir bir strategiyada turib oldi. Unda bir necha yurishdan so'ng raqib payqab qoladi va A o'yinchi strategiyasiga o'ziga qulay yurishlar bilan (V_2 - A_1, V_3 -A_2, V_2 - A_3) javob beradi va A o'yinchi o'yinni boy berishi mumkin. Xuddi shunday xodisa agar A o'yinchi yurishlarini ma'lum tartibda almashib tursa xam ro'y berishi mumkin. A o'yinchi o'yinni boy bermaslik uchun qandaydir kutilmagan yurishlarni tanlashi kerak. Qanday chastotada strategiyani A_1, A_2, A_3 almashlab turishi kerakligi o'yin nazariyasidan topiladi deyish mumkin. O'yin nazariyasining maqsadi o'yinchilar va manfaatli xarakatlarni tavsiya etish boshqacha aytganda o'yinchi uchun eng maqbul strategiyani ishlab chiqish.

Optimal (eng maqbul) strategiya bu- shunday strategiyaki ko'p marta o'yin takrorlanganda xam o'yinchi uchun o'rtacha yutiqni maksimal imkoniyatlarini kafolatlay oladi.

Bunda o'yinning matematik modelini yaratganimizda raqibning xato tavakkal qilishlarini xisobga olmaymiz. Faraz qilamiz raqib xam o'ziga maqbul yo'lni tanlaydi, o'z maqsadi yo'lida raqibiga yetarlicha qarshilik ko'rsatadi.

47- masala. 110 – 35/10 kV rayon elektr stansiyaga ulangan iste'molchilarni iste'mol qilgan energiyasi 2003 yilda – 100 mln. kVt•s, 2005 yilda – 120 mln. kVt•s, 2008 yilda – 157,5 mln. kVt•s tashkil qilgan bo'lsa 2013 yilda taxminan qancha energiya iste'mol qilishini aniqlang.

Echish. $A_t = mt + nt^2 + lt^3$ ko'rinishdagi kvadratik ko'rinishdagi polinomdan foydalanib ko'rilayotgan davr oralig'idagi xar qanday yil uchun A_0, m va n larni parametrini topamiz.

2003 yil uchun $A_0 = 100$;
2005 yil uchun $A_2 = A_0 + 2m + 4n = 120$;
2008 yil uchun $A_5 = A_0 + 5m + 25n = 157,5$.
Ushbu tenglamalarni yechib A_t ni topamiz

$$A_t = 100 + 9t + 0,5t^2. \qquad (1.47)$$

Topilgan tenglamani yanagi 5 yilga ekstropolyatsiyalab ya'ni unga t = 10 ni qo'yib 2013 yilda kutilayotgan energiya iste'molini topamiz.

$$A_{10} = 100 + 9 \cdot 10 + 0,5 \cdot 10^2 = 240 \text{ mln. kVt} \cdot \text{s}.$$

Birinchi besh yilda energiya iste'moli oshishi (157,5– 100): 5 = 11,5 mln. kVt • s ni ya'ni oldingi besh yillikdagi energiyani 11,5 % ga to'g'ri keladi. keyingi besh yillikdagi o'sishni absolyut qiymati 16,5 mln. kVt•soatgacha ortadi va oldingi besh yillikdagi energiya iste'moli 10,5 % ni tashkil etadi. Olingan ko'rsatkichlarni 1 xonadon va 1 gektar yer maydonni energiya bilan ta'minlash bo'yicha tekshirib ko'rilishi kerak.

2. EKSPRIMENTAL TADQIQOTLARNI REJALASHTIRISH, O'TKAZISH VA NATIJALARI TAHLILI

2.1. Eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish va natijalariga ishlov berishni charvo mollari suyuq chiqindilarini ozonlash jarayoni misolida o'rganish

Chorva mollari chiqindilaridan ajratib olingan suyuq fraksiya tarkibida katta miqdorda mikroblar mavjudligi sababli ulardan o'g'it yoki boshqa maqsadlarda foydalanish uchun ularni samarali zararsizlantirish usullardan biri ozonlash xisoblanadi. Eksperimental tadqiqotlar o'tkazishda o'rganilayotgan jarayon haqida kerakli ma'lumotlarni eksperiment o'tkazishga kam vaqt va mehnat sarflab erishish uchun tadqiqotlarni matematik rejalashtirish metodikasi qo'llaniladi. Eksperimental tadqiqot oldiga tashqi ta'sirlar va ob'ekt parametrlarini ishlov berish sifati bilan bog'lovchi jarayonining matematik modelini qurish vazifasini qo'yiladi.

Chorva mollari chiqindilarini ozonlash yo'li bilan to'la tozalash va zararsizlantirish jarayoni matematik modelni tuzish uchun, qo'yilgan talablarni hisobga olgan xolda, faktorlarni aniqlash kerak va ularni variatsiyalanish oraliqlari belgilanadi.

Aniq faktorlarni tanlashda ularga quyidagi talablar qo'yiladi [10, 7]:

1. Faktorlar boshqariladigan bo'lishi kerak, boshqacha aytganda faktorning aniqlik soxasi ichida ushbu faktorga xar qanday (daraja) qiymat berish va uni kerakli vaqt davomida bir xil darajada ushlab turish kerak.

2. Faktorlar ob'ektga bevosita ta'sir qiladigan bo'lishi kerak, ya'ni boshqa faktorlarning funksiyasi bo'lmasligi kerak. Faktorlarning bu xususiyati ularni bir ma'noligini ifodalaydi.

3. Faktor ko'rsatkichlarini o'lchov aniqligi optimallashtirish parametr kattaliklarini o'lchov aniqligidan yuqori bo'lishi kerak.

4. Faktorlar bir-biri bilan mos keladigan bo'lishi kerak. Bu degani, eksperiment ichida faktorlarni aniqlashda faktorni aniqlangan ichki ko'rsatkichlari ixtiyoriy ularning qiymatlari har qanday kombinatsiyasi va bir-biriga bog'liq bo'lmagan xolda mumkin.

Dastlabki olib borilgan tadqiqotlar va axborot manbalardan olingan ma'lumotlarga asoslanib ozonlash jarayoniga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlar etib quyidagilar olinadi: ozon bilan ishlov berish vaqti $(мин)$; suyuq

chiqindining xarorati (*градус*); ozon generatortga beriladigan havo sarfi (*литр/мин*) ; ozon generatirga beriladigan kuchlanish (*кВ*) ; ozonli-havoning tarkibidagi ozon konsentratsiyasi (*мг/литр*) ; 1 litr ishlov beriladigan oqava chiqindiga to'g'ri keladigan ozonning sarf me'yori (*мг/литр*) ; suyuq chiqindining tiniqligi (*см*) ; oqova chiqindidagi muallaq zarrachalarning boshlang'ich konsentratsiyasi chiqishi (*мг/литр*) ; oqova chiqindidagi boshlang'ich umumiy mikrobli zararlanish (1 *ml* dagi miqdori); muhitning pH i; ishlov berilayotganda oqava chiqindining balandligi (*м*); oqava chiqindidagi XPK va BPK miqdori ($мгO_2/литр$); oqava chiqindining koli-indeksi (*дона/литр*).

Ushbu ko'rsatkichlarni faktor sifatida ishlatish imkoniyati va maqsadga muvofiqligini tahlil qilamiz.

Azon konsentratsiyasi yoki uning o'lchami (dozasi) murakkab funksiya bo'lganligi sababli ularni faktor sifatida ishlatib bo'lmaydi:

konsentratsiya – bu kuchlanish va havo sarfi funksiyasi;

me'yor (doza) – konsentratsiya va ishlov berish vaqti funksiyasi.

Ushbu xolat esa yuqoridagi faktorga qo'yilgan 2 talabga javob bermaydi.

Faktorlarlar sifatida muallaq zarrachalarni ozon dozasini umumiy mikroblar sonini, XPK va BPK va koli-indeksini qo'llash talabi faktorlarga qo'yilgan 1 – talab bilan cheklanilgan. Ushbu kattaliklarga (faktorlarga) ixtiyoriy miqdorlar berib ma'lum vaqtda ularni bir xil ushlab turish amalda mumkin emas.

Chorva suyuq chiqindisida pH 6,8-8 intervalida o'zgarib turadi. pH ning ushbu intervalda o'zgarishi tadqiqotchilar tomonidan o'rganilib uni azonlashtirish jarayoni samaradorligiga ta'sir etmasligi aniqlangan [25].

Ishlov berilayotgan chorva mollari suyuq chiqindisi balandligini o'zgarishi tozalash va zararsizlantirishga mikroblarni o'ldirishiga emas uning ozonga sezgirligi foiziga ta'sir ko'rsatadi.

Qolgan faktorlarni quyidagicha tasniflash (klassifikatsiyalash) mumkin:

- chorva mollari suyuq chiqindisi holatini ko'rsatadigan faktorlar (temperatura va tiniqlik)

-tashqi ta'sir etuvchi parametrlarni birlashtiradigan faktorlar (kuchlanish, havo sarfi, ishlov berish davomiyligi).

Ushbu faktorlarning chegaraviy ko'rsatkichlari quyidagi talablarga asoslanib belgilanadi.

Chorva mollari suyuq chiqindisi temperaturasi qish faslida 6° gacha tushadi, yozgi vaqtda 22° gacha oshadi.

Tadqiqotlar davomida xaroratning ushbu ko'rsatkichlarigatishlov berilayotgan texnologik muxitni (suyuq chiqindi oqavani) sovutish va qizdirish yo'li bilan erishilgan.

Chorva mollari suyuq chiqindilarini dastlabki holatini ekspress-analizini o'tkazishda uning tiniqligi ko'rsatkichidan foydalanish mumkin. Oqovalarni biologik tozalashdan keyin uning tiniqligini oshishi organik ifloslanishini kamayganligini ko'rsatadi. Chorva mollarining suyuq chiqindilarida organik moddalar miqdorini kamayishi o'z navbatida oqavani bakterial ifloslanishini pasayishiga olib keladi. Chunki oqava tarkibida chiqarib tashlangan organik moddalar ularni ximoyalovchi muhit hisoblanadi. Oqovaning tiniqligi 2,5 dan 14 sm gacha tebranadi.

Kuchlanish 9700 V ga yetganida razryad hosil bo'ladi, 17500 V ga yetganda razryad dielektrikni teshib o'tadi. Ushbu kattaliklardan kelib chiqib kuchlanish qiymati pastki chegarasini 10 kV yuqori chegarasini 17 kV etib qabul qilamiz. Kuchlanish past bo'lganda ajralib chiqayotgan ozon miqdori kam bo'lishiga kuchlanishni o'ta yuqori bo'lishi esa energiya sarfini oshishiga olib keladi. Eksperimental tadqiqotlar oldiga kerakli konsentratsiyadagi ozon ishlab chiqishini ta'minlay oladigan shunday qiymatini tanlash kerakki bunda kuchlanishni minimal bo'lsin.

Ozonator orqali xarakatlanayotgan xavo miqdori kamaysa generator chiqishida ozon konsentratsiyasi oshadi, lekin ishlov berilayotgan mahsulot (material) bilan ozonli-havo muhitning aralashish samaradorligi kamayadi. Eksperimental tadqiqotlarda havo sarfi 5,4 dan 50 *литр/мин* gacha o'zgartirilgan. Xavodagi ozonning ma'lum bir konsentratsiya kuchlanishni va havo sarfini turli xil birikmalari kombinatsiyalariga to'g'ri kelishi mumkin.

Misol, 1 *l* ozon-havo aralashmasida 2,4 *mg* ozon konsentratsiyasini xosil qilish uchun kuchlanish va xavo sarfi quyidagi ikki xil kombinatsiyasida olish mumkin: $U_1 = 10{,}8 кВ$, $V_1 = 8 литр/мин$ va $U_2 = 16{,}5 кВ$, $V_2 = 46{,}4 литр/мин$ aralashma chiqishi mumkin. Tadqiqotlar olib borishda kuchlanish (U) va tezlikning (V) qiymatlari va nisbatlaridan foydalaniladi. Yuqoridagi taxlilni hisobga olgan xolda ikkita faktor o'rniga kuchlanish (U) va havo sarfi (V) ularning nisbati orqali bitta ko'rsatkich solishtirma kuchlanish orqali ifodalaymiz. Solishtirma kuchlanish 0,2-3,15 $кВ \cdot мин/литр$ intervalda o'zgaradi.

Yana bitta faktor bu ishlov berish davomiyligi. O'tkazilgan dastlabki eksperimental tadqiqotlarga asoslanib ishlov berish davomiyligini 5 dan 25 *min* gacha oraliqda olamiz.

Eksperimentni rejalashtirish tadqiqotning matritsasini tuzish uchun faktorlarni xaqiqiy qiymatlarini kodlangan (o'lchamsiz) qiymatlarga almashlash kerak. Faktorlarning xaqiqiy "x_i" va kodlangan x_i faktorlar quyidagi ifoda bilan o'zaro bog'langan:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\varepsilon} \qquad (2.1)$$

bu yerda: x_i - i fatorning kodlangan qiymatlari;

X_i – i faktorning tabiiy xaqiqiy qiymatlari;

X_i – i faktorning nolinchi darajasi tabiiy qiymatlari;

ε – faktorni ma'lum variatsion intervali.

Har bir faktorni kodlangan qiymatlarini xisoblaymiz, boshidan asosiy nolinchi daraja va variatsiyalash intervallarni boshlang'ich qiymatlarini belgilab va olingan natijalarni 2.1-jadvalga kiritamiz.

2.1-jadval

Faktorlarni kodlar bilan ifodalash

Variatsiyalash intervali va faktorlar darajasi	Ishlov berish vaqti, *min*, x_1	Solishtirma kuchlanish, $кВ \cdot мин/литр$ x_2	Oqovaning (chiqindining) xarorati, x_3	Tiniqlik, $(см)$ x_4
Nolinchi daraja $x_{i0} = 0$	10	1.6	12	8
Variatsiyalash intervali	2	0.2	2	2
Pastki daraja $x_i = -1$	8	1.4	10	6
Yuqori daraja $x_i = +1$	12	1,8	14	10

To'liq faktorli eksperiment o'tkazish uchun kamida 5 marotaba takrorlanish shartiga binoan tajribalar o'tkazish kerak / 3.3-ilova / :

$$mN = m2^K = 5 \cdot 2^4 = 80$$

bu yerda: m – takrorlanadigan tajribalarni soni;

N – takrorlanmaydigan tajribalar soni;

2 – faktorlarning darajalar soni (yuqorigi va pastki);

K – faktorlar soni.

Tenglamani quyidagi ko'rinishda ifodalab ko'ramiz:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 +$$
$$+ b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 + + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{124}x_1x_2x_4 + \quad (2.2)$$
$$+ b_{134}x_1x_3x_4 + b_{234}x_2x_3x_4 + b_{1234}x_1x_2x_3x_4$$

Kasr faktorli eksperiment (KFE) usulini qo'llanilsa tajribalar sonini minimallashtirish imkonini beradi [7]. Kasr faktorli eksperiment bu to'liq faktorli eksperimentni ma'lum bir qismi. Bizning misolimiz uchun KFE 2^{4-1}, bu to'liq faktorli eksperimentga mos kelmoqda (TFE) 2^3.

Yuzaga keltiruvchi (generatsiyalovchi) nisbatlarni tanlaymiz: $x_4 = x_1x_2x_3$ va unga asosiy keskin farqni topamiz $I = x_1x_2x_3x_4$ va shuningdek regressiya koyeffitsiyentlarini umumiy baxolashni aniqlovchi nisbatlarni topamiz:

$x_1 = x_2x_3x_4$; $x_3 = x_1x_2x_4$; $x_2 = x_1x_3x_4$; $x_4 = x_1x_2x_3$

$x_1x_2 = x_3x_4$; $x_2x_3 = x_1x_4$ $x_1x_3 = x_1x_4$;

Eksperiment natijalari bo'yicha jarayonning matematik modelini quyidagicha ifodalaymiz.

$$y_I = b_0^I + b_1^Ix_1 + b_2^Ix_2 + b_3^Ix_3 + b_4^Ix_4 + b_{12}^Ix_1x_2 + b_{13}^Ix_1x_3 + b_{23}^Ix_2x_3 \quad (2.3)$$

$$y_{II} = b_0^{II} + b_1^{II}x_1 + b_2^{II}x_2 + b_3^{II}x_3 + b_4^{II}x_4 + b_{12}^{II}x_1x_2 + b_{13}^{II}x_1x_3 + b_{23}^{II}x_2x_3 \quad (2.4)$$

bu yerda: y_I, y_{II} - suyuqlikdagi muallaq moddalar va mikroblar umumiy soni (MUS).

Eksperiment natijalari asosida aniqlangan model koeffitsiyentlari xaqiqiy chiziqli effektlar va birgalikdagi o'zaro ta'sirlar baxolaydi.

$b_1 \to \beta_1 + \beta_{234}$; $b_2 = \beta_2 + \beta_{134}$; $b_3 \to \beta_3 + \beta_{124}$; $b_4 = \beta_4 + \beta_{123}$;

$b_{12} = \beta_{12} + \beta_{34}$; $b_{13} = \beta_{13} + \beta_{24}$ $b_{23} = \beta_{23} + \beta_{14}$.

Yuqoridagi model tenglamasi koeffitsiyentlaridan chiziqli effektlar koeffitsiyentlarni baholari eng katta o'zaro ta'sirlar effektlar koeffitsiyentlarini baholanishi bilan o'zaro bog'liqligini ko'ramiz (yuqoridagi misol uchun uch marotabali o'zaro bog'lanish). Bu esa uch marotaba o'zaro ta'sir koeffitsiyentlarini minimal deb xisoblab chiziqli koeffitsiyentlarni imkon darajasidagi eng yuqori aniqlikdagi bahosini topish imkonini beradi.

Uchta o'zaro ta'sirlari (faktorlarni) x_1 x_2 x_3 o'rniga x_4 faktorni qabul qilib tajribalar ketma-ket almashinishini hisobga olgan holda matritsasini tuzish mumkin 2^{4-1} (3.2-ilova).

Eksperiment matritsasini tuzishdan oldin tajribalar o'tkazishda yuzaga kelishi ehtimol bo'lgan sistematik xatoliklarni tajribalarni randomizatsiyalash yo'li bilan yo'q qilish kerak. Ushbu xatoliklar o'lchash priborlarda, tadqiqotchining e'tiborsizligida yuzaga kelishi mumkin.

Randomizatsiyaning mazmuni shundaki tajribalar tartibini tasodifiyligini yuzaga keltirish kerak va buning uchun tasodifiy sonlar jadvalidan foydalaniladi [10].

Tajribalar o'tkazish tasodifiy qator eksperiment matritsasiga joylashtiriladi (8-jadval).

Tadqiqot natijalarini o'rtachasini topish uchun qo'pol xatoliklarni aniqlash usulidan foydalaniadi [26].

Olingan hisob natijalari 3.4 va3.5 ilovalarda keltirilgan.

(2.3) va (2.4) tenglamalar tarkibidagi koeffitsiyentlar quyidagi formulalardan foydalanilib xisoblanadi [27]:

$$b_0 = \frac{\sum_1^n \overline{y_u}}{n} \qquad (2.5)$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_1^n x_{iu} x_{ju} \overline{y_u}}{n} \qquad (2.6)$$

$$b_i = \frac{\sum_1^n x_{iu} \cdot \overline{y_u}}{n} \qquad (2.7)$$

Koeffitsiyentlarni xisoblangan qiymatlari 2.6- ilovada keltirilgan.

Regressiya koeffitsiyentlari monandligi Styudent kriteriyasi bo'yicha baxolanadi. Quyidagi shart bajarilsa:

$$|b_i| \geq \Delta b_i = t_{(0,05;f\{y\})} \frac{S_{\{y\}}}{\sqrt{nm}} \qquad (2.8)$$

Koeffitsiyentlar monand deb hisoblanadi [34],

bu yerda $t_{(0,05;f\{y\})}$ - Styudent kriteriysining jadval bo'yicha qiymati, 8 adabiyotning 3 ilovasidan olingan;

$f\{y\}$ - dispersiyani tiklanishini (qaytarilishini) ozodlik darajasi soni;

$S_{\{y\}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n f_i S_i^2}{\sum_1^n f_i}}$ - o'rtacha kvadratik og'ish.

(7.17) tenglama uchun $b_3^I; b_{12}^I$ va b_{13}^I lardan tashqari barcha koeffitsiyentlar monandligi ishlatiladi. (7.18) tenglamada $b_3^{II}; b_{12}^{II}; b_{13}^{II}$ va b_{23}^{II} koeffitsiyentlar monand emasligi aniqlandi.

(7.17 va 7.18) modellarni adekvatligi (mosligi) Fisher kriteriysi bo'yicha tekshiriladi [27].

$$F = S_{ad}^2 / S_{\{y\}}^2 \leq F_{(0,05;f_{ad};f\{y\})} \qquad (2.9)$$

Dispersiyani adekvatligi (mosligi) ko'rsatkichi quyidagicha aniqlanadi:

$$S_{ao}^2 = \frac{\sum^{n}\left(\bar{y} - \hat{y}\right)^2}{f_{ao}} \qquad (2.10)$$

bu yerda: f_{ao} - to'g'rilangan dispersiya adekvatligi ozod erkinlik darajalar soni;

$\hat{y}$ - model bo'yicha aniqlangan qiymatlar.

Hisoblar natijasi ikkala matematik modellarni adekvatligi tasdiqladi (3.5- 3.7- ilovalar).

2.2-jadval

Eksperiment matritsasi- umumiy rejasi

№	Tajribaning tasodifiy natijalari					x_0	$x1$	$x2$	x_3	x_4	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$\bar{y}_I$	$\bar{y}_{II}$
1	32	8	5	34	35	+	-	-	-	-	+	+	+	404,0	46900
2	13	16	7	14	26	+	+	-	-	+	-	-	+	201,0	17110
3	4	25	21	38	17	+	-	+	-	+	-	+	-	201,6	18480
4	3	24	30	29	6	+	+	+	-	-	+	-	-	325,2	27400
5	23	27	10	22	11	+	-	-	+	+	+	-	-	256,0	21850
6	40	39	2	36	33	+	+	-	+	-	-	+	-	334,8	33112
7	15	19	12	1	37	+	-	+	+	-	-	-	+	397,0	36412
8	18	9	31	20	28	+	+	+	+	+	+	+	+	149,6	13148

Shunday qilib, eksperimental tadqiqotlar va ularni natijalariga ishlov berilgandan so'ng quyidagi modellar olinadi:

$$y_I = 283{,}65 - 52{,}6x_1 - 18{,}3x_2 - 81{,}6x_4 + 34x_2x_3 \quad (2.11)$$

$$y_{II} = 26801{,}5 - 4109x_1 - 2941{,}5x_2 - 9154{,}5x_4 \qquad (2.12)$$

Jarayonni optimallashtirish bitta parametr bo'yicha oshiriladi. Biz o'rganayotgan chorva mollari suyuq chiqindilarini zararsizlantirish jarayoni uchun mahsulotni o'ziga xos tomonini hisobga olib, ikkinchi ko'rsatkichni - y_{II} umumiy mikroblar sonini optimallashni qabul qilamiz.

Optimal shartni topishda ko'rilayotgan jarayon keskin yuksalish usulni qo'llash mumkin [27]. (7.24) tenglamadan foydalanib, gradiyent bo'yicha harakatlantiramiz. Tadqiqot natijalri 7.5-jadvalda keltirilgan. Keskin yuksalish ushbu funksiyani gradiyenti bo'ylab xarakatlanishni ifodalaydi.

$$grady_{II} = b_{1i} + b_{2j} + ... + b_{KZ} \qquad (2.13)$$

Faktorlarni regressiya tenglamasi y_{II} koeffitsiyentlariga proporsional holatda o'zgartirib optimumga eng qisqa yo'l bilan erishishga intilamiz. 9- jadvalda $b_i\varepsilon_i$ ning eng katta qiymatiga ega faktor uchun k_i ning qiymatini birga teng deb qabul qilib qolgan, x_i - uchun quyidagi nisbatdan topamiz: $K_i = |b_i\varepsilon_i| / |b_i\varepsilon_i|_{max}$.

2.3 - jadval

Keskin ko'tarilib boruvchi usulda tadqiqotlar natijalari

Gradiyent bo'yicha harakat bosqichlari	x_1	x_2	x_3	y_{II1}	y_{II2}	y_{II3}	y_{II4}	y_{II5}	Qo'pol xatolik	y_{II}
Nolinchi daraja	10	1,6	8							
Interval o'zgarish oralig'i	2	0,2	2							
Regressiya koeffitsiyenti	4109 8218	2941 588	9154 18308							
Harakat qadami	0,448 0,896	0,032 0,064	1 2							
Yaxlitlangan qadamlar	1	0,11	3							
Tadqiqotlar:										
Xayolan	11	1,9	10							
Xayolan	12	2	12							
Bajarilgan	13	2,1	14	2100	5100	7900	6000	25000	25000	5275
Xayolan	14	2,2	14							
Bajarilgan	15	2,3	14	200	500	300	229	400		326
Xayolan	16	2,4	14							
Bajarilgan	17	2,5	14	101	70	170	115	3	3	114

$K_i = 1$ li faktor uchun gradiyent bo'yicha yangi xarakat interval tanlanib qolgan faktorlar uchun ε^* qiymatini ushbu intervalni unga mos K_i ga ko'paytirish yo'li bilan topiladi. y_{II} model adektiv bo'lgani uchun, navbatdagi eksperimentlarni faktorlardan biri o'zgarish intervali chegarasidan chiqib ketishi namoyon bo'ladigan tajribadan boshlanadi. Bizning misolda x_2 ni (solishtirma kuchlanish) samarador hisoblanadi, shuning uchun birinchi tajribada keskin yuksalishni

$X_2 = 1{,}9 кВ \cdot мин/литр$ deb qabul qilamiz. Qolgan faktorlarni qiymati nolinchi darajaga xarakat qadamini qo'shish yo'li bilan topiladi. Qadamma-qadam xarakatlanish jarayoni javob funksiyasi qiymati boshqalarga nisbatan ancha kichik bo'lib qolganida to'xtatiladi (bizning misolda 5-tajribaga to'g'ri keladi).

Shunday qilib, ozon qurilmasining parametrlari $\tau = 15 мин$ va $U/V = 2{,}3 кВ \cdot мин/литр$ oqova massa $ГТ_р = 14 см$ bo'lganda, $УМС = 326 дона/мл$ ni tashkil etadi va bunga $B_{ш.з} = 28 мг/литр$ to'g'ri keladi. ($B_{ш.з}$ - oqava massadagi muallaq zarrachalar miqdori).

$ОМЧ = 326 дона/мл$ va $Взв = 28 мг/литр$ kabi qiymatida optimal muhit o'rnatilgan bo'lishi kerak, o'zaro nisbatlardan organik va biologik zararlanishni eng kichik darajasi hisoblanadi [34,35].

Xulosalar:

1. Chorva mollari suyuq chiqindilarini tozalashda va zararsizlantirishda ozonlashni qo'llash yuqori samara beradi. Ishlov berish davomiyligi 15 *min* (beriladigan ozon dozasi $200 г/м^3$) $БПК_5$ $97 мг O_2/литр$ dan $27 мг O_2/литр$ gacha kamayadi, koli-titr ko'rsatgichi 0,04 dan 4,3 gacha ortadi.

2. Ozonlashni oqavalarga ishlov berishni oxirgi bosqichda o'tkazish ma'qul hisoblanadi. Shunda oson parchalanadigan organik ifloslanish biologik yo'l bilan yo'qotiladi, qiyin oksidlanadiganlarini esa – ozonlash bilan tozalanadi.

3. Chorva mollari chiqindilarini suyuq qismini tozalash va zararsizlantirish jarayonini nazorat qilishda, muallaq zarrachalar miqdori va umumiy mikroblar sonini (UMS) kamaytirishda ozonlash eng qulay hisoblanadi.

4. Oqovalarni ozonlash jarayoniga optimallashgan parametrlar $Взв = 28 мг/литр$, $ОМЧ = 326 дона/мл$: ishlov berish vaqti 15 *min*; solishtirma kuchlanish $2{,}3 кВ \cdot мин/литр$; tiniqligi 14 *sm*.

Oqovani temperaturasi ishlov berishda ozonlashga ta'sir etmaydi.

Oqova tarkibida quyidagilar bo'lgan:

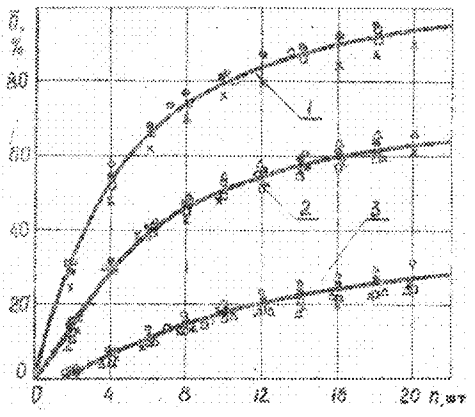
suzib turgan modda (zarracha) lar miqdori 420 yo $100 мг/литр$;

umumiy mikroblar soni $350 \cdot 10^3 \pm 250 \cdot 10^3 дона/мл$.

2.2. Optimallashtirishga oid eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazish va ishlov berishni uzum mevasiga quritishdan oldin elektr impulsli ishlov berish jarayonida o'rganish

Uzum mevasini quritish jarayoni vaqtini (davomiyligini) va energiya sig'imini kamaytirishga erishish uchun quritishdan oldin unga ishlov berishni ko'plab usullari mavjud. Ular orasida eng samarador va texnologik talablarga javob beruvchi zamonaviy usul bu elektr impulsli ishlov berish /29/. Elektr impulsli ishlov berish jarayonini kechishi (qonuniyati) va eng maqbul parametrlarini aniqlash uchun nazariy-eksperimental tadqiqotlar olib boriladi.

Elektr ishlov berish jarayonining samaradorligini bevosita baxolashni keng foydalanib kelinayotgan usullaridan biri elektr ishlov berilayotgan mahsulot (muxit) to'qimalari xujayralarining elektr o'tkazuvchanligi orqali baxolashdir. Bu usulda dielektrik materialga bir-biridan 10 mm masofada o'rnatilgan ignasimon zanglamaydigan elektrodlarni mahsulot to'qimalariga kiritilib unga 10^3Gts chastotali 4-5 V kuchlanish manbaiga ulab to'qimalar orqali oqib o'tayotgan tok kuchi va berilgan kuchlanish bo'yicha uning to'la qarshiligi topiladi. Jonsizlanish darajasini (S) uzum mevasini ishlov berishdan oldingi va ishlov berilgandan keyingi to'la qarshiliklari bo'yicha xisoblanadi. Ammo bu ko'rsatkich xar xil uzum navlari mevalarining biologik xususiyati, kimyoviy tarkibi va boshqa xarakteristikalari bir-biridan farq qilish sababli xar xil qiymatlarga ega bo'lishi mumkin va bunday xolatda "S" ning bir xil qiymati turli xil nav uzum mevalari xolatini adektiv baxolay olmasligi sababli tadqiqotlar natijalarini umumlashtirish imkonini bermaydi. Ushbu ko'rsatkichning "S" turli nav uzum mevalari uchun kritik qiymat S_{max} xam xar xil bo'ladi. Qora kishmish uchun 23 n. b. Nimrang toyfi uchun 16 n.b. va xokazo. Ishlov berish jarayonida impulslar soni va boshqa parametrlarni o'zgartirib borib "S" ni joriy ko'rsatkichini uning kritik qiymatiga (S_{max}) bo'lib foiz xisobida qiymati $S = \frac{S^i}{S^i_{max}}$ bo'yicha elektr ishlov berishni asosiy parametrlari U, C, n ta'sirini eksperimental o'rganib chiqib $S = f(U, C, n)$ bog'liqlik grafigini ifodalaymiz.



2.1-rasm. Turli nav uzum mevasi to'qimalarini jonsizlanish darajasini elektr impulsli razryadlar soniga bog'liqlik grafigi
○- qora kishmish; ●- oq kishmish; ■- toyfi; ▲- muskat; x- nimrang.

1 – U = 4 kV; S = 0,77 mkF;
2 – U = 2 kV; S = 0,77 mkF;
3 – U = 3 kV; S = 0,77 mkF;

2.1–rasmda keltirilgan $S = f(U, C, n)$ grafik tasvirni analitik ifodalash va elektr ishlov berish jarayoni optimal parametrlarini aniqlashda ko'p faktorli eksperimentlarni rejalashtirishni matematik nazariyasidan foydalanamiz.

Optimallashtirish maqsadi uzum mevasi donalari qobig'ini mexanik shikastlantirmasdan uning to'qimalaridagi xujayralarini jonsizlantirishni yuqori darajasiga eng kam energiya sarflab erishishni ta'minlaydigan elektr impulsli ishlov berish jarayoni parametrlarini aniqlash xisoblanadi. Optimallashtirish kriteriyasi (me'zoni) etib uzum mevasi to'qimalari xujayralarini nisbiy jonsizlanish darajasini qabul qilamiz ($S = \frac{S'}{S'_{max}}$). Quyidagi misolda toyfi navli uzumning mevasini quritishdan oldin elektr impulsli ishlov berish jarayonini optimal parametrlarini aniqlashni ko'rib chiqamiz.

Eksperimental tadqiqotlar asosida jarayonni kechishini belgilovchi asosiy faktorlar va ularning o'zgarish darajalarini (chegaralarini) qabul qilamiz (2.4-jadval).

Faktorlar va ularning chegaralari (darajalari)

2.4-jadval

Faktorlar	Faktorlarni belgilanishi		O'lchov birligi	Darajasi (o'zgarish chegarasi)		
	natural	Kodlangan		- 1	0	+ 1
Impuls xosil qiluvchi kuchlanish	U	X_1	kV	2	3	4
yig'uvchi kondensator sig'imi	C	X_2	mkF	0.1	0.55	1.0
Impulslar soni	n	X_3	dona	1	7	13

Elektr impulsli ishlov berish jarayonida biologik mahsulotni xujayralarini jonsizlanish jarayonini kechishi (javob yuzani o'zgarishi) nochiziqli xarakterga ega bo'lganligi uchun uning matematik modelini ikkinchi darajali polinom tenglama orqali ifodalaymiz /30/.

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{3} b_i x_i + \sum_{i=1}^{3} b_{ii} x_{ii}^2 + \sum_{i<j}^{3} b_{ij} x_{ij} \qquad (2.14)$$

2.12-tenglamani (modelni) regressiya koeffitsiyentlarini topishda 3 ta markaziy nuqtani ichiga olgan 15 nuqtadan iborat k = 3(VV_3) o'lchamli Boks-Benkin D – optimal ikkinchi tartibli planidan foydalanamiz (qo'llaymiz).

Eksperiment natijalariga ishlov berish, modelni regression va dispersion analizlari algoritm blankasidan foydalanib bajaramiz /31/.

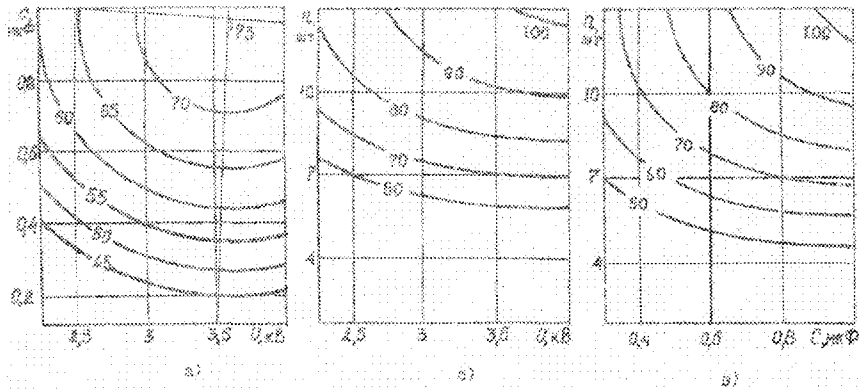
Xisob natijalari asosida jarayonni 2.15-tenglamaga adektiv quyidagi modelni qabul qilamiz

$$y = 62.3 + 8.5x_1 + 17.5x_2 + 34.0x_3 - 6.8x_1^2 - 9.3x_2^2 - \\ - 18.8x_3^2 - 0.25x_1x_2 + 5.25x_1x_3 + 10.75x_2x \qquad (2.15)$$

Qabul qilingan modeldan foydalanishni o'ng'aylashtirish uchun undagi faktorlarni kodlangan belgilanishini naturalga o'tkazamiz.

$$\delta = -92.8 + 43.5U + 63.2C + 8.2n - 6.8U^2 - 45.9C^2 - \\ - 0.52n^2 + 0.88Un + 3.98Cn \qquad (2.16)$$

Matematik modelni (2.15, 2.16 tenglamalar) taxlilini javob yuzani ikki o'lchamli kesimi usuli bo'yicha amalga oshiramiz. (2.2-rasm)



2.2-rasm. Uzum mevasi donasini jonsizlanish darajasini ifodalovchi javob yuzasi bo'yicha ikki o'lchamli kesimi (grafikda bir xil darajada jonsizlanish chizig'i ko'rsatilgan). a-x_3=0; b-x_3=0; v-x_3=0.

2.2-rasmda keltirilgan bog'liqliklar taxlili quyidagilarni ko'rsatadi. Kondensator sig'imi o'zgarmas bo'lganda (S=const) kuchlanishni optimaldan og'ishi xujayralarni o'lish darajasini kamayishiga olib keladi. Hujayralarni o'lish darajasiga kuchlanishni optimaldan pasayishining ta'siri optimaldan ortishidan ko'ra kattaroq. U=const bo'lganda kondensator sig'imini optimaldan og'ishi xam elektr ishlov berish samarasini (xujayralarni jonsizlanishini) pasayishiga olib keladi (2.2 a-rasm). Kondensator sig'imini optimaldan kamayishini elektr ishlov berish samarasini pasayishiga ta'siri uni optimaldan ortishiga nisbatan kattaroqligini ko'ramiz.

Kuchlanish va sig'imning optimal qiymatlari U=(3,5 – 4,0) kV va S=0,8-1 mkF ga to'g'ri keladi. Hujayralarni belgilangan jonsizlanish darajasiga U=(3,5 – 4,0) kV kuchlanishda impulslar sonini eng kam qiymatida erishiladi. Kuchlanishni ushbu qiymatidan pasayishi esa impulslar sonini keskin oshishini talab qiladi.

Kuchlanish o'zgarmas bo'lganda kondensator sig'imini kamayishi kerakli jonsizlantirishga erishishi uchun impulslar sonini unga mos ravishda oshirishni talab qiladi. Kerakli jonsizlantirish darajasiga erishish optimal kuchlanishni kondensator sig'imi va impulslar soni bilan bog'liqligini matematik ifodasini 2.16-tenglamani kuchlanish bo'yicha xususiy xosilasidan xosil qilinadi.

$$U_{opm} = 3{,}199 - 0{,}041C + 0{,}065n \qquad (2.17)$$

2.15 tenglama taxlili sig'imni 0,1 dan 1 mkF gacha o'zgarishi U_{opm} ni 0,004 dan 0,04 kV ga o'zgarishiga olib keladi va bu o'z navbatida

kondensator sig'imi U_{onm} ga ta'siri sezilarsizligini ko'rsatadi. U_{onm} ga impulslar soni ko'proq ta'sir ko'rsatishini kuzatish mumkin. Impulslar soni n 1 dan 13 gacha o'zgarganda U_{onm} ni 3,2 dan 4 kV gacha ortishiga olib keladi.

Kondensatorning optimal sig'imi kuchlanish va impulslar soni bilan bog'liqlik tenglamasini 2.16-tenglamani "S" bo'yicha xususiy xosilasi asosida quyidagicha ifodalaymiz

$$C_{onm} = 0{,}6885 - 0{,}0061U + 0{,}043U \qquad (2.18)$$

Kuchlanishni 2 dan 4 kV gacha o'zgarishi C_{onm} ni 0,012 dan 0,024 mkF gacha o'zgarishiga olib keladi va bu uning ta'siri katta emasligini ko'rsatadi. Jonsizlantirishni optimal darajasiga erishish uchun (C_{onm}) xar bir impulsdan keyingi impuls 0,043 mkF ga oshirilishi kerak. Boshqacha aytganda impulslar soni 1 dan 13 gacha o'zgarganda C_{onm} 0,74 dan 1,24 mkF gacha o'zgaradi.

Kondensatorda yig'ilgan energiya uni razryadlanish vaqtida uzum mevasi donasiga to'laligicha o'tadi deb xisoblab va $U_{onm} = f(C,n)$ va $C_{onm} = f(U,n)$ bog'liqlikdagi katta bo'lmagan ta'sirlarni tashlab yuborib bitta impuls optimal energiyasini impulslar soniga bog'liqligini quyidagicha ifodalaymiz:

$$E_{1onm} = 3{,}5255 + 0{,}3633n + 0{,}0104n^2 + 0{,}001n^3 \qquad (2.19)$$

Uzum donasini to'qimasi xujayralarini jonsizlanish darajasini optimal sharoitda 1 foizga (1%) oshirishga sarflanadigan energiyani impulslar soni bilan bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$A = \frac{E_{1onm}}{\delta_n - \delta_{n-1}} = \frac{3.5255 + 0.3633n + 0.0104n^2 + 0.001n^3}{14.28 - 0.84n} \qquad (2.20)$$

2.20 formula va 2.3 rasm 3-grafikdan belgilangan jonsizlantirish uchun impulslar sonini oshib borishi solishtirma energiya sarfini ham ortib borishini ko'ramiz.

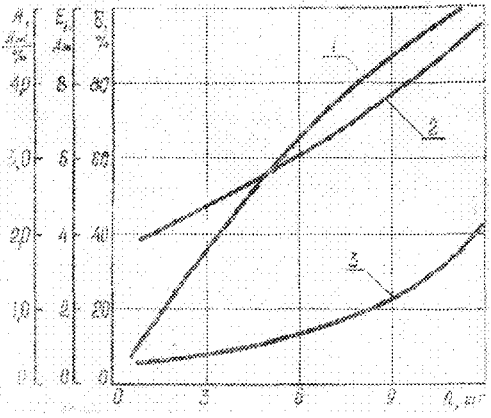
kuchlanish (U) va kondensator sig'im (S) larning optimal va o'zgarmas deb qabul qilib (U_{opt} = const, S_{opt} = const) 2.16 tenglama impulslar soni bo'yicha xususiy xosilasini olib uzum mevasi to'qimalari xujayralarini o'lish (jonsizlanish) darajasini (δ) impulslar soni "n" bog'liqlik ifodasini olamiz.

$$\delta = -2{,}71 + 13{,}65n - 0.407n^2 \qquad (2.21)$$

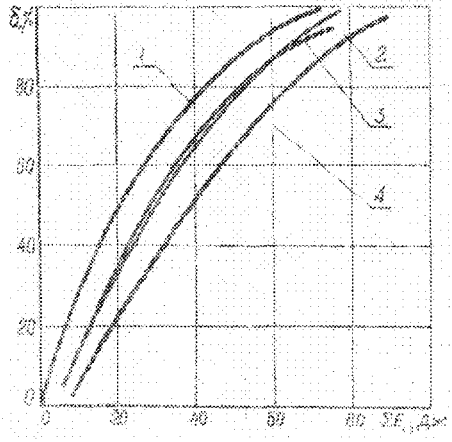
2.20 formula bo'yicha qurilgan 2.2 rasm 1 grafikda jonsizlantirilish δ ni 95% dan kam bo'lmasligi uchun "n" 10-11 tani tashkil etishi kerakligini

ko‘ramiz. 1kg uzumga ishlov berish uchun esa 60-65 J energiyaga ega razryaddan 1500-2000 ta impuls berilishi kerakdir. energiya sarfini ortishiga olib keladi (2.3-rasm 3-grafik).

Elektr ishlov berishni optimallashtirishga yo‘naltirilgan eksperimental tadqiqodlar va ularga stasistik ishlov berish, aniqlangan elektr ishlov berish optimal parametrlari 1 dona uzum mevasida ko‘rib chiqildi.



2.3-rasm. Razryad kuchlanishi va kondensator sig‘imi optimal bo‘lganda (U_{opt} va S_{opt}) uzum mevasi to‘qimalari jonsizlanishi δ (1-grafik), bitta impuls energiyasi E_i (2-grafik) va solishtirma energiyasi A (3-grafik) larni elektr razryadli impulslari soniga bog‘liqligi grafiklari.



2.4-rasm. Uzum mevasi to‘qimalari jonsizlanishi (δ) unga kiritilayotgan umumiy energiya miqdoriga bog‘liqligi.

Elktr ishlov berish parametrlarining quyidagi qiymatlarida:
1 - (U_{opt} va S_{opt}); 2- U=3,8kV va S=0.9mkF; 3-U=4kVva S=0.77mkF;
4- U=4kV va S=1.0mkF.

Ishlab chiqarish texnologiyasida uzum donolab emas bir bosh yoki uni bo'lib shingillarga ajratilgan holda ularga ishlov beriladi.

Uzum navi uning mevasi donalari ulcham va masasini inobatga olgan holda ishlov berilayotgan uzum boshi yoki shingilini balandligidan (qalinligidan) kelib chiqib quyidagi elektr impulsli ishlov berish parametrlarini optimalga yaqin deb qabul qilishimiz mumkin.

$$U_{опт} = 3.6 - 4.0кВ;\ C_{опт} = 0.8 - 1.0мкФ$$

Ushbu parametrlarda sig'imli impulsli manbada xosil bo'lgan bitta impuls energiyasi $W_i = 6.0 - 6.5Ж$ ga to'g'ri keladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki

- Uzum mevasi to'qimalari xo'jayralarning elektr impulsli ishlov berish

jarayonida jonsizlantirish uzum naviga bog'liq emas va faqat empulsli razryad parametrlariga bog'liq..

- Uzum mevasi to'qimalar xo'jayralarini jonsizlantirishda minimal energiya sarfi va impulslar sonida yuqori samaraga erishish uchun navbatdagi beriladigan impulsli razryad energiyasini nochiziqli 4-9 J ga nochiziqli ortib borishi kerak.

2.3. Optimallashtirishga oid eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazish va ishlov berishni elektr impulsli ishlov berish bilan sharbat olish jarayonini matematik modellashtirishda o'rganish

O'simlik mahsulotlariga elektr ishlov berishni baholovchi asosiy ko'rsatkichlar sifatida sharbat olinishi va elektr impulsli ishlov berish parametrlari qabul qilingan. Ularning holatida turli hil elektr va texnologik faktorlar ta'sir ko'rsatadi. Faktorlarni baravar ta'sirini o'rganish uchun ularning sharbat olinishi va elektr impulsli ishlov berish parametrlari bilan funksional bog'lanishini aniqlash kerak.

Tajribalar sonini kamaytirish va aniqligini oshirish, jarayonning matematik tavsiflari tenglamalarini olish va tadqiqotning optimal sohasida rejim parametrlarini o'rnatish uchun biz tajribalarni rejalashtirish matematik nazariyasidan foydalangan holda ish olib bordik [43, 94, 133, 151].

Eksperimentlarni rejalashtirish matritsasini qurish uchun faktorlarni haqiqiy kattaliklaridan kodlangan (o'lchovsiz) qiymatiga o'tish quyidagi ifoda yordamida bajarildi:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\varepsilon} \qquad (2.24)$$

Bunda: x_i - i – faktorning kodlangan qiymati;

X_i - i – faktorning kontrol qiymati;

X_{io}- i – faktorning nol darajadagi kontrol qiymati;

ε - ushbu faktorning o'zgarish intervali.

Har bir faktor uchun avval nol darajasi va o'zgartirish oralig'ini belgilab kodlaymiz.

Biz quyidagi ko'rinishdagi matematik model turini tanlaymiz:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i x_i + \sum_{i<j}^{n} b_{ij} x_i x_j + \sum_{n=1}^{n} b_{ij} x_i^2 \qquad (2.25)$$

B_n turidagi ikkinchi darajali eksperimentni rejalashtirish usulidan foydalanamiz.

Dastlabki eksperimentlardan sharbat chiqishiga (B) ta'sir qiluvchi asosiy parametrlar quyidagilar olindi:

X_1 – razryad kuchlanishi, kV;

X_2 –impulslar soni, dona;

X_3 – kondensator sig'imi, mkF;

X_4 – presslash bosimi, kg/sm^2.

Tajribalar davomida B_4 rejasi spektrining har bir nuqtasida uchta tajriba o'tkazildi. Tajribalarning tartibi sonlar jadvaliga muvofiq amalga oishirildi.

Belgilangan faktorlar, ularni o'zgartirish intervallari va darajalari 2.25-jadvalda keltirilgan.

2.25-jadval

Faktorlarni o'zgartirish intervallari va darajalari

Faktorlarni belgilanishi		Faktor	Interval	Darajalar			Ta'sir qilish ob'ekti
Kodlangan	Natural			-1	0	+1	
X_1	U	Razryad hosil qiladigan kuchlanish, kV	2 2	5 3	7 5	9 7	Olma "Toyfi" navli uzum
X_2	n	Impulslar soni, dona	6 6	8 6	14 12	20 18	Olma "Toyfi" navli

							uzum
X_3	C	Kondensator sig'imi, mkF	0,2 0,2	0,2 0,1	0,4 0,3	0,6 0,5	Olma "Toyfi" navli uzum
X_3	P	Presslash bosimi	4 2	4 4	8 6	12 8	Olma "Toyfi" navli uzum

Ushbu reja uchun asosiy funksiyalarning matritsasi 2.26-jadvalda keltirilgan. 2.26-jadvaldagi m ta parallel tajribalar o'rtacha qiymati va dispersiyalar quyidagi formulalar yordamida hisoblangan:

$$\bar{y}_g = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} y_{gi} \qquad (2.26)$$

$$S_g^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}\left(y_{gi} - \bar{y}_g\right)^2 \qquad (2.27)$$

Eksperiment ifodalanishini Koxren kriteriyasi bo'yicha tekshiramiz. $q = 0{,}05$ uchun

$$G = 0.8563 < G_{1-q}\left(\nu_1 = 2,\ \nu_2 = 24\right) = 0.2354,$$

Ushbu qiymat tajribaning ifodalanishi gipotezasi kuzatuv natijalariga zid kelmaydi.

Dispersiyani ifodalanishini (vosproizvodimost) darajasini quyidagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$S^2\{y\} = \frac{1}{N}\sum_{g=1}^{N} S_g^2 = \frac{1}{N_1 + 2n + N_0}\sum_{g=1}^{N} S_g^2 = \frac{145{,}756}{24} = 6{,}073 \qquad (2.28)$$

2.26-jadval

(B_p) B_4 turidagi plan matritsasi va eksperiment natijalari

g	Bazis funksiyalarning F matritsasi																y_{g1}	y_{g2}	y_{g3}	$\bar{y}_g$	S_g^2	$\hat{y}_g$
	$f_0(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$	$f_5(x)$	$f_6(x)$	$f_7(x)$	$f_8(x)$	$f_9(x)$	$f_{10}(x)$	$f_{11}(x)$	$f_{12}(x)$	$f_{13}(x)$	$f_{14}(x)$							
	1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_1x_2	x_1x_3	x_1x_4	x_2x_3	x_2x_4	x_3x_4	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2							
1	1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1		61,12	63,96	61,7	62,26	2,2516	65,8
2	1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1		63,46	67,63	65,83	65,64	4,3743	66,6
3	1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1		64,1	67,95	68,68	66,91	6,0353	67,5
4	1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1		63,52	70,07	64,50	66,03	12,4813	66,3
5	1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1		67,54	65,55	60,80	64,63	11,9917	67,6
6	1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1		65,81	66,31	70,20	67,44	5,7757	68,4
7	1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1		63,93	67,43	68,02	66,46	4,8877	69,3
8	1	+1	+1	+1	-1	+1	1	-1	1	-1	-1	+1	+1	+1	+1		67,55	71,75	72,14	70,48	6,4767	70,1
9	1	-1	-1	-1	+1	+1	1	-1	1	-1	-1	+1	+1	+1	+1		66,52	69,71	70,23	68,82	4,0351	68,5
10	1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	1	1	-1	-1	+1	+1	+1	+1		71,77	70,68	67,4	69,95	5,1739	72,3
11	1	-1	+1	-1	+1	-1	1	-1	-1	1	-1	+1	+1	+1	+1		67,6	68,40	71,69	69,23	4,6987	70,2
12	1	+1	+1	-1	+1	1	-1	1	-1	1	-1	+1	+1	+1	+1		70,89	71,46	75,54	72,63	6,4323	74,0
13	1	-1	-1	+1	+1	1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1		67,55	69,25	73,05	69,95	7,93	70,3
14	1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1		70,76	72,56	74,72	72,68	3,9312	74,1
15	1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1		73,6	69,96	68,84	70,8	6,1936	72,0
16	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1		75,22	69,59	74,25	73,02	9,0589	75,8
17	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	0		66,12	69,91	65,87	67,3	5,1247	66,8
18	1	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	0		71,24	67,85	68,00	69,03	3,0687	69,1
19	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0		70,43	74,01	69,67	71,37	5,3716	72,3
20	1	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0		71,29	71,35	75,52	72,72	5,8809	74,0
21	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0		71,05	70,15	75,28	72,16	7,5033	72,0
22	1	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0		76,11	74,43	72,03	74,19	4,2048	74,0
23	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1		73,39	74,00	77,01	74,8	3,7561	73,2
24	1	0	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		72,29	74,90	78,11	75,1	8,4981	77,3

O'rtacha dispersiyani quyidagicha hisoblaymiz:

$$S^2\{\overline{y}\} = \frac{S^2\{y\}}{m} = \frac{6.073}{3} = 2.024 \qquad (2.29)$$

Regressiya koeffitsiyentlarini aniqlash uchun quyidagi summani hisoblaymiz (2.27-jadval):

$$z_j = \sum_{g=1}^{N} f_{gj}\overline{y}_g, \quad j = 0...14. \qquad (2.30)$$

Bu yerda: $j=0$ uchun $f_{g0}=1$; $j=1...4$ uchun $f_{gi}=(x_i)_g$; $j=5...10$ uchun $f_{gi}=(x_i x_j)_g$ $(ij=1...4,\ i=f)$; $j=11...14$ uchun $f_{gi}=(x_i^2)_g$ $(i=1...4)$.

Hisoblarni 2.27-jadvalda keltiramiz.

2.27-jadval

t_j-kriteriya va b_j koeffitsiyentlarni hisoblash natijalari

Bazis funksiya	j	z_j	b_j	$S^2(b_j)$	$S(b_j)$	t_j
1	0	1673,60	73,20	0,46392	0,68112	107,47
x_1	1	20,54	1,14	0,11247	0,33537	3,40
x_2	2	15,54	0,86	0,11247	0,33537	2,57
x_3	3	16,02	0,89	0,11247	0,33537	2,65
x_4	4	37,53	2,09	0,11247	0,33537	6,22
x_1x_2	5	-1,29	-0,08	0,12652	0,35569	-0,23
x_1x_3	6	4,75	0,30	0,12652	0,35569	0,83
x_1x_4	7	12,15	0,76	0,12652	0,35569	2,13
x_2x_3	8	-2,07	-0,13	0,12652	0,35569	-0,36
x_2x_4	9	-5,63	-0,35	0,12652	0,35569	-0,99
x_3x_4	10	-2,35	-0,15	0,12652	0,35569	-0,41
x_1^2	11	1233,26	-5,20	0,80129	0,89515	-5,81
x_2^2	12	1241,02	-1,32	0,80129	0,89515	-1,47
x_3^2	13	1243,28	-0,19	0,80129	0,89515	-0,21
x_4^2	14	1247,83	2,09	0,80129	0,89515	2,33

Hisoblangan summa $Z_j(j=0...14)$ qiymatlari yordamida regressiya koeffitsiyentlarini quyidagi formulalar orqali hisoblaymiz:

$$b_0 = \frac{a}{N}\sum_{i=1}^{N}\overline{y}_g - \frac{b}{N}\sum_{i=1}^{n}\cdot\sum_{g=1}^{N}(x_i^2)_g\overline{y}_g; \qquad (2.31)$$

$$b_i = \frac{1}{\lambda_2 \cdot N}\cdot\sum_{g=1}^{N}(x_i\ )_g\,\overline{y}_g; \qquad (2.32)$$

$$b_{ij} = \frac{1}{\lambda_3 \cdot N} \cdot \sum_{g=1}^{N} (x_i x_j \ ) \overline{y}_g \ ; \qquad (2.33)$$

$$b_{ij} = \frac{C}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} (x_i^2 \ ) \overline{y}_g - \frac{d}{N} \cdot \sum_{i=1}^{n} \cdot \sum_{g=1}^{N} \ (x_i^2 \ ) \overline{y}_g - \frac{b}{N} \cdot \sum_{g=1}^{N} \overline{y}_g \ ; \qquad (2.34)$$

Bu yerda: a,b,c,d $(\lambda_2 \cdot N)^{-1}, (\lambda_3 \cdot N \ )^{-1}$ konstantalar, model koeffitsiyentlarini hisoblash uchun yordamchi konstruksiyalar.

n=4 da va koeffitsiyentlar soni b_{ij} to'rtga teng bo'lganda konstantalar qiymati quyidagicha bo'ladi:

a = 5,5; b= 1,5; c= 12; d= 2,5; $(\lambda_2 \cdot N)^{-1} = 0{,}05556$; $(\lambda_3 N)^{-1} = 0{,}0625$.

Koeffitsiyentlar dispersiyalari quyidagi ifodalar orqali hisoblanadi:

$$S^2(b_0) = \frac{a}{N} S^2\{\overline{y}\}; \qquad (2.35)$$

$$S^2\{b_i\} = (\lambda_2 \cdot N)^{-1} S^2\{\overline{y}\}; \qquad (2.36)$$

$$S^2\{b_{ij}\} = (\lambda_3 \cdot N)^{-1} S^2\{\overline{y}\}; \qquad (2.37$$

$$S^2\{b_{ii}\} = \frac{C - OC}{N} S^2\{\overline{y}\}; \qquad (2.38)$$

t_j-kriteriya qiymatlarini quyidagi ifoda orqali hisoblaymiz:

$$t_i = \frac{|b_j|}{S\{b_j\}} \qquad (2.39)$$

Bu yerda: $s\{b_j\} = \sqrt{s^2\{b_j\}}$ tanlama o'rtacha kvadratik og'ish.

Regressiya koeffitsiyentlarini baholashning ahamiyatligini tekshirish nolinchi gipotezani Styudent t-kriteriyasining alternativ qiymati bilan taqqoslashni quyidagi tengsizlik orqali amalga oshiramiz:

$$t_j > t_{1-\frac{g}{2}}(v = N(m-1)) \qquad (2.40)$$

bu yerda: $t_{1-\frac{g}{2}}(v)$ - V = N (m-1) erkinlik darajasi soni uchun Styudentning $(1-\frac{g}{2})$% kvantil taqsimoti, nolinchi gipoteza $H_0 \cdot \beta = 0$ rad etildi va b_i ning tegishli bahosi statistik ahamiyatga ega deb hisoblanadi.

Ushbu holatda $q = 0{,}05$ uchun Styudent taqsimoti kvantili $t_{1-\frac{g}{2}}(48) = 2{,}011$ ga teng bo'ladi.

b_5, b_6, b_8, b_9, b_{10}, b_{12}, b_{13} koeffitsiyentlar uchun (3.19) tenglik bajarilmayabdi, demak ushbu koeffitsiyentlar ahamiyatga ega emas.

Shunday qilib matematik modelni quyidagi ko'rinishda olamiz:

Olma uchun:

$$y(x,b) = 73{,}20 + 1.14x_1 + 0{,}86x_2 + 0{,}89x_3 + 2.09x_4 + 0{,}76x_1x_4 - 5.20x_1^2 + 2{,}09x_4^2 .$$

Uzum uchun:

$$\hat{y}(x,b) = 75{,}68 + 1{,}28x_1 + 0{,}79x_2 + 0{,}68x_3 + 2{,}24x_4 + 0{,}75x_1x_4 + \\ + 0{,}85x_3x_4 - 6{,}03x_1^2 - 2{,}28x_2^2 + 2{,}48x_4^2$$

Eksperiment natijalariga ishlov berishning navbatdagi bosqichi matematik model va javob funksiyasining adekvatligi haqidagi gipotezani tekshirib ko'rishdir. Regression tahlil usulidan so'ng ushbu tanlama dispersiya va adekvatlik dispersiyasini taqqoslash orqali amalga oshiriladi.

Belgilangan ikkala dispersiyaning bir xilligi haqidagi gipotezaning adekvatligi to'g'risidagi gipotezani tekshirish Fisher kriteriyasi yordamida amalga oshiriladi:

$$F = \frac{S^2_{OTK}}{S^2\{\bar{y}\}} \qquad (2.41)$$

Tanlangan dispersiya S^2_{OTK} quyidagi formula yordamida topiladi:

$$S^2_{OTK} = \frac{\sum_{g=1}^{N}(\bar{y}_g - \hat{y}_g)^2}{N-d} \qquad (2.42)$$

Jadvaldagi qiymatga asosan [4] hisoblaymiz:

$$S^2_{OTK} = \frac{69{,}6308}{17} = 2{,}02329$$

$S^2_{OTK} < S^2_{\{\bar{y}\}}$ ni hisobga olib, quyidagicha hisoblaymiz:

$$F = \frac{S^2\{\bar{y}\}}{S^2_{OTK}} = \frac{2{,}024}{2{,}02329} = 1{,}00035$$

V_1=N-d=24-7=7; V_2=N(n-1)=24(3-1)=48

q=0,05 da Fisher kriteriyasining jadval [57] qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$F = 1{,}00035 < F_{1-q}(17,48) = 1{,}8425$

Demak, matematik model va javob funksiyasining mosligi haqidagi gipoteza kuzatuv natijalariga zid kelmaydi.

Ahamiyatga ega emas koeffitsiyentlarni chiqarib tashlab va olingan ma'lumotlarni hisoblash natijalariga ko'ra matematik model kodlangan ko'rinishda quyidagicha bo'ladi:

$$\hat{y}(x,b) = 73.20 + 1.14x_1 + 0.86x_2 + 0{,}89x_3 + 2.09x_4 + \\ + 0.76x_1x_4 - 5{,}20x_1^2 + 2{,}09x_4^2 \qquad (2.43)$$

$$\hat{y}(x,b) = 75{,}68 + 1{,}28x_1 + 0.79x_2 + 0{,}68x_3 + 2{,}24x_4 + \\ + 0.75x_1x_4 + 0{,}85x_3x_4 - 6{,}03x_1^2 - 2.28x_2^2 + 2{,}48x_4^2 \qquad (2.44)$$

O'zgaruvchilarni kodlangan ko'rinishdan natural qiymatlariga o'tish quyidagi ifoda orqali bajariladi:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\varepsilon} \qquad (2.45)$$

(2.44) ifodaga asosan sharbat olish jarayoni tenglamasidagi o'zgaruvchilar qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$x_1 = \frac{U-7}{2}; \qquad x_2 = \frac{n-14}{6}; \qquad x_3 = \frac{C-0{,}4}{0{,}2};$$

$$x_4 = \frac{P-8}{4};$$

Kodlangan qiymatlarni natural qiymatlarga o'tkazib va tegishli o'zgarishlardan keyin meva va uzumga elektr impulsli ishlov berib sharbat olish jarayoni matematik modeli quyidagi ko'rinishga keladi:

Olma uchun:

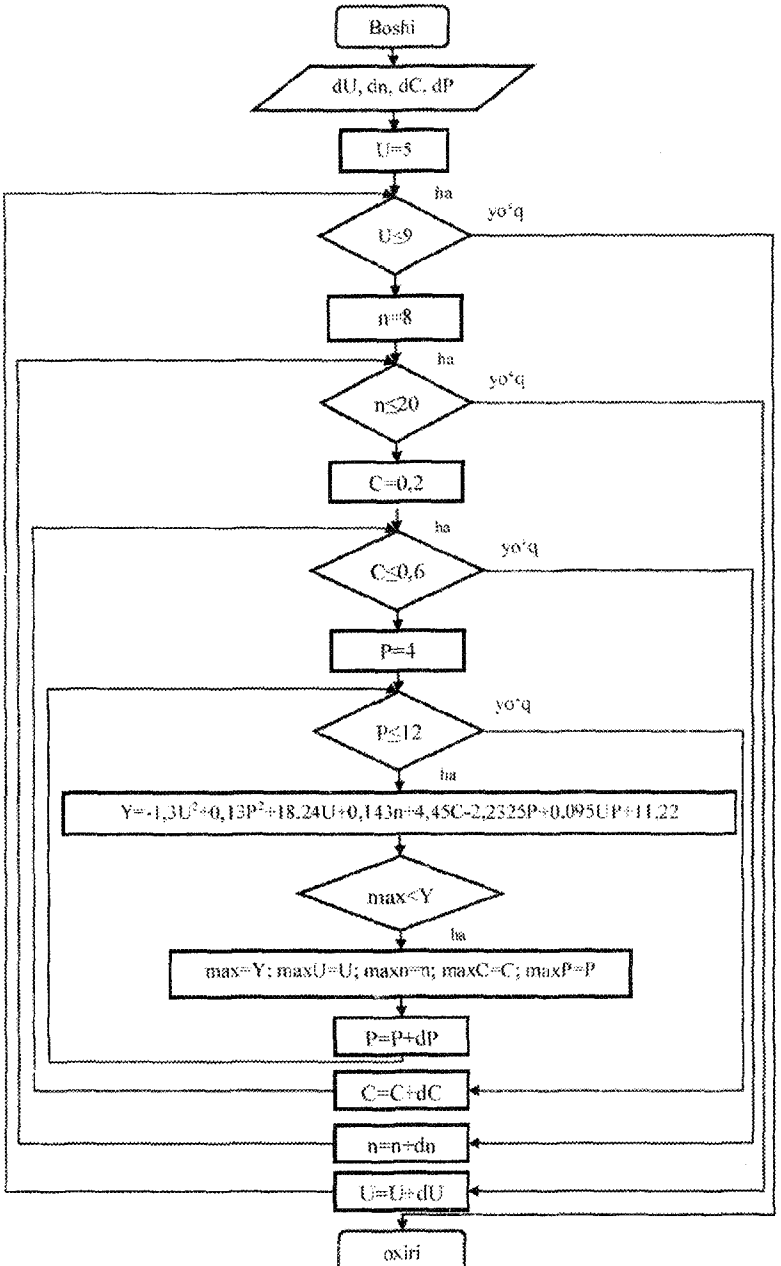
$$y = -1{,}3U^2 + 0{,}13P^2 + 18{,}24U + 0{,}143n + 4{,}45C - 2{,}2325P + 0{,}095UP + 11{,}22 \qquad (2.46)$$

Uzum uchun:

$$y = -1{,}5075U^2 - 0{,}0583n^2 + 0{,}62P^2 + 29{,}575U + 1{,}6364n - 9{,}35C - 6{,}9575P + \\ + 0{,}1875UP + 2{,}125CP - 62{,}515 \qquad (2.47)$$

Matematik mobelning optimum qiymatini topish uchun PascalABC kompyuter dasturida hisoblaymiz. 2.16-rasmda mevalardan sharbat chiqishini hisoblash algoritmining blok-sxemasi keltirilgan.

Tadqiqotlar natijasida elektr impulsli ishlov berib sharbat olish jarayonining quyidagi optimal parametrlari aniqlandi: olma uchun razryad kuchlanishi 7,5 kV, impulslar soni 18 ta, kondensator sig'imi 0,6 mkF, presslash bosimi 10 kg/sm^2; uzum uchun razryad kuchlanishi 6 kV, impulslar soni 14 ta, kondensator sig'imi 0,4 mkF, presslash bosimi 8 kg/sm^2.



2.16-rasm. Mevalardan sharbat chiqishini hisoblash algoritmining blok-sxemasi

3. ILMIY TATQIQOTLARDA MATEMATIK STATISTIKANING USULLARNI QO'LLASH BO'YICHA MISOLLAR

3.1. Tajriba natijalariga statistik ishlov berishga oid masalalar

Tajriba rejasi jadvali (matritsasi) va regressiya tenglamasini tuzish. Uch faktorli ikki pog'onali tajriba matritsasi va regressiya tenglamasini tuzish.

Tajriba rejasi jadvalini (matritsasi) tuzish uchun tajribalar sonini (N) aniqlaymiz. Tajribalar soni (N) o'rganilayotgan jarayonga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlar soni (m) va pog'onalar soni (n) orqali quyidagi formula bilan topiladi:

$$N = n^m \tag{3.1}$$

Tajriba matritsasini 3.5 – jadvalga kiritamiz.

Regressiya tenglamasini quyidagi ko'rinishda qabul qilamiz:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{23}x_2x_3 + a_{13}x_1x_3 + a_{123}x_1x_2x_3$$

Tajriba matritsasi

3.1-jadval

T. r.	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	Qayta o'lchash U_1	U_2	U_3	$U_{o'rt}$
1	+	-	-	-	+	+	+	-	U_{11}	U_{12}	U_{13}	$U_{o'rt}$
2	+	+	-	-	-	-	+	+	U_{21}	U_{22}	U_{23}	$U_{o'rt}$
3	+	-	+	-	-	+	-	+	U_{31}	U_{32}	U_{33}	$U_{o'rt}$
4	+	+	+	-	+	-	-	-	U_{41}	U_{42}	U_{43}	$U_{o'rt}$
5	+	-	-	+	+	+	-	+	U_{51}	U_{52}	U_{53}	$U_{o'rt}$
6	+	+	-	+	-	-	-	-	U_{61}	U_{62}	U_{63}	$U_{o'rt}$
7	+	-	+	+	-	+	+	-	U_{71}	U_{72}	U_{73}	$U_{o'rt}$
8	+	+	+	+	+	-	+	+	U_{81}	U_{82}	U_{83}	$U_{o'rt}$

1-misol. 3.1 - jadvalda tarmoqdagi yuklama miqdori haqida ma'lumotlar berilgan. Natijalar 10 kun davomida soat 16.00 da olingan. O'rtacha arifmetik qiymat va o'rtacha kvadrat og'ishni aniqlang.

3.2 - jadval

T.r.	Kuzatuv natijalari x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	T.r.	Kuzatuv natijalari x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	12	0,9	0,81	6	14	2,9	8,41
2	13	1,9	3,67	7	13	1,9	3,67
3	8	-3,1	9,61	8	11	-0,1	0,01
4	6	-5,1	26,01	9	13	1,9	3,87
5	13	1,9	3,01	10	8	-3,1	9,61
				Σ	115	17,7	69,07

Echish: 1. O'rtacha arifmetik qiymatni aniqlaymiz:

$$m \approx \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} = \frac{1}{10}(12+13+8+6+13+14+13+11+13+8) = \frac{115}{10} = 11,5$$

2. Dispersiyasini aniqlaymiz: $\delta_x^2 = (\delta_x^*)^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 = \frac{69,07}{9} = 7,67$

3. O'rtacha kvadratik og'ishi: $\delta_x = \delta_x^* = \sqrt{\delta_x^*} = \sqrt{7,67} = 2,77$

4. Saralab olingan o'rtacha uchun o'rtacha kvadratik og'ishini topamiz:

$$\delta_{\bar{x}}^* = \frac{\delta_x^*}{\sqrt{n}} = \frac{2,77}{10} = 0,277$$

2 - misol. 3.2-jadvalda keltirilgan 25 kun davomida soat 16 da tarmoqdagi quvvatni o'lchash natijalari bo'yicha o'rtacha qiymat ($\bar{x}$), dispersiya (σ_X^2) bosh tanlamani o'rtacha kvadratik og'ishi ($\sigma_{\bar{X}}^2$) uchun tanlama baholari aniqlansin.

3.3-jadval.

№ t/r	Kuzatuv natijalari x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	№ t/r	Kuzatuv natijalari x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	12	2	4	14	10	0	0
2	13	3	9	15	14	4	16
3	8	-2	4	16	9	-1	1
4	6	-4	16	17	8	-2	4
5	13	3	9	28	6	-4	16
6	14	4	16	19	11	1	1
7	13	3	9	20	12	2	4
8	11	1	1	21	9	-1	1
9	13	3	9	22	10	0	0
10	8	-2	4	23	8	-2	4
11	7	-3	9	24	8	-2	4
12	11	1	1	25	7	-3	9
13	9	-1	1	Σ	250		152

Echish: 1) O'rtacha qiymat ($\bar{x}$) ni o'rtacha arifmetik qiymat (m) ga teng deb qabul qilib quyidagicha topamiz. $m \approx \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{250}{25} = 10$

2) Bosh majmua dispersiyasini (σ_X^*) quyidagicha topamiz.

$$\sigma_X^2 \approx D = (\sigma_X^*)^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{152}{24} = 6{,}33$$

Ba'zi arifmetik xisoblar natijalari ($x_i - \bar{x}$), ($x_i - \bar{x}$)^2 11.2-jadvalda keltirilgan.

3) Bosh tanlama o'rtacha kvadratik og'ishini quyidagicha topamiz:

$$\sigma_X \approx \sigma_X^* = \sqrt{6{,}33} = 2{,}52$$

4) Tanlama uchun o'rtacha kvadratik og'ishni quyidagicha topamiz:

$$\sigma_{\bar{x}}^* = \frac{\sigma_X^*}{\sqrt{n}} = \frac{2{,}52}{\sqrt{25}} = 0{,}5$$

3 - misol. 3.4-jadvalda elektr motorlarni quvvatiga qarab (guruxlarga bo'lingan) ta'mirlash baxolari keltirilgan. Jadvalda keltirilgan kattaliklar asosida chiziqli regressi tenglamasini ($Y = kx + b$) korrelyatsiya koeffitsiyentini ($r_{tanl.}^*$) toping va chastotalar gistogrammasini quring, (y_i, n_i) xamda tanlama o'rtacha baxo ($\bar{y}$) va tanlama o'rtacha kvadratik og'ish (σ_Y^*) larni toping.

Echish. 1) 11.3-jadvalda keltirilgan ma'lum quvvatli (x_j) motorni ta'mirlanish soni (n_y) korrelyatsiya qatori jadval dioganali bo'yicha joylashganligi, tadqiq etilayotgan ko'rsatkichlar X va Y musbat korrelyatsiya koeffitsiyentli chiziqli regressiya qatoriga mosligini ko'rsatadi, ya'ni $Y = kx + b$ tenglama bilan ifodalash mumkin.

3.4-jadval

"y" bo'yicha baxolar intervali, so'mda	O'rtacha baxolar intervali, y	Elektr motor quvvati x_i, kVt							Ta'mirlanishlar soni n_i	Tami'mirlash narxi chastotalar zichligi ω_i
		Ta'mirlanishlar soni n_y								
0-10	5	3	4	2	1				10	0,020
10-20	15	2	2	5	3	1			13	0,026
20-30	25		2	2	5	1	2	1	13	0,026
30-40	35			1	1	3	4	2	11	0,022
40-50	45					1	1	1	3	0,006
Ta'mirlashlar soni n_i		5	8	10	10	6	7	4	50	

2) O'rtacha tanlama qiymatlarni ($\bar{x}$ va $\bar{y}$) xisoblaymiz.

O'rtacha tanlama qiymat ($\bar{x}$, $\bar{y}$) tanlama to'plam belgisining arifmetik o'rtacha qiymatiga aytiladi. Agar n xajmli tanlama belgisining barcha $x_1, x_2, x_3, ...x_n$ qiymatlari turlicha bo'lsa $\bar{x}$ quyidagicha topiladi.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 .... x_n}{n} \tag{3.2}$$

Agar n xajmli belgining $x_1, x_2, x_3, ...x_n$ qiymatlari mos ravishda $n_1, n_2, n_3, ...n_k$ chastotalarga ega bo'lsa $\bar{x}$ quyidagicha xisoblanadi:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} n_i x_i}{n} \tag{3.3}$$

Bizning misol uchun ushbu formuladan foydalanamiz.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{7} n_i x_i}{n} = \frac{5 \cdot 0,6 + 8 \cdot 1,1 + 10 \cdot 2,2 + 10 \cdot 4,0 + 6 \cdot 7,5 + 7 \cdot 13 + 4 \cdot 22}{50} = 5,96$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{5} n_i y_i}{n} = \frac{10 \cdot 5 + 13 \cdot 15 + 13 \cdot 25 + 11 \cdot 35 + 3 \cdot 45}{50} = 21,8$$

Yig'indilarni topamiz:

$$\sum_{i=1}^{7} n_i \left(x_i - \bar{x}\right)^2, \ \sum_{i=1}^{5} n_i \left(y_i - \bar{y}\right)^2, \ \sum_{i=1}^{7} \sum_{i=1}^{5} n_{ij} \left(x_i - \bar{x}\right)\left(y_i - \bar{y}\right): \tag{3.4}$$

$$\sum_{i=1}^{7} n_i \left(x_i - \bar{x}\right)^2 = \sum_{i=1}^{7} n_i x_i^2 - 50\bar{x}^2 = 5 \cdot 0,6^2 + 8 \cdot 1,1^2 + 10 \cdot 2,2^2 + 10 \cdot 4^2 + 6 \cdot 7,5^2 +$$

$$+ 7 \cdot 13^2 + 4 \cdot 22^2 - 50 \cdot 5,96^2 = 1900;$$

$$\sum_{i=1}^{5} n_i \left(y_i - \bar{y}\right)^2 = \sum_{i=1}^{5} n_i y_i^2 - 50\bar{y}^2 = 10 \cdot 5^2 + 13 \cdot 15^2 + 13 \cdot 25^2 + 11 \cdot 35^2 + 3 \cdot 45^2 - 50 \cdot 21,8^2 = 7090$$

$$\sum_{i=1}^{7}\sum_{i=1}^{5} n_{ij}\left(x_i-\bar{x}\right)\left(y_i-\bar{y}\right)=\sum_{i=1}^{7}\sum_{i=1}^{5} n_{ij}x_iy_i-50\bar{x}\bar{y}=3\cdot0{,}6\cdot5+4\cdot1{,}1\cdot5+2\cdot2{,}2\cdot5+1\cdot4\cdot5+$$

$$+2\cdot0{,}6\cdot15+2\cdot1{,}1\cdot15+5\cdot2{,}2\cdot15+\ldots+1\cdot22\cdot45-50\cdot5{,}96\cdot21{,}8=2415.$$

Tanlama to'plam korrelyatsiya koeffitsiyentini (r^*_{man}) topamiz:

$$r^*_{man}=\frac{\sum_{i=1}^{7}\sum_{i=1}^{5} n_{ij}\left(x_i-\bar{x}\right)\left(y_i-\bar{y}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{7} n_i\left(x_i-\bar{x}\right)^2\sum_{i=1}^{5} n_i\left(y_i-\bar{y}\right)^2}}=\frac{2415}{\sqrt{1900\cdot7090}}\approx0{,}66.$$

Tanlama regressiya koeffitsiyentni (k_{YX}) quyidagicha topiladi.

$$k_{YX}=\frac{\sum_{i=1}^{7}\sum_{i=1}^{5} n_{ij}\left(x_i-\bar{x}\right)\left(y_i-\bar{y}\right)}{\sum_{i=1}^{7} n_i\left(x_i-\bar{x}\right)^2}=\frac{2415}{1900}=1{,}27;$$

Regressiya tenglamasi o'ng tomonidagi o'zgarmas tashkil etuvchisi "b" ni topamiz: $b=\bar{y}-k_{YX}\bar{x}=21{,}8-1{,}27\cdot5{,}96=14{,}23$.

Regresiya tenglamaga xisoblangan k_{YX} va b keffitsiyentlarni qo'yib uni quyidagicha ifodalaymiz: $Y=1{,}27\bar{x}-14{,}23$.

x_i quvvatli xar bir elektr motorni ta'mirlash o'rtacha baxosini $\bar{y}_{xi}$ quyidagicha formulada xisoblaymiz:

$$\bar{y}_{xi}=\frac{\sum x_iy_i}{n_i};\qquad(3.5)$$

$$\bar{y}_{0,6}=\frac{3\cdot5+2\cdot15}{5}=9;\qquad \bar{y}_{1,1}=\frac{4\cdot5+2\cdot15+2\cdot25}{8}=12{,}5;$$

$$\bar{y}_{2,2}=\frac{2\cdot5+5\cdot15+2\cdot25+1\cdot35}{10}=17;\qquad \bar{y}_{4}=\frac{1\cdot5+3\cdot15+5\cdot25+1\cdot35}{10}=20{,}5;$$

$$\bar{y}_{7,5}=\frac{1\cdot15+1\cdot25+3\cdot35+1\cdot45}{6}=31{,}7;\qquad \bar{y}_{13}=\frac{2\cdot25+4\cdot35+1\cdot45}{7}=33{,}6;$$

$$\bar{y}_{22}=\frac{1\cdot25+2\cdot35+1\cdot45}{4}=35.$$

3.4-jadvalda keltirilgan elektr motor quvvatlari (x_i) uchun xisoblangan ta'mirlash o'rtacha baxolari ($\bar{y}_{xi}$) funksional bog'liqligi grafigini olish uchun ($x_i,\bar{y}_{xi}$) nuqtalarni koordinatalari bo'yicha grafigini chizamiz 3.2-rasm. Chastotalar gistogrammasini qurish uchun (y_i, n_i) ta'mirlash baxosi chastotasi zichligini (ω_j) topamiz:

$$\omega_j=\frac{P^*_i}{h}=\frac{n_j}{\sum n_i h}\qquad(3.6)$$

Barcha narxlar intervali $h=10$ so'm ga tengligini xisobga olib ω_j ni xisoblaymiz:

Birinchi interval uchun: $\omega_1 = \frac{10}{50 \cdot 10} = 0{,}02$;

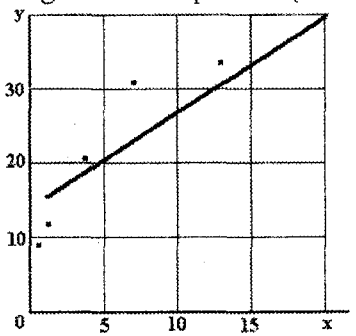
Ikkinchi interval uchun: $\omega_2 = \frac{13}{50 \cdot 10} = 0.026$;

Uchinchi interval uchun: $\omega_3 = \frac{13}{50 \cdot 10} = 0{,}026$;

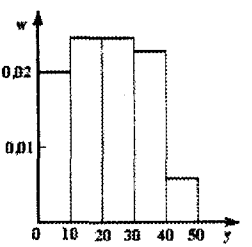
To'rtinchi interval uchun: $\omega_4 = \frac{11}{50 \cdot 10} = 0{,}022$;

Beshinchi interval uchun: $\omega_5 = \frac{3}{50 \cdot 10} = 0{,}006$.

Ta'mirlash narxlari intervallari va xisoblangan ω_i bo'yicha chastotalar gistogrammasini quramiz (3.1-rasm).



3.1-rasm. Chiziqli regressiya grafigi (x_i va $\bar{y}_{x_i}$ ni funksional bog'liqligi grafigi)



3.2-rasm. Chastotalar gistogrammasi

Bosh tanlamaning o'rtacha kvadratik og'ishi (σ_y') ni quyidagi formula bilan xisoblaymiz: $\sigma_y' = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{5} n_j \left(y_j - \bar{y}\right)^2}{50-1}} = \sqrt{\frac{7090}{49}} \approx 12$.

4 - misol. 10/0,38 kV kuchlanishli podstansiyadan energiya bilan ta'minlanayottgan parrandachilik korxonada maksimal quvvatdan foydalanish soatlari sonini xar xil qiymatlarida yillik energiya iste'moli ko'rsatkichi A_i maksimal quvvati (S_i) 3.5-jadvalni ikkinchi va uchinchi ustunlarida keltirilgan podstansiyani xisobiy yuklamasi va parrandachilik korxonasida elektr energiya iste'moli ko'rsatkichlari orasidagi korrelyatsion bog'liqlik aniqlansin. .

3.5 -jadval

№ t/r	S_i, kV A	A_i kV·A ·s·10^3	$S_i-\bar{S}$ kV·A	$(S_i-\bar{S})^2\cdot10^{-2}$ (kVA)^2	$A_i-\bar{A}$ kV·A ·s·10^3	$(A_i-\bar{A})^2\cdot10^{-2}$ (kV·A·s)^2·1 0^6	$\left(S_i-\bar{S}\right)\left(A_i-\bar{A}\right)\cdot10^{-2}$ (kVA)^2·s·10^3
1	2	3	4	5	6	7	8
1	40	40	-180	324	-680	4624	1224
2	70	280	-150	225	-440	1936	660
3	100	250	-120	144	-470	2209	564
4	120	150	-100	100	-570	3249	570
5	150	450	-70	49	-270	729	189
6	220	600	0	0	-120	144	0
7	230	1070	10	1	350	1225	35
8	260	1000	40	16	280	784	112
9	320	800	100	100	80	64	80
10	340	700	120	144	-20	4	-24
11	370	1500	150	225	780	6084	1170
12	420	1800	200	400	1080	11664	2160
	2640	8640		1728		32716	6740
O'r tacha qiymat	220	720					

Echish: 1) Ikkita tasodifiy kattaliklar (korxonaning yillik energiya iste'moli (A_i) va maksimal quvvat S_i) orasidagi bog'liqliklar korrelyatsiya koeffitsiyenti bilan ifodalanadi.

2) Korrelyatsion koeffitsiyentni topish uchun yil mobaynida iste'mol qilingan energiya miqdori (A_i) va maksimal quvvatlar (S_i) qayd etilgan ikkinchi va uchinchi ustunda keltirilgan variatsion qatordan foydalanib jadvalni 4-8 ustunlarini to'lg'azamiz. Buning uchun energiya iste'moli va maksimal quvvat kattaliklari keltirilgan variatsion qatorni o'rtacha qiymati $\bar{A}$ va $\bar{S}$ larni xisoblaymiz.

$$\bar{S}=\frac{\sum_{i=1}^{12}S_i}{n}=\frac{40+70+100+120+150+220+230+260+320+340+370+420}{12}=\frac{2640}{12}=220\kappa BA$$

$$\bar{A}=\frac{\sum_{i=1}^{12}A_i}{n}=\frac{40+280+250+150+600+1070+1000+800+700+1500+1800}{12}=720\,\text{kVA}.$$

11.8 - jadvalni 4, 5, 6, 7, 8 ustunlarini jadvalni yuqori qismidagi formulalardan foydalanib to'ldiramiz.

$S_1 - \bar{S} = 40 - 220 = -180$ (4-ustun birinchi qatoriga);

$\left(S_1 - \bar{S}\right)^2 \cdot 10^{-2} = (-180)^2 \cdot 10^{-2} = 324$ (5-ustun birinchi qatoriga)

$A_1 - \bar{A} = 40 - 720 = -680$ (6-ustun birinchi qatoriga);

$\left(A_1 - \bar{A}\right)^2 \cdot 10^{-2} = (-680)^2 \cdot 10^{-2} = 4624$ (7-ustun birinchi qatoriga);

$\left(S_1 - \bar{S}\right)\left(A_1 - \bar{A}\right) \cdot 10^{-2} \cdot 10^{3} = (40 - 220)(40 - 720) \cdot 10^{-2} \cdot 10^{3} = 1224$ (8-ustun birinchi qatoriga).

Qolgan 2, 3...12 qatorlar yuqoridagi formulalar yordamida xisoblangan qiymatlar bilan to'ldiriladi.

3) Tanlanma to'plam korrelyatsiya koeffitsiyentini topamiz:

$$r^* = \frac{\sum_{i=1}^{12}\left(S_i - \bar{S}\right)\left(A_i - \bar{A}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{12}\left(S_i - \bar{S}\right)^2 \sum_{i=1}^{12}\left(A_i - \bar{A}\right)^2}} = \frac{6740}{\sqrt{1728 \cdot 32716}} = 0.897.$$

Korrelyatsiya koeffitsiyentining ushbu qiymati elektr energiya iste'moli bilan podstansiyaning xisobiy quvvati orasida bog'liqlik borligini ko'rsatadi.

4) Chiziqli regressiya tenglamaning parametrlarini topamiz:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^{12}\left(S_i - \bar{S}\right)\left(A_i - \bar{A}\right)}{\sum_{i=1}^{12}\left(S_i - \bar{S}\right)^2} = \frac{6740}{1728} = 3{,}9;$$

$$b = 720 - 3{,}9 \cdot 220 = -138.$$

5) Topilgan parametrlar orqali **chiziqli regressiya tenglamasini** tuzamiz:

$$A = kS - b = 3{,}9S - 138.$$

5 - misol. Suv ko'tarib beruvchi nasos qurilmasida o'tkazilgan ekperiment natijalari 3.5-jadvalda keltirilgan. Bu yerda W_i – nasosning suv ko'tarib berish unimi, P_i - agregat quvvati. P_i ni W_i bo'yicha chiziqli regressiya tenglamasini tuzing. Echish: 3.6 – jadvalning pastki qatorlarida $\sum_{i=1}^{7} W_i$ va $\sum_{i=1}^{7} P_i$ hamda $\overline{W}$ va $\overline{P}$ larning o'rtacha qiymatlari keltirilgan.

$\sum_{i=1}^{7} W_i \cdot P_i$ va $\sum_{i=1}^{7} W_i^2$ formulalar orqali 3.6 – jadvalning 3 va 4 - ustunlarini to'ldiramiz.

Olingan natijalar bo'yicha chiziqli regressiya tenglamasini qabul qilib, tenglama koeffitsiyentlarini aniqlaymiz.

3.6 - jadval

№	I	$W_i, m^3/s$	P_i, kVt	$W_i P_i\ 10^{-3}$ kVt m^3/s	$W^2_i\ 10^{-3}$ m^6/s^2
1	1	140	18,5	2,59	19,6
2	2	150	18,5	2,78	22,5
3	3	160	20,5	3,28	25,8
4	4	170	22,0	3,74	21,9
5	5	180	21,5	3,84	32,4
6	6	190	23,5	4,46	36,1
7	7	200	26,0	5,2	40
8	8	1190	150,5	25,92	205,2
O'rt. qiy.		170	21,5	-	-

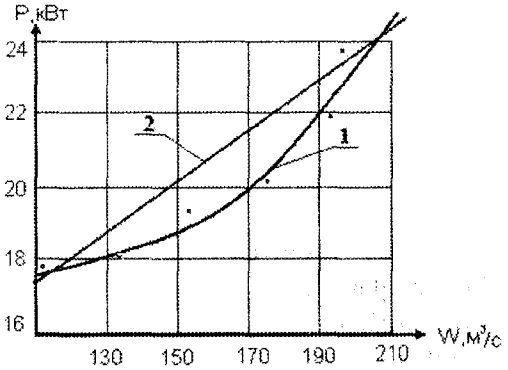
Echish: 3.6 – jadvalning pastki qatorlarida $\sum_{i=1}^{7} W_i$ va $\sum_{i=1}^{7} P_i$ hamda $\overline{W}$ va $\overline{P}$ larning o'rtacha qiymatlari keltirilgan.

$\sum_{i=1}^{7} W_i \cdot P_i$ va $\sum_{i=1}^{7} W_i^2$ formulalar orqali 3.6 – jadvalning 3 va 4 - ustunlarini to'ldiramiz.

Olingan natijalar bo'yicha chiziqli regressiya tenglamasini qabul qilib, tenglama koeffitsiyentlarini aniqlaymiz.

$$k \frac{\sum_{i=1}^{7} W_i \cdot P_i - \overline{P} \cdot \overline{W} \cdot n}{\sum_{i=1}^{7} W_i^2 - \overline{W}^2 \cdot n} = 0{,}1196 \text{ kVtsoat/m}^3;$$

$$в = \overline{P} - k\overline{W} = 21{,}5 - 0{,}1196 \cdot 170 = 1{,}17 \text{ kVt}; \quad P = 0{,}1196W + 1{,}17;$$



2.2-rasm. Suv ko'tarib beruvchi nasos unumdorligi (W) va elektr mator quvvati (P) orasidagi bog'liqlik grafigi. 1-eksperiment natijalari bo'yicha, 2-regressiya tenglamasi bo'yicha.

6 - misol. 3.7-jadvalda keltirilgan 35/10 kV pasaytiruvchi podstansiyaning 10 kV shinasida kuchlanish qiymatini 24 marotaba o'lchash natijalari bo'yicha kuchlanishni (U) matematik kutilishi (m) uchun o'rtacha qiymatni $\bar{U}$ toping va ishonchlilik ehtimoli $\beta = 0,9$ ga mos keluvchi ishonchlilik intervalini quring.

3.7-jadval

I	U_i,kV	i	U_i, kV	I	U_ikV	I	U_i,kV
1	10,9	7	10,7	13	10,3	19	10,0
2	10,8	8	10,6	14	10,2	20	9,9
3	10,9	9	10,5	15	10,2	21	9,8
4	10,9	10	10,5	16	10,1	22	9,9
5	10,8	I	10,5	17	10,1	23	10,2
6	10,8	12	10,4	18	10,0	24	10,6

Echish: 3.7 – jadval bo'yicha kuchlanishni o'rtacha qiymatini $\bar{U}$ topamiz: $\bar{U} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} U_i = \frac{1}{24}\sum_{i=1}^{24} U_i = 10,4\kappa B$.

Quyidagi formuladan foydalanib bosh majmua dispersiyasini siljimagan baholanishini hisoblaymiz. Siljimagan baholanish $\tilde{D}$ statistik dispersiyadan D* farqli o'laroq tanlama baho ξ_β ni matematik kutilishi $M(\xi_\beta)$ uni izlanilayotgan qiymati ξ_0 ga teng bo'lgan holda baholash quyidagiga ega bo'ladi.

$$\tilde{D} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(U_i - \bar{U}\right)^2}{n-1} = 0,122\kappa B^2,$$

Kuchlanishni o'rtacha kvadratik og'ishini quyidagicha topamiz:

$$\sigma^* = \sqrt{\tilde{D}} = \sqrt{0,122} = 0,349\kappa B.$$

2F(t)=0,9 bo'lganda Laplas funksiyasi jadvaldan (1-ilova 2.2-jadval) argumentni qiymati t_β ni qabul qilamiz ($t_\beta = 1{,}645$). Klassik baholash aniqligi ε_β ni topamiz:

$$\varepsilon_\beta = t_\beta \frac{\sigma^*}{\sqrt{n}} = 1{,}645 \cdot \frac{0{,}349}{4{,}9} = 0{,}117 кВ.$$

Ishonchli interval quyidagi chegaralarga ega: $\bar{U} \pm \varepsilon_\beta = 10{,}4 \pm 0{,}117 кВ$.

Shuni ta'kidlash lozimki, biron bir ξ_0 kattalikni tasoddifiy kattalik sifatida ishonchlilik intervalini aniqlashda ξ_0 ni koordinatasi emas, ishonchlilik intervali chegaralari orqali baholash kerak. Shunday qilib ishonchlilik chegaralarini aniqlab $\xi_0 \pm \varepsilon$ berilgan β ishonchlilik ehtimolliligiga ega berilgan ξ_0 nuqtani ishonchlilik intervalini yopadimi (qoplab oladimi) yo'qmi degan savolga javob olamiz.

7 - **misol.** Meva saqlash omborxonada olma mavasi saqlanadi. Mahsoulot saqlanish darajasi asosiy parametr bo'ladi - (u), uni birlamchi mahsulotlarga nisbatan foizlarda olingan miqdori ko'rinishda ifodalaymiz. Me'yoriy xujjatlarga ko'ra mahsulotni saqlnishi davomida (meva 4-6 oy saqlanganda) ruxsat etilgan namlikni yo'qotish darajasi 6 % gacha, chiqindiga chiqishi (chirishi) 10% gacha ruxsat etiiladi. Bu mikdor yo'qotishlar meva 4-6 oy saqlanganda bo'ladi.

Mahsulotning yaxshi saqlanishiga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlar tanlaymiz. Ular boshqariluvchi, bir - biriga bog'lik bo'lmasligi kerak: X_1 – havoning harorati. Harorat oshsa mahsulot tez qurib, chirish jarayoni tezlashadi, pasaysa muzlaydi. Xarorat o'rtacha 0 °C atrofida ushlab turilishi kerak. Haroratni 5°C dan - 1°C gacha pasaytirib kuzatish mumkin.

X_2 - havoning nisbiy namligi. Namlik normadan kichik bo'lsa, mevani namlikni yo'qotishi tezlashadi, chiriydi, yukori bo'lsa: (100%) mahsulotda kasallanish ko'payadi. Optimal qiymatini (85 dan 95)% gacha oralig'ida qidiramiz. Meva mahsuloti saqlanish jarayonida nafas olib turadi, yani kislorod (O_2) iste'mol qilib, karbonat angidrid (SO_2) chiqaradi. Bu jarayonga xavoni ionlanish darajasi ham ta'sir qiladi. Chunki O_2^- va SO_2^+ manfiy va musbat qutbga ega bo'lgan ionlar bo'lib, atmosfera potensialiga bog'lik ravishda modda almashinish jarayoni ketadi. Ushbu faktorni X_3 bilan belgilaymiz va uning o'zgario'ining yuqori tva past chegaralarini (10^5–10^7)Ion/sm^2

Birlamchi ma'lumotlar TashDAU Qishloq xo'jaligida elektr energetika va elektrotex nologiyalar kafedrasida meva saqlash bo'yicha olib borilgan ilmiy-amaliy tatqiqotlar natijalari (mevani

saqlanish darajasi ya'ni massasini o'zgarish ko'rsatkichlari.) asosida qabul qilindi. Eksperiment reja matritsasi 3.8- jadvalda keltirilgan

3.8 - jadval

Omillar nomi	Belgilanishi		O'lchov birligi	O'zgarish oralig'i	O'rtacha qiymati	Qadami
	Absalyut	Shartli				
Xarorat	t, c	X_1	°C	+5....-1	+2	2 °S
Nisbiy namlik	W	X_2	%	85....95	90	5%
Ionlar miqdori	N	X_3	Ion/sm^2	10^5–10^7	10^6	10

Jarayonni quyidagi model (regressiya tenglamasi) orqali ifodalash mumkin..

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{23}x_2x_3 + a_{13}x_1x_3 + a_{123}x_1x_2x_3$$

Bu yerda- y saqlash jarayonida mahsulotni belgilab olindi. Natijalar Har bir natija 5 marta qayta o'lchab olingan va 5% xatolikda aniqlangan. Modelning koeffitsiyentlarini $a_i = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} N_{ij}\overline{Y}_n$ ifodadan foydalanib topamiz.

bu yerda: N – tajribalar soni.

X_{ij} – faktorlar kodli qiymati.

Y_n – tajriba yakunining o'rtacha qiymati, mahsulot saqlanishi miqdori, %.

Regressiya tenglamasi koefitsiyentlarini TashDAU „Qishloq xo'jaligida elektr energetika va elektrotexnologiyalar kafedrasi"da meva saqlash bo'yicha olib borilgan ilmiy-amaliy tatqiqotlar natijalaridan foydalanib hisoblab chiqamiz va ularni yuqoridagi tenglamaga qo'yib olmani saqlash jarayoni mdelini quyidagi yakuniy analitik ifodasini olamiz.

$$Y = 79 + 2{,}44x_1 + 2{,}34x_2 - 6{,}4x_3 + 0{,}2x_1x_2 + 0{,}68x_2x_3 + 0{,}3x_1x_2x_3;$$

Bu model saqlanish jarayonidagn omillarning alohida va birgalikdagi ta'sirlarini ko'rsatadi.

Eng kuchli ta'sir harorat bo'ladi. a_3 = - 6,4 manfiy, chunki harorat ortganda mahsulot saqlanish darajasi pasayadi. Havoning nisbiy namligi va ionlari miqdori deyarli bir xil ta'sir ko'rsatgan:

a_1 =2,44; a_2= 2,34.

Bu **modelni** o'rganib, havoning haroratini saqlash qurilmasi yoki ionlashtirish qurilmasi yoki saqlash usulini taklif qilinishi va mualliflik guvoxnomasini olish uchun hujjatlar tayyorlanishi mumkin.

8- misol. Qishloq xo'jalik mahsulotlari (uzum, mevalar) ni quritish texnologiyasini o'rganish va jarayonini regressiya tenglamasini tuzish.

1. Meva mahsulotlarini uzoq muddatga saqlash uchun uni quritish mumkin. Mevada uning turiga qarab 15 – 35% quruq moddalari bor. Suv esa mevada bog'langan va bog'lanmagan bo'ladi. Quritish jarayonida bog'lanmagan suv tez chiqib ketsada bog'langan suvning mevadan chiqishi qiyin bo'ladi. Buning uchun qushimcha usullar qo'llaniladi, qaynoq suvga botirib olinadi, kasallanishini kamaytirish uchun oltingugurt tutunida dudlanadi. Elektr maydonida yuqori kuchlanishli impuls bilan ishlov beriladi, yoki ularning kombinatsiyasi amalga oshiriladi.

2. Uzum elektrokalorifer yordamida quritiladi va quritishdan oldin yuqori kuchlanish impulsida ishlov beriladi. Bu yerda optimallash-tirish ko'rsatkichi mahsulot sifati, miqdor jixatidan olingan namligi bo'ladi. Unga ta'sir etuvchi omillar bo'lishi mumkin.

X_1 - quritish agenti (xavo) harorati, °C;

X_2 - elektr maydon kuchlanishi, kV;

X_3 - quritish vaqti, min;

X_4 - havo oqimining tezligi, V m/s;

X_5 - mahsulotni quritish kamerasidagi joylashish zichligi, kg/m^2;

Bu omillarining ichidan eng muhimlarini ajratib olishimiz kerak. Eng muxim omil xarorat – X_1 havoning harorati mahsulotni qurish tezligini ta'minlashi kerak, lekin uni kuydirmaslik ham kerak, demak: 80 °C – 90 °C atrofida bo'lishi kerak. Quritilgan mahsulot sifatini yaxshilash uchun quritish kamerasi bir necha zonali qilib ishlanadi. Bu yerda chiqib ketayotgan havo bilan kirayotgan havo aralashtirilib qurilmaniig F.I.K oshiriladi. Chunki quritish kamerasidan chiqyotgan havo 60 – 70 °C haroratga ega bo'ladi va yuza qismi qobig'ida yoriqlar hosil qilish va bog'langan suvdagi bog'lanishlarini buzish uchun unga elektr razryad bilan ishlov beriladi. Bunda kuchlanish impulsi 5 - 10 kV atrofida bo'ladi. Kuchlanish impuls generatordan olinadi.

Quritish vakti mevani standart namlikka yetilishi bilan nazorat qilinadi va 4 - 5 soatni tashkil qiladi. Havo oqimining tezligi mevani fiziologik xolati bilan belgilanadi, yani namlik oqimini tezligi (intevsivligi) bilan belgilanadi. Havo oqimi tezligi doimiy bo'ladi. Y elektrokolorifer unumdorligi bilan belgilanadi.

Malsulotni quritish kamerasidagi so'rilarga joylashtirib quritiladi, u yerdan saqlash kamerasiga olinadi. Mahsulot zichligi barcha mevalarga issiq, havo bilan kontakt bo'lishini ta'minlash kerak. Odatda so'rilarga bir qavat qilib meva joylashtiriladi. Demak omillar jadvali quyidagicha bo'ladi.

3.9 – jadval

Omil nomi	Belgilanishi		O'lchov birligi	O'zgarish og'irligi	O'rtacha qiymati	Qadami
	Xaq.	Shartli				
Harorat	t°C	X_1	C	80 – 100	90	10
Kuchlanish	U	X_2	kV	5 – 10	7,5	2,5

Jarayonni quyidagi ifoda bilan model ko'rinishida tasvirlaymiz:

$$y = a_o + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{1,2}x_1x_2; \qquad (3.7)$$

Ma'lumotlarga tayanib mahsulot sifatini optimallashtirish uchun model koeffitsiyentlarini aniqlaymiz. (KXEEK kaf. ITI hisobotlari, 81-90 y). Koeffitsiyentlar musbat bo'lsa, omil to'g'ri proporsional, manfiy bo'lsa, teskari proporsional bo'ladi. Koeffitsiyentning absolyut qiymati esa uning jarayon o'zgarishiga ta'sir darajasini ko'rsatadi.Statistik ma'lumotlarga ishlov berib, modelni aniqlaymiz:

$$y = 50 + 15x_1 + 6{,}5x_2 - 0{,}9x_1x_2;$$

bu yerda - y - mevadan olingan namlik miqdorini ko'rsatadi.

Demak, ikkala omil ham proporsional ta'sirga ega bo'lib, havo xarorati muhimroq ekan.

3.2. Eksperiment reja matritsasi va tajriba natijalari bo'yicha chiziqli model regressiiya tenglamasini (chiziqli model) tuzishga oid misollar

9-misol. Ushbu 3.10-jadvalda keltirilgan rejalash matritsasi va ekspirement natijalari bo'yicha $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ ko'rinishda turdagi chiziqli modelni quring.

3.10-jadval

№	x_1	x_2	x_3	y_{m1}	y_{m2}
1	1,81	5,35	4,74	534,9	536,3
2	1,81	0,87	1,26	149,0	151,5
3	0,37	5,35	1,26	364,5	367,7
4	0,37	0,87	4,74	381,8	383,2

Echish:

Xar bir tajriba uchun $y_{mi} = (y_1 + y_2)/2$ ning o'rtacha arifmetik qiymatini topamiz

$y_{m1} = (534{,}9 + 536{,}3)/2 = 535{,}6$ $\quad y_{m2} = (149{,}0 + 151{,}5)/2 = 150{,}25$

$y_{m3} = (364{,}5 + 367{,}7)/2 = 366{,}1$ $\quad y_{m4} = (381{,}8 + 383{,}2)/2 = 382{,}5$

Eksperimentni ikki darajaligini hisobga olib ekspirement faktorlarini +1 va -1 kodlarda kodlaymiz, shuningdek tajribalarda +1 ga teng faktor kiritamiz.

№	x_0	x_1	x_2	x_3	y_m
1	+	+	+	+	535,6
2	+	+	—	—	150,25
3	+	—	+	—	366,1
4	+	—	—	+	382,5

Eksperimentni takrorlanishini tekshiramiz. Buning uchun har bir tajriba uchun quyidagi formuladan foydalanib qayta takrorlanish dispersiyasini topamiz:

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^{m}(y_{mi} - y_m)^2}{n-1} \qquad (3.8)$$

bu yerda: n – har bir tajribani takrorlanish soni. Bizning misol uchun n - 1 = 1.

$$\sigma_1^2 = (534{,}9 - 535{,}6)^2 + (536{,}3 - 535{,}6)^2 = 0{,}98$$

$$\sigma_2^2 = (149{,}0 - 150{,}25)^2 + (151{,}5 - 150{,}25)^2 = 3{,}125$$

$$\sigma_3^2 = (364{,}5 - 366{,}1)^2 + (367{,}7 - 366{,}1)^2 = 5{,}12$$

$$\sigma_4^2 = (381{,}8 - 382{,}5)^2 + (383{,}2 - 382{,}5)^2 = 0{,}98$$

Eng katta dispersiya uchun Koxren kriteriyasi qiymatini hisoblaymiz

$$G = \frac{\sigma_{max}^2}{\sum_{i=1}^{n}\sigma_i^2} = \frac{5{,}12}{0{,}98 + 3{,}125 + 5{,}12 + 0{,}98} = 0{,}502$$

Bitta daraja ozodlikdagi va 4 tajriba uchun Koxren kriteriyasining jadval bo'yicha qiymati 0,9065.

Kuzatilayotgan qiymat jadvalidagidan kichik, demak eksperimentni o'tkazish imkoniyati majudligini ko'rsatadi (vosproizvodimiy).

Model koeffitsiyentlarini hisoblaymiz.

$$b_i = \frac{1}{p}\sum_{m=1}^{p}(x_{mi}y_m) \qquad (3.9)$$

$$b_0 = \frac{1}{4}(1*535,6+1*150,25+1*366,1+1*382,5) = 358,6$$

$$b_1 = \frac{1}{4}(1*535,6+1*150,25-1*366,1-1*382,5) = -15,7$$

$$b_2 = \frac{1}{4}(1*535,6-1*150,25+1*366,1-1*382,5) = 92,2$$

$$b_3 = \frac{1}{4}(1*535,6-1*150,25-1*366,1+1*382,5) = 100,4$$

Chiziqli model (regressiya tenglamasi) koeffitsiyentlarini hisoblangan qiymatlarini 1-tenglashiga qo'yib quyidagi modelni olamiz.

$$y = 358,6-15,7x_1+92,2x_2+100,4x_3$$

Eksperimentni o'tkazish imkoniyati majudligi dispersiyasini aniqlaymiz

$$\sigma^2_{soc} = \frac{1}{p}\sum_{m=1}^{p}\sigma^2_m = \frac{1}{4}(0,98+3,125+5,12+0,98) = 2,55$$

$$\sigma_e = \frac{\sigma^2_{soc}}{n*p} = \frac{2,55}{2*4} = 0,319$$

Koeffitsiyentlarning ahamiyatligiga tekshiramiz 1 formuladan foydalanib har bir koeffitsiyent uchun Styudent kriteriyasini hisoblaymiz va ahamiyatlik ko'rsatkichlarini aniqlaymiz.

$$t_H(b_i) = \frac{|b_i|}{\sigma_e} \qquad (3.10)$$

$$t_H(b_0) = \frac{|358,6|}{0,319} = 1124,5 \qquad t_H(b_1) = \frac{|-15,7|}{0,319} = 49,2$$

$$t_H(b_2) = \frac{|92,2|}{0,319} = 289,1 \qquad t_H(b_3) = \frac{|100,4|}{0,319} = 314,8$$

Barcha hisoblangan (t_H) qiymatlari va 5% ishonchlilik intervali va to'rtinchi darajali ozodlik darajasida jadvaldagi qiymatidan (t_{Kr} = 2,776) kattaligi aniqlanadi ya'ni ushbu koeffitsiyentlar ahamiyatli ekanligini ko'rsatdi.

Modelni aktivligini tekshiramiz. Eksperimentning berilgan faktorlarida otklikov qiymatini topamiz.

$Y_1 = 358,6+(-15,7)+92,2+100,4 = 535,5$ $\quad Y_2 = 358,6+(-15,7)-92,2-100,4 = 150,3$

$Y_3 = 358,6-(-15,7)+92,2-100,4 = 366,1$

$Y_4 = 358,6-(-15,7)-92,2+100,4 = 382,5$

Model adekvatligi yopilishini (dispersiyasini) hisoblaymiz.

$$\sigma^2_{ad} = \frac{n}{p-d}\sum_{i=1}^{n}(y_i - Y_i)^2 \qquad (3.11)$$

$$\sigma^2_{aa} = 2*((535{,}6-535{,}5)^2+(150{,}25-150{,}3)^2+(366{,}1-366{,}1)^2+(382{,}5-382{,}5)^2) = 0{,}025$$

Adekvatlik yeyilishini (dispersiyasini) (τ^2_{aa}) qayta yuzaga kelish (takrorlanish) dispersiyasi (τ^2_e) bilan taqqoslab model odekvatligini baholaymiz.

$$\sigma^2_{aa} < \sigma^2_e, \text{ t.k } 0{,}025 < 0{,}319$$

Keltirilgan tengsislikdan ko'rinib turibdiki adekvantlik dispersiyasi (eyilishi) 0,025 va qayta takrorlanish dispersiyasidan 0,319 kichik demak qabul qilingan chiziqli model adekvay ekan.

11-misol. 3.11-jadvalda keltirilgan rejasi matritsasi va eksperimentlari bo'yicha $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ ko'rinishdagi chiziqli modelini quring.

3.11-jadval

№	x_1	x_2	x_3	y_{m1}	y_{m2}
1	4,7	2,4	8,5	25,2	25,8
2	4,7	9,2	4,8	21,8	22,3
3	6,1	2,4	4,8	19,6	19,9
4	6,1	9,2	8,5	27,1	27,3

Echish:

Har bir tajriba uchun natijaning o'rtacha arifmetik qiymatini topamiz.

$$y_m = (y_1+y_2)/2 \qquad (3.12)$$

$$y_{m1} = (25{,}2+25{,}8)/2 = 25{,}5 \qquad y_{m2} = (21{,}8+22{,}3)/2 = 22{,}05$$

$$y_{m3} = (19{,}6+19{,}9)/2 = 19{,}75 \qquad y_{m4} = (27{,}1+27{,}3)/2 = 27{,}2$$

Ikki darajali eksperiment 2^k uchun faktorlarni ($x_1+x_2+...+x_i$) uni asosiy "0" darajasi, +1 va -1, yuqori va quyi darajasi orqali kodlaymiz. Shuningdek +1 ga teng deb barcha tajribalarda X_0 fiktiv faktorlarni kiritamiz.

№	x_0	x_1	x_2	x_3	y_m
1	+1	-1	-1	+1	25,5
2	+1	-1	+1	-1	22,05
3	+1	+1	-1	-1	19,75
4	+1	+1	+1	+1	27,2

Eksperimentni qayta takrorlanishini tekshiramiz. Buning uchun har bir tajriba uchun natija dispersiyasini (otklilovlikni) hisoblaymiz.

Bu yerda n – har bir tajribani takrorlash soni n - 1 = 1.

$$\sigma^2_1 = (25{,}2-25{,}5)^2+(25{,}8-25{,}5)^2 = 0{,}18$$

$$\sigma_2^2 = (21,8-22,05)^2 + (22,3-22,05)^2 = 0,125$$
$$\sigma_3^2 = (19,6-19,75)^2 + (19,9-19,75)^2 = 0,045$$
$$\sigma_4^2 = (27,1-27,2)^2 + (27,3-27,2)^2 = 0,02$$

Eng katta dispersiya (sochilish) uchun Koxren kriteriyasi qiymatini topamiz.

$$G = \frac{\sigma_{max}^2}{\sum_{i=1}^{n}\sigma_i^2} = \frac{0,18}{0,18+0,125+0,045+0,02} = 0,486$$

1 ta Erkinlik darajasi va 4 ta tajriba uchun Koxren kriteriyasining jadval qiymati 0,486 ga teng. Kuzatilayotgan natijalar Koxren kriteriyasini jadval bo'yicha qiymatidan kichik. Demak tajriba ishlab chiqiladigan (ifodalaniladigan vosproizvodimiy).

Model koeffitsiyentlari qiymatini topamiz:

$$b_i = \frac{1}{p}\sum_{m=1}^{n}(x_{mi}y_m) \qquad (3.13)$$

$$b_0 = \frac{1}{4}(1*25,5+1*22,05+1*19,75+1*27,2) = 23,625$$
$$b_1 = \frac{1}{4}((-1)*25,5-1*22,05+1*19,75+1*27,2) = -0,15$$
$$b_2 = \frac{1}{4}((-1)*25,5+1*22,05-1*19,75+1*27,2) = 1$$
$$b_3 = \frac{1}{4}(1*25,5-1*22,05-1*19,75+1*27,2) = 2,725$$

Regressiya tenglamaga ($u=v_0+v_1x_1+v_2x_2+v_3x_3$) xisoblangan koeffitsiyentlar son qiymatlarini qo'yib model tenglamasini ifodalaymiz:

$$y = 23,625 - 0,15x_1 + x_2 + 2,725x_3$$

Eksperimentni ifodalanishi dispersiyasini topamiz (hisoblaymiz)

$$\sigma_{asos}^2 = \frac{1}{p}\sum_{m=1}^{n}\sigma_m^2 = \frac{1}{4}(0,18+0,125+0,045+0,02) = 0,0925$$
$$\sigma_a^2 = \frac{\sigma_{asos}^2}{n*p} = \frac{0,0925}{2*4} = 0,012$$

Koeffitsiyentlarni ahamiyatliligini tekshiramiz. Buning uchun har bir koeffitsiyent uchun Styudent me'zonini hisoblaymiz.

$$t_H(b_i) = \frac{|b_i|}{\sigma_a} \qquad (3.14)$$

$$t_H(b_0) = \frac{|23,63|}{0,012} = 1968,75 \qquad t_H(b_1) = \frac{|-0,15|}{0,012} = 12,5$$

$$t_H(b_2) = \frac{|1|}{0,012} = 83,33 \qquad t_H(b_3) = \frac{|2,73|}{0,012} = 227,08$$

4 ta ozodlik darajasi va 5% intervali uchun jadvalda belgilangan kritis qiymatidan t_{Kr} = 2,776 katta demak barcha koeffitsiyentlar ahamiyatli.

Modelning addekatligin tekshiramiz. Eksperimentning berilgan faktorlarida natijalar qiymatini hisoblaymiz.

$Y_1 = 23{,}625 + (-0{,}15) + 1 + 2{,}725 = 27{,}2$ $\qquad Y_2 = -23{,}625 - (-0{,}15) + 1 + 2{,}725 = -19{,}75$

$Y_3 = -23{,}625 + (-0{,}15) - 1 + 2{,}725 = -22{,}05$

$Y_4 = 23{,}625 - (-0{,}15) - 1 + 2{,}725 = 25{,}5$

Modelning adekvatligi dispersiyasini topamiz

$$\sigma_{a\partial}^2 = \frac{n}{p-d}\sum_{i=1}^{n}(y_i - Y_i)^2 \qquad (3.15)$$

$$\sigma_{a\partial}^2 = 2*((27{,}2-27{,}2)^2 + (19{,}75-19{,}75)^2 + (22{,}05-22{,}05)^2 + (25{,}5-25{,}5)^2) = 0$$

Adekvantlik dispresiyasini ifodalaniladigan dispersiyasi bilan solishtiramiz:

$\sigma_{a\partial}^2 < \sigma_e^2$, t.k. $0 < 0{,}012$ Demak model adekvat ekan

12-misol. Jadvalda keltirilgan rejalashtirish va eksperimentlar natijalari bo'yicha $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ turdagi (ko'rinishdagi) chiziqli modelni tuzing.

№	x_1	x_2	x_3	y_{m1}	y_{m2}
1	4,7	2,4	8,5	25,2	25,8
2	4,7	9,2	4,8	21,8	22,3
3	6,1	2,4	4,8	19,6	19,9
4	6,1	9,2	8,5	27,1	27,3

Echish:

Xar bir tajriba uchun natijani o'rtacha arifmetik qiymatini hisoblaymiz

$$y_{mi} = (y_1 + y_2)/2$$

$y_{m1} = (25{,}2 + 25{,}8)/2 = 25{,}5$ $\qquad y_{m2} = (21{,}8 + 22{,}3)/2 = 22{,}05$

$y_{m3} = (19{,}6 + 19{,}9)/2 = 19{,}75$ $\qquad y_{m4} = (27{,}1 + 27{,}3)/2 = 27{,}2$

Eksperimentni ikki darajali deb belgilab faktorlarni kodlaymiz +1 va -1. shuningdek barcha tajribalarda +1 ga teng soxta faktor x_0 ni kiritamiz.

№	x_0	x_1	x_2	x_3	y_m
1	+1	-1	-1	+1	25,5
2	+1	-1	+1	-1	22,05
3	+1	+1	-1	-1	19,75
4	+1	+1	+1	+1	27,2

Eksperimentni ifodalanishlikni tekshiramiz. Buning uchun har bir tajriba uchun natijalar dispersiyasini aniqlaymiz. Bu yerda n –xar bir tajribani takrorlanish soni. Bizning misolda n - 1 = 1.

$$\sigma_1^2 = (25{,}2-25{,}5)^2 + (25{,}8-25{,}5)^2 = 0{,}18$$

$$\sigma_2^2 = (21{,}8-22{,}05)^2 + (22{,}3-22{,}05)^2 = 0{,}125$$

$$\sigma_3^2 = (19{,}6-19{,}75)^2 + (19{,}9-19{,}75)^2 = 0{,}045$$

$$\sigma_4^2 = (27{,}1-27{,}2)^2 + (27{,}3-27{,}2)^2 = 0{,}02$$

Dispersiyaning eng kattasi uchun Koxren kriteriyasi qiymatini topamiz.

$$G = \frac{\sigma_{max}^2}{\sum_{i=1}^{n}\sigma_i^2} = \frac{0{,}18}{0{,}18+0{,}125+0{,}045+0{,}02} = 0{,}486$$

Berilgan erkinlik darajasi va 4 ta tajriba uchun Koxren kriteriyasi 0,486 ga teng va bu kuzatilayotgan qiymatlarda kichik shu boisdan eksperimentni ifodalay olinadi deb hisoblaymiz.

Model koeffitsiyentlarini hisoblaymiz

$$b_i = \frac{1}{p}\sum_{m=1}^{n}(x_m y_m) \qquad (3.16)$$

$$b_0 = \frac{1}{4}(1*25{,}5+1*22{,}05+1*19{,}75+1*27{,}2) = 23{,}625$$

$$b_1 = \frac{1}{4}((-1)*25{,}5-1*22{,}05+1*19{,}75+1*27{,}2) = -0{,}15$$

$$b_2 = \frac{1}{4}((-1)*25{,}5+1*22{,}05-1*19{,}75+1*27{,}2) = 1$$

$$b_3 = \frac{1}{4}(1*25{,}5-1*22{,}05-1*19{,}75+1*27{,}2) = 2{,}725$$

Model koeffitsiyentlari qiymati qo'yilganda quyidagiga ifodalaniladi:

$$y = 23{,}625 - 0{,}15x_1 + x_2 + 2{,}725x_3$$

Eksperimentni ifodalana olinishi dispersiyasini topamiz.

$$\sigma_{ayc}^2 = \frac{1}{p}\sum_{m=1}^{p}\sigma_m^2 = \frac{1}{4}(0{,}18+0{,}125+0{,}045+0{,}02) = 0{,}0925$$

$$\sigma_e^2 = \frac{\sigma_{ayc}^2}{n*p} = \frac{0{,}0925}{2*4} = 0{,}012$$

Koeffitsiyentlarni xolis tengligiga tekshiramiz. Har bir tajriba uchun Styudent kriteriyasini (t_H) quyidagi formula bo'yicha hisoblaymiz.

$$t_H(b_i) = \frac{|b_i|}{\sigma_e} \qquad (3.17)$$

$$t_H(b_0) = \frac{|23{,}63|}{0{,}012} = 1968{,}75 \qquad t_H(b_1) = \frac{|-0{,}15|}{0{,}012} = 12{,}5$$

$$t_H(b_2) = \frac{|1|}{0{,}012} = 83{,}33 \qquad t_H(b_3) = \frac{|2{,}73|}{0{,}012} = 227{,}08$$

t_H ning barcha qiymatlari 4 darajali erkinlik va 5% ishonchlilik intervali uchun Styudent kriteriyasi jadval qiymatidan katta demak barcha koeffitsiyentlar ahamiyatli. Modelning adekvantligini tekshiramiz. Buning uchun eksperimentning berilgan faktoridagi natija qiymatini hisoblaymiz.

$$Y_1 = 23{,}625 + (-0{,}15) + 1 + 2{,}725 = 27{,}2$$
$$Y_2 = -23{,}625 - (-0{,}15) + 1 + 2{,}725 = -19{,}75$$
$$Y_3 = -23{,}625 + (-0{,}15) - 1 + 2{,}725 = -22{,}05$$
$$Y_4 = 23{,}625 - (-0{,}15) - 1 + 2{,}725 = 25{,}5$$

Model adekvatligi dispersiyasini hisoblaymiz.

$$\sigma^2_{ad} = \frac{n}{p-d}\sum_{i=1}^{n}(y_i - Y_i)^2 \qquad (3.18)$$

$$\sigma^2_{ad} = 2*((27{,}2-27{,}2)^2 + (19{,}75-19{,}75)^2 + (22{,}05-22{,}05)^2 + (25{,}5-25{,}5)^2) = 0$$

Adekvatlik dispersiyasini ifodalay osmaslik dispersiyasi bilan taqqoslaymiz. $\sigma^2_{ad} < \sigma^2_e$, t.k. $0 < 0{,}012$, demak model adekvat.

13-misol Jadvalda keltirilgan faktorlar va natijalar eksperiment natijalari orasidagi bog'liqlikni mantiqiy modulini tuzing

№	X1	X2	X3	Ym1	Ym2
1	7,52	1,21	5,42	12,61	12,81
2	7.52	3,0	4,12	14,48	14,85
3	5,6	1,21	4,12	22,73	23,05
4	5,6	3,0	5,42	17,44	17,66

Bunday bog'liqlikni tarkibiy mantiqiylik moduli natija funksiyasini $y=f(x_1, x_2, x_3 \ldots x_n)$ deb qabul qilish mumkin. Natija funksiyasi ko'rinishi (chiziqli, kvadratik ko'rsatkichlik tomonidan belgilanadi. Bizning misolimizda chiqziqli funksiya deb qabul qilib quyidagicha ifodalaymiz $y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3$).

Echish:

Eksperiment natijalari birligi:tajribalar soni p-4 ;

tajribalar qaytarilishi n=2; faktorlar soni k=3

1.Xar bir tajriba uchun o'rtacha arifmetik qiymatini hisoblaymiz:

$$Y_i = (y_1+y_2)/2$$

$Y_{m1} = (12{,}61+12{,}81)/2 = 12{,}71$ $\qquad$ $Y_{m2} = (14{,}48+14{,}85)/2 = 14{,}67$

$Y_{m3} = (22{,}73+23{,}05)/2 = 22{,}89$ $\qquad$ $Y_{m4} = (17{,}44+17{,}66)/2 = 17{,}55$

Eksperimentni 2 darajali deb qabul qilib eksperiment faktorlarini +1 va -1 kodlar bilan belgilaymiz. Shuningdek barcha tajribalarga soxta faktor X_0 kiritamiz va uni +1 ga teng deb qabul qilamiz.

№	X0	X1	X2	X3	Ym
1	+1	+1	-1	+1	12,71
2	+1	+1	+1	-1	14,67
3	+1	-1	-1	-1	22,89
4	+1	-1	+1	+1	17,55

2. Eksperiment reja planini tuzamiz:

3. Eksperimentni ifodalanilishligini axamiyatlilikka tekshiramiz: Xar bir tajriba uchun quyidagi formula bilan tanlama dispersiyani hisoblaymiz.

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^{m}(y_m - y_m)^2}{n-1}$$ bu yerda n- xar bir tajribani takrorlanish soni, n-1=1;

$$\tau_1^2 = (12,61-12,71)+(12,81-12,71) = 0,02$$
$$\tau_2^2 = (14,48-14,67)+(14,85-14,67) = 0,0685$$
$$\tau_3^2 = (22,73-22,89)+(23,05-22,89) = 0,0512$$
$$\tau_4^2 = (17,44-17,55)+(17,66-17,55) = 0,0242$$

Koxren kriteriyasini qo'llaymiz eng katta dispersiya uchun Koxren kriteriyasi qiymatini hisoblaymiz.

$$G_{nabl} = \frac{\tau^2_{max}}{\sum_{i=1}^{n}\tau_i^2} \qquad (3.19)$$

G_{nabl}=0,0685/(0,02+0,0685+0,0512+0,0242)=0,418

Jadvaldan erkinlik darajasi 1 ga tajribalar soni 4 ta xolat uchun. Koxren koeffitsiyenti (G_{kr}=0,486) qabul qilib G_{nabl} bilan taqqoslaymiz 0,418 <0,486. demak eksperiment ifodalanilaoladi.

4. Model koeffitsiyenti qiymatini topamiz:

$$b_i = \frac{1}{p}\sum_{n=1}^{n}(x_m y_m) \qquad (3.20)$$

b_0= ¼(12,71+14,67+22,89+17,55)=16,955

b_1= ¼(12,71+14,67-22,89-17,55)=-3,26

b_2= ¼(-12,71+14,67-22,89+17,55)=-0,845

b_3= ¼(12,71-14,67-22,89+17,55)=-1,825

5. Model koeffitsiyentlarining axamiyatliligini tekshiramiz Dispersiyani vosproizvodimostini hisoblaymiz

$$\sigma_{ac}^2 = \frac{1}{p}\sum_{m=1}^{p}\sigma_m^2 \qquad (3.21)$$

σ^2=¼(0,02+0,0685+0,0512+0,0242)=0,040975

koeffitsiyentlarni baholash dispersiyasi

$$\sigma_b^2 = \frac{\sigma_{ac}^2}{n \cdot p} \quad \sigma^2=0,040975/8=0,0051$$

Xar bir koeffitsiyent uchun Styudent modelining qiymati hisoblanadi:

$$t_n(b_i) = \frac{|b_i|}{\sigma_n^2} \qquad (3.22)$$

$t_n(b_0)=|16,955|/0,0051=3324,5$ $t_n(b_0)=|3,265|/0,0051=640,2$

$t_n(b_0)=|0,845|/0.0051=165,7$ $t_n(b_0)=|1,825|/0,0051=357,8$

t_{kr}=2,776 < ti dan,katta demak barcha koeffitsiyentlar axamiyatli.

6. Modelni adekvatligini tekshirish:

Dispersiyani adekvatligini hisoblaymiz

$$\sigma_{ad}^2 = \frac{n}{p-d}\sum_{m=1}^{p}(Y_m - Y_m')^2, \qquad (3.23)$$

Bu yerda: d- modelning axamiyatli koeffitsiyentlari soni;

Y_m'- m-chi tajribadagi $x_1, x_2, \ldots x_k$ larni birgalikda modelga qo'yilganda olinadigan faktorlar qiymati.

Y'_1=(16,955-3,265-0,845-1,825)=11,02

Y'_2=(16,955-3,265+0,845+1,825)=16,36

Y'_3=(-16,955-3,265+0,845-1,825)=-21,2

Y'_4=(16,955+3,265+0,845-1,825)=19,24

Modelning adekvatlik dspersiyasini hisoblaymiz:

$$\sigma_{ad}^2 = \frac{n}{p-d}\sum_{i=1}^{n}(y_i - Y_i)^2 \qquad (3.24)$$

σ^2_{ad}=2 ((11,02-11,02)²+(16,36-16,36)²+(21,2-21,2)²+(19,24-19,24)²=0

Model adekvatligi dspersiyasini qayta yuzaga kelish dispersiyasi bilan.taqqoslaymiz $\sigma_{ad}^2 < \sigma_v^2$, 0<0,0051.-demak model adekvat.

3.3. Ishonchlilik ehtimolligi va statistik gipotezani tekshirishga oid misollar

13 - misol. O'zgarmas yuklamali ketma-ket elektr zanjirning turli nuqtalarida tok kuchini (I) uch xil priborda qayd etilgan: o'lchagich kleshida I_1, shitga o'rnatilgan priborda (ampermetrda) I_2 va laboratoriya priborida I_3. O'lchash natijalari I_1=2,5A, I_2=4A, I_3=3A ni qayd etdi. Tanlamaning mualloq o'rtachasini toping.

Echish: Uchala o'lchov usulida ham matematik kutilish (MK) bir biriga mos keladi va ularni haqiqiy qiymatlari $MI_1=2I_2=MI_3=m$. Xar bir o'lchash dispersiyasi $DI_1=5$, $DI_2=2$, $DI_3=1$ deb hisoblab quyidagi formuladan foydalanib tanlamani mualloq o'rtachasini (I_{mual}) topamiz:

$$\bar{x}_{мул} = \frac{i = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{\sigma_i^2}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\sigma_i^2}}; \qquad (3.25)$$

$$\bar{I}_{мул} = \frac{\sum_{i=1}^{3} \frac{I_i}{DI_i}}{\sum_{i=1}^{3} \frac{1}{D_i}} = \frac{\frac{2,5}{5} + \frac{4}{2} + \frac{3}{1}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}} = 3,23$$

14 - misol. Ikkita o'lchov priborlarni o'lchash aniqliklarini topish uchun biron bir kattalik o'lchab ko'rilgan. O'nta o'lchov bo'yicha ($n_1=10$) birinchi pribor uchun tuzatilgan tanlama dispersiya (σ_1^2) hisoblangan ($\sigma_1^2=1,11$), $n_2=15$ ta o'lchov bo'yicha ikkita pribor uchun tuzatilgan dispersiya (σ_2^2) hisoblangan ($\sigma_2^2=0,52$). Qiymatdorlik darajasi $\alpha=0,05$ ga teng bo'lganda ikkala priborning o'lchash aniqligini bir xil deb yoki ikkinchi pribor ko'proq aniqlikni ta'minlaydi deb bo'ladimi?.

Echish: Berilgan qiymatdorlik darajasi $\alpha=0,05$ konkurentlik qilayotgan gipoteza H_1: D(X)>D(Y) bo'lganda nolinchi gipotezani H_0: D(X)>D(Y) takshiramiz. Ushbu xol uchun o'ng tomonlama kritik sohasini quramiz.

Qiymatdorlik darajasi $\alpha=0,05$ va erkinlik darajalari ($k_1=10-1=9$; $k_2=15-1=14$) bo'yicha ikkinchi ilovaning 5 jadvalidan kritik nuqtani F_{kr} topomiz (0,05; 9; 14)=2,65=F_{kr};

Kuzatiladigan qiymatni topamiz: $F_{куз} = \frac{1}{\sigma_2^2} = \frac{1,11}{0,52} \approx 2,1.$

$F_{kuz}=2,1<F_{kr}=2,65$ shartga ko'ra nolinchi gipotezani rad etishga asos yo'q, demak ikkinchi pribor kattaroq aniqlik beradi deyishga ham asos yo'q.

15 - misol. Priborlar klassini aniqlashda priborning ko'rsatishini ruxsat etilgan sochilishini (σ_0) 1,02 deb olinadi $\sigma_0=1,02$. O'rganilayotgan priborda biron bir kattalikni (tok kuchi -I, kuchlanish -U, elektr quvvat – P va xakozolar) 11 marotaba o'lchash o'tkazilgan va tuzatilgan tanlama dispersiya ($\sigma^2=2,54$) hisoblangan. Yuqoridagilarni hisobga olib ushbu priborni standart talabiga javob beradi deb bo'ladimi?

Echish: Qiymatdorlik darajasi α ni 0,01 deb qabul qilib ($\alpha=0{,}01$) konkurent gipotezaga ($H_1: M(\sigma^2)>\sigma_0^2$) qarshi nolinchi gipotezani $H_0: M(\sigma_0^2)>\sigma^2$ tekshirib ko'ramiz.

O'ng tomonlama kritik soha quramiz. Qiymatdorlik darajasi $\alpha=0{,}01$ va ozodlik darajasi soni k=n-1=10 uchun 2-ilova 6-jadvaldan kritik nuqtani (x^2_{kp}) qabul qilamiz - x^2_{kp} (0,01; 10)=23,2. Kriteriyani kuzatilayotgan qiymatini kuzatilayotgan kritik nuqtani (x^2_{kuz}) hisoblaymiz:

$$x^2_{kuz}=\frac{(n-1)\sigma^2}{\sigma_0^2}=\frac{10\cdot 2{,}54}{1{,}02}=24{,}9>x^2_{kp}=23{,}2$$

Yuqoridagi shartni bajarilishi nolinchi gipotezan rad etadi ya'ni tuzatilgan va gipotntik dispersiyalar orasidagi farq ancha katta va bu farq tasoddifiy hodisa yoki faktorlardan deb hisoblab bo'lmaydi. Binobarin sinalyotgan pribor standart talabiga javob bermaydi.

16-misol. 502 kun davomida o'rmonchilik mahsulotlarini qayta ishlash korxonasidagi yog'och arralash qurlmaning elektr matorlarining ortiqcha yuklamani yuzaga kelishi tufayli elektr tarmoqdan avtomatik uzib qo'yilish soni 3.12-jadvaldaning 1,2-ustunlarida keltirilgan.

3.12-jadval.

	m_i	p_i	np_i	m_i-np_i	$(m_i-np_i)^2$	$\frac{(m_i-np_i)^2}{np_i}$
0	120	0,252	126	-6	36	0,29
1	148	0,319	159,5	-11,5	132,25	0,85
2	133	0,227	113,5	19,5	380,25	3,35
3	66	0,121	60,5	5,5	30,25	0,49
4	28	0,053	26,5	1,5	2,25	0,08
5	4	0,019	9,5	-5,5	30,25	3,18
6	1	0,006	3	-2	4	1,33
$\sum$	502					9,57

Jadvalni 1-ustunida m_i – i marotaba uzilish sodir bo'lgan kunlar soni, 2 – ustunda p_i - uzilish sodir bo'lishi nazorat ehtimolligi. $p_i=p_i^*=\frac{m_i}{n}$; bu yerda n-tanlama xajmi ($\sum m_i=5{,}02$).

Pirsonning muvofiqlik kriteriyasidan (x^2) foydalanib kuzatuvlar natijalarini Puasson taqsimot qonuniga mosligi to'g'risidagi gipotezani, qiymatdorlik darajasi (α) 0,05 ga teng deb qabul qilib $\alpha=0{,}05$ tekshiring.

Echish: kuzatuv natijalari asosida Puasson qonuni taqsimlanish parametri λ ni bahosi $\bar{\lambda}$ ni quyidagi formuladan hisoblab topamiz:

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=0}^{6} im_i}{n} = \frac{750}{502} = 1{,}47; \quad \left(n = \sum_{i=0}^{6} m_i = 502\right);$$

Bir kunda iste'molchini (elektr matorni) elektr tarmog'idan i-marotaba uzilib qolishi sodir bo'lganda Puasson taqsimlanish qonuni bilan ifodalanishini adolatli hisoblab $p_i = P(i, \bar{\lambda})$ deb belgilab nazariy ehtimollikni (p_i) topamiz. (2-ilova 3-jadval).

Ushbu ehtimolliklarni topish uchun $\lambda = 1$ va $\lambda = 2$ orasida λ bo'yicha interpolyatsiyalaymiz va jadvalni 3- va 4- ustunida keltirilgan p_i hamda np_i larni qiymatlarini olamiz.

3.12-jadvalda keltirilgan materiallardan foydalanib kriteriyani kuzatilgan qiymatni (x^2_{kuz}) topamiz:

$$x^2_{kuz} = \sum_{i=0}^{6} \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i} = 9{,}57;$$

Ozodlik darajasi sonini topamiz: r=k-2; bu yerda k-tanlamada qatorlar soni 11.12-jadvalda k=7; demak r=7-2=5.

$p(x^2 > x^2_{kp}(\alpha, r)) = \alpha$ formula bo'yicha qiymatdorlik darajasi $\alpha = 0{,}05$ ga to'g'ri keluvchi kritik sohsini quramiz. 2-ilovaning 6-jadvalidan kriteriyani kritik qiymatini - $x^2_{kp}(0{,}05;5) = 11{,}1$ qabul qilamiz.

$x^2_{kuz} = 9{,}57 < x_{kp} = 11{,}1$ tengsizlik kuzatuvlar natijasi Puasson taqsimlanishiga to'g'ri kelishi to'g'risidagi gipotezani inkor qiluvchi asos yo'qligini ko'rsatadi. (Puasson qonuni taqsimlanishidan chetlashish juda kichkina).

3.4. Eksperiment natijalarini baholash

Argumentlarning (omillari) xatoliklarning belgilangan qiymatlari asosida funksiya qiymatining xatoligini aniqlash kerakligi matematik eksperimentning natijalarning aniqligini, ham natijalarning qiya o'lchashlarini baholaganda paydo bo'ladi.

Qiya o'lchashida izlagan o'lchamning qiymati ma'lum bog'ligi asosida boshqa o'lchamlardan $x_1, x_2, ..., x_k$ va boshqa o'lchagan usuli bilan hisoblanadi

$$\bar{y} = f(x_1, x_2, ..., x_i, ..., x_k) \qquad (3.26)$$

bu yerda $x_1, x_2, ..., x_k$ - bir-birga bog'lamagan argumentlari. Keyingida o'ylaymiz, u o'lchamning aniqlash xatoliklari faqat $x_1, x_2, ..., x_k$ o'lchashlarning sonli qiymatlarining noaniqligi bilan belgilanadi.

Bu yerda i-chi parametrning haqiqiy qiymati - x_i, o'rta qiymati - $\bar{x}_i$, o'lchashlarining absolyut xatoligini - Δx_i belgilanadi.

$$\Delta y^2 \approx \left[f(x_1,...x_i,...x_k) - f(\bar{x}_1,...\bar{x}_i,...\bar{x}_k)\right]^2 = \left[\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{\partial f(x_1,...x_i,...x_k}{\partial x_i}\right)_{x_i=\bar{x}_i}\Delta x_i\right]^2 \approx$$

$$\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{\partial f(x_1,...x_i,...x_k)}{\partial x_i}\right)^2_{x_i=\bar{x}_i}\Delta x_i^2 = \sum_{i=1}^{k}\Delta y_i^2 \qquad (3.27)$$

$$\Delta y_i = \left(\frac{\partial f(x_1,...x_k)}{\partial x_i}\right)_{x_i=\bar{x}_i}\Delta x_i \qquad (3.28)$$

Δy_i funksiyaning ulanadigan xatoliklarida i-chi argument xatoligi bo'ladi.

Δy_i tegishli ishonchli ehtimolligi Δx_i xatoligining ishonchli ehtimolligiga munosib bo'ladi.

Nisbiy xatolik uchun keyingi ifodadan foydalaniladi:

$$\Delta^*_{y_i} = \frac{1}{f}\frac{\partial f}{\partial x_i}\Delta x_i = \frac{\Delta \ln(f)}{\partial x_i}\Delta x_i \qquad (3.29)$$

Bu nisbatlari tasodifiy va tizimli xatoliklarini hisoblaganda to'g'ri bo'ladi.

Funksiyaning umumiy absolyut va nisbiy xatoliklari aniqlashda keyingi ifodalaridan hisoblanadi

$$\Delta y\sum = \pm\sqrt{\sum_{i=1}^{k}(\Delta y_i)^2} \qquad (3.30)$$

$$\Delta\sum^* = \pm\sqrt{\sum_{i=1}^{k}\Delta^*_{y_i}} \qquad (3.31)$$

Hamma kattaliklarining taqsimligi normal qonuniga to'g'ri bo'lgani taxminlanadi.

17-Misol. Standart tarqatilayotgan tuzilishida gaz oqimning massali sarfini aniqlash xatoligini aniqash kerak.

Oldida tasodifiy tuzayotgan xatoliklar yo'q bo'lgani va tuzatishida oqimning suyulishi birga teng deb qabul qilamiz

Massali sarfi ushbu ifodadan belgilanadi:

$$G = \alpha \cdot F_0 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{2\rho \cdot (p_1 - p_2)} = \alpha \cdot F_0 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{2\rho \cdot h} \qquad (3.32)$$

bu yerda F_0 - toraytirayotgan tuzilishining yuzasi; ε - moddaning suyulishiga to'g'rilash koeffitsiyenti (ε=1); ρ - toraytirayotgan tuzilish oldida okimning tig'izligi; h - toraytirayotgan tuzilishida statik bosimning tushirgichi, α - sarfining koeffitsiyenti.

Sarfini absolyut va nisbiy xatoliklarini aniqlash uchun keyingi hisoblash ifodalari bilan foydalanamiz:

$$\Delta_G^* = \pm\sqrt{\left(\frac{\partial G}{\partial \rho}\frac{\Delta\rho}{G}\right)^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial h}\frac{\Delta h}{G}\right)^2} = \pm\frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2} \tag{3.33}$$

$$\frac{\partial G}{\partial \rho} = \alpha F_0 \varepsilon\sqrt{\frac{h}{2\rho}}; \frac{\partial G}{\partial h} = \alpha F_0 \varepsilon\sqrt{\frac{\rho}{2h}}; \tag{3.34}$$

$$\Delta G = \pm\sqrt{\left(\frac{\partial G}{\partial \rho}\Delta\rho\right)^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial h}\Delta h\right)^2} \tag{3.35}$$

Oqimlarning tig'izligini aniqlash xatoligini evaziga olamiz. Gazning holati qonun asosida $\rho = p/RT$, bu yerda r va T - toraytirayotgan tuzilishining oldida munosib absolyut bosimi va gaz harorati, R - universal gazli konstanta. Oqimning tig'izligining aniqlash absolyut xatoligi keyingi formuladan belgilanadi

$$\Delta p = \pm\sqrt{\left(\frac{\partial \rho}{p}\Delta p\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial T}\Delta T\right)^2} \tag{3.36}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial p} = \frac{1}{RT} \qquad \frac{\partial \rho}{\partial T} = -\frac{p}{RT^2} \tag{3.37}$$

$$\Delta_\rho^* = \frac{\Delta\rho}{\rho} = \pm\sqrt{\left(\frac{\Delta p}{p}\right)^2 + \left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2} \tag{3.38}$$

O'shanda gaz oqimning massali sarfining aniqlash nisbiy xatoligi bo'ladi:

$$\Delta_G^* = \pm\frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{\Delta\rho}{p}\right)^2 + \left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2} \tag{3.39}$$

bu yerda r, T, h – o'lchagan parametrlarning qiymatlari; $\Delta\rho, \Delta T, \Delta h$ - ularning absolyut xatoliklari. Sonli qiymatlari $\Delta\rho, \Delta T, \Delta h$ asosidan asboblarning xatoligi bilan aniqlanadi va foydalanilayotgan asboblarning aniqligi darajasi evaziga olib r va h o'lchash uchun bo'lishga hisoblanadi. T o'lchashning xatoligi harorat o'lchidigan tuzilish turini evaziga olib aniqladi.

Gaz okimning massali sarfini aniqlash absolyut xatoligi

$$\Delta G = G\Delta_G^* \tag{3.40}$$

bu yerda G – eksperimental o'lchagan sarfining qiymati. Sarfining haqiqiy qiymati tegishli bo'ladi

$$G_{ncm} = G \pm \Delta G \tag{3.41}$$

3.5. Tasoddifiy kattaliklarni taqsimlanish qonunlariga oid misollar

18-Misol. Funksiyani taqsimlanishi bo'yicha taqsimlanish zichligini toping.

$$F(x) = \begin{cases} 0\_npu\_x < 0, \\ 1 - e^{-ax}\_npu\_x \geq 0. \end{cases} \tag{3.42}$$

Echish: Taqsimlanish zichligini quyidagi formula bo'yicha topamiz:

$$f(x) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{1}{\Delta x} P(x < X < x + \Delta x) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta F(x)}{\Delta x} = F'(x) \tag{3.42}$$

$$f(x) = \begin{cases} 0\_npu\_x < 0, \\ (1 - e^{-ax})' = ae^{-ax}\_npu\_x \geq 0. \end{cases} \tag{3.43}$$

19-Misol. Funksiyani taqsimlanish zichligi bo'yicha taqsimlanish funksiyasini toping.

$$f(x) = \begin{cases} 0\_npu\_x < 0, \\ \frac{1}{2}\cos x\_npu\_-\frac{\pi}{2} \leq x < \frac{\pi}{2}. \end{cases} \tag{3.44}$$

n_i – bo'lganda ga almashlash kerak.

Echish: Taqsimlanish funksiyasini quyidagi formula orqali topamiz

$$F(x) = \begin{cases} 0\_npu\_x < -\frac{\pi}{2} \\ \int_{-\infty}^{x} f(x)dx = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{x} \frac{1}{2}\cos x dx = \frac{1}{2}(\sin x + 1) \\ npu\_-\frac{\pi}{2} \leq x < \frac{\pi}{2}, \\ 1\_npu\_x \geq \frac{\pi}{2}. \end{cases}$$

20-Misol. Transformator podstansiyasi elementlarini tasoddifiy ishdan chiqishi (buzilishi) Puasson Qonuniga mos taqsimlangan deb taxmin qilinmoqda. Bir yilda ishdan chiqishi(buzilishi) xech bo'lmaganda bir marotaba yuzaga kelish ehtimoli 0,95 ga teng bo'lganda bir yilda ishdan chiqishi (buzilishi) o'rtacha soni nechaga teng bo'ladi

Podstansiyasi elementlarini ishdan chiqish (buzilish) yillik sonini X deb belgilab olamiz. Masalaning sharti bo'yicha $P(X \geq 1) = 0{,}95$, $P(X = 0) + P(X \geq 1) = 1$, demak

$$P(X=0)=\frac{\lambda^0 e^{-\lambda}}{0!}=1-0{,}95.$$

0! = 1 deb hisoblab yuqoridagi tenglamadan transformator podstansiyasi elementlarini ishdan chiqishi(buzilishi) soni λ ni topamiz (λ = 3).

21-Misol. Tasoddifiy kattalik X, m = 0 matimatik kutilishidagi normal taqsimlanish qonuniyatiga mos keladi. Ushbu tasoddifiy kattalik uchastkaning -a dan a gacha oralig'ida bo'lish ehtimoli 0,8 ga teng. σ ni qymatini toping va normal taqsimlanish qonuni matematik ifodasini yozing.

Echish. Misol shartini ushbu formulaga kiritamiz $P(|X-m|<\varepsilon)=2\Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right)$ va quyidagi tenglamani olamiz $P(-a<X<a)=2\Phi\left(\frac{a}{\sigma}\right)=0{,}8.$

undan $\Phi\left(\frac{a}{\sigma}\right)$. ni topamiz $\Phi\left(\frac{a}{\sigma}\right)=0{,}4$

Laplas funksiyasi jadvalidan (2- ilova) funksiyaning 0,4 qiymatiga to'g'ri keladigan argumentni qabul qilamiz ($\frac{a}{\sigma}=1{,}28$) va undan σ ni qiymatini topamiz: $\sigma=\frac{a}{1{,}28}=0{,}78a.$

Demak, normal taqsimlanish qonuni matimatik ifodasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$f(x)=\frac{1}{0{,}78a\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{1{,}22a^2}}. \qquad (3.45)$$

3.6. Empirik formulalarni tuzish usullari

Eksperimental tekshirishlarning mobaynida o'lchashning ikkita o'lchamlarning statistik qatori chiqyapti. Bu yerda har bir funksiya qiymatiga $y_1, y_2, .., y_n$ omilning $x_1, x_2, .., x_n$ qiymatlari munosib bo'lyapti. Eksperimental o'lchashlari asosida funksiyaning algebraik ifodalarni belgilash mumkin

$$y=f(x) \qquad (3.46)$$

Shunday ifodalari $x_1 \div x_n$ o'lchagan chegaralarda tanlanadi va eksperiment natijalariga ko'proq munosib bo'lishlari kerak.

Empirik formulaning tanlashi ko'p hodisalarda kerak bo'lyapti. Agarda tahliliy ifodasi (1) murakkab, beso'naqay hisoblashlarni talab

qilayatgan bo'lsa, yoki umuman tahliliy ifodasi bo'lmasa, taxmina empirik formula foydalanish samardor bo'ladi. Aniq tahliliy ifodalarnin taxminiy oddiy almashtirishi approksimatsiya deyiladi. Empiri formulalarning tanlash jarayoni 2 bosqichdan iborat.

I etap. O'lchashlarning qiymatlarini to'g'ri burchakli koordinatalarning to'riga belgilanadi, to'g'ri chiziq bilan eksperimental nuqtalar birlashtiriladi va formulalarning taxminan tuiri tanlanadi.

II etap. Qaysi biri eng yaxshi ko'rinish bilan qabul qilingan formulaning parametrlari hisoblanadi. Empirik formulalarning tanlashi eng oddiy ifodalardan boshlanish kerak. Shunday misol uchun ko'p jarayonlarning o'lchashlarning natijalari eng oddiy empirik tenglama bilan approksimatsiya qilinadi

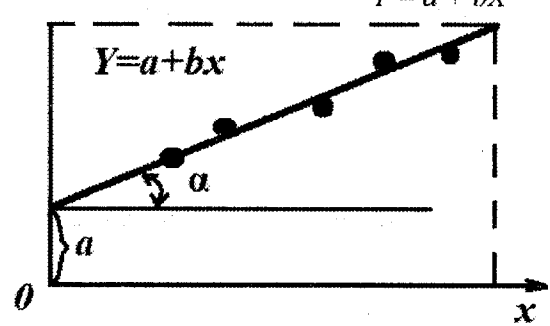
$$u = a + bx, \tag{3.47}$$

bu yerda a, b – o'zgarmiydigan koeffitsiyentlari.Shuning uchun grafik materiallarini tahlil qilganda chiziqiy funksiya bilan foydalanishga imkon bo'yicha intilish kerak. Shu maqsad bilan to'g'rilash usulini ishlatiladi. Bu usul iborat bo'layotganni: eksperimental nuqtalar bo'yicha qiyshiq chizmani chiziqiy funksiya bilan ko'rsatyaptilar. Shuning uchun (1) yani kattaliklarini belgilanadi:

$$X = f_2(x,y), \quad Y = f_2(x,y) \tag{3.48}$$

Qidirayotgan tenglmad chiziqli bog'lanishga ega

$$Y = a + bX \tag{3.49}$$



3.3-rasm. x va y parametrlarning grafik bog'lanishi.

X va Y qiymatlarini (3) tenglamlar tizimi asosida hisoblash mumkin va grafik tasviri 1- rasmdagdek ifodalanadi. Grafikda a (Y o'qi bilan chizmaning kesib o'tish nuqtaning ordinatasi) va b nuktalari (X o'qi bilan chizmaning burchak tangensi) hisoblanadi:

$$b = tg\alpha = (Y_i - a)/X_i \tag{3.50}$$

Ushbu tenglamaning grafik tasviri 3.4 a -rasmda keltirilgan

$$y = a \cdot e^{bx} \qquad (3.51)$$

22-misol. Quyidagi jadvalda keltirilgan qiymalardan foydalanib uni empirik ifodani toping.

1	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
15,2	20,6	27,4	36,7	49,2	66,0	87,4	117,5

$$y = a \cdot e^{bx} \qquad (5)$$

(5) ifodani logarifmga o'tkazib eksperimental to'g'ri chizmaga aylanadi

$$\lg y = \lg a + b \cdot x \cdot \lg e \qquad (3.52)$$

Agar $\lg y = Y$ belgilanda, $Y = \lg a + b \cdot x \cdot \lg e$ yarimlogarifmik koordinatalarda to'g'ri chizmaning ifodani qo'rsatadi (3. 4 b -rasm).

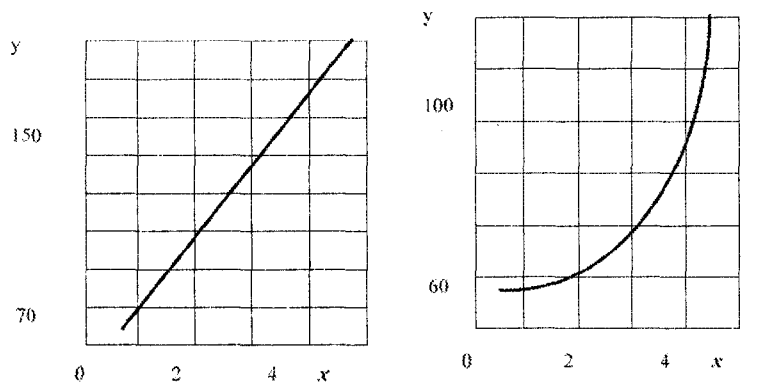
Tenglamaga chet nuqtalarining koordianatalarini qo'yishi bilan

$$\lg 15{,}2 = \lg a + b \cdot \lg e \quad \text{va} \quad \lg 117{,}5 = \lg a + 4{,}5 \cdot b \cdot \lg e. \qquad (3.53)$$

Demak, $\lg a + b \cdot \lg e = 1{,}183$ $\lg a + 4{,}5 \cdot b \cdot \lg e = 2{,}07$

bundan $b = 0{,}887/(3{,}5 \cdot \lg e) = 0{,}579$, $\lg a = 1{,}183 - 0{,}254 = 0{,}929$; $a = 1{,}85$

topiladi.



a) b)

3.4-rasm.

Ohirgi, empirik ifodasi: $y = 1{,}85 \cdot e^{0{,}579x}$.

4. IXTIRO VA PATENT OLISHGA OID MISOLLAR

1 - masala. Meva mahsulotlarini saqlash usuli. Usulga mualliflik talabnomasi berish uchun patent izlanish olib borishingiz kerak. Respublikamizda va xalqaro ilmiy nashrlarda chiqarilgan mualliflik guvohnomalari va patentlarini o'rganib chiqamiz va ma'lumotnoma tayyorlaymiz. Eng yaqnn patent ma'lumotlarni olamiz. Shu uslubni xech qayerda qayd qilinmaganligiga ishonch hosil qilib, keyin mualliflikka talabnoma beriladi. Talabnomaga shu uslubda bajarilgan tajriba yakunlarini dalolatnoma qilib, xujjatlashtirib ilova beriladi. Quyidagi xujjatlar beriladi:

1. Mualliflik xujjati berishga talabnoma, ariza.
2. Yangi uslubning tasnifi va uslubning formulasi.
3. Grafik ma'lumotlar, sxemalar, qurilma sinov natijalari, aktlar.
4. Qiskacha referat, foydalanish yo'nalishlari va qo'llanishi imkoniyatlarini ko'rsatadigan hujjatlar.
5. Xulosa. Mavjud uslublardan farqi, yangiligi haqida ma'lumot, kutilayotgaya iqtisodiy samara.
6. Ekspertiza qiligan uslub yoki texnik uskuna yangi deb topilsa, unga mualliflik guvohnomasi beriladi.

Talabnoma Ob'ekt– uslub
IHDP9800104.1.PDF
MKISA23V7102F

Meva mahsulotini (olma) saqlash uslubi. Patent qishloq xo'jalik mahsulotini saqlashga (olma) kiritilsa bo'ladi, bu yerda haroratni 0°S gacha pasaytirish ko'zda tutilgan.

Mevani podval, yarim podvallarda saqlash usuli mavjud. Lekin u yerda xarorat +5 °C atrofida bo'ladi va bu harorat ham o'zgarib turadi. Natijada olma tez eskiradi. Chirib yaroqsiz xolga keladi. Uning saqlanish mudda-tini oshirish uchun haroratni 0 °C gacha pasaytirish va shu darajada ushlab turish tavsiya qilinadi.

Patent maqsadi meva mahsulotlarini saqlanish muddatini uzay-tirib, uning sifatini oshirishdir.

Maqsadga erishish uchun havo harorati pasaytirilib (0°C gacha) havo ionlashtiriladi va bir xil ushlab turish tavsiya qilinadi. Buning uchun sanoat miqyosida ishlab chiqarilayotgan XMF – 16 (-32) sovutish mashinalaridan foydalanilsa bo'ladi. Natijada:

Harorat I = 0 °C
Namlik W = -90%

Ionlar soni $p = 10^6$ ion/sm^3 miqdorida ushlab turilishi mumkin. Yoritish lampalari faqat mahsulotni ko'zdan kechirish uchun ishlatiladi. Eshiklar zich yopib quyiladi. Atmosfera parametrlari datchiklardan foydalanib nazorat qilinadi.

2 - masala. Mevani quritish jarayonini o'rganib, unga qo'shimcha yuqori kuchlanish bilan ishlov berilganda tezroq qurishi kuzatildi. Shuning uchun mevani, jumladan uzumni quritish usulini taklif qilamiz:

Meva mahsulotlarini quritish usuli uchun patent

Ob'ekt–uslub

IHDP 554428-DF

MKIGA 28V

Patent maqsadi mevani quritish jarayonini tezlashtirish, mevada ko'proq ozuqa moddalarini saqlagan holda uning sifatini oshirish. Patent qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritish va saqlash bo'limiga kiritilishi mumkin. Meva mahsulotini quyoshda, soyada yuqori chastotali, infraqizil va elektrokaloriferli quritish usullari mavjud. Bu usullar ko'p vaqt va joy talab qiladi yoki mahsulot tannarxi yuqori bo'ladi. Kam xarajat bilan ko'p va sifatli quritish uchun elektrokaloriferli quritish uslubida mevani quritishdan oldii yuqori kuchlanish impulslari bilan ishlov berilsa u tezrok namlik yo'qotadi, tezroq quriydi. Shu bilan birga ozuqa moddalarini o'zida ushlab koladi. Bu usul boshqa quritish usullarida ham qo'llanilishi mumknn. Bu xolda meva (uzum) bandi bilan yuqori kuchlanish kamerasi orqali quritish kamerasiga o'tadi. Uzum donalari 0,01-0,1 sek vaqt ichida 10-15 kV kuchlanish impulsi ostida bo'ladi va uning tashqi qobig'i teshiladi. Uzum donalari yuzasida mayda teshikchalar paydo bo'ladi yana uzumning bog'langan suv molekulalarining bog'lanishlari buziladi, suv bog'lanmagan holatga o'tadi. Issiq havo oqimi ta'sirida meva tez namligini yuqotadi u sutkalab emas bir necha soatda qurib, mayiz xolatiga o'tadi.

Quritish kamerasi xarorati $t_{qum} = 90^0 C$

Kuchlanish amplitudasi $U_{amn} = 12 кВ$

Ishlov berish vaqti $t = 0{,}05 сек$

Bir tekis ishlov berish va quritish uchun uzum so'rilarda bir tekis joylashtirilishi kerak.

ILOVALAR

1-ILOVA

FAN VA TEXNIKA SOHASIDA FAOLIYAT YURITISHDA KO'P UCHRAYDIGAN TERMINLAR QISQACHA LUG'ATI

Abstraksiya – 1) narsalar va ular o'rtasidagi munosabatlarning bir qator xossalarini fikran ajratish; 2) uning mohiyatini ochib beruvchi xossalarni ajratish maqsadida ko'rib chiqilayotgan hodisaning jiddiy bo'lmagan tomonlarida ularning idroklash jarayonida ajratish natijasida hosil bo'ladigan ayrim tushuncha.

Agnostitsizm – falsafiy ta'limot, ob'ektiv borliq va haqiqatning ob'ektiv mohiyatini bilishni rad etadi, fanning vazifasini hodisalarning bilish bilan chegaralaydi, narsalar mohiyati va tabiiy hamda ijtimoiy jarayonlar rivojlanish qonuniyatlarini bilish mumkin emas deb hisoblaydi.

Adekvatnыy – teng, ayniylik, to'la muvofiqlik.

Akademizm – ilmiy va ta'lim faoliyatidagi sof nazariy yo'nalish.

Aksioma – 1) biror nazariyaning shu nazariya boshqa qoidalarini isbotlash asosida yotuvchi ilk, boshlang'ich qoida, buning miqyosida u (boshlang'ich holat) isbotlarsiz qabul qilinadi; 2) isbotlash talab etilmaydigan sof haqiqat.

Aktualnыy – dolzarb, hozirgi vaqt uchun ahamiyatli.

Algoritm – 1) qat'i belgilangan qoida bo'yicha tatbiq etiladigan operatsiyalar tizimi, u tadrijiy ravishda bajarilgandan so'ng qo'yilgan masalani yechimga olib keladi; 2) boshlang'ich berilganlarni izlanayotgan natijaga keltiruvchi mohiyatni belgilovchi va operatsiyalar ketma –ketligining ifodasi.

Alternativa – muqobillik; bir – birini inkor etuvchi ikki imkoniyatdan birini tanlash zarurati.

Analiz – tahlil: 1) yaxlitni tarkibiy qismlarga fikran yoki fizik ajratishdan iborat ilmiy tadqiqot usuli; 2) bo'laklarga ajratish, nimanidir ko'rib chiqish.

Analog – o'xshash; boshqa narsa, hodisa yoki tushunchaga muvofiq biror narsa, hodisa yoki tushuncha.

Analogichniy – o'xshovchi; tenglik, muvofiqlik.

Apriori – tajribaga bog'liq bo'lmagan, tajribagacha.

Aprobatsiya – tekshirish, sinashga asoslangan qo'llab – quvvatlash, tasdiqlash.

Argumekg – 1) isbotlashning asosi bo'lib xizmat qiluvchi mantiqiy dalil; 2) mustaqil o'zgaruvchan qiymat, funksiya deb ataluvchi boshqa qiymatning o'zgarishi uning o'zgarishiga bog'liq.

Artefakt – 1) harakat belgilari bilan birgalikdagi sun'iy – moddiy mujassama (masalan: texnikaviy vosita); 2) tadqiqot sharoitlarining ta'siri ostida biologik ob'ektni tadqiqot etishlik vaqgida yuzaga keladigan biologik hosil bo'lish yoki jarayon.

Bakalavr – oliy ta'limdagi birinchi ilmiy daraja.

Bibliografiya 1) vazifasi nashr va qo'lyozma mahsulotlarini hisobga olish va u haqdagi ma'lumotlardan iborat ilmiy va amaliy faoliyat tarmog'i; 2) mavzu bo'yicha adabiyotlarning to'liq yoki saralangan ro'yxat.

Biosfera – bu muhit; yerdagi hayot mavjud bo'lgan hudud. Uning tarkibi, tuzilishi va energetikasi tirik organizmlarning o'tmishdagi yoki zamonaviy faoliyati asosida belgilanadi.

Identifikatsiya – nazariy qoidalar chinligini tekshirish, ishonchliligini tajriba yo'li bilan aniqlash.

Gipoteza – faraz; biror hodisani tushuntirish uchun ilgari surilayotgan va ishonchli ilmiy nazariya bo'lishi uchun tajribada tekshirishni hamda nazariy jihatdan asoslashni talab etuvchi ilmiy fikr.

Gnoseologiya – nazariy bilish, ilmiy bilish manbalari, shakllari va usullarini, uning haqiqat ekanlik shartlarini, insonning hayotni o'rganish iqtidorini o'rganuvchi falsafa bo'limi.

Deduksiya – umumiy mulohazalardan xususiyga yoki boshqa umumiy fikrlarga olib keluvchi mantiqiy xulosa.

Disertatsiya – Ilmiy daraja olish uchun taqdim etiladigan va ilmiy tadqiqotchi tomonidan oshkora himoya etiladigan ilmiy ish, tadqiqot.

Ideya – goya: 1) narsa yoki hodisa haqidagi umumiy tushuncha; moddiy dunyoni in'ikosi bo'lgan inson tafakkurining mahsuloti; 2) nazariy sistema, mantiqiy qurilmalar asosida turadigan belgilovchi tushuncha; 3) fikr, tafakkur.

Iyerarxiya – qismlarning yoki butun unsurlarining oliydan quyiga tomon joylashuvi.

Imitaiya – kimgadir, nimagadir taqlid qilish, qayta tiklash.

Induksiya – xususiy ayrim hollarda umumiy xulosaga, ayrim faktlardan umumlashmalarga olib keluvchi mantiqiy xulosa.

Informatsiya – 1) nima haqidadir xabar; 2) saqlash, qayta ishlash va kuzatish ob'ekti hisoblanuvchi ma'lumot.

Kategoriya – daraja: 1) narsalar, ob'ektiv dunyo (modda, vaqt, fazo, aloqadorlik, harakat, miqdor, sifat va h.k.) hodisalarining diqqatga sazovor xossalari va munosabatlarini aks ettiruvchi umumiy tushuncha, 2) biron-bir belgilarining umumiyligi asosida birlashtirilgan narsalar, hodisalar, shaxslar darajasi, guruhi.

Kibernetika – boshqaruv jarayoni va informatsiyani mashinalarda, tirik mavjudotlarda, jamiyatda uzatishning umumiy qonuniyatlari haqidagi fan.

Kinematika – jismlar harakatini geometrik jihatdan, shu harakatni yuzaga keltiruvchi ularning massasi va fizik sabablarini hisobga olmagan holda ko'rib chiquvchi mexanika bo'limi.

Klass – sinf: umumiy belgilarga ega bo'lgan narsalar va hodisalarning majmo'i, darajasi, guruhi.

Klassifikator – biror ob'ektning muntazam ro'yxati, bu ularning har biriga o'z o'rni va muayyan belgisini topishga imkon beradi.

Klassifitsirovaniye – sinflash: muayyan bilim tarmog'i yagona tizimida ob'ektlar sinflari o'rtasidagi qonuniy aloqani aks ettiruvchi umumiy belgilarga bog'liq holda u yoki bu ob'ektlarni sinflar bo'yicha taqsimlash.

Klyuchevoye slovo – asosiy termin: ilmiy hujjat yoki uning qismi mazmunini eng to'liq o'ziga xos tarzda tavsiflovchi so'z yoki so'z birikmasi.

Kompleks – mujassama: yaxlit bir butunlikni tashkil etuvchi narsa, voqea, hodisa yoki xossa ularning jamlanmasi, birikmasi.

Konstruksiya – 1) qandaydir narsa, mashina, pribor, inshoot va hokazolarning qanday maqsadga mo'ljallanganligini belgilovchi qurilish, qurilma va qismlarning o'zaro joylashuvi.

Konsepsiya – qarash: 1) qarashlar tizimi, hodisalar, jarayonlarni biror tarzda tushunilishi.

Kon'yunktura – 1) sharoitlar majmo'i va ularning o'zaro bog'liqligi, yuzaga kelgan vaziyat, biror sohadagi narsalarning maqomi; 2) muayyan davrdagi iqtisodning joriy ahvolini tavsiflovchi belgilar majmo'i.

Kriteriy – mezon: 1) biror narsani baholash, aniqlash yoki tasniflash uchun asos bo'ladigan belgi.

Magistr – oliy ta'lim ikkinchi akademik darajasi, universitet yoki unga tenglashtirilgan oliy o'quv yurtini tugatgan va bakalavr darajasiga ega shaxslarga beriladi.

Magistrant – magistrlik darajasi olish uchun imtihonlarni topshirilgan, lekin hali dissertatsiya yoqlamagan shaxs.

Mashina – energiyani o'zgartirish, shaklni, xossani, holatni yoki mehnat qurolining vaziyatini, boshqacha qilish, axborotni to'plash, uzatish, saklash, ishlab chiqish va foydalanish uchun muayyan maqsadga muvofiq harakatni amalga oshiruvchi mexanizm yoki mexanizmlar mutanosibligi.

Metod – usul: 1) tabiat hodisalari va ijtimoiy hayotni tadqiq etish va bilish usuli; 2) yo'l, usul yoki harakat tarzi.

Metodika – biror ishni maqsadga muvofiq bajarish usullari, yo'llarining majmo'i.

Metodologiya – 1) bilishning ilmiy usuli haqidagi ta'limot; 2) biror fanda qo'llaniladigan usullar majmo'i.

Mexanika – moddiy jismlarning kuch ta'siri ostida fazoda joylashishining o'zgarishini va muvozanatini o'rganuvchi fan.

Model – namuna: 1) yalpi ishlab chiqarish uchun biror bir buyumning namunasi; 2) narsani kichraytirilgan ko'rinishdagi tarzi; 3) tabiatda va jamiyatdagi biror hodisa yoki jarayonning tasviri yoki tavsifi, tarxi.

Modelirovaniye – *modellashtirish: bilish ob'ektini uni modellarida* tadqiq etish; aniq mavjud narsalar va hodisalar modelini tuzish.

Nablyudeniye – kuzatish: bilish usuli bo'lib, bunda ob'ekt unga hech bir aralashilmagan holda tadqiq etiladi.

Nauka – fan: inson faoliyat sohasi, uning funksiyasi turmush haqidagi ob'ektiv bilimlarni ishlab chiqarish va nazariy jihatdan sistemalashdan iborat.

Normalizatsiya – me'yorlashtirish: 1) me'yor, tarzni belgilash; 2) me'yorga, me'yoriy holatga keltirish.

Obzor – tavsif: boshlang'ich manbani tahlil qilish natijasida olingan biror mavzu bo'yicha sistemalashtirilgan ilmiy ma'lumotlarni o'z ichiga oluvchi ilmiy hujjat.

Ob'ekt – 1) bizdan tashqarida va bizning ongimizga bog'liq bo'lmagan holda mavjud tashqi dunyo, u idroklash sub'ektning amaliy *ta'sir o'tkazuvchi manba hisoblanadi*; 2) *biror faoliyat yo'naltirilgan* narsa, hodisa.

Ob'ektivnыy – ob'ektiv: bizdan va ongamizdan tashqarida mavjud bo'lgan tashqi narsa, voqea – hodisa.

Optimalnыy – optimal: eng qulay va yaxshi.

Optimizatsiya – optimallashtirish: biror funksiyaning eng ko'p yoki eng kam ahamiyatini topish yoxud turli imkoniyatlar ichidan eng yaxshisini ajratish.

Paradoks – 1) umum qabul qilingan, oqilona fikrga zid fikr, mulohaza; 2) odatdagi tasavvurlarga mos kelmaydigan kutilmagan hodisa.

Prinsip – tamoyil: 1) biror nazariya, ta'limot va h. k.ning asosiy boshlang'ich holati; yo'naltiruvchi g'oya, faoliyatning asosiy hodisasi; 2) biror mexanizm, pribor o'rnatma harakati, qurilma asosi.

Produkt – mahsulot: inson mehnatining moddiy yoki nomoddiy natijasi.

Proyekt – loyiha: 1) yangi bunyod etilayotgan bino, inshoot, mashina, pribor va h.k.larning texnikaviy hujjat tizmalari, hisoblari, maketlari; 2) reja, o'ylangan fikr.

Protsess – jarayon: 1) biror hodisaning borishi, rivojlanish holati, bosqichning tadrijiy sur'atda almashinishi va h.k.; 2) biror natijaga erishish uchun qaratilgan tadrijiy harakatlar majmo'i.

Publikatsiya – 1) biror hodisaning borishi, rivojlanish holati, bosqichining tadrijiy o'zgarishi va h.k.; 2) qandaydir natijaga erishish uchun tadrijiy harakatlar yig'indisi.

Publichniy – ochiq, oshkora.

Ratsionalniy – oqilona: asoslangan, maqsadga muvofiq.

Sintez – ongda bir butunlikda, birgaliqda va o'zaro aloqadagi qismlar sifatida mavjud bo'lgan biror narsa, hodisani ilmiy tadqiq etish usuli; qo'shilma, umumlashma.

Sistema – 1) bir – birlari bilan ko'plab qonuniy tarzda bog'langan unsurlar (narsalar, hodisalar, qarashlar, bilimlar va h.k.); 2) harakatlar qat'iy ketma – ketligi muayyan aloqada reja asosida, to'g'ri joylashgan qismlarning shartli tartibi.

Sistemotexnika – murakkab sistemalarni tahlil va sintez qilish muammolarini o'rganuvchi ilmiy – texnikaviy fan.

Sovokupnost – majmua: qo'yilgan maqsadni hisobga olgan holda guruhlangan ko'plab unsurlar.

Struktura – tuzilma: biror narsaning o'zaro joylashuvi va tarkibiy qismlarining bog'lanishi, qurilish.

Sub'ekt – 1) tashqi dunyo (ob'ekt)ni idrok etayotgan va o'z amaliy faoliyati mobaynida unga ta'sir o'tkazadigan inson; 2) huquq va majburiyatlarni zimmasiga oluvchi (jismoniy yoki yuridik shaxs).

Sub'ektivnыy – sub'ektiv: 1) muayyan shaxs, sub'ektga xos xususiyat, shaxsiy; 2) bir yoqlama, ob'ektivlikdan xoli; ishtiyoqiy, atayin.

Sxema – chiziq: 1) sistema, qurilma yoki o'zaro joylashuv, biror narsaning qismlari bog'liqligini ifodalovchi chizma; 2) umumiy, asosiy tarzda tasvirlash yoki tavsiflash; xomaki nusxa, reja, belgilash; 3) biror narsaning mavhum soddalashtirilgan tavsifi, umumiy tayyor tenglama.

Tavtologiya--safsata: ayni bir narsani boshqa so'zlar bilan takrorlash.

Taksonomiya – odatda iyerarxik tuzilishga ega bo'lgan mavjudlikning murakkab tashkil etilgan sohasini tasniflash va sistemalashtirish nazariyasi.

Tezis – doklad, ma'ruza, xabar va h.k.larni qisqacha ifodalangan asosiy qoidalari.

Tema – mavzu: bayon, tasvir, tadqiqot, muhokama predmeti.

Tematika – mavzular majmo'i, doirasi.

Tendensiya – 1) qarashlar yoki amaliyotdagi yo'nalish; 2) biror hodisa rivoji takomillashadigan yo'nalish.

Teoriya – nazariya: 1) tabiat va jamiyat rivojining ob'ektiv qonuniyatlarini ifodalovchi ijtimoiy amaliyot, tajribani umumlashtirish; 2) biror fan yoki uning qismi umumlashtirilgan qoidalarining majmo'i.

Termin – atama: fan, texnika, san'atda qo'llanadigan muayyan tushunchani aniq ifodalaydigan so'z yoki so'zlar birikmasi.

Terminologiya – atamashunoslik: fan, texnika, san'at va h.k.larning biror sohasida qo'llanadigan atamalar majmo'i.

Test – 1) aqliy rivojlanish, qobiliyat, iroda va insonning boshqa ruhiy fiziologik tabiatini belgilash sinov o'tkaziladigan topshiriqlarning standart shakli; 2) muayyan ijtimoiy tadqiqotlar uchun foydalaniladigan so'rovnoma.

Texnologiya – 1) ishlab chiqarish jarayonida xom ashyo, material yoki yarim fabrikatlar holati, xossasi shaklini o'zgartirish, ularga ishlov berish, tayyorlash usullarining majmo'i; 2) xom ashyolar, materiallar yoki yarimfabrikatlarga tegishli ishlab chiqarish qurollari yordamida ta'sir etish usullari haqidagi fan.

Tip – tur: narsalar guruhi uchun namuna, model, nimanidir shakli.

Tipizatsiya – turlash: qator buyumlar yoki texnik tavsifdagi jarayonlar uchun umumiylik asosida namunaviy konstruksiyalar yoki ishlab chiqarish jarayonlarini tanlash yoki ishlab chiqish.

Traktat – narsaga yondoshishlikni belgilashni o‘z oldiga maqsad qilib qo‘ygan mulohaza shaklidagi ilmiy ish.

Unifikatsiya – uyg‘unlashtirish: biror narsani yagona sistema, shakl, bir toifalilikka keltirish.

Fakt – 1) haqiqatda mavjud, o‘ylab topilmagan voqea, hodisa; biror taxminni tekshirishdan iborat qandaydir xu-losa, mulohaza uchun xizmat qiluvchi qat’i belgilangan bilim, tajribadagi ma’lumot; 2) ob’ektiv mavjud bo‘lgan haqiqat, aniqlik.

Faktor – omil: harakatlantiruvchi kuch, biror jarayon, hodisaning sababi; biror hodisa, jarayondagi o‘ziga xos vaziyat.

Formul--barcha xususiy hollar uchun muayyan sharoitlarda ilova qili-nuvchi biror qoida, munosabat, qonunva h.k.larni aniq umumiy belgilash.

Formulirovat – ifodalash: biror fikr, qarorni qisqa va aniq bayon etish.

Fundamentalnыy – negiz: chuqur, asoslangan.

Xarakteristika – tavsif: kimningdir, nimaningdir o‘ziga xos xususiyat, sifat, jihatlarini ifodalash, belgilash.

Evristika – 1) yo‘naltiruvchi savollar yordamida ta’lim berish tizimi; 2) nazariy tadqiqotning mantiqiy usullari va uslubiy qoidalarining majmo‘i va haqiqatni izlash.

Ekzamen – imtihon: bilim, o‘quv, kuch va h.k.larni tekshirish.

Eksperiment – tajriba: ilmiy asosdagi tajriba, aniq belgilangan sharoitlarda tadqiq etilayotgan hodisani kuzatish, hodisaning borishini kuzatish va uni mazkur sharoitlarni takrorlagan holda ko‘p marta qayta o‘tkazish imkoniyati.

Ekspertiza – asoslangan xulosa bergan holda maxsus bilimni talab etuvchi biror masalani tadqiq etish.

Ekstrapolyatsiya – hodisaning bir qismida kuzatish tufayli olingan xulosani boshqa qismiga tadbiq etishdan iborat ilmiy tadqiqot usuli.

Element – unsur: biror narsaning tarkibiy qismi.

Empiricheskiy – empirik: tajribaga asoslangan.

Ensiklopediya – qomus: barcha fanlar yoki fanlarning ayrim tarmoqlari bo‘yicha bilimlar majmo‘ini o‘z ichiga oluvchi ilmiy ma’lumotnoma tarzidagi nashr.

Eruditsiya – iqtidor: biror fanning muayyan sohasidagi yoki ko‘plab sohalardagi chuqur bilim; iqtidorlilik.

Effekt – samara: harakat, biror narsaning natijasi.

2-ILOVA.
TADQIQOTLAR NATIJALARIGA STATISTIK ISHLOV BERISHDA FOYDALANILADIGAN MA'LUMOTLAR

$\varphi(t)=\frac{1}{\sqrt{2\Pi}}\cdot e^{\frac{-t^2}{2}}$ **- funksiya qiymatlari jadvali.** **2.1 – jadval**

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,3989	3989	3989	3988	3986	3984	3982	3980	3977	3973
0,1	3970	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918
0,2	3910	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825
0,3	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3726	3712	3697
0,4	3683	3668	3653	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538
0,5	0,3521	3503	3485	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352
0,6	5332	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144
0,7	3123	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920
0,8	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685
0,9	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444
1,0	0,2420	2396	2371	2347	2323	2299	2275	2251	2227	2203
1,1	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965
1,2	1942	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736
1,3	1714	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518
1,4	1497	1476	1456	1434	1415	1394	1374	1354	1334	1315
1,5	0,1295	1276	1257	1238	1219	1200	1182	1163	1145	1127
1,6	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957
1,7	0940	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0804
1,8	0790	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669
1,9	0656	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551
2,0	0,0540	0529	0519	0508	0498	0488	0478	0468	0459	0449
2,1	0440	0431	0422	0413	0404	0396	0389	0379	0371	0363
2,2	0355	0347	0339	0332	0325	0317	0310	0303	0297	0290
2,3	0283	0277	0270	0264	0258	0252	0246	0241	0235	0229
2,4	0224	0219	0213	0208	0203	0198	0194	0189	0184	0180
2,5	0,0175	0171	0167	0163	0158	0154	0151	0147	0143	0139
2,6	0136	0132	0129	0126	0122	0119	0116	0113	0110	0107
2,7	0104	0101	0099	0096	0093	0091	0088	0086	0084	0081
2,8	0079	0077	0075	0073	0071	0069	0067	0065	0063	0061
2,9	0060	0058	0056	0055	0053	0051	0050	0048	0047	0046
3,0	0,0044	0043	0042	0040	0039	0038	0037	0036	0035	0034
3,1	0033	0032	0031	0030	0029	0028	0027	0026	0025	0025
3,2	0024	0023	0022	0022	0021	0020	0020	0019	0018	0018
3,3	0017	0017	0016	0016	0015	0015	0014	0014	0013	0013
3,4	0012	0012	0012	0011	0011	0010	0010	0010	0009	0009
3,5	0,0009	0008	0008	0008	0008	0007	0007	0007	0007	0006
3,6	0006	0006	0006	0006	0005	0005	0005	0005	0005	0004
3,7	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0003	0003	0003	0003
3,8	0003	0003	0003	0003	0003	0002	0002	0002	0002	0002
3,9	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0001	0001

$$\Phi(t)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^t e^{\frac{-t^2}{2}}dt$$ - **funksiya qiymatlari jadvali (Laplas funksiyasi).**

2.2- jadval

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,00000	00399	00798	01197	01595	01994	02392	02790	03188	0358
0,1	03983	04380	04776	05172	05567	05962	06356	06749	07142	0753
0,2	07926	08317	08706	09095	09483	09871	102.57	10642	11026	1140
0,3	11791	12172	12552	12930	13307	13683	14058	14431	14803	1517
0,4	15542	15910	16276	16640	17003	17364	17724	18082	18439	1879
0,5	0,19146	19497	19847	20194	20540	20884	21226	21566	21904	2224
0,6	22575	22907	23237	23865	23891	24215	24537	24857	25175	2549
0,7	25804	26115	26424	26730	27035	27337	27637	27935	28230	2852
0,8	28814	29103	29389	29673	29055	30234	30511	30785	31057	3132
0,9	31594	31859	32121	32381	32639	32894	33147	33398	33646	3389
1,0	0,34134	34375	34614	34850	35083	35314	35543	35769	35993	3621
1,1	36433	36650	36864	37076	372P6	37493	37698	37800	38100	3829
1,2	38493	38696	38877	39065	39251	39435	39617	39796	39973	4014
1,3	40320	40490	40658	40824	40988	41149	11309	41466	41621	4177
1,4	41927	42073	42220	42364	42507	42647	42786	42922	43056	4318
1,5	0,43319	43448	43574	43699	43822	43943	44062	44179	44295	4110
1,6	44520	44630	44738	44845	44950	45053	45154	45254	45352	4544
1,7	45543	45637	45728	45818	45907	45994	46080	46164	46246	4632
1,8	46407	46485	46562	46638	46712	46784	46856	46926	46995	4706
1,9	47128	47193	47257	47320	47381	47441	47500	47558	47615	4767
2,0	0,47725	47778	47831	47882	47932	47982	48030	48077	48124	4816
2,1	48214	48257	48300	48341	48382	48422	48461	48500	48537	4857
2,2	48610	48645	48679	48713	48745	48778	48809	48840	48870	4889
2,3	48928	48956	48983	49010	49036	49061	49086	49111	49134	4915
2,4	49180	49202	49224	49245	49266	49286	49305	49324	49343	4936
2,5	0,49379	49396	49413	49430	49446	49461	49477	49492	49506	4952
2,6	49534	49547	49560	49573	49585	49598	49609	49621	49632	4964
2,7	49653	49664	49674	49688	49693	49702	49711	49720	49728	4973
2,8	49744	49752	49760	49767	49774	49781	49788	49795	49801	4980
2,9	49813	49819	49825	49831	49837	49841	49846	49851	49856	4986
3,0	0,49865	3,3	0,49952	3,6	0,49984	3,9	0,49995	5,0	0,49999997	
3,1	49903	3,4	49966	3,7	49989	4,0	499968			
3,2	49931	3,5	49977	3,8	49993	4,5	499997	∞	0,500000	

$P_m = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}$ - qiymatlari (Puasson taqsimlanishi)

2.3- jadval

m	Δ									
	0,1	0.2	0.3	0.4	0,5	0,6	0.7	0,8	0,9	
0	0.9048	0,8187	0,7408	0,6703	0,6065	0,5488	0,4966	0,4493	0,4066	
1	0,0905	0,1638	0,2222	0,2681	0,303:3	0,3293	0,3476	0,3595	0,3659	
2	0,0045	0,0164	0,0333	0,0536	0,0758	0,0988	0,1217	0,1438	0,1647	
3	0.0002	0.0019	0,0033	0,0072	0,0126	0.0198	0.0284	0,038:1	0.0494	
4		0,0001	0,0002	0,0007	0,0016	0,0030	0,0050	0,0077	0,0111	
5				0,0001	0,0002	0,0004	0,0007	0,0012	0,0020	
6							0,0001	0.0002	0,0003	
m	Δ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0,3679	0,1353	0,0498	0,0183	0,0067	0,0025	0,0009	0,0003	0,0001	0.0000
1	0,3679	0,2707	0,1494	0,0733	0,0337	0,0149	0,0064	0,0027	0,0011	0,0005
2	0,18;19	0,2707	0,2240	0,1465	0,0842	0,0446	0,0223	0,0107	0,0050	0,0023
3	0,0613	0,1804	0,2240	0,1954	0,1404	0,0892	0,0521	0,0286	0,0150	O,0076
4	0,0153	0,0902	0,1680	0,1954	0,1755	0,1339	0,0912	0.0572	0,0337	0,0189
5	0.0031	0,0361	0,1008	0,1563	0,1755	0,1606	0,1277	0,0916	0,0607	0.0378
6	0.0005	0,0120	0,0504	0,1042	0,1462	0.1606	0,1490	0,1221	0,0911	0,0631
7	0.0001	0,0037	0,0216	0,0595	0,1044	0.1377	0,1490	0,1396	0,1171	0,0901
8		0,0009	0,0081	0.0298	0,0653	0,1033	0,1304	0,1396	0,1318	0.1126
9		0,0002	0,0027	0,0132	0.0363	0,0688	0,1014	0.1241	0.1318	0.125I
10			0,0008	0,0053	0,0181	0.0413	0,0710	0,0993	0.1186	0,1251
II			0,0002	0.0019	0,0082	0.0225	0,0452	0,0722	0,0970	0,1137
12			0,0001	0.0006	0,0034	0,0126	0,0263	0,0481	0,0728	0.0948
13				0,0002	0,0013	0,0052	0,0142	0.0296	0,0504	0,0729
14				0,0001	0,0005	0,0022	0,0071	0,0169	0.0324	0,0521
15					0,0002	0,0009	0,0033	0,0090	0,0194	0.0347
16						0,0003	0,0014	0,0045	0,0109	0.0217
17						0.0001	0,0006	0,0021	0.0058	0,0128
18							0,0002	0,0009	0.0029	0,0071
19							0.0001	0,0004	0.0014	0.0037
20								0,0002	0,0006	0,0019
21								0,0001	0,0003	0.0009
22									0,0001	0,0004
23										0,0002
24										0.0001

$\sum_{k=0}^{m} \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$ - funksiya qiymatlari jadvali (Puasson taqsimoti).

2.4- jadval

m	Δ								
	0.1	0,2	0.3	0,4	0.5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,905	0,819	0,741	0,670	0,607	0,549	0,497	0,4-19	0,407
1	0,995	0,982	0,963	0,933	0,910	0,878	0,844	0,809	0,772
2	1,000	0,999	0,996	0,992	0,986	0,979	0,996	0,953	0,937
3		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	0,998
k>5							1,000	1,000	1,000
m	Δ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,368	0,135	0,050	0,018	0,007	0,002	0,001	0,000	0,000
1	0,736	0,406	0,200	0,092	0,040	0,017	0,007	0,003	0,001
2	0,920	O,677	0,423	0,238	0,125	0,062	0,030	0,014	0,006
3	0,981	0,857	0,647	0,433	0,265	0,151	0,082	0,042	0,021
4	0,996	0,947	0,815	0,629	0,440	0,285	0,173	0,100	0,055
5	0,999	0,983	0,916	0,785	0,616	0,446	0,301	0,191	0,116
6	1,000	0,995	0,966	0,890	0,762	0,606	0,450	0,313	0,207
7		0,999	0,988	0,949	0,867	0,744	0,599	0,453	0,324
8		1,000	0,996	0,979	0,932	0,847	0,729	0,593	0,456
9			0,999	0,992	0,969	O,916	0,830	0,717	0,587
10			1,000	0,997	0,986	0,957	0,901	0,816	0,706
11				0,999	0,995	0,980	0,947	0,888	0,803
12				1,000	0,998	0,991	0,973	0,936	0,876
13					0,9991	0,996	0,987	0,966	0,926
14					1.000	0,999	0,994	0,983	0,959
15						0,999	0,998	0,992	0,978
16						1,000	0,999	0,996	0,989
17							1,000	0,998	0,995
18								0,999	0,998
19								1,000	0,999
20									1,000

Fisher – Snedekor taqsimotining kritik nuqtalari jadvali.

2.5- jadval

k_2 – kichik dispersiyalar uchun № t/r	k – katta dispersiyalar uchun erkinlik darajasi											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
	4052	4999	5403	5625	5764	5889	5928	5981	6022	6056	6082	6106
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,40	19,41
	98,49	99,01	99,17	99,25	99,30	99,33	99,34	99,36	99,38	99,40	99,41	99,42
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,76	8,74
	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,13	27,05
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,93	5,91
	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,45	14,37
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68
	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,27	10,15	10,05	9,96	9,89
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00
	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,79	7,72
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57
	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,54	6,47
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28
	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,74	5,67
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07
	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,18	5,11
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91
	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,78	4,71
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79
	9,85	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40

2.5- jadval davomi

k_2 – kichik dispersiyalar uchun № t/r	k – katta dispersiyalar uchun erkinlik darajasi											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,69
	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,63	2,60
	9,07	6,70	1,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	4,02	3,96
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,8,1	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53
	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,86	3,80
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48
	8,68	6,36	5,4; 2	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,73	3,67
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,45	2,42
	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,61	3,55
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,41	2,38
	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,52	3,45

x^2 - taqsimotning kritik nuqtalari.

2.6- jadval

Ozodlik darajalar soni	Qiymatdorlik darajasi					
	0,01	0,025	0,05	0,95	0,975	0,99
1	6,6	5,0	3,8	0,0039	0,00098	0,00016
2	9,2	7,4	6,0	0,103	0,051	0,020
3	11,3	9,4	7,8	0,352	0,216	O,115
4	13,3	11,1	9,.5	0,711	0,484	0,297
5	15,1	12,8	11,1	1,15	0,831	0,554
6	16,8	14,4	12,6	1,64	1,24	0,872
7	18,5	16,0	14,1	2,17	1,69	1,24
8	20,1	17,5	15,5	2,73	2,18	1,65
9	21,7	19,0	16,9	3,33	2,70	2,09
10	23,2	20,5	18,3	3,94	3,25	2,56
11	24,7	21,9	19,7	4,57	3,82	3,05
12	26,2	23,3	21,0	5,23	4,40	3,57
13	27,7	24,7	22,4	5,89	5,01	4,11
14	29,1	26,1	23,7	6,57	5,63	4,66
15	30,6	27,5	25,0	7,26	6,26	5,23
16	32,0	28,8	26,3	7,96	6,91	5,81
17	33,4	30,2	27,6	8,67	7,56	6,41
18	34,8	31,5	28,9	9,39	8,23	7,01
19	36,2	32,9	30,1	10,1	8,91	7,63
20	37,6	34,2	31,4	10,9	9,59	8,26
21	38,9	35,5	32,7	11,6	10.3	8,90
22	40,3	36,8	33,9	12,3	11,0	9,54
23	41,6	38,1	35,2	13,1	11.7	10,2
24	43,0	39,4	36,4	13,8	12,4	10,9
25	44,3	40,6	37,7	14,6	13,1	11,5
26	45,6	41,9	38,9	15,4	13,8	12,2
27	47,0	43,2	40,1	16,2	14,6	12,9
28	48,3	44,5	41,3	16,9	15,3	13,6
29	49,6	45,7	42,6	17,7	16,0	14,3
30	50,9	47,0	43,8	18,5	16,8	15,0

$\eta(p) = -\log_2 p$ - funksiya qiymatlari jadvali.

2.7- jadval

p	η(p)	Δ	p	η(p)	Δ
0,00	0,0000	664	0,25	0,5000	53
0,01	0,0664	464	0,26	0,5053	47
0,02	0,1128	390	0,27	0,5100	42
0,03	0,1518	340	0,28	0,5142	37
0,04	0,1858	303	0,29	0,5179	32
0,05	0,2161	274	0,30	0,5211	27
0,06	0,2435	251	0,31	0,5238	22
0,07	0,2686	229	0,32	0,5260	18
0,08	0,2915	211	0,33	0,5278	14
0,09	0,3126	196	0,34	0,5292	9
0,10	0,3322	181	0,35	0,5301	5
0,11	0,3503	168	0,35	0,5306	1
0,12	0,3671	155	0,37	0,5307	-2
0,13	0,3826	145	0,38	0,5305	-7
0,14	0,3971	134	0,39	0,5298	-10
0,15	0,4105	125	0,40	0,5288	-14
0,16	0,4230	116	0,41	0,5274	-i8
0,17	0,4346	107	0,42	0,5256	-20
0,18	0,4453	99	0,43	0,5236	-24
0,19	0,4552	92	0,44	0,5210	-26
0,20	0,4644	84	0,45	0,5184	-29
0,21	0,4728	78	0,46	0,5153	-33
0,22	0,4806	71	0,47	0,5120	-37
0,23	0,4877	67	0,48	0,5083	-40
0,24	0,4941	59	0,49	0,5043	-43
0,50	0,5000	-46	0,75	0,3113	-104
0,51	0,4954	-48	0,76	0,3009	-106
0,52	0,4906	-52	0,77	0,2903	-107
0,53	0,4854	-54	0,78	0,2796	-109
0,54	0,4800	-56	0,79	0,2687	-112
0,55	0,4744	-59	0,80	0,2575	-113
0,56	0,4685	-62	0,81	0,2462	-114
0,57	0,4623	-65	0,82	0,2348	-117
0,58	0,4558	-67	0,83	0,2231	-119
0,59	0,4491	-69	0,84	0,2112	-120
0,60	0,4422	-72	0,85	0,1992	-121
0,61	0,4350	-74	0,86	0,1871	-123
0,62	0,4276	-77	0,87	0,1748	-125
0,63	0,4199	-78	0,88	0,1623	-127

0,64	0,4121	-81	0,89	0,1496	-128
0,65	0,4040	-83	0,90	0,1368	-130
0,66	0,3957	-86	0,91	0,1238	-131
0,67	0,3871	-87	0,92	0,1107	-133
0,68	0,3784	-90	0,93	0,0974	-135
0,69	0,3694	-92	0,94	0,0839	-136
0,70	0,3602	-94	0,95	0,0703	-138
0,71	0,3508	-96	0,96	0,0565	-139
0,72	0,3412	-98	0,97	0,0426	-140
0,73	0,3314	-99	0,98	0,0286	-142
0,74	0,3215	-102	0,99	0,0144	-144
			1,00	0,0000	

2.8- jadval

Elementlarning nomlanishi	**Ishdan chiqish intensivligi λ,** 1/yil	
	O'zgarish oralig'i	**O'rtacha qiymat**
O'zgarmas tok elektrodvigatellari	0,082-0,009	0,046
Eruvchan saqlagichlar	0,007-0,0026	0,004
Cho'g'lanma lampalar	0,08-0,045	0,07
Elektr qizitish elementlari		0,067
Elektr hisoblagichlar	0,05-0,018	0,012
Elektr yuritmali nasoslar	0,24-0,019	0,076
Elektr o'lchash asboblari	0,05-0,00004	0,0003
O'zgarmas tok generatorlari	0,165-0,096	0,13-

Qishloq xo'jaligi elektr ta'minoti tizim asosiy elementlari ishonchliligi ko'rsatkichlari *(λ-ishdan chiqish intensivligi; $T_{o'r.vaqt}$ – qayta tiklanish o'rtacha vaqti; $\tau_{r.t}$ -uskunani rejali ta'mirlanishda bo'lish o'rtacha vaqti.*

2.9- jadval

Tarmoq elementlari va kuchlanishi	λ, 1/yil	$T_{o'r.vaqt}$, soat	$\tau_{r.t}$, soat/yil
Transformatorlar	0,0015-0,02	60	15
6-10 kV	0,001-0,02	90	20
35 kV	0,005-0,03	90	25
110 kV	0,0004-0,005	10	18
Moyli o'chirgichlar 10 kV	0,015-0,002	10	10
» » 35 kV			
» » 35 kV	0,001-0,02	20	20
(kichik xajmli)	0,0016-0,018		
» 110 kV			
Havo liniyasi 35 kV 100 km	1÷2,5 / 8÷9	8	80
Havo liniyasi 110 kV »	0,5÷0,7 / 5÷7	10	120
Ajratgichlar	0,0001-0,015	15	
Qisqa tutashgichlar	0,01-0,04	15	10
Ayirgichlar	0,02-0,04	15	10
Shinalar 6-10 kV	0,01-0,06	4	4
» 35 kV	0,001-0,05	4	4
» 110 kV	0,01-0,1	3	4
Past kuchlanishli elektr dvigatellar	0,005-0,2	20-100	1-5

Ayrim, past kuchlanishli elektr uskunalarning ishdan chiqish intensivligi

EKSPERIMENTNI REJALASHTIRISH VA NATIJALARIGA ISHLOV BERISHGA OID MALUMOT VA MATERIALLAR

Korrelatsion bog'liqlikni aniqlash

Chorva mollari suyuq chiqindilari tarkibidagi muallaq moddalar (x) va BPK_5 (u_a), xamda muallaq moddalar va tiniqlik (u_b) orasidagi bog'lanishlarni aniqlaymiz. Ikkita tasodifiy kattaliklar orasidagi o'zaro bog'lanishlar darajasi korrelyatsiya koeffitsiyenti bilan ifodalanadi. Uncha katta bo'lmagan xajmda korrelyatsiya koeffitsiyentni tanlab olishda quyidagi formuladan foydalanish tavsiya etiladi [26]:

$$r_{xy} = \frac{N\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{N\sum x_i^2 - \left(\sum x_i^2\right)} \cdot \sqrt{\sum y_i^2 - \left(\sum y_i^2\right)}}$$

Hisob olib borish qo'lay bo'lishi uchun quyidagi jadvallarni tuzamiz.

3.1-jadval

x_i	№	y_{ai}	$x_i \cdot y_{ai}$	x_i^2	y_{ai}^2
852	1	89	75828	725904	7921
704	2	54	38016	495616	2916
620	3	36	22320	384400	1296
388	4	20	7760	150544	400
304	5	19	5776	92416	361
272	6	18	4896	73984	324
212	7	16	3397	44944	356
180	8	15	2700	32400	225
78	9	13	1014	6084	169
36	10	12	432	1296	144
3646	**Σ**	**292**	**162134**	**2007588**	**14012**

2-jadval

№	x_i	$y_{ái}$	$x_i \cdot y_{ái}$	x_i^2	$y_{ái}^2$
1	852	12,0	10224	725904	144,0
2	704	14,0	9856	495616	196,0
3	620	14,6	9052	384400	213,2
4	388	16,5	6402	150544	272,2
5	304	17,8	5411	92416	316,8
6	272	18,2	4950	73984	331,2
7	212	19,0	4028	44944	361,0
8	180	20,6	3708	32400	424,4
9	78	22,0	1716	6084	484,0
10	36	24,0	864	1296	567,0
Σ	**3646**	**178,7**	**56211**	**2007588**	**3318,8**

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar bo'yicha r_{xy} ni va $r_{xy\delta}$ ni xisoblaymiz:

$$r_{xy\sigma} = \frac{10 \cdot 162134 - 3646 \cdot 292}{10 \cdot 2007588 - 3646^2} = 10 \cdot 14012 - 292^2 = 0{,}91$$

$$r_{xy\delta} = -0{,}97$$

Xisoblab topilgan korrelyatsiya koeffitsiyentlari ko'rsatkichlari chorva mollari oqovalarini ozon bilan tozalashda uni baxolash uchun uning tarkibidagi muallaq moddalarning miqdoridan foydalanish qulayligini ko'rsatadi va buni tasodifiy o'zgaruvchan ko'rsatgichlar orasidagi kuchli korrelyatsion bog'lanishlar darajasi ko'rsatib turibdi.

(-) belgisi muallaq moddalar va tiniqlik ko'rsatgichlari o'rtasida teskari chiziqli bog'lanishi mavjudligini ko'rsatadi. Tajribalarni almashinishi tartibi.

3.2-ilova

Tajribalar seriyasi №	1	2	3	4	5	6	7	8
I	1	2	3	4	5	6	7	8
II	9	10	11	12	13	14	15	16
III	17	18	19	20	21	22	23	24
IV	25	26	27	28	29	30	31	32
V	33	34	35	36	37	38	39	40

3.3 -ilova

Tajribalarni takrorlanish soni va ko'rsatgichlari ishonchli intervallarni xisoblash.

Tajribalarni takrorlanish sonini ishonchlilik ehtimoli $\alpha = 0{,}95$ va xatolik chegarasi $\varepsilon = 3\delta$ ga teng xolat uchun 7 adabiyotning 5.5 jadvalidan topamiz va tajribani qaytarilish sonini 3 marta deb qabul qilamiz.

Lekin, oqovalar xolatini tez-tez o'zgarib turishini ko'rsatgichlarni bir xil bo'lmasligini hisobga olib, tajribalarni takrorlanish sonini 5 marta qilib olamiz va unga muvofiq $\alpha = 0{,}99$; $\varepsilon = 2\delta$ deb qabul qilamiz.

3-jadval

Ko'rsatgich	Tajriba (azon dozasi-140 gr/m^3)					
	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	U_6
Muallaq moddalar, *ìã/ë*	348	276	364	324	296	322
Mikroblarni umumi soni, *äîíà /ìë*	3160	25100	22600	45450	28600	30670

$$\delta_I = \sqrt{\frac{\sum^{n}\left(y_{iI} - \bar{y}_I\right)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{676+2116+1764+4+676}{4}} = 36{,}3\frac{мг}{л}$$

$$\delta_{II} = 8800\frac{дона}{мл}$$

Bu xolatda α =0,99 ishonchlilik ehtimoli bilan buni tasdiqlash mumkin, quyidagi ishonchlilik intervalda muallaq moddalar miqdori qiymati (u_I) va mikroblarning umumiy soni (u_{II}) mos ravishda ishonchli intervallarda ekanligini ko'rsatadi:

$$\bar{y}_I \pm \varepsilon_I = 322 \pm 72{,}6 \qquad \bar{y}_{II} \pm \varepsilon_{II} = 30670 \pm 17600$$

3.4-ilova

Optimallashtirishni 1-parametrni o'rtachasini va qo'pol xatoliklarni aniqlash

№	y_{I1}	y_{I2}	y_{I3}	y_{I4}	y_{I5}	Qo'pol xatolik	$\bar{y}_I$	S_I^2	O'rtacha dastlabki ko'rsatkichlar
1	444	396	332	436	416		404,0	2162,0	525
2	78	196	228	188	192	73	201,0	334.7	348
3	244	216	160	208	180		201,6	1060,8	326
4	312	368	326	272	348		325,2	1339,1	530
5	274	180	242	260	324		256,0	2734,0	380
6	322	396	356	324	276		334,8	1983,1	496
7	372	468	192	380	368	192	397,0	2265,3	522
8	156	144	124	184	140		149,6	500.6	332

3.5-ilova

Optimallashtirishni 2-parametrni o'rtachasini va qo'pol xatoliklarni aniqlash

№	y_{II1}	y_{II2}	y_{II3}	y_{II4}	y_{II5}	Qo'pol xatolik	$\bar{y}_{II}$	S^2_{II}	O'rtacha dastlabki ko'rsat-kichlar
1	140000	118000	44250	40350	56100	140000	46900	6728200	
2	16150	16700	15590	102000	20000	102000	17110	3917166	102400
3	19500	20100	11380	15840	10460	11380	18480	5367200	85100
4	23800	33400	5050	25000	6000	5050 6000	27400	21860000	
5	21600	8830	20200	23750	11020	11020 8830	21850	3199500	118000
6	31300	35150	10000	40000	26000	10000	33112	35161220	820000
7	34500	25150	41000	106650	45000	106650	36412	33350500	475000
8	12980	10000	11000	19500	12260		13148	4988800	98600

3.6-ilova. Regressiya tenglamalar koeffitsiyentlari va modelni adektivligini aniqlash

Tenglamani ko'rinishi	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_{12}	b_{13}	b_{23}
1. $y_I = b_0^I + b_1^I x_1 + b_2^I x_2 + b_3^I x_3 + b_4^I x_4 + b_{12}^I x_1 x_2 + b_{13}^I x_1 x_3 + b_{23}^I x_2 x_3$	283,65	56,2	18,37	0,7	-81,6	0,05	-11,15	34
2. $y_{II} = b_0^{II} + b_1^{II} x_1 + b_2^{II} x_2 + b_3^{II} x_3 + b_4^{II} x_4 + b_{12}^{II} x_1 x_2 + b_{13}^{II} x_1 x_3 + b_{23}^{II} x_2 x_3$	26801,50	-4109,0	-2941,50	-671	-9154,5	523	1108,50	15,91

Modelning adekvatligini tekshirib ko'rish uchun adekvatlik dispersiyasi qiymatini quyidagi formula bo'yicha hisoblaymiz:

$$S^2_{ag} = \frac{\sum_1^n \left(\bar{y}_u - \hat{y}_u\right)^2}{f_{ag}}.$$

Modelni ko'rinishi: $y_I = 283{,}65 - 56{,}2x_1 - 18{,}37x_2 - 81{,}6x_4 + 34x_2x_3$.

$\sum\left(\bar{y}_u - \hat{y}_u\right)^2$ ni hisoblash uchun jadvalni tuzamiz:

Tartibi	$\bar{y}_u$	$\hat{y}_u$	$\bar{y}_u - \hat{y}_u$	$\left(\bar{y}_u - \hat{y}_u\right)^2$
1	404,0	473,82	-69,82	4874,83
2	201,0	198,22	2,78	7,73
3	201,6	205,88	-4,28	18,32
4	325,2	266,68	58,52	3224,59
5	256,0	242,62	13,38	179,02
6	334,8	293,42	41,38	1712,30
7	397,0	437,08	-40,08	1600,00
8	149,6	161,48	-11,88	141,13

$\sum^{n}\left(\bar{y}_u - \hat{y}_u\right)^2 = 11957{,}92$ Adekvatlik dispersiyasi erkinlik darajasi soni:

$$f_{ad} = n - k - 1 = 8 - 4 - 1 = 3;$$

Bundan chiqib: $S^2_{ad} = \frac{11957{,}92}{3} = 3985{,}97$; $F_{his} = \frac{3985{,}97}{1563{,}95} = 2{,}54$

[81] adabiyotning 4.1. ilovasidan Fisher kriteriyasini jadvaldan F_{jadval} ni qabul qilamiz: $F = (0{,}01;3;30) = 4{,}5$

$F_{hisob} = 2{,}54 < F_{jadval} = 4{,}5$ sharti bajarilganligi, (7.15) tenglamani adekvatligini ko'rsatadi. 2-modelni (7.16-tenglama) adekvatligini tekshirish uchun hisobni yuqoridagi ketma-ketlikda olib boramiz va quyidagi ko'rinishdagi model uchun

$(y_u = 26801{,}5 - 2409x_1 - 2941{,}5x_2 - 9154{,}5x_4)$

$\sum\left(\bar{y}_u - \hat{y}_u\right)$ ni hisoblaymiz. Hisob natijalarini jadvalga kiritamiz.

Tartibi	$\bar{y}_u$	$\hat{y}_u$	$\bar{y}_u - \hat{y}_u$	$\left(\bar{y}_u - \hat{y}_u\right)^2$
1	46900	43006,5	3893,5	15155449,5
2	17110	16479,5	630,5	397530,2
3	18480	18814,5	-334,5	111890,2
4	27400	28905,5	-1505,5	2266530,2
5	21850	24697,5	-2847,5	8108256,2
6	33112	34788,5	-1676,5	2811652,2
7	36412	37123,5	-711,5	506232,2
8	13148	10597,5	2551,5	6510152,2

$\sum_{1}^{8}\left(\bar{y}_u - \hat{y}_u\right)^2 = 35866693{,}9$ $\qquad S^2_{ad} = \frac{35866693{,}9}{3} = 11955564{,}3$

$$F_{хисоб} = \frac{11955564,3}{20602760} = 0,58 \qquad F_{жадвал}(0,01;3;21) = 4,85$$

$F_{хисоб} = 0,58 < F_{жадвал} = 4,85$ bo'lgani uchun qabul qilingan modellarni adekvat deb hisoblaymiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Radjabov A. Ilmiy tadqiqot asoslari. O'quv qo'llanma. T.: Tafakkur-Bo'stoni. 2012 y. – 208 b.

2. Закин Я. Х., Рашидов Н. Р. Основы научного исследования. - Ташкент, «Укитувчи», 1981г.-181 с

3. Синьков В.П. Статистические задачи сельской электрификации. Москва 1978 г. 285 с.

4. Аъзимов Р.К., Хужаев С.С. Техник курилмаларнинг яратилиш услублари. Тошкент 1994 й.

5. А.Джумахужаев. Патентшунослик. Тошкент. 2001 й. 383.6.

6. В.В.Касмин Основы научных исследований. -Москва. 2007. - 272 с

7. Основы планирования эксперимента РТМ 23.2.36-73. –М.: ВИСХОМ/Всесоюз. н.-и. ин-т сел. хоз. Машиностроения, 1974. – 116 с.

8. Дрейзин В.Э. Основы научных исследований и инженерного творчества: Учеб. пособие: в 4-х кн. / В.Э.Дрейзин, И.С.Захаров. – Курск, 2005.

9. Кузнецов И.Н. Интернет в учебной и научной работе: практическое пособие / И.Н.Кузнецов. – М.: Изд.-торг. Корпорация «Дашков и К», 2002. – 192 с.

10. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 280 с.

11. Математические методы планирования эксперимента. Под ред. В. В. Пененко.– Новосибирск: Наука, 1981.

12. Алексеев В.П. Основы научных исследований патентоведения: Учеб. пособие / В.П.Алексеев, Д.В. Озеркин. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2003. – 179 с.

13. Пахомов Б.Я. Методология научного творчества. Организация исследовантель ской деятельности / Б.Я.Пахомов. – М.: МИФИ, 2005. – 56 с.

14. Гутер Р. С., Овчинский Б. В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта.– М.: Наука, 1970.

15. Пугачев В. С. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, 1979.

16. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических

приложений. – М.: Наука, 1969.

17.Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964.

18.Электрические измерения неэлектрических величин. Под ред. П. В. Новицкого. – Л.: Энергия, 1975.

19.Попов В. С. Электрические измерения. – М.: Энергая, 1974.

20.Тюрин Н. И. Введение в метрологию. –М.: Изд. стандартов, 1973.

21.Румшинский Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: Наука, 1971.

22.Швырев В. С. Научное познание как деятельность. –М.: 1984.

23.Рузавин Г. И. Методология научного исследования. –М.: ЮНИТИ, 1999.

24.Плысюк А.А. Разработка метода доочистки озонам сточных вод: автореф. Дисс.канд.техн.наук. – Киев, 1969. – 16 с.

25.Проскуряков В.А. Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. – Л.: Химия, Ленинград отд-ние. 1977. – 464 с.

26.Методика статистической обработки эмперических данных РТМ 44-62. – М.: Комитет стандартов, мер и измеритиельных приборов, 1966. – 101 с.

27.Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. – К.: Техника, 1975. – 168 с.

28.Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. – М.: Легкая индустрия 1974.15-89с.

29.А.С. 1091896 СССР, МКИ А23В7/02; А23 3/32. Способ подготовки плодов и винограда к сушке. А.Раджабов, М.Мирзаев, А.Мухаммадиев, Е.В.Стативкин, А.Х.Вахидов (СССР) № 3493088/ 28-13; Заявлено 22.09.82; Опубл. 15.05.84. бюл. № 18.

30.Стативкин Е.В. Влияние электроимпульсной обработки на поражение ткани ягод винограда //механизация и электрификация сельского хозяйства. 1983. № 12. С. 49-51.

31.Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. М.: Финансы и статистика, 1981. 263 с.

32.Ибрагимов М.Исследование и разработки процесса электро озо нирования для доочистки и обеззараживания жидкого новоза животно водческих комплексов и ферм. Дисс.канд.тех.наук. М.: 1982. 124 ст.

33.Ткаченко Б.И. Определение экономической эффективности

результатов прикладных и фундаментальных научно-исследовательских работ в цикле развития «наука-производство» / Б.И.Ткаченко. – Владивосток: Изд-во Дальневост. Ун-та, 2002. – 937 с.

34.Нормы технологического проектировкния системы удаление, обработки, обеззараживания, хранения, подготовки и использования навоза и помёта ОНТП 17-81:УТВ.24.02.82 /МСХ СССР-М.,-70 с.

35.Инструкции по лабараториому контролю очистнкх сооружений на крупных животноводческих комплексах по производству молоко, говядины и свинины. Гипронисельхоз. М.: Колос, 198

MUNDARIJA

	KIRISH	4
1.	**ILMIY TADQIQOTLARDA MATEMATIKANING QONUN VA NAZARIYALARIDAN FOYDALANISH**	5
1.1.	Ehtimolliklar nazariyasiga oid masalalar	5
1.2.	Axborot nazariyasi asoslariga oid masalalar	15
1.3.	Ishonchlilik nazariyasiga oid misollar	21
1.4.	Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasiga oid misollar	26
1.5.	Optimal boshqaruv nazariyasiga oid misollar	33
2.	**EKSPRIMENTAL TADQIQOTLARNI REJALASHTIRISH, O'TKAZISH VA NATIJALARI TAHLILI**	45
2.1.	Eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish va natijalariga ishlov berishni charvo mollari suyuq chiqindilarini ozonlash jarayoni misolida o'rganish...	45
2.2.	Optimallashtirishga oid eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazish va ishlov berishni uzum mevasiga quritishdan oldin elektr impulsli ishlov berish jarayonida o'rganish	54
2.3.	Optimallashtirishga oid eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazish va ishlov berishni elektr impulsli ishlov berish bilan sharbat olish jarayonini matematik modellashtirishda o'rganish	60
3.	**ILMIY TADQIQOTLARDA MATEMATIK STATISTIKANING USULLARNI QO'LLASH BO'YICHA MISOLLAR**	**68**
3.1.	Tajriba natijalariga statistik ishlov berishga oid masalalar	68
3.2.	Eksperiment reja matritsasi va tajriba natijalari bo'yicha chiziqli model regressiya tenglamasini (chiziqli model) tuzishga oid misollar	81
3.3.	Ishonchlilik ehtimolligi va statistik gipotezani tekshirishga oid misollar	90
3.4.	Eksperiment natijalarini baholash	93
3.5.	Tasodifiy kattaliklarni taqsimlanish qonunlariga oid misollar	96
3.6.	Empirik formulalarni tuzish usullari	97
4.	**IXTIRO VA PATENT OLISHGA OID MISOLLAR**	**100**
	Ilovalar	102
	Foydalanilgan adabiyotlar	124

Radjabov Abduraxmon, Eshpulatov Nodir Mamatqurbonovich

"ILMIY TADQIQOT ASOSLARI" FANIDAN AMALIY MASHG'ULOTLARNI O'TKAZISH BO'YICHA

O'quv qo'llanma

Muharrir M.Talipova
Tex. muharrir N.Niyazova
Sahifalovchi B.Haydarov

Bosishga ruxsat etildi 30.11.2021.
Qog'oz bichimi 60x84 1/16. TIMES garniturasi,
Shartli bosma tabog'i 8,3. Nashr tabog'i 10,9
Adadi 100. Buyurtma № 30-11

«IMPRESS MEDIA» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh. Qushbegi ko'chasi, 6-uy.

48000

72.4(5ejgб)

ISBN 978-9943-7713-2-1