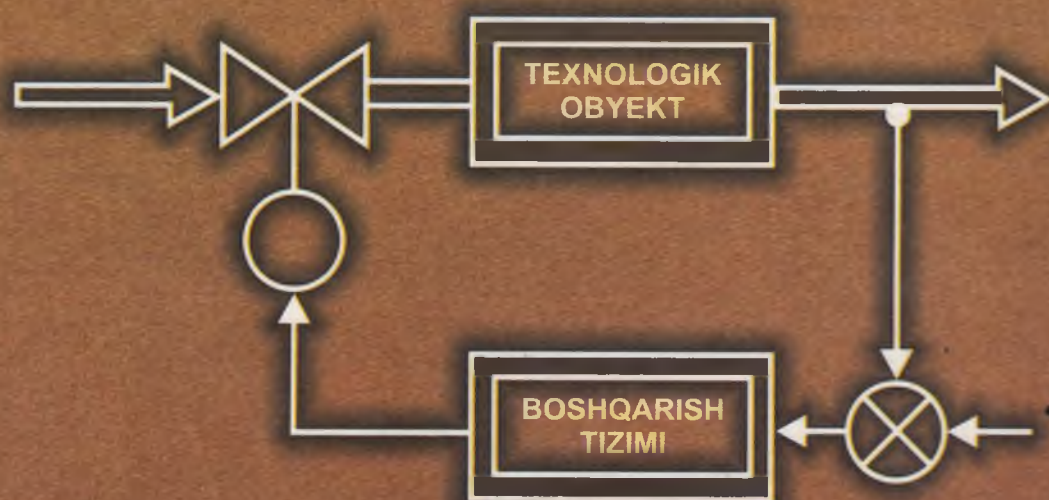


N.R. Yusupbekov, B.I. Muhamedov
SH.M. G'ulomov

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI NAZORAT QILISH VA AVTOMATLASHTIRISH



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

**N.R. YUSUPBEKOV, B.I. MUHAMMEDOV,
SH.M. G‘ULOMOV**

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI NAZORAT QILISH VA AVTOMATLASHTIRISH

*Texnika oliy o‘quv yurtlari talabalari
uchun darslik*

„O‘QITUVCHI“ NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI
TOSHKENT — 2011

УДК : 004(075)

ББК 30.61я73+30.61-5-05я73

Yu91

Darslikda metrologiya asoslari, sanoat ishlab chiqarishidagi texnologik jarayonlarning parametrlari (harorat, bosim, sath, sarf, konsentratsiya, zichlik, qovushqoqlik, mexanik kattaliklar) ni nazorat qilish usullari va asboblari tavsiflangan.

Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish asoslari, texnologik jarayonlarni avtomatik va avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini amalga oshirish mufassal bayon etilgan hamda avtomatlashtirishning zamonaviy texnik vositalari, dasturiy texnik majmualar va avtomatlashtiriladigan obyektlarni vizuallashtirishning SCADA tizimlari atroflicha yoritilgan.

Shuningdek, darslikning ayrim bo‘limlari texnologik jarayonlarni ko‘p sathli avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini loyihalash masalalarini o‘zida mujas-samlagan bo‘lib, TJABT ni ishga tushirish, to‘xtatish va normal ishlatishning yangi tipik texnologik jarayonlari, qurilmalari hamda majmualariga misollar keltirilgan.

Darslik texnika oliy o‘quv yurtlarining muhandis-texnolog ixtisosligi talabalariga mo‘ljallangan bo‘lib, undan shu soha bo‘yicha tahsil oluvchi aspirantlar, ilmiy va muhandis-texnik xodimlar, qolaversa, shu sohaga qiziqqan barcha kitobxonlar ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar: **Egamberdiyev X.Z.** — Toshkent Davlat texnika universitetining „Avtomatlashtirish va boshqarish“ kafedrasi mudiri, t.f.d., prof.,
Ismoilov M. A. — O‘zRFA Informatika instituti direktori muovini, t.f.d., prof.

SO‘ZBOSHI

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligida olib borilayotgan tadbirlarning asosiy maqsadi — ta’lim tizimi islohotlarini hayotga tatbiq etish, zamon talablariga javob beradigan yuqori malakali, raqobatbardosh mutaxassislar tayyorlashga qaratilgan. Mamlakatimizda Kadrlar tayyorlash milliy dasturining birinchi (1997—2001-yillar) va ikkinchi (2001—2005-yillar) bosqichi hamda uchinchi — sifat bosqichi (2005—2009-yillar) yakunlandi. O‘tgan vaqt mobaynida barcha oliy ta’lim muassasalarida yangi davlat ta’lim standartlari ishlab chiqilib, o‘quv jarayoniga tatbiq qilinmoqda.

2005—2006-o‘quv yilidan boshlab talabalarning bosqichma-bosqich lotin alifbosida o‘qishga o‘tishlari munosabati bilan Toshkent davlat texnika universiteti professorlari (mualliflar) hamkorlikda ushbu darslikni yaratishga alohida ahamiyat berdilar.

„Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fani texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishning samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yuqori darajaga ko‘tarish, xarajatlarni kamaytirish, mehnat sharoitlarini yaxshilash, ishlab chiqarishda xavfsizlik texnikasini ta’minlash, atrof-muhitni muhofaza qilish va boshqa dolzarb muammolarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, talabalarga o‘z ixtisoslarini nazariy hamda amaliy jihatdan chuqur egallashlariga yordam beradi.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish — texnika taraqqiyotining asosiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, ilmiy tadqiqotlarga tobora kengroq kirib borib, fan va texnikani rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlar ochib beradi, shuningdek, inson boshqarishga qodir bo‘lmagan yangi, yuqori intensiv jarayonlarni amalga oshirish, tabiatda ma’lum bo‘lmagan yangi, samarali materiallarni yaratish imkonini beradi.

„Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fanini o‘qitish oldingi o‘quv kurslarida egallangan „Oliy matematika“, „Informatika va axborot texnologiyalari“, „Elektrotexnika, elektronika va elektr yuritmalar“, „Texnik tizimlarni boshqarish“, „Ishlab chiqarishning asosiy jarayonlari va uskunalari“ hamda ta’lim yo‘nalishlari bo‘yicha tarmoq texnologiyasi va uskunalari kabi bilimlar bilan uzviy bog‘langan holda tashkil qilingan.

Mazkur darslik bakalavriat ta’lim yo‘nalishlari: 5520100 — Issiqlik energetikasi; 5520400 — Metallurgiya; 5520700 — Texnologik mashinalar va jihozlar; 5521500 — Asbobsozlik; 5521800 — Avtomatlashtirish va boshqaruv; 5522300 — To‘qimachilik, yengil va qog‘oz sanoati buyumlari kimyoviy texnologiyasi; 5523800 — Texnologik jarayonlar va ishlab

chiqarishni avtomatlashtirish; 5522400 — Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha); 5522500 — Neft va neft-gazni qayta ishlash texnologiyasi; 5522600 — Yog'ochsozlik sanoati texnologiyasi, mashinalari va jihozlari; 5522900 — Biotexnologiya; 5540300 — Neft va gaz ishi; 5541100 — Oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo'yicha); 5850100 — A'trof-muhit muhofazasi (tarmoqlar bo'yicha); 5140900 — Kasb ta'limi (bakalavriat ta'lim yo'nalishlari bo'yicha) talabalari uchun tuzilgan yangi namunaviy dastur asosida yozildi.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish — uzluksiz rivojlanuvchi tizim bo'lib, u ishlab chiqarishning o'ziga xos xususiyatlari va fan-texnikaning ko'pchilik sohalari bilan uzviy bog'langandir. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishda yuqori samaradorlikka erishishning bevosita sharti — asosiy va yordamchi ishlab chiqarish jarayonlarini mexanizatsiyalash hisoblanadi. Avtomatlashtirishni rivojlantirish jarayoniga quyidagi ko'p sonli qonuniy va tasodifiy omillar ta'sir ko'rsatadi: texnologiya va qurilmaning holati hamda avtomatlashtirishga tayyorgarligi, xomashyo, yarimtayyor mahsulotlar va energetik resurslarning sifati hamda barqarorligi, xodimlarning malakasi, ishchi va mutaxassislar faoliyatini tashkil etish va hokazo.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish faqat ishlab chiqarish texnikasini takomillashtirish hamda mehnat sharoitlarini yaxshilash bilangina emas, balki ishlab chiqarish rentabelligini oshirish, birlik mahsulotga ketadigan moddiy va mehnat xarajatlarini pasaytirib, uning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini orttirish bilan bog'liq.

Iqtisodiy omillar avtomatlashtirish obyektini tanlab olishda asosiy omil hisoblanadi. Sanoatda avtomatlashtirishning iqtisodiy samaradorligini orttirish omillari juda ko'p. Hozirgi sharoitda avtomatlashtirishning iqtisodiy samaradorligiga xizmat ko'rsatuvchi xodimlar sonini kamaytirish hisobigagina erishishga ko'p hollarda imkon bo'lmaydi, chunki zamonaviy zavodlar, korxonalar, bo'linmalarga nisbatan kam miqdordagi odamlar bilan xizmat ko'rsatiladi. Shuning uchun iqtisodiy samaradorlikni oshirish omillariga quyidagilarni kiritish mumkin: mahsulot sifatini oshirish, xomashyo va turli xil energiya sarfini, ishlab chiqarish chiqindilarini kamaytirish, ishlab chiqarish ritmini oshirish, mehnat unumdorligini va chiqarilayotgan mahsulot hajmini oshirish, xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning mehnat sharoitini ishlab chiqarishning kishilar hayoti va sog'ligi uchun xavfli bo'lgan hududlardagi zararli ishlarni yo'qotish hisobiga yaxshilash.

Loyihalananayotgan va qurilayotgan yangi ishlab chiqarish korxonalarida avtomatlashtirish texnologiya bilan uzviy ravishda bog'lanishi kerak. Jadal texnik taraqqiyot tufayli „yosh“ ishlab chiqarish ma'lum davrdan so'ng eskiradi va yangilashni talab qiladi, shu jumladan, amaldagi texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish tizimlarini yanada zamonaviy hamda takomillashganlari bilan almashtirishni talab qiladi. Amaldagi ishlab

chiqarish korxonalaridagi avtomatlashtirish tizimlarini takomillashtirishda, shuningdek, texnologiya va jihozlarni yangilashda mustaqil iqtisodiy baholashlar bo'lishi mumkin.

Texnologik jarayonlarning murakkablashuvi va jadallashuvi tufayli zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarini boshqarish ularni mikroprotsessor texnikasi va boshqaruvchi hisoblash texnikasini qo'llab, keng avtomatlashtirish asosidagina samarali bo'lishiga erishiladi. Avtomatlashtirish talablari texnologik jarayonlar loyihalananayotgan bosqichdayoq hisobga olinganda — avtomatlashtirish katta samara beradi.

Yuqorida aytilganlardan, texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirishning ilmiy-texnik, iqtisodiy jihatlari sanoat taraqqiyotini, mehnatkashlarning madaniyatini va turmush darajasini ko'tarishni ta'minlashda katta ahamiyatga ega bo'lishi kelib chiqadi. Biroq, sanoatni avtomatlashtirishda muvaffaqiyatga erishishning muhim sharti — oliy ta'lim muassasalarida, loyiha institutlarida va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish masalalarini yuqori ilmiy-texnik darajada hal qilishga qodir korxonalarda avtomatika bo'yicha ko'p sonli malakali kadrlar, mutaxassislar yetishtirishdan iborat.

Hozirgi kunda respublikamizdagi oliy o'quv yurtlarida olib borilayotgan tadbirlarning asosiy maqsadi — mutaxassislar tayyorlash sifatini tubdan yaxshilashdir. Bu ishlarni jadallashtirishda ta'lim, fan va ishlab chiqarishning uzviy aloqada bo'lishi asosiy omildir.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish bo'yicha muhim vazifalarni muvaffaqiyatli hal etish uchun yuqori malakali kadrlar kerak. Bunday kadrlar tubdan yangi ilmiy g'oyalarga va yuksak texnik yechimlarni hal etish, o'z ona tili — davlat texnologik jarayonlar haqida texnika tilida tushunarli gaplasha olish va yuksak saviyada yozishmalar olib bora olish qobiliyatiga ega bo'lishlari zarur. Xalq xo'jaligini fan-texnika taraqqiyoti asosida jadallashtirish — bozor iqtisodiyoti sharoitidagi muhim vazifalardan hisoblanadi. Bu ulkan ishlarni bajarish kadrlarning malakasiga bog'liqdir.

Xalq xo'jaligi uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda „Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fani katta ahamiyatga ega. Bu fan talabalarga o'z ixtisosliklarini nazariy jihatdan chuqur egallashga, ularning bilimlarini mustahkamlashga, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va texnologik jarayonlardan unumli foydalanish yo'llarini o'rgatadi. Avtomatlashtirish borasida eng mas'uliyatli ishlar esa, shubhasiz, kadrlar zimmasiga tushadi. Bugungi kun kadrlari yangi texnika va texnologiyadan foydalanishga, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishni keng joriy etishga, ishlab chiqarish zaxiralarini aniqlash va uni jadallashtirishga, o'z ona tili — Davlat tilini yuksak texnika va texnologiya saviyasi darajasida bilishga qodir bo'lishlari kerak. Xususan, yosh kadrlar oldida fan-texnika taraqqiyotining yo'l boshlovchisi bo'lishdek mas'uliyatli vazifa turadi.

Shuning uchun texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish asoslarini shu soha mutaxassislarigina emas, balki texnolog-konstruktorlar, iqtisodchilar va boshqalar ham bilishlari muhim.

„Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fani bo‘yicha o‘zbek tilida darsliklar 1982, 1997-yillarda ham nashr qilingan (N. R. Yusupbekov, B. E. Muhamedov, SH. M. G‘ulomov: 1) Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarining avtomatlashtirilishi; 2) Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent, „O‘qituvchi“).

Hozirgi vaqtga kelib ushbu fan sohasida bir qator yangiliklar yuz berdi. Ana shu yangiliklar asosida fanni o‘qitishda ham o‘zgartirishlar qilindi.

Mazkur darslik mualliflarning Toshkent davlat texnika universitetida „Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish“ fani bo‘yicha olib borgan ko‘p yillik ilmiy-pedagogik tajribalari asosida yozildi. Darslikda texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirishning asosiy bo‘limlari, ya‘ni texnologik parametrlarni nazorat qilish usullari va vositalari, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, boshqarish, loyihalash va zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish bayon etilgan.

Mualliflar ushbu darslikni yozish jarayonida o‘zlarining qimmatli fikr-mulohazalari bilan yaqindan yordam bergan Toshkent davlat texnika universitetining professor-o‘qituvchilariga chuqur minnatdorchiliklarini izhor etadilar. Shuningdek, darslik qo‘lyozmasi bilan tanishib, uning sifatini yaxshilashga qaratilgan maslahatlari uchun texnika fanlari doktorlari, professorlar X.Z. Igamberdiyev va M.A. Ismoilovga samimiy tashakkur bildiradilar.

Darslikning sifatini yaxshilashga qaratilgan barcha taklif va mulohazalarni mualliflar mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

Mualliflar

— xotira hajmi 8192 soʻzdan iborat boʻlib, bir smenali xizmat koʻrsatishda tizimning umumiy ishdan chiqishi (yaʼni, tizim ishlamay qolgan hol) 20 (uch smenalida — 180);

— 32768 ta soʻzli xotira hajmida umumiy ishdan chiqishda 65;

— induvidual ishdan toʻxtash (bitta signalni kiritish-chiqarish imkonining yoʻqotilishi);

— ikkilamchi datchiklardan zaxiralangan zanjirlar uchun kiritish 20; zaxiralanmagan zanjirlar uchun — 2,5;

— ikkili ijro organlariga zaxiralanmagan zanjirlar uchun galvanik ajralishsiz chiqarish — 0,8.

Kompleksning oʻrtacha tiklanish vaqti bir smenali xizmat koʻrsatishda 5,5 soatdan, ikki smenalida esa 2 soat, uch smenalida 1 soatdan oshmaydi.

Nazorat savollari

1. Datchik nima va u oʻzgartkich bilan birga qanday elementni ifodalaydi?
2. Datchik chiqish signalining parametrlarini bilasizmi?
3. Ishlash prinsipiga koʻra datchiklarning necha turi mavjud?
4. M-6000 protsessori asosidagi ASVT-M texnik vositalar kompleksi deganda nimani tushunasiz?
5. M-6000 asosidagi vositalar kompleksi tarkibi haqida soʻzlab bering.
6. M-6000 ning vazifasi va qoʻllanish sohasini tushuntirib bering.
7. M-6000 asosidagi tizimlarning strukturasi haqida nimalarni bilasiz?
8. TA-100 kompleksi vositalar kompleksining asosiy xususiyatlari, vazifasi va qoʻllanilish sohasi haqida bayon eting.
9. TA-100 kompleksining umumiy strukturasi tushuntirib bering.

XVI bob. TEXNOLOGIK JARAYONLARNING AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARISH TIZIMLARI

16.1- §. TEXNOLOGIK JARAYONLARNING AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARISH TIZIMLARINING UMUMIY TAVSIFI VA TASNIFI

Kimyo va oziq-ovqat sanoatida ishlab chiqarish samaradorligi hamda mehnat unumdorligini oshirishda ilmiy-texnika taraqqiyotining asosiy yoʻnalishlaridan biri boʻlgan texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi (TJABT)ni yaratish va tatbiq etishdir. Hisoblash texnikasi asosida yaratilgan TJABT lar, texnologik komplekslarni boshqarishda mahsulotning sifat va qiymat koʻrsatkichlarini maʼlum texnologik va texnika-iqtisodiy mezonlardan foydalanib, axborotlarni markazlashgan tarzda hisoblaydi. Kimyo va oziq-ovqat sanoatida oʻzgarib turadigan tashqi muhitning taʼsirlari sharoitida ishlab chiqarish zaxiralaridan foydalanish TJABTning asosiy masalasidir.

Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini sanoatga tatbiq etish ishlab chiqarish unumdorligini, texnologik uskunalarning quvvati o'zgarmagan holda mahsulot qiymatining ko'payishini ko'rsatadi: xomashyo, yarimfabrikatlar va energiya keragicha sarflangan holda tayyorlangan mahsulotning sifati yaxshilangan. Shuni diqqatga sazovorki, bu tizimlarni yaratishga ketgan mablag'lar, odatda bir, bir yarim yilda o'zini qoplagan; mahsulotlarning sifati, iqtisodiy ko'rsatkichlari yaxshilanibgina qolmay, balki mehnatning xarakteri va sharoitiga ham ijobiy ta'sir etgan.

TJABT larni quyidagi belgilari bo'yicha sinflarga bo'lish mumkin: 1) avtomatlashtirilayotgan ishlab chiqarishning xarakteri bo'yicha; 2) boshqarish obyektlarining murakkabligi bo'yicha; 3) funksional algoritmik belgisi bo'yicha (tizim hisoblaydigan boshqarish masalalari ko'lami va axborot hajmi); 4) tizimning texnik darajasi bo'yicha;

Boshqarish obyektlarining murakkablik darajasi sifatida nazorat qilinayotgan parametrlar va boshqaruv ta'sirlarining qiymati ifodalanadi. Bunday sinflarga ajratish (16.1- jadval) TJABT ning nomenklatura asosini oldindan taxminan belgilab beradi va tadqiqot planiga asos bo'lib xizmat qiladi.

16.1- jadval

TJABT larni boshqarish obyektlarini murakkabligi bo'yicha sinflarga ajratish

| TJABT larning sinflari | TJABT larning asosiy tavsiflari | Asosiy funksional belgilar | Boshqarish obyektlarining tipaviy misollari |
|------------------------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 | Dasturli avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi | Oldindan tuzilgan qat'iy dastur bilan boshqarish | Dastgohlar, qorishma tayyorlovchi va poligrafiya mashinalari, adyustaj uskunali, gidravlik presslar |
| 1 | Kichik hajmdagi nazorat qilinayotgan parametrlarga ega bo'lgan texnologik qurilmalarning ABT lari (20 ta gacha) | Raqamli o'lchash, ko'rsatish va parametrlarni bir konturli rostdash | Bug' qozonlarining o'chog'i, og'irlik dozatorlari, yong'inga qarshi avtomatik qurilmalar, texnologik agregatlardagi suv havzalari, elektr vositasida erituvchi va anod pechlari |

| | | | |
|---|---|--|--|
| 2 | Kichik hajmli nazorat va rostlash parametrlariga ega bo'lgan texnologik qurilma va agregatlarning ABT lari (40 tagacha) | Raqamli o'lchash, ko'rsatish, yozish, mantiqiy amal va bir konturli rostlash | Texnologik qozonlar, pechlar, isitish quduqlari, domna pechlarining qoliplari, rektifikatsiya kolonkalari |
| 3 | O'rta qiymatdagi nazorat, rostlash va optimallashtirish parametrlariga ega bo'lgan texnologik uskuna, agregat yoki jarayonlarning ABT lari (100 tagacha) | Raqamli o'lchash, ko'rsatish, yozish, mantiqiy amal, bir va ko'p konturli parametrlarni rostlash | Konvertorlar, bo'limli pechlar, kimyoviy reaktorlar, neftni dastlabki ishlash qurilmalari, boyitish va aglomeratsiya fabrikalarining shixta tayyorlov komplekslari |
| 4 | Ko'p qiymatdagi nazorat-rostlash va optimallashtirish parametrlariga ega bo'lgan texnologik agregat yoki jarayonlarning ABT lari (800 tagacha) | Raqamli o'lchash, ko'rsatish, yozish, mantiqiy amal, bir va ko'p konturli parametrlarni rostlash va texnika-iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash | Energobloklar, prokat stanlari, domna pechlari, atom reaktorlari, etilen-benzol va pech kuli ishlab chiqarish, dasturli boshqariladigan stanoklar bo'limi |
| 5 | Joyida boshqarish uchun hisoblashning texnikaviy vositalari, ishlatilmaydigan texnologik jarayon va agregat qurilmalari bo'lgan ishlab chiqarishning ABT lari | Raqamli o'lchash, ko'rsatish, yozish, mantiqiy amal, bir va ko'p konturli parametrlarni rostlash va texnika-iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash va bir bosqichni boshqarishda dispetcherlashtirish | Elektroliz sexlari, sulfat kislotasi ishlab chiqarish bo'limlari, sun'iy tola ishlab chiqarish, aglomeratsiya va boyitish fabrikalari |
| 6 | Hisoblashning texnik vositalari ishlatiladigan texnologik jarayon va agregat qurilmalari bo'lgan ishlab chiqarishlarning ABT lari | Raqamli o'lchash, ko'rsatish, yozish, mantiqiy amal, bir va ko'p konturli parametrlarni rostlash va texnika-iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash va ikki bosqichli boshqarishda dispetcherlashtirish | Konvertor pechlari, domna pechlari, sement zavodlari, sulfat kislotasi ishlab chiqarish bo'limlari, boyitish kombinatlari, katta shaharlardagi ko'cha harakati |

Funksional-algoritmik belgilar bo'yicha (16.2- jadval), TJABT ning sinflariga binoan, ko'rilayotgan tizimlarni quyidagi uch turga ajratish mumkin: 1) mantiqiy dasturli boshqarish tizimlari; 2) optimal boshqarish tizimlari; 3) kompleks boshqarish tizimlari.

Shuni qayd qilib o'tish kerakki, TJABT yordamida texnologik jarayonlarni avtomatik va avtomatlashtirilgan (odam ishtirokida) ravishda tashkil etish mumkin, uning ishlab chiqarishning ABT sidan prinsipial farqi ham shudir, odam bunda korxonaning iqtisodiy faoliyatini boshqarish zanjirida ishtirok etadi.

16.2- jadval

| № | TJABT sinfining asosiy xarakteristikalar (ABT lari 40 tagacha) | Asosiy funksional belgilari | Boshqarish obyektlariga tipaviy misollar |
|---|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Mantiqiy dasturli boshqarish tizimlari (bir tipdagi texnologik qurilmalar, guruhlar bilan) | Vaqtning boshqarilayotgan qurilmalar orasida tartib bilan bo'linib, qat'iy yoki yarim qat'iy dastur asosida to'g'ridan to'g'ri raqamli boshqarish | Nazorat qilinayotgan bo'limlarning avtomatlashtirilgan guruhi yoki elektron texnika buyumlarining sinovi, shuningdek, mexanik ishlov berish dastgohlari, vakuum haydash bo'limlari, issiqlik uskunalar |
| 2 | Optimal boshqarish tizimlari (texnologik jarayon yoki texnologik qurilma tartibi) | Tanlangan matematik modellar va obyektlardan kelayotgan axborotlar asosida masalani optimal hisoblash-sozlash ta'sirlari yoki tavsiyalarni operatorga real vaqt masshtabida berish | Kimyo reaktorlari, truboprokat stanlari, diffuziya pechlarining guruhi, neftni dastlabki ishlash qurilmalari |
| 3 | Kompleks boshqarish tizimlari (texnologik, bo'lim, sex) | Texnologik va tashkiliy ishlab chiqarish axborotlarini avtomatik yoki yarimavtomatik tarzda yig'ish, hisoblash, aniq ifodalash, texnologik jarayonlarni operativ xodimlar orqali boshqarish | Integral sxemalar, kineskoplarning texnologik yo'llari, atom elektrostansiyasining energobloki, sulfat kislotasi ishlab chiqarish, domna pechi, issiqlik elektrostansiyalari |

Texnologik jarayonlar darajasidagi boshqarish tizimlari real vaqt mashtabida, ya'ni texnologik jarayonlar bilan bir vaqtda ishlashi lozim. Bu holda boshqaruvchi hisoblash mashinasiga (BHM) axborotlar hajmi cheklangan massivlar shaklida emas, balki amalda cheksiz tasodifiy ketma-ketliklar shaklida beriladi. Axborotlarni qayta ishlash esa cheklangan vaqt birligida bajariladi, ularning qiymati boshqarish vazifasi va obyektlarning dinamik xususiyatlariga bog'liq. Bundan TJABT larni algoritmik ta'minlashda qo'shimcha talablar vujudga keladi: ular o'zlarini iqtisodiy jihatdan oqlashlari lozim, ya'ni birinchidan, axborotni qayta ishlashga ketgan vaqt bo'yicha, ikkinchidan esa BHM ning xotirasidan foydalanish hajmi bo'yicha, boshqacha qilib aytganda kelayotgan axborotni o'z vaqtida „ko'rib chiqish“ kerak. Bu talablarga iterativ siklik hisoblash (staxostik approksimatsiya yo'li bilan hisoblash, rekursiv regressiya yo'li va shu kabilar) usuli javob beradi. Ulardan quyidagi masalalarni hal qilishda foydalanish mumkin: 1) texnologik nazorat va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash vazifalarini o'rganganda kerakli foydali signalni ajratib olish; 2) ko'p o'lchashli, raqamli boshqarishda; 3) identifikatsiyalash va adaptatsiyalashda; 4) optimallashtirish va koordinatlashda.

Texnik darajasi va murakkabligining ortishiga qarab TJABT ni lokal, kompleks va integrallangan tizimlarga ajratish mumkin.

Lokal TJABT — kam sonli bir turli asosiy yoki yordamchi amallar texnologik jarayonlarining avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari (apparat, qurilma, agregat). Bu oraliq bosqich bo'lib, u yanada murakkab tizimga o'tishi lozim. Bunday tizimlar avtomatik ravishda bajargan vazifalarining kamligi bilan xarakterlanadi va bunda TJABT ning 0, 1, 2- sinflarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Kompleks TJABT. Bular asosiy va yordamchi texnologik jarayonlarning lokal avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimining birligidir, ular o'zaro yagona agregatli va umumiy simvol bilan bog'langan (masalan, bo'lim, ishlab chiqarish, qismlarning ABT). Mezonlar, odatda texnologik yoki texnik-iqtisodiy xarakterga ega. Bu tizimlarni qandaydir tayyor mahsulot ishlab chiqarishda 3 va 4- sinf TJABT larini qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Integrallangan TJABT. Bular murakkab va turli xil asosiy hamda yordamchi jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari bo'lib, bunda, asosan, 4 va 5- sinf TJABT larini qo'llash maqsadga muvofiq. Shuningdek, EHM larda tizimning matematik ta'minotini yaratganda, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblashda va texnologik jarayon hamda texnologik komplekslarni to'la optimallashtirishda ham ishlatiladi. Bundan tashqari, bu tizimlar ishlab chiqarish bo'limlarining ishini tahlil qilib, uning kelgusidagi rivojlanishini belgilaydi.

16.2-§. TJABT NING ASOSIY FUNKSIYALARI

TJABT lar murakkab, ko'p funksiyali tizimlar turiga kiradi. Bu sinfning ko'p funksiyaliligi qator omillar bilan ifodalanadi, ya'ni: identifikatsiyalash, nazorat, himoya va blokirovka, rostdash va boshqarish kabi ayrim funksional yordamchi tizimlarning borligi; lokal, ayrim boshqarish masalalarining umumiy, global maqsadga bo'ysunishining natijasi; yordamchi tizimlar orasidagi (ko'p sonli aloqalarning borligi; ayrim obyektlarni boshqarishning markazlashuvi va, nihoyat, turli funksiyalarni bajarishda bir xil texnik vositalardan foydalanish imkoniyati mavjudligidir. TJABT lar bajargan funksiyalarni quyidagi uch guruhga bo'lish mumkin: axborot, boshqaruv va yordamchi.

TJABT larning axborot funksiyalari ishlab chiqarish xodimlariga (operatorlar, dispetcherlarga) texnologik jarayonda bo'layotgan o'zgarishlarni o'z vaqtida bilishga imkoniyat yaratadi, texnologik jarayonlarning ketishi aniq axborotlar ishlab chiqishda keraksiz mahsulotlar kamayishiga olib keladi. TJABT larning axborot funksiyalari quyidagicha:

1) texnik va texnologik axborotlarni to'plash, dastlabki ishlash va saqlash;

2) jarayon va texnologik uskunalar holatining parametrlarini bilvosita o'lchash;

3) texnologik jarayon va uskunalar parametrlarining holatini belgilash hamda signal berish;

4) texnologik jarayon va texnologik uskunalarining ishlashi haqida texnik-iqtisodiy va foydalanish ko'rsatkichlarini hisoblash;

5) yuqori va qo'shni tizimlarga hamda boshqarish bosqichlariga axborotni tayyorlab berish;

6) texnologik jarayon parametrlari, texnologik uskunaning holati va natijalarni qayd qilish;

7) jarayon parametrlari va uskunalar holatida berilgan qiymatdan farqlarini nazorat qilish;

8) texnologik uskunalarining himoya va blokirovka vositalari ishini tahlil etish;

9) texnik vositalar komplekslari holatini diagnoz qilish va oldindan aytish;

10) texnologik jarayonlarni olib borish, shuningdek, texnologik uskunalarini boshqarish uchun axborot va ko'rsatmalarni operativ ravishda tayyorlash;

11) yuqori bosqichli va qo'shni boshqarish tizimlari bilan axborotning avtomatik almashinishini ta'minlash.

Texnologik jarayonni bevosita boshqarish masalasi TJABT larning boshqarish funksiyasini tashkil qiladi. Bunda boshqarish ta'sirlari operatorning ishtirokisiz avtomatik tarzda amalga oshirilishi mumkin, yoki operatorga ma'lum bir ko'rsatmalar ko'rinishida berilishi (bularni operator

qabul qilishi yoki rad etishi mumkin), yoxud operator ko'rib chiqqandan so'ng avtomatik tarzda ta'sir etishi mumkin. TJABT larning boshqarish funksiyalari quyidagilardan iborat:

- 1) texnologik jarayonning ayrim parametrlarini rostlash;
- 2) bir marotaba mantiqiy boshqarish (himoya, blokirovka qilish);
- 3) kaskadli rostlash;
- 4) ko'p aloqali rostlash;
- 5) diskret boshqarishda dasturli va mantiqiy amallarni bajarish;
- 6) texnologik jarayonning turg'un holatini optimal boshqarish;
- 7) texnologik jarayonning noturg'un holati va uskunalar ishini optimal boshqarish;
- 8) boshqarish tizimini moslashtirgan holda butun texnologik obyektни optimal boshqarish.

TJABT larning yordamchi funksiyalari quyidagilardan iborat:

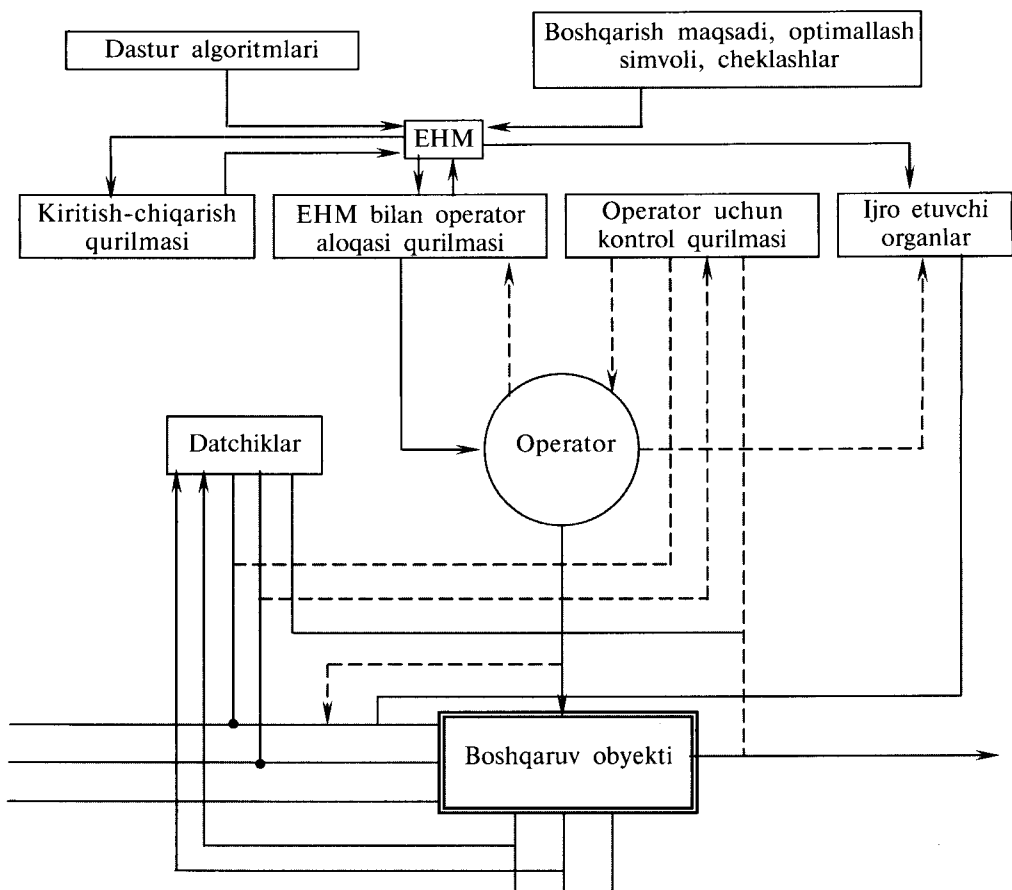
- 1) tayyor mahsulot ishlab chiqarishda smena va kunlik vazifalarga operativ o'zgarishlar kiritish;
- 2) hisoblash masalalarini hal etish;
- 3) texnologik uskunalarning to'la ishlashini nazorat qilish;
- 4) tizimdagi g'ayritabiiy vositalarni oldindan ko'rsatish;
- 5) yuqori bosqich tizimlar bilan aloqani ta'minlab berish;
- 6) tizimning texnologik vositalar buzilishini oldindan ko'rsatish.

16.3- §. TJABT FAOLIYATINING UMUMLASHTIRILGAN SXEMASI

Kimyo va oziq-ovqat sanoatining moddiy asosini texnologik jarayonlar tashkil qiladi, ularni boshqarish natijasida esa ishlab chiqarishning kerakli ko'rsatkichlari yaratiladi. Texnologik jarayon tushunchasiga texnologik jarayonning aynan o'zi yoki bo'limi va bu jarayonni amalga oshiradigan texnologik uskunalar kiradi. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, datchik va ijro etuvchi mexanizmlar texnologik uskunalarning tuzilish elementi bo'lishiga qaramay, TJABT ning texnik vositalari qismiga kiradi. Shu nuqtayi nazardan qaralganda texnologik jarayonni yoki bo'limni boshqarish — uskunalar, apparatlar yoki agregatlarning ish holatini boshqarish demakdir.

Bu ma'noda boshqarilayotgan texnologik jarayon deganda kirishdagi nazorat qilinayotgan parametrlari aniqlangan, obyektning kirishidagi ta'sirlari bilan chiqish parametrlari orasidagi bog'lanishi topilgan va jarayonning boshqarish usullariga asoslangan jarayonga aytiladi.

16.1- rasmda TJABT ishining umumlashtirilgan blok-sxemasi berilgan, bunda $U(t)$ — kirishda nazorat qilinayotgan boshqaruvchi ta'sirlar; $X(t)$ — kirishda nazorat qilinayotgan parametrlar; $Z(t)$ — kirishda nazorat qilina-



16.1- rasm. TJABT faoliyatining umumlashtirilgan tizimi.

yotgan, lekin boshqarilmaydigan parametrlar; $Y(t)$ — texnologik jarayonning chiqishdagi o‘zgaruvchisi.

Texnologik jarayonning kirish va chiqish parametrlari haqidagi axborot o‘lchov asboblarning datchigi va axborotni kiritish-chiqarish kompleksi orqali raqamli hisoblash mashinasiga (RHM) boradi. Bu axborotni (yoki uning bir qismini) operator ham aloqa qurilmasi orqali RHM ga kiritishi mumkin. Bu holda operator nazorat qurilmasidagi ko‘rsatkichlardan foydalanadi. Boshqaruvchi RHM oldindan belgilangan algoritmlar va boshqaruv dasturi, boshqarish maqsadi, tanlangan optimallashtirish simvoli, cheklashlar asosida ma’lum bir tartib bilan kirgan axborotni qayta ishlaydi. Tizim texnologik jarayonini avtomatik rejimda boshqarishi mumkin yoki boshqarish rejimi shunday bo‘lishi mumkinki, unda boshqaruvchi raqamli hisoblash mashinasi (RHM) aloqa qurilmasi orqali operatorga texnologik jarayonni ijro etuvchi organlar yoki topshiriq bergichlarni masofadan turib boshqarish uchun ma’lum tavsiyalar beradi (ya’ni, „maslahat rejimi“).

TJABT larni loyihalash shunday tashkil qilinishi kerakki, unda operatorlar va texnik vositalarning imkoniyatlaridan to'la foydalanib, kelajakda avtomatik boshqarish tizimlari (ABT) keng o'rin egallashi lozim, inson esa faqat texnologik uskunalar va boshqarish tizimlarining aniq buzilmasdan ishlashini nazorat qilishi hamda yordamchi amallarni bajarishi kerak. Umumiy ko'rinishda tizimning matematik modelini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\begin{aligned}
 y(t + \Delta t) &= A \cdot V(t) + B y(t); & C[X(\tau), Z(\tau)]; \\
 t_0 \leq t \leq t_0 + T; & \quad t \leq \tau \leq t + \Delta t; \\
 y &= \{y_1, y_2, \dots, y_n\}; & V(t) = \{U_1(t), U_2(t), \dots, U_n(t)\}; \\
 X(\tau) &= \{X_1(\tau), X_2(\tau), \dots, X_n(\tau)\}; \\
 Z(\tau) &= Z_1(\tau), Z_2(\tau), \dots, Z_n(\tau),
 \end{aligned}$$

bu yerda: Δt — TJABT ning harakat sikli boshidan bu harakat natijasida olingan nazorat axborotgacha ketgan vaqt; t_0 — hisoblashning boshlanishi; T — jarayonni kuzatish vaqtining muddati; A — TJABT butun harakatining operatori; B va C — boshqariladigan va boshqarilmaydigan kirish ta'sirlarining operatorlari.

Boshqarish tizimining dastlabki vaqtdagi harakat natijasi $Y_0(t) =$ TJABT uchun $u(t)$ funksiya bo'lak — tekis kamaymas funksiya ko'rinishiga ega.

Matematik modelning ko'rinishi boshqarish ta'sirini amalga oshirish vaqti va texnologik jarayon siklining muddati orasidagi nisbatga bog'liq. Umumiy holda boshqaruv ta'sirining kechikish vaqti τ_{kech} texnologik jarayon holatining o'zgarishiga nisbatan quyidagicha bog'langan:

$$\tau_{kech} = \tau_{jar}$$

bu yerda: τ_{jar} — kirish parametrlari holatining o'zgarishidan chiqish koordinatalarining o'zgarishigacha o'tgan vaqt (jarayon vaqti); n — qandaydir konstanta ($0 < n < \infty$). Agar $0 < n \leq 1$ bo'lsa, TJABT real vaqt masshtabida sinxron boshqarish imkonini beradi, u holda

$$\tau_{kech} = \tau_{hv} + \tau_{hv} + \tau_{chiq} + \tau''_{kech} + \tau_{jar}$$

bu yerda: τ_{hv} — jarayon haqida axborotni RHM ga kiritilgan jarayon haqidagi axborotni hisoblash vaqti; τ_{chiq} — boshqaruv ta'sirini hisoblash vaqti; τ''_{kech} — sof kechikish vaqti (yangi boshqaruv ta'sirlarining harakati natijasida chiqish o'zgaruvchisining yangi qiymati haqida nazorat axborot olinguncha o'tgan vaqt).

Bunday boshqarishga proporsional (P), proporsional-integral (PI) yoki proporsional-integral-differensial (PID) rostlash qonunlarini amalga oshiruvchi va RHM dan bevosita raqamli boshqarish (BRB) rejimida ishlovchi ko'p konturli stabillash tizimlari misol bo'ladi.

TJABT tarkibiga 16.1- rasmga binoan, quyidagi qurilmalar kirishi lozim:

1. Fizik-texnik parametrlarni o'lchashni ta'minlovchi avtomatik o'lchash asboblarning komplekti. Bunda o'lchash natijalari unifikatsiyalashgan signallar holida bo'lishi (elektr-analogli yoki diskret) va qabul qiluvchi qurilmaning kirish tavsiflari bilan moslashgan bo'lishi lozim. Me'yorlovchi o'zgartkichlar guruh holida bo'lganda bir turli o'lchash o'zgartkichlari kommutatorlar yoki aylanuvchi qurilmalar yordamida navbatma-navbat kirish axborotini hisoblovchi umumiy qurilmaga ulaydi. Kimyoviy tahlil natijalari, texnologik jarayonni boshqarish uchun berilgan topshiriqlar, texnik-iqtisodiy ma'lumotlar RHM ga operator pultining klavishli registrlari orqali, shuningdek, perfokarta, perfotasma, magnitli kartalar yordamida kiritiladi.

2. Ijro mexanizmlarining yordamchi asbob va elektr signallarni, texnologik jarayonlarni boshqarish buyrug'iga o'zgartiruvchi qurilmalar, RHM hisoblab chiqqan boshqarish ta'sirlari quyidagi qurilmalarga yuborilishi mumkin:

1) „kod-elektr signalli“ o'zgartkichiga, so'ngra analogli rostlagichga yoki bir vaqtda quvvat kuchaytirgichi va uni rostlovchi organni (RO) harakatga keltiruvchi vazifasini bajaruvchi pozitsion harakatli ijro mexanizmiga (IM);

2) „kod-vaqt intervali“ o'zgartkichiga, so'ngra IM ni boshqarishga;

3) „kod-impulslar qiymati“ o'zgartkichiga, so'ngra qadamli dvigatellarni boshqarishga;

4) bir nechta xonali diskret chiqishlardan iborat bo'lgan diskret-kodli signallar ko'rinishida;

5) ikki pozitsiyali RO ni boshqaruvchi releli yoki kontaktsiz diskret signallar ko'rinishida.

3. Boshqaruvchi raqamli hisoblash mashinasi, bunga boshqaruvchi hisoblash qurilmalari hamda RHM va obyekt orasida ikki tomonlama axborotli aloqani amalga oshiruvchi chetki texnika kiradi. Bunda RHM lar texnik-iqtisodiy masalalarni hisoblashda ishlatiladi va boshqarishning yuqori bosqichlarida foydalaniladi. BHM da obyekt bilan aloqa qurilmasi (OAQ) bo'lib, u o'lchov o'zgartkichlaridan kelgan axborotni qabul qiladi va dastlabki hisoblash ishlarini bajaradi. Hisoblash komplekslarining agregat asosida tuzilishi jarayonning quvvatini oshirish, xotirani ko'paytirish va OAQ ni ulab, kerakli strukturaga ega bo'lgan hisoblash tizimini tuzish imkonini beradi. Tizimning ishlashi uchun boshqaruv-hisoblash kompleksi tarkibida standart dasturlar nazarda tutilgan (standart dasturlar kutubxonasi, xizmat qiluvchi, tashkil etuvchi va uzaytiruvchi dasturlar).

4. TJABT ni vazifalari va tizim hal qilayotgan masalaga binoan dasturlar kompleksiga ega bo'lgan funksional dasturlar bilan ta'minlash;

5. BRHM va obyekt orasida apparatli aloqa oʻrnatuvchi obyekt bilan aloqa qurilmasi (kabelli, simli, releli aloqa yoʻllari va kirish-chiqish signal parametrlarini moslashtiruvchi qurilmalar).

6. Texnolog-operatorni texnologik jarayonning kechishi haqida kerakli axborot bilan taʼminlash, shuningdek, masofadan turib boshqarishni bajarish, hisoblash kompleksiga tizimni ishga tushirish va toʻxtatish signal-larini kiritish imkonini beruvchi operator bilan aloqa qurilmasi (boshqarish pulti, axborot tablosi va boshqalar).

7. Texnolog-operatorlar, uskuna sozlovchilar va yuqori malakaga ega boʻlgan boshqarish mutaxassislarini oʻz ichiga oluvchi operatorlar xizmati.

Har bir konkret avtomatlashtirilgan tizim oʻzining hal etayotgan koʻp sonli masalalari va ularning murakkab ierarxik oʻzaro bogʻlanishi va boshqa texnik vositalarni hamda hisoblash tizimlari tashkil etishning maxsus usullarini qoʻllash zaruratini keltirib chiqarishi mumkin.

16.4-§ TJABT NING FUNKSIONAL STRUKTURASI

TJABT ning funksional strukturasi boshqarish maqsadiga asoslanib tuziladi. Bu maʼnoda TJABT bitta umumiy maqsadga qaratilgan, yaʼni maqsad funksiyasiga binoan texnologik jarayonni optimal ravishda olib borishdir. Shularga asoslanib TJABT ni quyidagi yordamchi tizimlarga ajratish mumkin:

1. TJABT ning dastlabki bosqichi — texnologik jarayon bilan oʻlchov oʻzgartkichlari va ijro mexanizmlari;

2. TJABT ning birinchi bosqichi — oʻtkinchi jarayonni boshqarish (rejimga chiqarish) hamda texnologik jarayonni ishga tushirish va toʻxtatish.

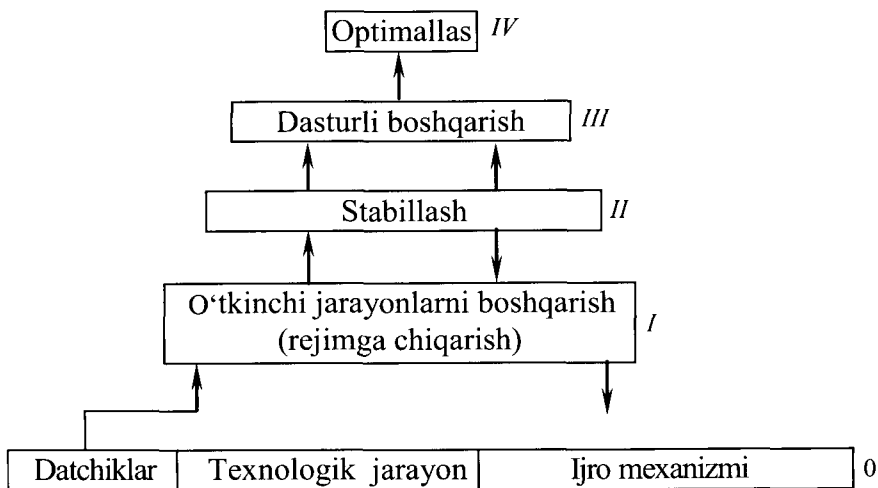
3. TJABT ning ikkinchi bosqichi — texnologik jarayonni maʼlum bir oʻzgarmas yoki biror qonun boʻyicha oʻzgaruvchi nominal darajada stabilash.

4. TJABT ning uchinchi bosqichi — texnologik parametrlarni dasturli boshqarish va oldindan belgilangan vaqtli funksiya boʻyicha texnologik jarayonlarni ishga tushirish, toʻxtatish va rejimlarning almashishida uskunalar holatini hamda davriy jarayonlarni dasturli boshqarish.

5. TJABT ning toʻrtinchi bosqichi — maqsadli funksiya asosida texnologik parametrlarning optimal qiymatlarini topish va ishlab chiqarish jarayonlarining texnik-iqtisodiy koʻrsatkichlarini optimallashtirish.

TJABT ning funksional sxemasi 16.2- rasmda koʻrsatilgan. Bunda bogʻlangan funksional bosqichlar ierarxiyasi quyidagicha tashkil etilgan: quyi bosqichdagilar mustaqil harakat qilishi mumkin, ammo yuqori bosqichlardagi yordamchi tizimlarning imkoniyatlaridan foydalanib boshqarishning samaradorligini oshirish mumkin.

Boshqarish tizimining birinchi bosqichi (16.2- rasm), avtomatik nazorat va boshqarish jarayonning markazlashtirilgan darajasi hamda qoʻl mehnatining yetarli qiymati bilan xarakterlanadi. Jarayonning ayrim



16.2-rasm. TJABT ning funksional sxemasi.

parametrlarini avtomatik roslash avtomatlashtirilayotgan agregat yaqiniga o'rnatilgan asboblarning ko'rsatishi asosida amalga oshiriladi.

Boshqarish tizimining ikkinchi bosqichi nazorat, roslash va masofadan turib boshqarishning markazlashish darajasining yanada ortishi bilan xarakterlanadi va tizimda odam — operator paydo bo'lishi bilan farq qiladi. Bunda boshqarish alohida shitga o'rnatilgan asboblari orqali amalga oshiriladi.

Boshqarish tizimining uchinchi bosqichida texnologik parametrlar va uskuna holatlari haqidagi dastur asosida olingan nominal qiymatlar kuzatish rejimida ishlaydigan quyi bosqichga foydalanish va amalga oshirish uchun yuboriladi.

Boshqarish tizimi ierarxiyasining to'rtinchi bosqichi texnologik jarayon parametrlari va uskuna holatlarining nominal qiymatlarini izlaydi hamda quyida joylashgan funksional yordamchi tizimlarning ishini boshqaradi.

Shunday qilib, avtomatik roslash tizimi (ART)ning vazifasi maxsus qurilmalar, ya'ni avtomatik rostlagichlar yordamida texnologik jarayon parametrlarini berilgan qiymatda ushlab turish bo'lsa, TJABT butun texnologik jarayonning borishiga faol ta'sir etadi, o'zgarib turuvchi jarayonni optimallashtirish maqsadida avtomatik rostlagichlarga topshiriqlar beradi.

Ma'lum bir boshqarish obyekti uchun yaratilgan algoritmik ta'minlash boshqaruv-hisoblash kompleksining strukturasi va tarkibini aniqlash, shuningdek, BHM ning tez ishlashi, xotira hajmi va ishonchligi talablarini ishlab chiqish imkonini beradi. Shu talablar asosida BHM tanlanadi va TJABT ni sintez qilish masalasi yakunlanadi. TJABT ning algoritmik

ta'minlash strukturasi quyidagi funksional masalalarni o'z ichiga olishi lozim:

- 1) texnologik jarayonning borishini markazlashtirilgan nazorat qilish;
- 2) ishlab chiqarishning ko'rsatkichlarini operativ hisoblash;
- 3) bevosita raqamli boshqarish (BRB);
- 4) texnologik bo'limlarni lokal optimallashtirish;
- 5) butun texnologiya bo'yicha global optimallashtirish va koordinatsiyalash;
- 6) hodisalarni avtomatik aniqlash;
- 7) BHM va TJABT vositalari ishga yaroqsizliklarining texnik diagnostikasi;
- 8) axborotni xizmat xodimlariga optimal ravishda berish;
- 9) ma'muriy-texnologik xodimlarni va boshqarishning yuqori tizimlarini kerakli qarorlar chiqarish uchun yetarli hajmda axborotlar bilan ta'minlash.

Texnologik jarayonning borishi ustidan markazlashtirilgan nazorat qilish — boshqarish maqsadida yoki operatorga tayyorlash uchun axborotni BHM da maxsus hisoblash usullari orqali amalga oshiriladi. Axborotni markazlashtirilgan nazorat qilish mashinalari ham signallarni qayta ishlashi mumkin. Bu holda quyidagi amallar bajariladi: uzluksiz o'lchanayotgan signallarni diskret o'zgartirish, kodlash, qayta kodlash, mashtablash, ekstrapolatsiyalash (interpolatsiyalash), to'g'ri chiziqqa keltirish, filtrlash.

Uzluksiz signallarni darajasi bo'yicha kvantlash V.A. Kotelnikov teoremasiga asoslangan bo'lib, u o'lchanayotgan qiymatni o'zgartirish kodining kichik xonasi birligiga teng bo'lgan kvantlash qadamiga karrali bo'lgan qiymat bilan almashtirishdan iborat. Datchiklarning sezgir elementlari, odatda, chizikli bo'lmagan statik tavsiflariga ega. Bu teskari funksional o'zgartirish to'g'ri chiziqqa keltirish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Uzluksiz signallarni diskret o'lchashda analog signalli so'roqlash chastotasini to'g'ri tanlash muhim ahamiyatga ega. So'roqlash chastotasi kamayib ketsa, axborotning yo'qolishiga, o'lchov chastotasi haddan tashqari oshib ketsa, sxemaning murakkablashishi va mashina vaqtining isrof bo'lishiga olib keladi. Agar o'lchanayotgan qiymatning kattaligi kerak bo'lsa va u analog signalning so'rash paytiga mos tushmasa, ekstrapolatsiya (yoki interpolatsiya) usullari ishlatiladi. Bizni qiziqtirayotgan o'lchanayotgan sonning qiymatini so'roqlashlar natijalari asosida olish kerak bo'lsa, unda ekstrapolatsiya usuli qo'llaniladi. Agar oxirgi analog signalning so'roqdan oldingi o'lchanayotgan qiymati zarur bo'lsa, interpolatsiya usulidan foydalaniladi.

Ishlab chiqarishning natijaviy ko'rsatkichlarni bevosita o'lchashning iloji bo'lmasa, u holda ular oldindan belgilangan nisbatlar orqali hisoblanadi. Bularga quyidagilar kiradi: ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari, mahsulot birligi uchun sarflangan energiya yoki xomashyo va vaqt birligida material yoki energiyaning sarfi va boshqalar.

Avtomatik o'lchashning yuqoridagi usullari va texnik vositalari yaratilmagan texnologik jarayonlarda fizik-kimyoviy parametrlarni aniqlash uchun kerakli parametr bilan staxostik bog'langan bilvosita qiymatlarning o'lchash natijasi nazorat qilinadi. TJABT ning hisob masalalarini yechish uchun vaqt intervalida (smena, kun, oy) o'rnatilgan texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Operativ boshqarish masalalarini hal qilganda texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar (TIK)ning ayni vaqtdagi qiymatlarini bilish zarur. Texnologik obyektlarda transport kechikishning bo'lishi TIK ning ayni vaqtdagi qiymatlarini aniqlash muammosini qiyinlashtiradi. Bu holda o'lchangan qiymatlarni transport kechikish qiymatiga surishga va uni transport kechikish qiymatiga teng bo'lgan vaqt intervalida o'rtachalashtirishga to'g'ri keladi.

Texnologik komplekslarni optimallashtirish masalalarining katta o'lchamliligi tufayli dekompozitsiya prinsiplarini ishlatish tavsiya etiladi, ya'ni tizimning global optimallashtirish masalasi bir necha kichik o'lchamli va o'zaro bog'langan texnologik bo'limlarni lokal optimallashtirish masalalariga ajratiladi. Bunday ajratish strategiyasi kimyoviy texnologiya tizimlari uchun qo'llanilganda quyidagi tartib ishlatilsa maqsadga muvofiq bo'ladi: parametrli stabilizatsiya; ayrim texnologik bo'limlarni lokal optimallashtirish; butun texnologik tizim masshtabida koordinatsiyalash.

Bu tartibni amalga oshirish uchun TJABT ning ierarxik tarkibini sintez qilish masalasi ikki bosqichda yechiladi:

1) TJABT ning makrotarkibini sintez qilish jarayonida berilgan tizim blok holida ko'riladi („qora quti“ turidagi bloklar) va tizim tarkibiy xususiyatlarining tahlili amalga oshiriladi, shuningdek, koordinatsiyalash masalasini yechishning yo'li ishlab chiqiladi;

2) TJABT ning mikrotarkibini sintez qilish jarayonida grafiklar nazariyasining matematik apparatidan foydalanib, loyihalash bosqich tizimining dinamik sxemasi to'la ochiladi.

TJABT da hodisalarni avtomatik ko'rish deganda texnologik reglamentdan chetga chiqish, uskunalarning ishga yaroqsizligini o'z vaqtida payqashga aytiladi. Hodisalarni to'la xarakterlaydigan qiymatlarni davriy o'lchash, belgilangan qiymatlar bilan taqqoslash va boshqarish ta'sirlari yoki signallarni berish odatda payqash algoritmlarining vazifasiga kiradi.

Texnologik jarayonning haqiqiy kechishini quyidagicha xarakterlash mumkin: normal holat, bunda texnologik rejim belgilangan reglamentga to'g'ri keladi; o'tkinchi holat — reglamentdan chetga chiqilmaydi, biroq chetga chiqish belgilari paydo bo'ladi; anomal holat — texnologik reglamentdan chetga chiqilgan payt (avariya vaziyati vujudga kelgan holat ham shunga kiradi).

Davriy texnologik jarayonlar uchun texnik diagnostika masalasi obyektga boshqarish ta'sirlarini ko'p marotaba yuborib boshqarishga keltiriladi; boshqarish ta'sirlarining tarkibi va ketma-ketligi oldingi ta'sirlarga ob-

yektning ko'rsatgan reaksiyasiga bog'liq. Uzluksiz texnologik jarayonlar uchun bu masalaning vazifasi jarayon holatini yetarli darajada aniqlaydigan nazorat parametrlarini tanlashdan iborat.

U yoki bu holda diagnostika natijalari texnologik jarayonga BHM tomonidan faol aralashish uchun foydalaniladi. Anomal holatlar uchun texnik diagnostikaning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

1) texnologik jarayonda anomal holat borligini o'z vaqtida aniqlash;

2) material hamda energetik oqimlarni tashiydigan qurilma va uskunalar holatining texnik diagnozi;

3) anomal vaziyatlar va tizimning normal holatidan chetga chiqishlarning matematik modelini yaratish (identifikatsiyalash);

4) chetga chiqish sabablarini faol yo'qotish va ajratish, ya'ni texnik diagnostika tizimining boshqarish algoritmini yaratish;

5) matematik modellar va texnik diagnostika algoritmlarini yaxshilash maqsadida statistik ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash.

Texnologik jarayon anomal holatlarining texnik diagnostikasi usullarini yaratishning dastlabki bosqichida faqat jarayonning holati va uning buzilish manbalari orasidagi bog'lanish tarkibini tahlil qilish bilan qurish mumkin (texnik diagnostikaning mantiqiy modeli). Texnologik jarayonning holati parametrlarning ayni paytdagi qiymatlarini yo'l qo'yilgan (yoki reglamentdagi) qiymatlar bilan taqqoslab aniqlanadi. Bu o'zgarishlar *darak beruvchilar* deyiladi. Darak beruvchilar deganda faqat fizik kattaliklarning (bosim, temperatura va boshqalar) o'zgarishigina emas, balki o'lchamayotgan, kattaliklarning statik tavsiflari va funksiyalarining o'zgarishlari ham tushuniladi.

Texnik diagnostika mantiqiy algoritmlarini yaratishning ikkita asosiy prinsiplarini alohida ko'rsatish mumkin: kombinatsion va ketma-ket. Kombinatsion usulda tekshirish tartibining texnologik holati e'tiborga olinmasa, ketma-ket usulda texnologik holat haqida axborotdan keyingi natijalar tahlil qilinadi.

Texnologik jarayon holatining mantiqiy modelini ikki bosqichda, ya'ni determinirlangan va statistik hisoblash bosqichlarida amalga oshirish maqsadga muvofiq. Shunday qilinganda texnik diagnostikani qo'yish masalasi ancha soddalashadi, model o'lchami kichiklashadi va diagnostika aniqligi ortadi.

Hisoblashga determinirlangan bosqichning kiritilishiga sabab ko'p kimyoviy texnologik jarayonlari va tizimlarini determinirlangan mantiq vositasida diagnozlash mumkinligidir. TJABT ning texnik vositalari va BHM ning ishga yaroqsizligida diagnostikani apparat, test va dastur-mantiq nazorat usullari yordamida amalga oshirish mumkin. Boshqarish tizimining umumiy maqsadini ifodalovchi boshqarish algoritmi ancha murakkab bo'lganligi tufayli TJABT ning ayrim masalalariga mos bo'lgan ko'pgina yordamchi algoritmlari bo'lishi mumkin.

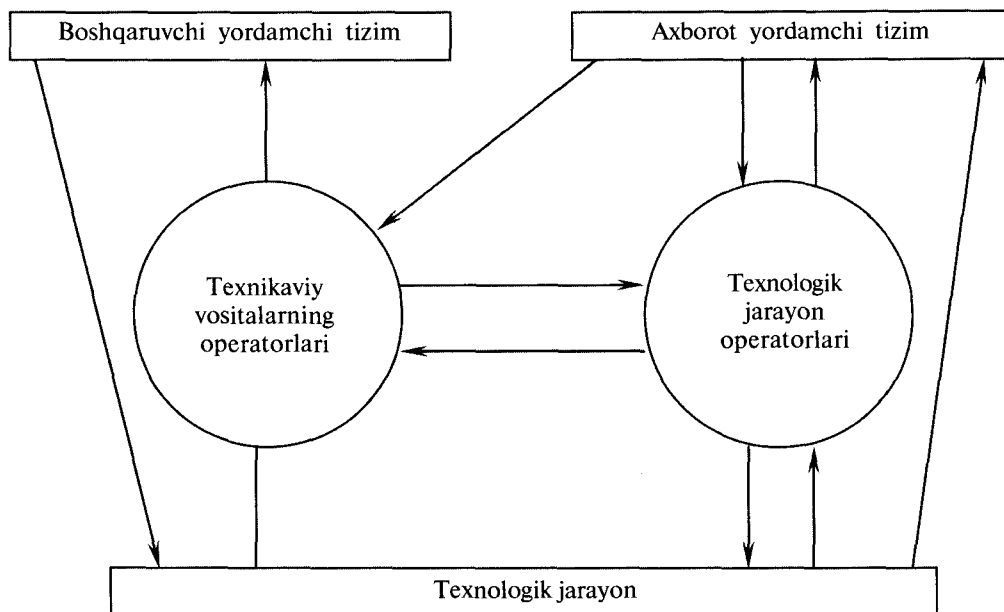
Shunday qilib, BHM da saqlanadigan va o'zining dasturiga ega bo'lgan ayrim algoritmlar o'zgarib turuvchi ishlab chiqarish vaziyatiga qarab harakat qiladi.

16.5- §. TJABT NING AXBOROT BILAN TA'MINLANISHI

Avtomatik yoki avtomatlashtirilgan rejimda texnologik jarayonlarni boshqarishda axborotni yig'ish, qayta ishlash, saqlash va foydalanishni tashkil qilmasdan iloji yo'q. TJABT ning funksional vazifasi axborot tarkibini va yordamchi tizimlar orasidagi axborotli bog'lanishlarning xarakterini belgilaydi. 16.3- rasmda TJABTning axborot tarkibini ifodalovchi soddalashtirilgan sxemasi berilgan. Chizmadan ko'rinib turibdiki, TJABT tarkibida boshqaruvchi yordamchi tizim, texnologik jarayon operatorlari va texnik vositalar bilan birgalikda ishlaydigan mustaqil yordamchi axborot tizimi ham bor. Texnologik jarayonning ketishi haqida axborot o'lchov o'zgartirishlari orqali yordamchi axborot tizimiga kiradi, u esa o'z navbatida operatorlarga va boshqaruvchi yordamchi tizimlarga uzatiladi. Ular o'zlaridagi boshqarish algoritmlari asosida tegishli boshqarish ta'sirlarini ishlab chiqadi. Avtomatlashtirilgan boshqarish rejimi operatorlar orqali oshiriladi.

TJABT ni axborot bilan ta'minlash muammosi quyidagi masalalarni yechishga bog'liq:

- 1) boshqarish obyektlarini bir xil ko'rinishga keltirish maqsadida axborotning yetarli hajmini aniqlash;
- 2) axborotning ishonchligini ta'minlash va uni yechish usullarini isbotlash;



16.3- rasm. TJABT ning axborot tarkibini ifodalovchi soddalashtirilgan sxemasi.

3) inson — mashina tizimida axborot almashishni tashkil etishda vazifalarni taqsimlash;

4) axborotni yig'ish, saqlash va berish.

Agar axborot turlari faqat bir avtomatlashtirilgan qayta ishlash tizimi bilan bog'langan bo'lsa, boshqarish jarayoni ratsional bo'ladi. Zarur bo'lgan birlamchi axborotning hajmi ko'p emas, lekin u TJABT lar uchun yetarli bo'lgan ikkilamchi ko'rsatkichlar tizimi uchun kifoya bo'lishi lozim. Bu usul bir marta yaratib va axborot massivlaridan ko'p marotaba foydalanish prinsipi sifatida ma'lum; boshqacha qilib aytganda, bir marta qayd qilingan axborot turli boshqarish vazifalarida foydalanilishi mumkin. Zarur bo'lgan axborot hajmini aniqlash kerak bo'lganda texnologik jarayon matematik ifodasining qabul qilingan tarkibini bilish lozim. Obyekt holatini bir xil ko'rinishga keltirish va zarur bo'lgan axborot hajmini aniqlash uchun axborot statistik usullarni yoki hozirgi zamon boshqarish nazariyasida qo'llaniladigan kuzatish va boshqarish tushunchalarini ishlatish asosida hal etiladi.

TJABT ning normal ishlashi hisoblash mashinalari va boshqarish masalalaridan foydalanishdagi axborotning ko'rinishiga bog'liq. Boshqarish obyekti haqida EHM xotirasida saqlanayotgan birlamchi axborotning to'g'riligi birinchi navbatda texnologik jarayon fizik parametrlarining o'lchash xatoliklariga bog'liq.

Hozirgi paytda aniqlik masalasini hal etishda ikki yo'nalish mavjud:

1) o'lchov chizmalarida fizika, kimyo va boshqa fan yutuqlari asosida ishlab chiqilgan yuqori aniqlikka ega bo'lgan elementlarni ishlatish, shuningdek, o'lchaydigan qurilma tavsiflarini stabillash usullari tarkibini mukammallashtirish;

2) tizimlar doirasida ma'lumotlar ishonchliligini oshirishga qaratilgan ishlarni amalga oshirish (filtrlash, ishonchlilik ustidan nazorat o'rnatish, asboblarni xizmatini optimallashtirish, modellarni to'g'rilash va boshqalar).

Birinchi yo'nalish sezilarli darajada mablag' va mehnat talab qiladi. TJABT larda hisoblash mashinalarining borligi ikkinchi yo'nalishni tanlashga sharoit yaratib beradi. Bunda, aniqlikni oshirish axborot-o'lchov tizimiga yangi qurilmalar kiritish yoki xizmatdagi yangi usullarni qo'llash hisobiga emas, balki axborotni qayta ishlovchi yangi algoritmlar hisobiga erishiladi. Nazoratning unifikatsiyalashgan algoritmi va birlamchi axborotning aniqligini tiklash usulini qo'llash keng axborot tizimini, TJABTning ma'lum algoritmlarini tuzishni sezilarli darajada tezlashtiradi. Algoritmida avtomatlashtirilgan nazoratni qo'llash xatolarni dastlabki ma'lumotlarda, shuningdek, EHMga kiritilganda (masalan, perforatsiyalashda) aniqlashga imkon beradi. Shuning uchun ham bu usul ancha samarali bo'lib, ma'lumotlarni qayta ishlashga ketadigan mehnat xarajatlarini kamaytiradi.

Dastlabki axborotning ishonchlilik masalasi shovqinli filtrlash, o'lchash xatolarini topish kabi statistik usullar bilan hal etiladi. Bu muammolarni

muvaffaqiyatli yechish nazorat testlarining to'la kompleksini yaratish va tekshirish, profilaktika ishlarining reglamentini tuzishga bog'liq.

Operatorga berilayotgan ma'lumotning hajmi va xarakteri avtomatlashtirish darajasi va inson bilan avtomatik vositalar orasida vazifalarning taqsimlanishi bilan belgilanadi. Ma'lumot tizimining operatoriga taxmin va qaror chiqarish uchun yetarli bo'lgan texnologik jarayonning borishi haqida hamma ma'lumotlar beriladi. Avtomatlashtirilgan tizimlarda operator dastlabki ma'lumotni qayta ishlash vazifasidan ozod etiladi, buni hisoblash mashinasi bajaradi. Boshqarish tizimida operatorga faqat texnologik jarayonning yoki ABT texnik vositalarining anomal holati haqida ma'lumot beriladi. Operator olingan ma'lumotni taxmin qiladi, anomal vaziyat sabablarini aniqlaydi va avtomatik tizimning ishini nazorat qiladi. Operator va hisoblash mashinasi o'rtasidagi aloqa boshqarish tizimida eng samarali bog'lanish bo'lib, u elektron-nur trubkali ekran pultlari orqali amalga oshiriladi va bunda ma'lumotni kodlashning barcha usullaridan (harf-raqamli belgilar, shakl, rang, yorug'lik, o'lcham) foydalanishga imkon bo'ladi.

Operator bilan avtomatik qurilmalar o'rtasida ma'lumot almashishni tashkil etishda ma'lumotni taqsimlash, mashinaga kiritilgan ma'lumot samarali shakllarini qidirish kabi masalalarni hal etish kerak.

16.6-§. TJABT NING MATEMATIK TA'MINOTI

TJABT ni joriy etish boshqarish-hisoblash mashinalarini ishlatishni nazarda tutib, ularning konkret rusumlariga qarab mashina algoritmlari, dasturlar va ularning ifodalari yaratiladi. TJABT ni loyihalashning muhim bosqichlaridan biri texnologik jarayonlarni algoritmlash, ya'ni tizimning matematik ifodasini bir necha bosqichda yaratishdir. Bu quyidagilardan iborat:

- 1) texnologik jarayon va uning borishini ta'minlovchi omillarni o'rganish;
- 2) texnologik jarayonning avtomatlashtirilgan boshqarish masalasini qo'yish;
- 3) texnologik jarayonning matematik modelini, boshqarish algoritmini ma'lum BHM ga tatbiqan yaratish.

TJABT ning matematik ta'minotini ifodalovchi quyidagi o'zaro bog'langan texnik hujjatlarning komplektini olish lozim:

- 1) boshqaruv obyektining matematik modeli;
- 2) boshqaruv algoritmining blok-sxemasi;
- 3) masala yechimiga qaratilgan matematik va mantiqiy amallar ketma-ketligini ifodalovchi algoritmining umumiy ko'rinishi;
- 4) konkret BHM ning xususiyatlarini e'tiborga oluvchi mashinaning algoritmi;

- 5) algoritm tilida, avtokoda yoki shartli adresdagi dasturlar;
- 6) real adresli mashina kodida ishchi dasturlar va dasturlarning bayoni.

TJABT larning matematik ta'minotini ishlab chiqish iqtisodiy ma'lumotni qayta ishlovchi dasturlar to'plamini ham o'z ichiga oladi. Kelajakda dasturlar kompleksining universal turlarini yaratish ko'zda tutilgan. Masalaga bunday yondashish dasturlash xarajatlarini kamaytiradi. TJABT ni ishlab chiqish va joriy etishni tezlatish hamda matematik ta'minotdan foydalanish tizimini oshiradi.

TJABT ning matematik ta'minotini ikki guruhga bo'lish mumkin: tashqi matematik (funktional dasturli) va ichki matematik (standart dasturli) ta'minot.

Ichki matematik ta'minot standart hisobli algoritmik va dasturlar to'plamidan iborat bo'lib, boshqaruv-hisoblash kompleksining faoliyatini ta'minlaydi. Ular har bir mashinalar sinfi uchun markazlashgan tarzda yaratiladi va konkret hisoblash mashinasining ajralmas qismi hisoblanib, ma'lum TJABT larning xususiyatlariga bog'liq emas.

Tizimning tashqi matematik ta'minoti o'zaro bog'langan algoritm va dasturlar to'plamidan iborat bo'lib, TJABT ning konkret vazifasi va masalalarini hal etadi. Tizimning ba'zi bir vazifalarini maxsus qurilmalar yordamida apparatli hal etish mumkin, bu holda ularni hisoblash mashinasidagi dasturga kiritishning ehtiyoji yo'qoladi.

Tizimning matematik ta'minoti ma'lum rivojlanish xarakteriga ega bo'lib, o'z tarkibiga quyidagilarni kiritadi: ma'lum darajada universal bo'lgan dasturlar; BHM kutubxonasiga kiruvchi standart dasturlar, shuningdek, ma'lum TJABT uchun dasturlar. Shu bilan birga universal dasturlar va ularga qo'yiladigan talablarga binoan tizimning matematik ta'minoti oldida masalalar sinfini aniqlash muammosi turadi. Muammolarning boshqa bir sinfi standart dasturlar ta'minotiga kiruvchi algoritmik tillar to'plamini aniqlashdir.

Konkret TJABT ning tashqi matematik ta'minoti yaratilguncha tizim hal qiluvchi masalalarning matematik ta'rifi aniqlangan, texnologik jarayonlarning matematik bayoni tuzilgan va uning mosligi baholangan bo'lishi, shuningdek, kirish ma'lumotlarining aniqlanishi baholari olingan bo'lishi lozim. Texnologik jarayonlarni algoritmik dastlabki va oxirgi bo'ladi.

Dastlabki algoritmik masalalari quyidagilar: jarayonning algoritmik tarkibini o'rganish; boshlang'ich matematik model va optimallashtirishni yaratish; ishlab chiqarish sharoitida algoritmiklarni sinovdan o'tkazish; kutilgan iqtisodiy samarani baholash, boshqarishning hisobli texnik vositalarini dastlabki tanlash. Bu masalalarni hal qilishda texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan tizimini ishlatishga tayyorligi aniqlanadi, mavjud nazorat qilish va rostdash tizimlarini takomillashtirish yo'llari belgilanadi, TJABT ni yaratish uchun ishlar tartibi o'rnatiladi.

Oxirgi algoritmlash masalalari quyidagicha: texnologik jarayonlarni chuqur o'rganish, dastlabki matematik model va optimallashtirish algoritmini to'g'rilash; texnik vositalarni uzil-kesil tanlash, yaratilgan tizimning iqtisodiy samaradorligini aniqlash.

Dastlabki va oxirgi algoritmlash bosqichlarida qo'shimcha ma'lumotlarni olish natijasida modellarning tarkibi va murakkabligida o'zgarishlar bo'lishi mumkin. Obyektning dastlabki matematik bayoni yaratilishida jarayonning statik va dinamik tavsiflari tadqiq etiladi, optimal rejimlar aniqlanadi, turg'unlik vazifalari o'rganiladi, dastlabki modelni soddalashtirishning turli variantlari ko'rib chiqiladi.

Oziq-ovqat sanoatida TJABT larni yaratish deganda tizim parametrlarining o'zaro bog'lanishi va o'zgarish qonuniyatini ko'rsatuvchi tizimning matematik bayonini yaratish, ma'lumot oqimining tahlili va boshqarish masalalarini yechish usullarini ishlab chiqish tushuniladi. TJABT larni tatbiq etishga oid masalalarni hal etishda oziq-ovqat sanoatidagi texnologik jarayonlar xususiyatlarini o'zida mujassamlashtirgan matematik apparatlar zarurdir. Ierarxiya bosqichidagi quyi yordamchi tizimlar uchun oziq-ovqat ishlab chiqarishining ayrim texnologik jarayonlarini matematik modellash yordamida oziq-ovqat sanoatining texnologik jarayonlarini tadqiq etish — matematik modellar algoritmlarining hisoblarini ishlab chiqish va optimal boshqarish parametrlarini ajratish, shuningdek, turli tuzilishdagi apparatlar samaradorligini baholaydigan standart dasturlar kutubxonasini yaratish demakdir.

Yuqori bosqichdagi yordamchi tizimlar uchun texnologik tizimni to'la o'rganish va tadqiq etish lozim; ayrim jarayonlarning tavsiflarini aniqlash esa murakkab texnologik tizimlarni boshqarishning umumiy vazifasidan kelib chiqishi kerak. Hozirgi vaqtda oziq-ovqat sanoatida hisoblash va boshqarishning ilmiy asoslangan usullari yaratilmagan. Ayrim apparatlarning tavsiflarini aniqlashda ularning o'zaro bog'lanishi va o'zaro ta'siri hisobga olinmaydi. Natijada loyihalangan tizimlar optimal rejimdan ancha uzoqda ishlaydi. Masalaga umumiy maqsad va texnologik chizma ayrim elementlarining o'zaro bog'lanishlarni hisobga olib yondashish maqsadga muvofiq. Bu tizimning samarali ishlashi texnologik chizma ayrim elementlarining, tizimning samarali ishlashi, texnologik chizmaning tonologik tarkibi bilan belgilanadi. Texnologik tizimning tarkibiy tahlilini faqat ayrim apparatlarning matematik modellari asosida bajarib bo'lmaydi. Jarayon parametrlarining tashqi va ichki funksional aloqasini texnologik apparatlar kompleksini bir butun deb qaralgandagina ochish mumkin.

Oziq-ovqat ishlab chiqaruvchi texnologik komplekslarning optimal ishlashi boshqarishning yuqori sifatli bo'lishini talab etadi. Kimyo va oziq-ovqat korxonalarida apparatlarning ishchi parametrlari kritik nuqtaga yaqin bo'lishi kam uchraydigan hol emas, eng yaxshi ish sharoiti esa kam turg'unlik zaxirasiga ega bo'lgan jarayonning statsionar holatiga yaqin. Shuni

qayd qilish kerakki, ayrim apparatlarning matematik modellaridan murakkab texnologik tizimlarning modellariga o'tilganda yangi muammolar kelib chiqadi. Xususan, ular ierarxiyaning ikkinchi bosqichidagi masalalarning o'lchamlarini kamaytirish bilan bog'liq. Shuning uchun, isbotlangan va dekompozitsiyaning samarali usullarini yaratish masalalari muhim ahamiyat kasb etadi.

16.7-§. TJABT NING ISHONCHLILIGI

Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari obyektlarni bevosita boshqarishi lozim. Bu sharoitda boshqarish tizimidagi har qanday buzilish yoki chetga chiqish jarayonning normal borishini yo'qotadi, bu esa katta qiymatdagi iqtisodiy yo'qotishlarga olib keladi. TJABT faoliyatining ishonchliligiga qo'yiladigan talablar juda katta. Tizimning ishonchliligini ta'minlash uchun quyidagilar zarurdir:

1) tizim va uning komponentlari ishonchlik parametrlarining optimal qiymatlarini aniqlash;

2) konkret tizim xususiyatlariga to'la javob beruvchi va ishonchliligini oshiruvchi maxsus usullarni ishlab chiqish;

3) ishonchlik va samaradorlik ko'rsatkichlarini e'tiborga olgan holda tarkib variantini tanlash;

4) talab etilgan ishonchlikni ta'minlovchi tizim texnik xizmatining shakl va tartibini o'rnatish;

5) butun tizim va uning ayrim komponentlari uchun ishonchlik sinovi dasturlarini mukammal ishlab chiqish.

Ikkita omil, ya'ni yaratilayotgan TJABT komplektidagi texnik vositalar sifati va loyihalash usullari boshqarish tizimining ishonchligini belgilaydi. Tizimdagi biror elementning sifatsiz ishlashi ishonchlik ko'rsatkichini pasaytirib yuborishi mumkin. Komplektidagi mahsulotlarning ishonchliligiga qaratilgan hamma ishlar iqtisodiy tomondan asoslangan bo'lishi lozim. Tizimning sifatini loyihalash bosqichidayoq dublyorlash yo'li bilan oshirish mumkin.

Hozirgi paytda muhim konturlarda avtomatikaning lokal tizimlarini saqlab qolishga amal qilinayapti. Mavjud rostlagichlar boshqaruv hisoblash mashinalari ishdan chiqqan taqdirda ham texnologik rejimni ushlab turadilar. Bunday holda rostlash tizimidagi rostlovchi organlar o'z holatini o'zgartirmasligi lozim.

Dublyorlash yo'li boshqa bir muammoni keltirib chiqaradi, ya'ni u tizim narxini oshirib yuboradi. Tizimning ishonchliligini minimal yuklanish prinsipini qo'llash orqali oshirish mumkin, bunda tizim kutilgandan kengroq o'zgaruvchi sharoitiga moslab loyihalashtiriladi. Shunday bo'lsa ham tizimning tannarxini va elementlar sonining oshirishini nazardan chetda qoldirmaslik kerak. TJABT faoliyatining yuqori darajada samarali ishlashi komplektidagi qurilmalarning ishonchliligiga bog'liq.

TAYANCH SO‘Z VA IBORALAR

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish tizimlari, lokal TJABT lar, kompleks TJABT lar, integrallangan TJABT lar.

Nazorat savollari

1. TJABTlarning umumiy tavsiflari va tasnifini keltiring.
2. TJABTlarini boshqarish obyektlari murakkabligi bo‘yicha qanday sinflarga ajratiladi?
3. Lokal TJABTlar deganda nimani tushunasiz?
4. Integrallashgan TJABTlarning ishlab chiqarishdagi ahamiyati haqida gapirib bering.
5. TJABTlarning axborot va boshqarish funksiyalari haqida gapirib bering.
6. TJABTlarning umumlashgan sxemasini keltiring va uni atroflicha yoriting.
7. TJABTlar qanday yordamchi strukturalarga ajraladi?
8. TJABTlarning axborot bilan ta‘minlanganligi keng ma‘noda qanday ta‘riflanadi?
9. TJABTning matematik ifodasi necha bosqichdan iborat?
10. TJABTlarning ishonchligini ta‘minlash uchun qanday omillar zarur bo‘ladi?

XVII bob. TEXNIK JARAYONLARNI BOSHQARISH AVTOMATLASHTIRILGAN TIZIMINING UMUMIY VAZIFALARI

17.1-§. AXBOROT MASALALARINING RO‘YXATI VA TARKIBI

Avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi (ABT) axborotni to‘plash, ishlov berish va taqdim etishning texnik vositalari va algoritmlarining majmuasidan iborat bo‘lib, u korxonani yoki ayrim jarayonlarni kibernetika usullari asosida boshqarishni ta‘minlaydi.

Boshqarish obyektiga qarab texnologik jarayonlarni boshqarish tizimi va korxonalarni tashkiliy-ma‘muriy boshqarish tizimlari farq qilinadi. Ham u, ham bu vazifalarni qo‘shib olib boruvchi — integrallangan ABT (IABT) deb ataluvchi ABT ham bo‘lishi mumkin.

ABT avtomatik tizimlardan farqli o‘laroq odam-mashina tizimlaridir. Bunday tizimlarda boshqarish vazifalari odam va texnik vositalar o‘rtasida bo‘linadi. Biroq avtomatlashtirilgan tizimlarning odam-mashina tabiati ABT da ayrim vazifalarni to‘liq avtomatlashtirish mumkinligini, ayniqsa, texnologik jarayonlarni bevosita raqamli boshqarish darajasida inkor etmaydi.

Avtomatlashtirilgan boshqarish tizimining asosiy tarkibiy qismlarini sanab o‘tamiz.

1. Boshqarishning texnik vositalari. Bular avvalambor boshqaruvchi hisoblash mashinalari (BHM), keyin boshqaruv obyekti bilan aloqa qilish

(bog'lanish) qurilmasidir, bu qurilma texnologik jarayon haqidagi axborotni qabul qilishni va boshqaruvchi ta'sirlarning yoki axborot signallarining shakllanishini ta'minlaydi.

Mashinaga xizmat ko'rsatuvchi xodimlar tomonidan axborot kiritiladigan turli qurilmalar (masalan, teletayp, perfolentalardan, perfokartalardan kiritish, boshqarish organlari bo'lgan pulklar va hokazo) va axborotni avtomatik qayd etish qurilmalari (bosuvchi qurilmalar, turli xil qayd etuvchilar, indikatorli panellar va hokazo). Keyingi paytlarda hisoblash texnikasining agregat vositalari rivojlanishi bilan BHM tushunchasi ko'pincha „boshqaruvchi hisoblash kompleksi“ (BHK) tushunchasi bilan almashtirilmogda. Bu tizimning markaziy yadrosi endi agregat blanklardan komplektlash bilan bog'liq bo'lib, ularni protsessorga (operatsion qurilma va markaziy boshqaruv bloki) va operativ xotirlash bloklari (OXB) ga bo'lish qabul qilingan.

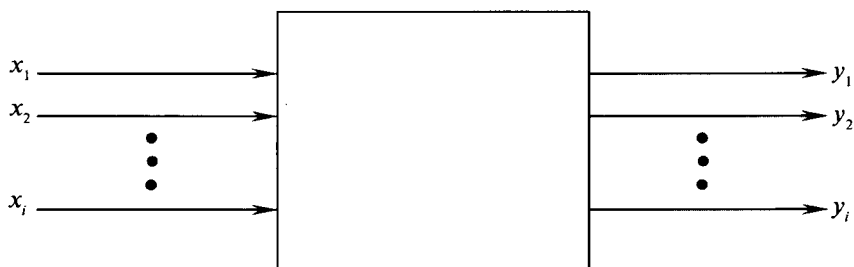
2. Matematik boshqarish vositalari. Tizimning matematik (MT) yoki dasturli (DT) ta'minotini tashqi va ichki MT ga bo'lish qabul qilingan.

Tashqi MT — bu boshqariluvchi obyektga turli holatlarda boshqarish tartibini belgilovchi dasturlar to'plamidir. Boshqacha qilib aytganda, tashqi MT tizimning vazifalarini belgilab beradi, ya'ni uning boshqarish jarayonida qila oladigan ishlarini va bunda uning obyektga nisbatan faoliyat ko'rsatishi qanday ekanini belgilaydi.

Ichki MT — bu tizim texnik vositalarining ajralmas qismi bo'lib, u buyurtmachiga tayyorlovchi — zavod tomonidan shu vositalar bilan birgalikda yetkazib beriladi. Unga tizimning turli qismlarining bir-biri bilan o'zaro ta'sirlanishini tashkil etish uchun mo'ljallangan dasturlar to'plami kiradi. Bu hol, uning boshqarish algoritmini kiritish va qayta ishlashni, bu algoritmnini BHM da amalga oshirishni va tizimdan ishchi dasturlarni bajarish natijalarini chiqarishni ta'minlashni anglatadi. Bundan tashqari, ichki MT tarkibiga, odatda, nazorat dasturi va texnik vositalar diagnostikasi dasturi, shuningdek, masalan, tizimni obyektga sozlash uchun mo'ljallangan ba'zi yordamchi dasturlar kiradi.

3. Xizmat ko'rsatuvchi xodimlar. Yuqorida aytib o'tilganidek avtomatlashtirilgan tizim tushunchasi avtomatik tizimdan farqli o'laroq, boshqarish jarayonida BHM bilan birgalikda odam ham ishtirok etib, o'z tajribasi va bilimi asosida uning ishini tahlil qilib va tuzatib, tizimning ishiga ma'lum darajada (ba'zan hal qiluvchi tarzda) ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun, odam avtomatlashtirilgan tizimning texnik va matematik vositalari bilan birga uning bir qismi ekani tabiiydir.

4. Mahalliy avtomatik qurilmalar. Ular texnologik jarayonning ayrim qismlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirishga mo'ljallangan. Ularga turli xil vazifani bajaruvchi individual rostlagichlar, qurilmani shikastlanishdan himoya qiluvchi mahalliy qurilmalar, yuqoridan berilgan buyruq bo'yicha ishlovchi avtomatik ishga tushirish qurilmalari kirishi mumkin.



17.1- rasm. Tashqi baholashda boshqarish tizimi.

Shunday qilib, tizim tarkibida tizim buyurtmachisi ifodalashi kerak bo'lgan yagona maqsadga bo'ysundirilgan, yetarlicha murakkab va o'zaro uzviy bog'langan boshqaruvchi bo'g'inlar majmuasini qarab chiqish zarur. U murakkabligiga qaramay, dastavval boshqarish tizimini butunicha tasavvur qilish, uning vazifalarini tushunishi va bu vazifalar amalda qanday bajarilishini tasavvur qilishi zarur.

Tizimni biror yaxlit va bo'linmas narsa tarzidagi qora quti ko'rinishida qarab chiqish qulaydir. 17.1-rasmda tizim qora quti ko'rinishida ifodalangan, u yerda $x = x_1, x_2, \dots, x_n$ — kirishlar to'plami, $y = y_1, y_2, \dots, y_n$ — chiqishlar to'plami.

Tizimni qora quti tarzida qarab chiqish — bu uning haqida tashqi tavsiflari bo'yicha va dastavval uning chiqishlarining kirishlariga bog'liq bo'lishi bo'yicha fikr yuritish demakdir. Bunda ichki tuzilish hisobga olinmaydi. Boshqacha aytganda, tizim qanday bajarayotganidan qat'i nazar nima bajarayotgani muhimdir.

Boshqarish tizimini bunday tashqi baholashda quyidagi asosiy parametrlarni ajratib ko'rsatish mumkin:

1. Kirishlar va chiqishlar soni — bu son birinchi yaqinlashishida tizimning murakkabligi haqida fikr yuritishga imkon beradi.

2. Axborotning qiymatiy tavsiflari — bu tizimning kirishlariga qanday axborot kirishining va chiqishlarida qanday signallar shakllanishining qiymatidir. Bu tizimning vazifalarini miqdoriy baholashga, ulardan eng muhimlarini ajratishga (masalan, avariya signali), birinchi navbatda aynan nimani avtomatlashtirish talab qilinishi va hokazolarni tushunishga imkon beradi.

3. Tizimning tez ishlashi — bu kirish signallariga chiqishlarning aks ta'siri tezligidir. Bu ko'rsatkichning qiymati tizimning boshqarish jarayoniga kiritayotgan kechikishlar haqida fikr yuritishga imkon beradi.

4. Tizim chiqishlarining buzilish ehtimoli bu, pirovardida, uning ishonchliligi ko'rsatkichidir.

Shunday qilib, tizimning kirish va chiqishlarini, shuningdek, ularning funksional bog'lanishlarini tekshirish tizim to'g'risida yaxlit, uning vazifalari to'g'risida va turli xil tavsiflar to'g'risida dastlabki tushuncha beradi.

Boshqarish tizimi, xizmat ko'rsatuvchi xodimlar va obyektning o'zaro ishlashi natijasida vujudga keladigan boshqarish konturida ikkita asosiy jarayon kechadi: texnologik jarayon (u boshqarish obyekti hamdir) va bu obyektning boshqarish jarayoni. Boshqarish shundan iboratki, obyektga boshqaruvchi ta'sirlar uzatilib, ularning maqsadi texnologik jarayonning asosiy tavsiflarini berilgan chegaralarda ushlab turish, shuningdek, uning ayrim bosqichlarini ishga tushirish va to'xtatish. Boshqarish tizimi boshqaruvchi signallarni faqat kerakli joyga uzatilishinigina emas, balki kerakli vaqtda uzatilishini ta'minlashi zarur, u boshqariluvchi jarayonning o'tish tezligi bilan belgilanadi. Bu talab odatda bunday ifodalanadi: tizim ishlab chiqarish bilan yagona tempda ishlashi kerak yoki boshqacha qilib aytganda real vaqt masshtabida ishlashi kerak.

Zamonaviy EHM larning tez ishlashini hisobga olib, bunda, yagona muammo boshqaruvchi signallar juda tez ishlab chiqariladi va ularni kerakli vaqtgacha tutib turish kerak bo'ladi, deb o'ylash mumkin. Haqiqatda esa bu oson ish emas. Tizim ishini vaqt bo'yicha tashkil etish muammosi ba'zan juda jiddiy bo'ladi. Buning ikkita sababi bor:

— birinchi sabab, boshqaruvchi signallarni ishlab chiqish jarayonlari juda murakkab bo'lishi mumkin (foydalanilayotgan boshqarish usulining murakkabligidan yoki dastur muvaffaqiyatsiz tuzilganidan), ya'ni juda ko'p amalli bo'lib, ularni bajarish vaqti tizim reaksiyasining maksimal yo'l qo'yilgan vaqti bilan o'lchovdosh (bir xil) yoki hatto undan ortiq bo'ladi (bunday murakkab ishga misol tariqasida ob-havo ma'lumoti xizmat qilishi mumkin: hozir bor bo'lgan ertangi kun ob-havo ma'lumotining aniqligini orttirish uchun sutkadan ko'ra mashina vaqti ko'proq kerak bo'ladi, binobarin, ma'lumot kerak bo'lmay qoladi: bunday holda murakkab ishlarni boshqarish sifatidan voz kechib, soddalashtirish kerak bo'ladi);

— ikkinchi sabab, ayni bir tizim ayni bir vaqtda ko'p iste'molchilarga xizmat ko'rsatishi kerak (xususan, xizmat ko'rsatuvchi xodimlar, obyektning ayrim qismlari, boshqaruv amalining yuqori sathlari) va boshqaruvchi signallarni ishlab chiqish hamda chiqarib berish, kelayotgan axborotni qayd qilish, buxgalteriya va iqtisodiy masalalar va hokazo juda ko'p masalalarni hal qilishi kerak; bu yerda vujudga keladigan vaqt muammosi vaqtning ajratish rejimi yordamida hal qilinadi.

Vaqt ajratish rejimi dasturchining yordamisiz unga maxsus qurilmalar (terminallar), masalan, pult yoki bosuvchi mashina yordamida ulangan har bir kishiga yagona mashinadan foydalanishga imkon beradi. U boshqarish jarayonida ishchi dasturlarini bajarish tartibini o'zgartirishga va turli foydalanuvchilarga mashinaga bir-biriga xalaqit bermagan holda amalda bir vaqtda ishlashga imkon beradi.

Tizimning jamoa bo'lib foydalaniladigan rejimida ishlashida EHM ning samaradorligi keskin ortadi, chunki u yanada to'la yuklanadi va uning resurslaridan yaxshiroq foydalaniladi.

Mashina vaqtining foydalanuvchilar o'rtasida bo'linishi ikki yoqlama amalga oshirilishi mumkin:

— apparat yordamida, bunda, turli foydalanuvchilar uchun o'zining, faqat ular uchun mo'ljallangan qurilmalar, ya'ni operativ xotira yoki protsessor kabi qurilmalar beriladi;

— programma yordamida, bunda ayni qurilmalar barcha foydalanuvchilarga belgilangan ketma-ketlikka mos holda beriladi. Bu holda foydalanuvchilarning talablari bo'yicha masalani tez hal qilish hisobiga ularda BHM dan bir vaqtda ishlash mumkinligi tushunchasi paydo bo'ladi, aslida esa bunda foydalanuvchilarning EHM bilan bog'lanish qurilmasi mashinaning o'zidan ancha sekinroq ishlagani uchun bir vaqtlilik bo'lmaydi.

TJABT da vaqtning dasturli bo'linishi keng tarqalgan. Bunda *tizim uzilishlar bilan ishlaydi* deyiladi, ya'ni bir dastur boshqasini uzishi mumkin. Bunda, qaysi masala boshqasidan muhimligini va mazkur texnologik jarayonning turli xususiy boshqarish algoritmlari qanday afzallikka egaligini aniqlash zarur.

Shunday qilib, TJABT doirasida vaqtning bo'linishi mumkin bo'lishi uchun boshqaruvchi mashinada joriy dasturning uzilishi ko'zda tutilishi kerak.

Joriy dastur deb, tizimda boshqa dasturga talab tug'ilgan paytda bajariladigan dasturga aytiladi.

Agar BHM ning bir ishdan boshqasiga o'tishi oldindan rejalashtirilgan bo'lsa, bu holda uzilish faqat dasturchi oldindan ko'zda tutgan joydagina yuz beradi. Lekin hamma narsani ham oldindan nazarda tutib bo'lavermaydi. Va bundan tashqari, uzilishni amalga oshirish va boshqa qism dasturga zudlik bilan o'tishni amalga oshirish zarur bo'ladi, bunda, joriy dasturda boshqa dasturga shartli o'tish buyrug'i uchrashini kutib o'tirilmaydi.

Zamonaviy boshqarish tizimlarida uzilish quyidagicha bajariladi. BHM ga nisbatan hap bir tashqi qurilma, shu jumladan, boshqarish obykti ham zarur bo'lganda o'zining mashina bilan ishlashning bu hol uchun maxsus dastur bo'yicha ishlash ehtiyoji haqida ma'lum qilib, bog'lanishni (aloqani) tanlash signalini ifodalashi mumkin. Bunday dastur, tabiiyki, mashina xotirasida saqlanishi kerak. Talab kelganda mashina o'z ishini vaqtincha uzadi, bu uzilish sodir bo'lgan joriy dastur o'rnini xotirlaydi va chaqirilgan dasturni bajarishga o'tadi. Bu dasturni bajargandan so'ng va boshqa talab bo'lmasa, mashina uzilgan joriy dasturga qaytadi. Uzilishga bir vaqtda keladigan bir nechta talab bo'lganda ular xizmat ko'rsatish uchun navbatga tizilishadi. Uzilishlar tizimi shunday tarzda tashkil etiladiki, bunda, turli xil talablar uchun turlicha afzallik belgilanadi va juda past afzalikka ega bo'lgan talab yuqoriroq afzallikdagi talab bilan uzilishi mumkin, ya'ni uzilishlar ichida uzilishlar bo'lishi mumkin.

Uzilishga bo'lgan talabni ikki guruhga ajratish mumkin: ma'lum vaqt oraliq'idan kech qolmagan holda ishlov berilishi kerak bo'lgan talablar (aks holda axborot yo'qotiladi yoki biror narsani o'zgartirib bo'lmaydi) hamda o'z navbatini istagancha vaqt kutishi mumkin bo'lgan talablar. Talablarning birinchisiga misol tariqasida boshqarish obyektidan kelayotgan nosozlik signallari xizmat qiladi, ularga muvofiq, masalan, avariya yo'qoymaslik uchun tezkor ishlar qilish lozim. Real obyektlar uchun bunday signallarga ishlov berishga ajratiladigan vaqt ba'zan millisekundlar bilan o'lchanadi. Ikkinchi guruh signallariga misol tariqasida qayd qilish qurilmasidan kelayotgan signal xizmat qilishi mumkin, bu signal qurilmaning navbatdagi simvolni bosishga qabul qilish uchun tayyor ekanligi haqida xabar qiladi.

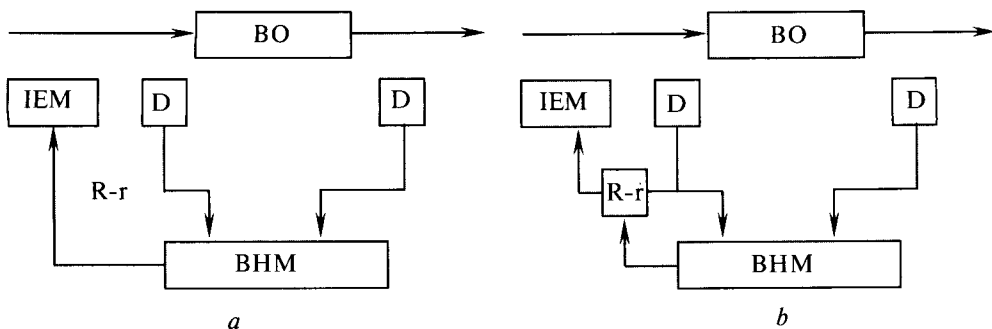
Zamonaviy TJABT larda, odatda, uzilishning yana bir turi — taymer bo'yicha uzilish ko'zda tutiladi. Taymer bu qurilma yoki dastur bo'lib, uning chiqishda berilgan vaqt oraliqlarida, ko'pincha, elektr impulsi ko'rinishidagi signal (o'ziga xos metronom) shakllanadi.

Taymer bo'yicha uzilish tizimda vaqtni ajratish ishini biror xil tashqi yoki ichki sabablarga bog'liq bo'lmagan holda tashkil etishga imkon beradi. Bu holda yangi dasturga keyinchalik joriy dasturga qaytib o'tish taymer shakllantiradigan berilgan vaqt oraliqlari orqali davriy amalga oshiriladi. Bunday uzilishga misol nazorat dasturiga o'tish xizmat qilib, uning yordamida tizimning asosiy qurilmalarining sozligi tekshiriladi.

Vaqtni ajratish (bo'lish) bilan ishlovchi tizimda maxsus dastur bo'lishi kerak, u uzilishga bo'ladigan talablarni shakllantirish uchun mo'ljallangan bo'lib, u navbat tartibini va turli foydalanuvchilar dasturlarining bir-biriga o'zaro ta'sirini yo'qotishini kuzatadi.

Boshqarish tizimini yaratishning boshlang'ich bosqichida ko'p jihatdan bo'lajak tizimning qiyofasini belgilovchi qarorlar qabul qilinadi. Asosiy masalalardan biri boshqarish tizimiga yuklanadigan vazifalarni aniqlashdan iboratdir. Bu masalani hal qilish texnologik jarayonni va boshqarish vazifalarini tahlil qilishga asoslanadi. Natijada quyidagilar aniqlanishi kerak:

- jarayonni optimallashtirish imkoniyatlari va samaradorlik mezonini;
 - inson boshqarish vazifalarini bajara olmagan hollarda bevosita avtomatlashtirilishi kerak bo'lgan texnologik jarayon qismlari (masalan, boshqarish tezligi bo'yicha qattiq talablar bo'lgani uchun);
 - faqat xizmat ko'rsatuvchi xodimlar yordamida avtomatik qurilmalar ishtirokisiz boshqarish mumkin bo'lgan texnologik jarayonlar qismlari;
 - boshqarilishi insonga yuklanishi mumkin bo'lgan texnologik jarayon qismlari, lekin bunda ular u yoki bu hollarda optimal amalga oshirilmaydi.
- Hamma masalalar uchun va dastavval odam ishtirokida hal qilinadigan masalalar uchun tizimning axborot vazifalarini aniqlash zarur, ya'ni qaror qabul qilish uchun kerak bo'ladigan yoki xizmat ko'rsatuvchi xodimlarga ma'lumot uchun beriladigan axborotni berishning umumiy hajmi va shakli.



17.2- rasm. Avtomatlashtirilgan boshqarishni markazlashtirishning turli darajalariga misol.

Tizimning vazifalarini aniqlash uchun birinchi yaqinlashishda avtomatlashtirilgan boshqarishni markazlashtirish darajasini ham aniqlash zarur, ya'ni hamma vazifani BHMga va xizmat ko'rsatuvchi xodimlarga yuklash (17.2- rasm, *a*), yoki mustaqil ishlay oladigan yoxud BHM dan boshqarilishi mumkin bo'lgan (17.2-rasm, *b*) mahalliy avtomatik qurilmalarga qoldirish ham zarur.

Tizimning vazifalari belgilangandan so'ng bu vazifalarning qaysi biri texnologik jarayon uchun muhim va javobgarli ekanini aniqlash lozim. Tizimning hamma vazifalarini ularning muhimligi va tizim bajarishi zarurligi darajasi bo'yicha ko'rib chiqish zarur, ya'ni ular orqasidan texnologik jarayonni tahlil qilish asosida va boshqarishning umumiy maqsadli vazifasiga ega bo'lib, biror afzalligini aniqlash zarur.

Keyin ba'zi qiymati bo'yicha baholar olish kerak:

— har bir boshqaruvchi va axborot vazifasi uchun talab qilingan amalga oshirish tezligi;

— boshqarishning hamma vazifalarini va har birini ayrim tizim tomonidan avtomatik amalga oshirib bo'lmalik maksimal vaqti;

— u yoki bu vazifani bajarish ishonchligi bo'yicha tizimga qo'yiladigan taxminiy talablar.

Boshqarish obyekti xususiyatlariga bog'liq bo'lmagan holda TBJAT ga odatda quyidagi vazifalar yuklanadi:

1) turli jarayonlarni ma'lum berilgan rejimda stabillash (rostlash);
2) obyekt mexanizmlarini texnologik jarayonning joriy holatiga bog'liq holda turli dasturlar bo'yicha boshqarish;

3) avariya qarshi tadbirlarni, shuningdek, boshqarish obyektini shikastlanishdan himoya qilishni tashkil etish;

4) ishlab chiqarish jarayonini berilgan samaradorlik mezoni bo'yicha optimallashtirish;

5) turli xil signallash, qayd qilish va shu kabilarni ko'zda tutuvchi axborot vazifalari;

6) boshqarishning yuqori darajali nerarxialari bilan operativ aloqa. Bu vazifalarning hammasi odatda axborot tarzidagi va boshqaruvchi guruhlariga bo'linadi.

Boshqarish obyektining holati haqida avariya va ogohlantirish signali berish.

Tizimning bu vazifasi doirasidagi ish shunday tashkil etiladiki, bunda boshqarilayotgan jarayonning u yoki bu parametrlari me'yordan chetlashishi yoki obyektning biror mexanizmining ishdan chiqishi tizimning kirish qurilmalarida qayd qilinadi. Bu qurilmalar uzilishiga bo'lgan talabni shakllantiradi va kelayotgan signalga mashina maxsus dastur bo'yicha ishlov beradi. Bu dasturning ishlashi natijasida yorug'lik yoki tovush signali (yoki ikkalasi bir vaqtda) ulanadi. Obyektda avariya yoki avariyaoldi holati bo'lishiga qarab signalning xarakteri o'zgarishi mumkin. Masalan, avariya vaqtida qizil lampa yonadi va tovush signali ulanadi, ogohlantiruvchi signal sifatida ko'k rangli chiroq yonadi va qo'ng'iroq chalinadi.

Nazorat qilinadigan parametrlar va qurilmalar son ko'p bo'lgan obyekt uchun dastlab signallash dasturi u yoki bu bo'g'inning nosozligi haqida umumlashtirilgan signal berishi mumkin (bu avtomatik signal, keyin zarur bo'lganda xizmatchi xodimlar umumlashgan signalning shifrini ochib, yanada mufassal axborotni chaqiradi).

Signal berish vazifasi mashinadan yetarlicha tez aks ta'sir ko'rsatishni talab qiladi va xizmatchi xodimlarga aniq axborot berishning shakl hamda usullari zarurligini taqozo etadi. Bu shakllar ko'pincha boshqarish objekti xususiyatiga va texnologik jarayonga bog'liq.

Boshqarish objekti to'g'risidagi axborotni qayd etish.

Bu vazifa boshqarish tizimi tarkibida turli xil qayd qiluvchi qurilmalar va asboblarning borligini oldindan belgilab qo'yadi (masalan, raqam bosish qurilmasi, ikkilamchi o'ziyozar asboblarning va hokazo), asboblarda boshqarish obyektining holati va ish rejimlari haqidagi, shuningdek, texnologik jarayonning borishi haqidagi ma'lumot qayd qilinadi.

Ma'lumotlar turli xil shaklda qayd qilinishi mumkin: kodlangan shaklda yoki odatdagi matnda, jadvallar, blankalar va hokazolar shaklida. Bu hujjatlar bundan keyin qancha boshqa axborot tashuvchilarda (magnit tasmalari, diskleri vaqt saqlanishi va foydalanishiga bog'liq holda qog'ozda yoki perfotasmalarda) qayd qilingan holda bo'lishi mumkin. Qayd qilishning bir nechta turi farq qilinadi.

Davriy qayd qilish. Bu holda tizim berilgan materiallar orqali obyekt datchiklarini so'rab chiqadi va parametrlarning yo mutlaq qiymatlarini, yoki ularning me'yordan chetlanishlari qiymatlarini qayd qiladi. Bunday qayd etishda axborotni yig'ish, unga ishlov berish va chiqarishni ta'minlovchi dastur ishga tashqi ta'sirlarsiz kiritiladi, ya'ni taymer bo'yicha uzilishi amalga oshiriladi, shundan so'ng hamma axborot qayd qilinishini

kutmasdan, joriy axborotga qaytish yuz beradi. Axborotning ma'lum qiymati (porsiyasi) qayd qilingandan so'ng qayd qiluvchi qurilmaning talabi bilan navbatdagi simvol (yoki simvollar guruhi) bosishga beriladi. Ishlashdagi bunday uzlukli rejim mashina vaqtini tejashga intilish bilan taqozo qilinadi, chunki qayd qiluvchilar EHM ga nisbatan ancha sekinlik bilan ishlaydi va qayd qilishning oxirini kutish uni noo'rin to'xtab turishga majbur qiladi.

Chaqiriqqa ko'ra qayd etish. U yoki bu ma'lumotlarni qayd qilish uchun chaqirib, operator uzilishga talabni shakllantiradi, shundan so'ng zarur axborot davriy qayd etishdagiga o'xshash maxsus dastur bo'yicha to'planadi, shakl almashtiriladi va chiqariladi.

Boshqarish obyektining holati haqida avtomatik qayd etish. Bunda, tizimning ishi xuddi nosozliklarni signallashdagidek tashkil etiladi. Farq faqat shundaki, dastur ishining natijasi qayd qiluvchini (registratorni) ishga kiritishdan iborat bo'ladi, unda odatda nosozliklarning nomi yoki me'yoridan chetlashgan parametrning nomi bunday holat yuz bergan vaqt qayd etiladi. Nosozliklarning turli guruhlari (masalan, avariya va ogohlantiruvchi) turlicha qayd qilinishi mumkin, ya'ni maxsus belgi (masalan, simvollarining turli xil rangi) bilan qayd qilinishi mumkin.

TBJAT doirasida qayd etish masalalarini bajarish operativ harakatlarni talab etmaydi va shuning uchun, mashinaga xizmat ko'rsatuvchi xodimlardan yoki qayd etuvchilardan qayd etish uchun kelayotgan buyurtmalar katta afzallikka ega bo'lmaydi va bu masalalar odatda shoshilinch bo'lmaganda bajariladiganlar qatoriga kiritiladi.

Hamma axborot masalalarining xarakteri odamning bevosita ishtirok etishini oldindan belgilab berib, u axborot oladi, uni tahlil qiladi va shu tahlil asosida texnologik jarayonga ta'sir ko'rsatadi.

17.2-§. TEXNOLOGIK JARAYONLARNI BOSHQARISH MASALALARI RO'YXATI VA TARKIBI

Avtomatik boshqarishni amalda bajarishda buyurtmachi bir qator xususiyatlarni hisobga olishi zarur.

1. Avtomatlashtirish vositalariga murakkab va qimmatbaho jihozlarni boshqarishni to'la ishonib topshirish uchun ularning ishonchligi har doim ham yetarli darajada yuqori emas.

2. Boshqariluvchi jarayonlarda tasodifiy tashkil etuvchilarning mavjudligini hisobga olish zarur.

3. Boshqarish objekti to'g'risida har doim ham yetarlicha to'liq ma'lumot bo'lmaydi.

Sanab o'tilgan omillarga bog'liq ravishda va boshqarish tizimi tarkibida BHM va operatoridan tashqari turli xil mahalliy avtomatlashtirish qurilmalari bo'lishi mumkinligini hisobga olib, boshqarish masalalari vazifalarni

ko'rsatib o'tilgan uchta bo'g'in orasida asta-sekin qayta taqsimlash bilan bir necha bosqichda amalga oshiriladi.

Birinchi bosqich:

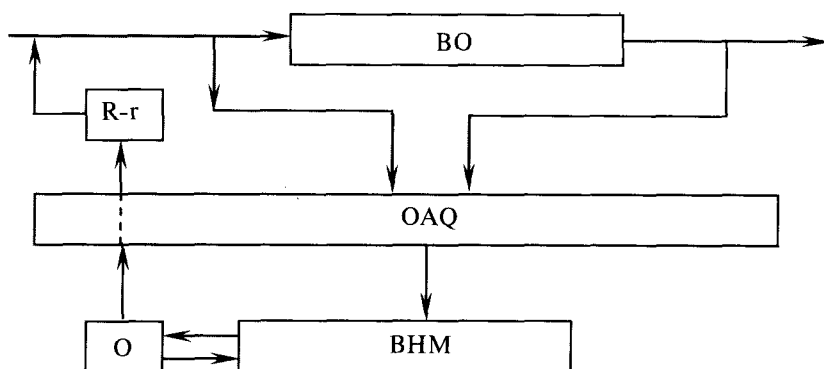
1. Avtomatlashtirishning va himoya qilishning mahalliy qurilmalari saqlanadi.

2. BHM ga maslahatchilik vazifalari yuklanadi, ular xizmat ko'rsatuvchi xodimlar uchun tavsiyalar ko'rinishida shakllantiriladi.

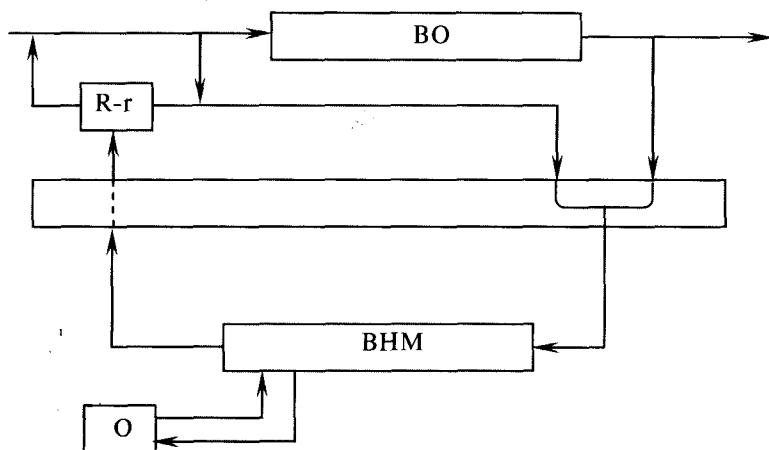
3. Obyekt mexanizmlarini boshqarish odam-operator shakllantirayotgan buyruq (buyruqlar) bo'yicha amalga oshiriladi.

4. Tez ishlovchi boshqaruvchi ta'sirlarni bajarish (odam yo'l qo'yib bo'lmaydigan kechikish kiritganda) mahalliy avtomatlashtirish qurilmalari zimmasiga yuklanadi.

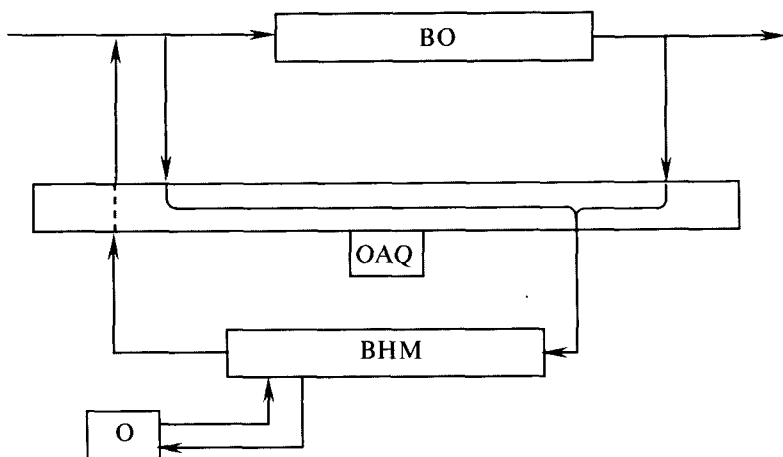
Birinchi bosqichning yaqqol ifodasi TBJAT blok-sxemasidir (17.3-rasm), bunda, BO — boshqarish obyekti, OAQ — obyekt bilan aloqa



17.3-rasm. Boshqarish masalalarini amalga oshirishning birinchi bosqichi.



17.4-rasm. Boshqarish masalalarini amalga oshirishning ikkinchi bosqichi.



17.5-rasm. Boshqarish masalalarini amalga oshirishning uchinchi bosqichi.

qurilmasi, BHM — boshqaruvchi hisoblash mashinasi, *O* — odam operator, *R-r* — mahalliy avtomatlashtirish va himoya qilish qurilmalari.

Ikkinchi bosqich (17.4-rasm):

1) avtomatlashtirish va himoya qilishning mahalliy qurilmalari saqlanadi;

2) boshqaruvchi hisoblash mashinasi (BHM) obyektни odam ishtirokisiz boshqaradi, bunda u mahalliy avtomatlashtirish qurilmalari datchiklariga ta'sir ko'rsatadi;

3) operator tizim ishini nazorat qiladi, u istagan vaqtda boshqaruvni o'z qo'liga olib, uning ishiga aralashish imkoniga ega.

Uchinchi bosqich (17.5-rasm). Mahalliy avtomatlashtirish va himoya qilish qurilmalarining vazifalari BHM ga beriladi, odamning vazifasi esa ikkinchi bosqichdagidek qolaveradi.

Endi texnologik jarayonlarni boshqarishning asosiy vazifalarini qarab chiqamiz.

Texnologik jarayonni berilgan rejimda rostdlash.

Bu masalani hal etish keyinchalik mahalliy rostlovchi qurilmalarda ishlab chiqish sharti bilan „ustavka“larni hisoblashga keltiriladi, ular bu holda boshqarish tizimining ijro etuvchi mexanizmlari bo'ladi. Hisoblash uchun dastlabki ma'lumotlar turli xil grafiklar, jadvallar va boshqa ma'lumotlar bo'lib, ularning bir qismi mashinaning xotirasiga oldindan kiritiladi, yana bir qismi esa tizimga rostdlash jarayonining kechishida tezkorlik bilan keladi.

Bu masalaning o'ziga xos xususiyatlari, birinchidan, BHM ga xos bo'lgan raqamli rostdlashning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olishning zarurligidir; ikkinchidan, tizim tarkibiga uzluksiz kattaliklarni diskret

kattaliklarga sxemali va dasturli almashtirish zarurligi va aksincha (chunki tizim kirishga odatda analogli signal keladi va BHMda ishlov berilgandan so'ng tizimning chiqishda ham signal analogli bo'lishi kerak) va uchinchidan, o'lchashlar va almashtirishlarning aniqligiga ancha jiddiy e'tibor berish zarurligi.

Rostlashning vazifasi, asosan, hisoblash vazifalaridir. Rostlash maqsadlari uchun tizim xotirasida saqlanadigan dastur asosan arifmetik amallarni o'z ichiga oladi.

Bu programmani ishga tushirish uchun talab, odatda, rostdash konturining teskari bog'lanish zanjirida parametrlarning haqiqiy va talab qilinayotgan qiymatlarining nomutanosibligi belgisi sifatida shakllanadi. Texnologik obyektlar uchun rostdash masalalarini hal qilish odatda tez ta'sir ko'rsatishning qat'iy talablari bilan bog'liq. Bu narsa tegishli dasturlarni bajarish uchun afzallik darajasini belgilashda o'z aksini topishi kerak.

Ijro mexanizmlarining dastur bilan boshqarilishi.

Odatda bunga o'xshash masalalarni hal qilish obyektini ishga tushirish, to'xtatish, ish rejimini o'zgartirish, texnologik jarayonning biror bosqichida obyektning turli mexanizmlarining harakat yo'nalishini o'zgartirish bilan bog'liq.

Bu ishlar asosan mantiqiy xarakterga ega shart-sharoitlarni, xususan: obyekt mexanizmlarining holati, u yoki bu parametrlarning ma'lum qiymatlari, o'lchash natijalari va hokazolarni taqqoslash yoki ularning borligini tekshirish bilan bog'liq.

Boshqarish masalalarini hal qilish uchun zarur tez harakatni (ta'sirni) aniqlashda ijro etuvchi mexanizmlarning vaqt doimiylarini ishga tushirish, to'xtatish va boshqalarning butun ish tartibi vaqini hisobga olish lozim. Bu turdagi boshqarish dasturini ishga tushirish BHMdan operator tomonidan yoki yuqori darajadagi buyruqlarga ko'ra amalga oshiriladi.

Berilgan mezon bo'yicha texnologik jarayonlarni optimallashtirish.

Optimallashtirish masalasining xarakteri texnologik jarayon (TJ) ning o'ziga xos xususiyati bilan belgilanadi. Hamma TJ lar uchun umumiy narsa faqat boshqarish mezoni bo'lishi mumkin.

Agar texnologik jarayon avval tanlangan biror mezonga muvofiq bajarilsa, u optimal hisoblanadi. Bunda turli xil cheklanishlarni hisobga olgan holda, texnologik qurilmaning eng foydali ish rejimi topiladi. Optimal boshqarish mezoni qiymatiy baholashga ega bo'lishi kerak. Eng universal mezon — eng katta iqtisodiy samara (foйда) mezoni hisoblanadi. Amalda, jarayon sur'ati bilan birga bunday mezonni baholashning har doim ham imkoni bo'lavermaydi. Shuning uchun, optimallashtirishning ko'pincha yirik emas, balki boshqaruvchi obyektning xususiyatini hisobga olgan holdagi xususiy mezonidan foydalaniladi. Optimallashtirishning xususiy mezonlariga misol tariqasida qurilmaning minimal bekor turib qolishini, ishlab

chiqarish chiqindilarini minimallashtirish, xomashyoni minimal sarflash (berilgan ish unumida), sifat ko'rsatkichlarining minimal dispersiyasi va hokazolarni keltirish mumkin.

Optimallashtirish masalarini hal qilish dasturi, odatda, murakkab bo'lib, katta hajmdagi hisoblashlar va mantiqiy amallar bajarishni, ya'ni ko'p qiymatdagi mashina vaqtini talab qiladi. Shuning uchun, bu dasturlar ishga onda-sonda, tashqi sharoitlarga mos bo'lgan tegishli tuzatishlarga texnologik jarayonni optimal rejalashtirish sifatida amalga oshiriladi, jarayon bilan bir xil sur'atda esa faqat joriy amalga oshiriladi.

Optimallashtirish masalasi uchun dastlabki ma'lumotlarni tizim xotirasiga oldindan kiritiladi, operativ ma'lumotlar esa obyekt datchiklari va xizmat ko'rsatuvchi xodimlardan keladi.

Avaryaga qarshi tadbirlarni tashkil etish.

Agar optimallashtirish masalalari uchun o'rtacha afzallik belgilansa, avaryaga qarshi himoya qilish masalalariga yuqori afzallik belgilanadi va tegishli dasturlarga birinchi talabga ko'ra hech qanday navbatsiz xizmat ko'rsatiladi.

Yuqori darajada ishonchlilik va avaryaga qarshi tadbirlarni tez bajarishni ta'minlash zarurligi — bularning hammasi boshqarish tizimiga bo'lgan talablarni yanada qattiqlashtiradi.

Avaryaga qarshi masalalarning butun kompleksini uchta asosiy guruhga ajratish mumkin:

- 1) avariya sodir bo'lganda, nima qilish zarurligining dastlabki hisob-kitobi masalalari;
- 2) avariya sodir bo'lganda, turli tadbirlarni ta'minlash (apparatlarni o'chirish, ish rejimini o'zgartirish va boshqa) masalalari;
- 3) avariya oqibatlarini bartaraf qilishni ta'minlash masalasi (istiqbolni belgilash masalasi).

Masalalarning (vazifalarning) birinchi guruhi joriy sharoitlarni hisobga olib, mumkin bo'ladigan avariya holatlarini oldindan bilib beradigan BHM ga yuklanadi.

Ikkinchi guruh masalalarini hal qilish ko'pincha mahalliy avtomatlashtirish qurilmalari zimmasiga yuklanadi.

Avariya oqibatlarini bartaraf qilish va normal rejimga o'tish yo BHM ga, yoki xizmat ko'rsatuvchi xodimlar zimmasiga yuklanadi.

Yuqori darajada boshqarish bilan operativ aloqa o'rnatish.

Operativ aloqa boshqaruv masalalarini hal qilish uchun ham, axborot masalalarini hal qilish uchun ham kerak. U ikki yo'l bilan amalga oshiriladi: „mashina-mashina“ aloqasi, yoki operativ xodimlar orqali aloqa.

Bu aloqani bajarish dasturi talab qilinayotgan axborotga bo'lgan talabni qabul qilish va tahlil qilish, bu axborotni izlash yoki yig'ish va zarur ishlov berish, shuningdek, uni ko'rsatilgan manzilga (adresga) uzatishni ta'minlaydi.

Juda takomillashgan ABT da ancha chuqur aloqa tashkil etiladi. Uni „xotira-xotira“ deyiladi.

Bu holda ishga u yoki bu dasturni kiritishga buyurtmani bajarishdan tashqari, tizimlar axborotlarni bir xotiradan ikkinchisiga yozib, ularni almashishlari mumkin.

17.3-§. BOSHQARUV TIZIMLARINING TEXNIK VOSITALARI

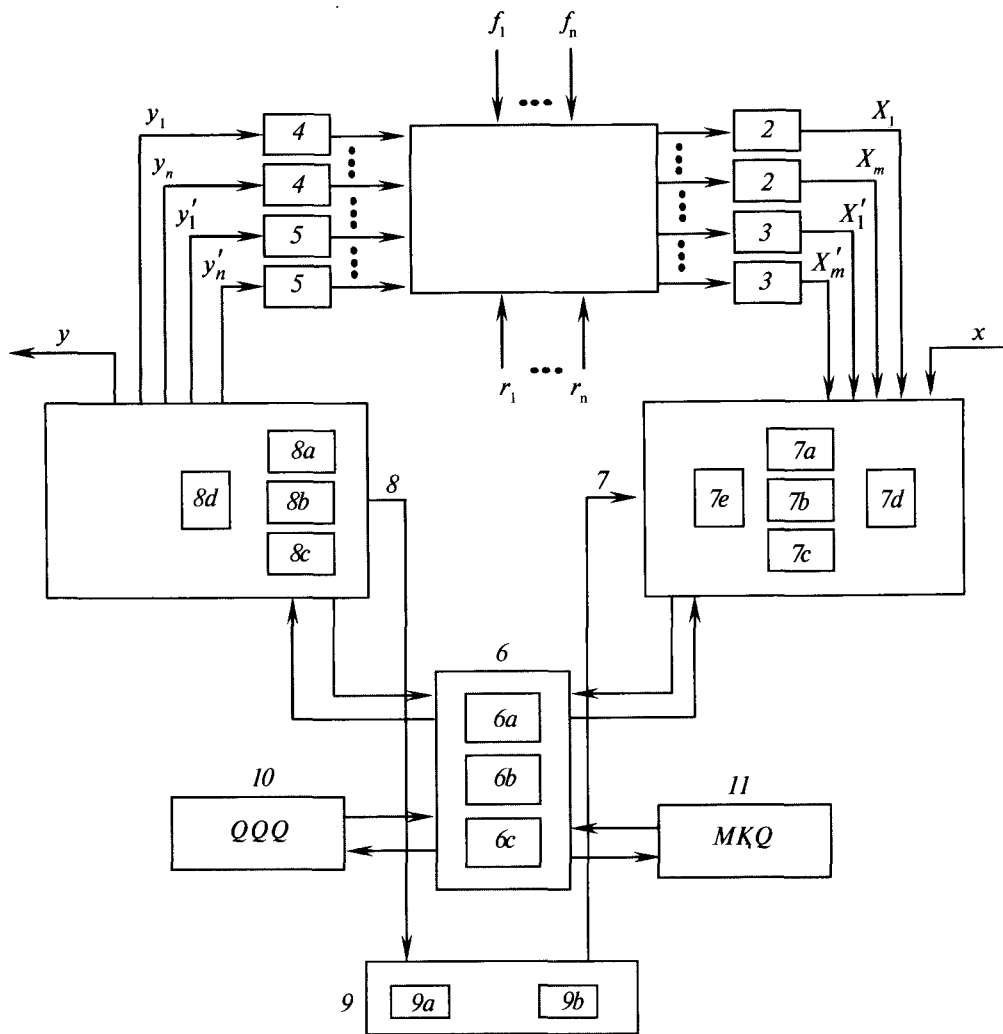
Boshqaruv tizimi tarkibiga odatda qanday texnik vositalar kirishini va ular o‘zaro hamda boshqariluvchi obyekt bilan qanday bog‘langanini qarab chiqamiz:

Zamonaviy ABT texnik vositalar majmuasi ma’nosida ham, ularning birgalikdagi ishini tashkil etish ma’nosida ham yagona bir butuni sifatida tashkil etilishi kerak.

Shu bilan birga istagan tizim struktura (tuzilish) jihatidan ayrim qismlarga bo‘linishi mumkin, bu yagonalik (bir butunlik) prinsipiga zid kelmaydi, chunki bu hamma qismlar boshqarishning yagona maqsadiga muvofiq ishlashi kerak.

Asosiy texnik vositalarning tarkibi 17.6- rasmda ko‘rsatilgan. Bu rasmda quyidagilar belgilangan.

- 1 — texnologik boshqarish obyekti (TBO);
- 2 — diskret o‘zgaruvchilar datchigi;
- 3 — analog o‘zgaruvchilar datchigi;
- 4 — diskret ijro etuvchi mexanizmlar;
- 5 — analog ijro etuvchi mexanizmlar;
- 6 — boshqaruvchi hisoblash mashinasi;
- 6a — protsessor;
- 6b — BHM xotirasi;
- 6c — BHM pulti;
- 7 — axborot to‘plash qurilmasi (ATQ);
- 7a — me‘yorlovchi o‘zgartkichlar;
- 7b — kommutatorlar;
- 7c — analog-raqamli o‘zgartkichlar (ARO‘) bloklari;
- 7d — axborotni boshqarishning yuqori darajalaridan qabul qilish apparaturasi;
- 7e — ATQ xotirasi;
- 8 — axborotni chiqarish qurilmasi (ACHQ);
- 8a — chiqish kuchaytirgichlari bloklari;
- 8b — diskret kattaliklarni uzluksiz kattaliklarga almashtiruvchi bloklar (raqamli-analogi o‘zgartkichlar — RAO‘).
- 8c — axborotni boshqarishning yuqori darajalariga uzatish apparaturasi;
- 8d — ACHQ xotirasi;



17.6- rasm. Asosiy texnik vositalarning tarkibi.

9 — operator pulti (OP);

9a — signallashtirish elementlari;

9b — qoʻlda boshqarish organlari;

10 — qayd qilish qurilmasi;

11. BHM ga maʼlumotlarni kiritish qurilmasi;

X — boshqarishning yuqori darajalaridan kiruvchi axborot va boshqarish signallari;

U — boshqarishning yuqori darajalarining chiqish axborot va boshqarish signallari.

Ishlab chiqarish jarayoni X va U o'zgaruvchilar bilan ifodalanadi. Chiqish o'zgaruvchilariga X_1, \dots, X_m o'zgaruvchilar kiradi, ularni ikkita qiymat bilan aniqlash mumkin: „ha“ yoki „yo'q“, „ulangan“ yoki „o'chirilgan“ va hokazo. Bu diskret signallar rostlanadigan tizimning boshqaruvchi signallariga bog'liq signallarga va rostlanmaydigan signallarga ajraladi. Bularning birinchisiga, masalan, mexanizmlar holati datchiklari kiradi, ikkinchisiga — xomashyoning holatini ifodalovchi datchiklar kiradi.

Obyektning chiqish parametrlari X'_1, \dots, X'_m — obyektning holatini ifodalovchi uzluksiz kattaliklar qiymati. Ular temperatura, tok, sarf, bosim va boshqalarning qiymatlari bo'lishi mumkin, ular diskret o'zgaruvchilar singari rostlanuvchi va rostlanmaydigan bo'ladi. Ko'pincha bu parametrlar bo'yicha obyektga rostlovchi ta'sirning qiymati va ishorasi aniqlanadi.

Obyektning kirish o'zgaruvchilari $Y_1 \dots Y_n$ — bu pirovardida obyektning diskret mexanizmlari holati bo'lib, bunga ular mashina yoki odamning buyrug'i ta'sirida o'tishadi.

$Y''_1 \dots Y''_n$ o'zgaruvchilar mazmunan turli xil rostlovchi ta'sirlar, optimallovchi topshiriqlar va boshqalarning analog kattaliklarini ifodalaydi. $R_1 \dots R_n$ kirish o'zgaruvchilar, ular rostlanmaydigan va o'lchanmaydigan kattaliklardir (masalan, vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchi jihozlarning tavsiflari, xomashyo tarkibi va hokazo). $R_1 \dots R_n$ kirish o'zgaruvchilari — bu xizmat qiluvchi xodimlar shakllantiradigan boshqaruvchi signallar.

Qurilmaning holatiga turli cheklanishlar yoki biror vaqtda ishlab chiqarishning konyuktor ehtiyojlari bilan belgilanuvchi biror „kiritishlar“ shunday signal bo'lishi mumkin. $R_1 \dots R_2$ kirishlardan ba'zilar boshqarish tizimi kirishlarini takrorlaydi, ya'ni tizim ishdan chiqadigan bo'lsa, bunda jarayonni optimal emas, balki me'yoriy boshqarish imkonini yo'qotmaslik uchun zaxira (zaxira) hisoblanadi. Tizim uchun hamma kirish signallarini qabul qilish va dastlabki ishlov berish vositasi axborotni to'plash qurilmasi (ATQ) dir (7-blok).

Kirish signallariga dastlabki ishlov berish quyidagiga keltiriladi:

1) analog kattaliklarni diskret kattaliklarga o'tkazishni (almashtirishni) zarur aniqlikda bajarish, chunki BHM faqat diskret (raqamli) kattaliklar bilan ish ko'radi;

2) tizimning kirishiga qanday axborot kirishiga bog'liq holda uzilish signallarini shakllantirish (ya'ni O'TQ da obyektga yuz berayotgan o'zgarishlar tahlil qilinadi, shuningdek, xizmat ko'rsatuvchi xodimlardan kelayotgan BHMning u yoki bu ishga oid talablari ham tahlil qilinadi);

3) kiruvchi axborotni xotirlash (bu tizimning qisqa muddatli kirishlarini qayd qilib qo'yish uchun zarur, chunki bu axborot mashinaga

darhol tushmay, balki belgilangan uzilish iyerarxiyasiga muvofiq navbat yetganda tushadi);

4) axborotni boshqarishning yuqori darajalaridan qabul qilish. Bunda, tavsiflari o'zlariga xos stabil bo'lmaganidan juda uzun kanallar bo'lishi mumkin. Shuning uchun, ko'pincha bu yerda telemexanik qurilmalardan foydalaniladi.

Boshqaruvchi ta'sirlarni va nazorat signallarini shakllantirish vositasi bo'lib axborotni chiqarish qurilmasi (ACHQ) xizmat qiladi (8-blok).

Unda quyidagilar amalga oshiriladi:

1) tizimning chiqish signallarini xotirada saqlab qolish, bu BHM chiqish axborotini chiqarib bergandan so'ng bu holda o'z buyruqlarini kutmasdan boshqa ishlarni bajarishga o'tishi mumkin bo'lishi uchun zarur;

2) raqamli parametrlarni uzluksizga aylantirib, ularni yoki „qurilmalar“ sifatida obyekt mexanizmlariga, yoki analog turidagi ko'rsatuvchi asboblarga uzatish uchun almashtirish;

3) ma'lumotlarni tegishli aloqa kanallari bo'yicha telemexanik uzatish;

4) obyektning real ijro etuvchi mexanizmlarini va signallash hamda qayd qilish organlarini boshqarish uchun zarur kuch.

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

Boshqarishning texnik vositalari; matematik boshqarish vositalari; matematik ta'minot; dasturiy ta'minot; axborotning qiymati bo'yicha tavsiflari; tizim chiqishlarining buzilish ehtimoli; davriy qayd qilish; chaqiriqqa ko'ra qayd etish.

Nazorat savollari

1. Avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarining asosiy tarkibiy qismlari nimalardan iborat?

2. Tashqi va ichki matematik ta'minot nima?

3. Mahalliy avtomatik qurilmalar deganda nimani tushunasiz?

4. TJABT larga qanday vazifalar yuklatilgan?

5. Boshqarish obyektining holati haqida qanday avariya va ogohlantiruvchi signallar mavjud?

6. Boshqarish objekti to'g'risidagi axborotni qayd etishning qanday turlari mavjud?

7. Vazifalarni qayta taqsimlash bo'yicha boshqarish masalalari necha bosqichda amalga oshiriladi?

8. Asosiy texnik vositalarning tarkibi nimalardan iborat?

XVIII bob. TEXNOLOGIK JARAYONLARNING AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARISH TIZIMLARIDA AXBOROTGA ISHLOV BERISH

18.1-§. O'LCHANAYOTGAN KATTALIKLARNING DASTLABKI O'ZGARTKICHLARI(DATCHIKLARI)NI SO'RASH CHASTOTASINI ANIQLASH

Hisoblash mashinasiga axborot faqat diskret shaklida kiritilishi mumkin bo'lib, bunda, har bir onda mashinaga o'lchanayotgan har bitta parametr bo'yicha faqat bitta qiymatni kiritish mumkin. Mashina o'nlab va hatto yuzlab datchiklar bilan bog'langani uchun aniq bir-ikki qo'shni datchikni ulash orasida pastdan mashinaning ishlab ketish tezligi bilan chegaralangan ma'lum vaqt o'tadi. Biroq, ko'pincha bunday ulanish takroriyligi juda ko'plik qiladi. Jarayonning inersionligi o'lchamlarni ancha kichikroq takroriylik bilan uni topish aniqligini yo'qotmagan holda amalga oshirishga imkon beradi. Shunday qilib, datchiklarni so'rash takroriyligi, bir tomondan, hisoblash texnikasining texnik imkoniyatlari bilan cheklangan bo'lsa, ikkinchi tomondan, har bir texnologik o'zgaruvchi o'lchanadigan aniqlik bilan cheklanadi.

Nazorat tizimi o'nlab va yuzlab datchiklardan o'lchov axborotini to'playdi va ishlov beradi. O'lchanayotgan har bir o'zgaruvchiga umumiy holda istagan paytda uni aniqlash aniqligiga, binobarin, uni so'rash davriga ham turli talablar qo'yiladi. Shu sababli datchiklarni protsessorga navbati bilan o'lchovchi kommutatorlarning ishlash davrini baholashda o'lchanayotgan kattaliklarning butun majmuasi tavsiflari hisobga olinishi kerak. Davriy ravishda so'rab turiladigan datchiklarni bir nechta guruhga bo'lish maqsadga muvofiq bo'lib, ularning har biriga mumkin bo'ladigan so'rash davrlari diapazonlari bir-biriga yaqin bo'lganlari kiradi. Bundan datchiklarning bir guruhi uchun so'rash davrining bitta qiymatini tanlash mumkin bo'lib, bu datchiklardan axborot to'plashni tashkil etishni ancha soddalashtiradi.

Kommutatorlarning izlanayotgan ish davrini baholash har bir muhim o'lchanuvchi kattalik uchun bosqichli ekstrapolyatsiyada hisob-kitob qilishni talab qiladi. Diskretlashning optimal qadamini yo'l qo'yish mumkin bo'lgan ma'lum o'rtacha kvadrat xato bo'yicha aniqlashga imkon beruvchi bir qator usullar mavjud. Ulardan ba'zilarini qarab chiqamiz.

18.2-§. UZLUKSIZ SIGNALNING KORRELATSIYA FUNKSIYASI BO'YICHA DATCHIKLARNING SO'RASH DAVRINI ANIQLASH

1. Yo'l qo'yilgan o'rtacha kvadrat xato berilgan.
2. Nazorat qilinayotgan o'zgaruvchining korrelatsion funksiyasini ke-yinchalik bayon qilinadigan uslub bo'yicha aniqlaymiz va uning grafigini yasaymiz.

3. Bosqichli approksimatsiyaning uchta usuli diskretlash xatosini baholash ifodasini usullar uchun quyidagi shaklga keltiramiz:

a) birinchi usul uchun:

$$K_x(h) = K_x(0) - \frac{\delta_{kyu}^2}{2};$$

b) ikkinchi usul uchun:

$$K_x(h) = K_x(0) - 2 \cdot \delta_{kush}^2;$$

c) uchinchi usul uchun:

$$K_x\left(\frac{h}{2}\right) = K_x(0) = \frac{\delta_{kush}^2}{2},$$

bu yerda: $K_x(h)$ — diskretlash qadami h ga teng vaqt oralig'idagi avtokorrelatsion funksiya; $K_x(0)$ — 0 nuqtadagi avtokorrelatsion funksiya.

4. $K_x(0)$ va δ_{kush}^2 ni bilgan holda keltirilgan tenglamalardan $K_x(h)$ yoki $K_x\left(\frac{h}{2}\right)$ ni topamiz.

5. Korrelatsiya funksiyasi grafigining ordinata o'qida $K_x(h)$ yoki $K_x\left(\frac{h}{2}\right)$ qiymatini qo'yamiz. Bu qiymatlarga mos nuqta orqali korrelatsiya funksiyasi egri chizig'i bilan kesishguncha gorizontaal chiziq o'tkazamiz. Kesishish nuqtasidan absissalar o'qiga perpendikular tushiramiz. Ordinatalar o'qi va perpendikular bilan chegaralangan absissa o'qidagi kesma birinchi va ikkinchi usullar diskretlash qadami hisoblanadi va uchinchi usul uchun diskretlash qadaming yarmi hisoblanadi.

Tasodifiy jarayonni amalga oshirish bo'yicha korrelatsion funksiyani aniqlash.

Bu maqsadda:

1. Ma'lumki, T davomiylikdagi $x(t)$ tasodifiy jarayonning amalga oshirilishini olamiz.

2. Diskretlik qadami h ni shunchalik kichik qilib olamizki, bunda, korrelatsion funksiyani hisoblash xatosi yo'l qo'yadigan darajada bo'lsin.

3. $x(t_i)$ hisoblashlarning $N = \frac{T}{h}$ ifodasini hosil qilamiz va ularni 18.1-jadvalga yozamiz.

4. Ushbu

$$K_x(m, h) = \frac{1}{N-m+1} \sum \{X(N_i) - M(x)\} \{X(t_{i+m}) - M(x)\}$$

ifoda bo'yicha korrelatsion ketma-ketlikni hisoblaymiz, u panjarali funksiya ko'rinishiga ega. Oraliq hisoblashlarni 18.1-jadvalning tegishli ustunlariga kiritamiz. Jadvalning pastki satriga $M(x)$ ning, $D(x)$ dispersiyaning hisob

qiymatlarini yoki korrelatsion funksiyaning $\tau = 0$ dagi qiymatlarini hamda diskret nuqtalardagi korrelatsion ketma-ketlikning vaqtincha siljish $\tau = (1, 2, \dots, m)h$ ga mos kelgan qiymatlarini kiritamiz.

5. Siljishning maksimal vaqti odatda shunday tanlanadiki, bunda, korrelatsion funksiyaning qiymati $K_x(t_{max} = 0,005K_x(0))$ bo'lsin. Bu vaqt korrelatsion funksiyaning pasayish vaqti deyiladi.

6. Topilgan hisob nuqtalari bo'yicha aproksimatsiyalovchi funksiyani tanlaymiz, u yetarlicha aniqlik bilan korrelatsiya funksiyasini aks ettirsin.

18.1- jadval

| N_0 T/r | P_0 | P_1 | P_2 | P_3 | P_4 | P_5 | P_6 | P_7 | P_8 | P_9 | P_{10} | P_{11} |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1 | 1 | -1 | 55 | -33 | 33 | -33 | 11 | -55 | 11 | -11 | 1 | -1 |
| 2 | 1 | -9 | 25 | 3 | -27 | 57 | -31 | 225 | -61 | 79 | -9 | 11 |
| 3 | 1 | -7 | 1 | 21 | -33 | 21 | 11 | -251 | 119 | -227 | 35 | -55 |
| 4 | 1 | -5 | -17 | 25 | -13 | -29 | 25 | -33 | -65 | 308 | -75 | -165 |
| 5 | 1 | -3 | -29 | 19 | 12 | -44 | 4 | 204 | -74 | -102 | 90 | -330 |
| 6 | 1 | -1 | -85 | 7 | 28 | -20 | -20 | 140 | 70 | -210 | -42 | 462 |
| 7 | 1 | -1 | -35 | -7 | 28 | 20 | -20 | -140 | 70 | 210 | -42 | -462 |
| 8 | 1 | 3 | -29 | -19 | 12 | 44 | 4 | -204 | -74 | 102 | 90 | 330 |
| 9 | 1 | 5 | -17 | -25 | -13 | 29 | 25 | 83 | -65 | -303 | -75 | -165 |
| 10 | 1 | 7 | 1 | -21 | -33 | -21 | 11 | 251 | 119 | 227 | 35 | 55 |
| 11 | 1 | 9 | 25 | -3 | -27 | -57 | -31 | 225 | -61 | -79 | -9 | -11 |
| 12 | 1 | 11 | 55 | 33 | 33 | 33 | 11 | 55 | 11 | 11 | 1 | 1 |
| | 1,2 | 572 | 12012 | 5148 | 8008 | 15912 | 4488 | 369512 | 655208 | 408408 | 33592 | 705432 |

Ko'pincha korrelatsion funksiyani silliqlash uchun quyidagi ifodalardan foydalaniladi:

$$K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha|\tau|} \quad (1)$$

Bu funksiya eng sodda, biroq u tasodifiy jarayonning differensiallanuvchanlik xossalari hisobga olmaydi va bundan tashqari, korrelatsion funksiyaning boshlang'ich qismini yomon aks ettiradi.

$$K_x(\tau) = K_x(0)\left(\frac{4}{3}e^{-\alpha|\tau|} - \frac{1}{3}e^{-4\alpha|\tau|}\right) \quad (2)$$

Mazkur funksiya umumiy texnologik jarayonlarning korrelatsion funksiyalarini yaxshi silliqlantiradi.

$$K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha^2\tau^2} \quad (3)$$

Keltirilgan funksiya differensiallanuvchi tasodifiy jarayonlarga mos keladi va tasodifiy jarayonning korrelatsion funksiyasi boshlang'ich qismini yaxshi aks ettiradi.

$$K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha|\tau|}(1 + \alpha|\tau|) \quad (4)$$

$$K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha|\tau|}\left(\cos\beta|\tau| + \frac{\alpha}{\beta}\sin\beta|\tau|\right) \quad (5)$$

$$K_x(\tau) = K_x(0)e^{-\alpha^2\tau^2}\cos\beta|\tau| \quad (6)$$

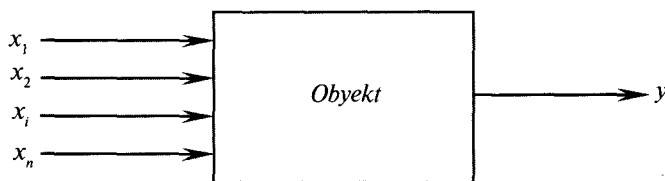
To'rtinchi, beshinchi va oltinchi funksiyalar tasodifiy differensiallanuvchi jarayonlarga mos keladi, ularning tarkibida garmonik tashkil etuvchilar mavjud.

Korrelatsiya funksiyasi noma'lum bo'lganda datchikni so'rash takroriylikini (chastotasini) taqribiy baholash.

$x(t)$ kattalikni aniqlashning o'rtacha kvadrat xatosi $\delta\Delta x_{\max}$ berilgan bo'lsin, u datchik xatosining tasodifiy tashkil etuvchisidan va bosqichli ekstraksiya xatosidan tashkil topgan. Bunday shartda qo'shni o'lchamlar orasidagi vaqt oralig'ini topish talab qilinib, bu vaqt oralig'ida kattalikni aniqlash xatosi berilgan qiymatdan ortmasligi kerak.

O'lchamlar orasidagi zarur oraliqni dastlabki hisoblash uchun shunday tajriba o'tkazish kerakki, bunda u qo'shni o'lchamlar orasidagi ixtiyoriy vaqt oralig'i kattaligini 30—50 karra o'lchashdan iborat bo'lsin. Tajribadan olingan natijalarni 18.2-jadvalga yozamiz va ular ustida amallar bajaramiz.

18.2-jadvalga quyidagi belgilashlar kiritilgan:



18.1-rasm. Tadqiq qilinayotgan obyektning sxemasi.

$$\Delta_i(i-6) = X_i^* - X_i^* - K,$$

$$X_i^* = X^*(ti); \quad X_{i-k} = X^*(t_i - \tau),$$

bu yerda: i, k — jadvalning mos satri va ustunining tartib raqami. 18.2-jadval bo'yicha kattalikning hb ga karrali vaqt oraliqlari ichida kvadratik chetlashishlarning taqribiy baholarini topamiz. Ikki qo'shni o'lchash orasidagi zarur intervalni (oraliqni) aniqlash uchun $\delta^* = f(hb)$ grafikka olingan nuqtalarni ravon egri chiziq bilan tutashtirib chizish maqsadga muvofiqdir.

18.2-jadval

| Tajriba raqami | Rejalashtirilgan | | Chiqish |
|----------------|------------------|-------|---------|
| | X_1 | X_2 | |
| 1 | 0,4 | -0,5 | 100,3 |
| 2 | -1,1 | 1,1 | 84,9 |
| 3 | 0,9 | 0,1 | 98,5 |
| 4 | -0,2 | -1,6 | 99,3 |
| 5 | 0,2 | 1,7 | 83,1 |
| 6 | -0,8 | -1,4 | 87,4 |
| 7 | 1,8 | -0,1 | 95,9 |
| 8 | 1,8 | 1,0 | 65,5 |
| 9 | -0,5 | 0,2 | 74,8 |
| 10 | 1,6 | 0,2 | 88,0 |
| 11 | -0,9 | -1,2 | 76,2 |
| 12 | 0,2 | 0,6 | 75,4 |

δ_0^* ning 0 nuqtadagi δ^* qiymati $\sigma_0^* = 1,41\sigma^* \cdot \Delta X_\varphi$ ifoda bo'yicha hisoblanadi.

Shunday qilib, barcha egri chiziqlar δ_0^* nuqta o'lchov asbobining, odatda, tajriba bilan baholanuvchi o'rtacha kvadrat xatoligi bilan aniqlanadi.

O'lchanayotgan jarayonni o'lchash payti bilan bu o'lchash natijasini operatorga chiqarib berish payti orasida olingan natijaga ishlov berish va tahlil qilishga ma'lum bir t_{ish} vaqt oralig'i sarflanishini alohida ta'kidlab o'tish lozim. t_{sh} ning ancha davomiyligi xromatograf va spektrometr kabi avtomatik asboblarda, shuningdek, kimyoviy laboratoriya tahlillaridagi singari qo'lda bajariladigan turli xil o'lchashlarda kuzatiladi. Bunday hollarda o'lchangan signalga ishlov berish vaqti uchun o'lchashni qo'shimcha ekstropolatsiyalash talab qilinadi. Shuning uchun, kattalikni baholashning tegishli berilgan xatoligiga mos keluvchi so'rashning haqiqiy davri quyidagi yo'l bilan aniqlanadi.

$$t_{h.so'r} = t_0 - t_{ish}.$$

18.3-§. BIRLAMCHI AXBOROTLARNI SILLIQLASH USULLARI

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va boshqarish masalalarini hal qiluvchi boshqaruvchi hisoblash mashinasiga (BHM) kelayotgan o'zgaruvchilarning oniy kirish qiymatlariga birlamchi ishlov beriladi. Bu ish o'zgaruvchini o'lchashda, shuningdek, birlamchi o'zgartkichni va mashinani bog'lovchi kanalda yuz beradigan tasodifiy xalaqitlardan tozalashga imkon beradi. Mana masalan, agregatlarda gaz sarfini o'lchashda o'lchanayotgan foydali signalga gaz puflash qurilmalari ishlab chiqaradigan gaz oqimining pulsatsiyalari, o'lchash qurilmasi kirishdagi impuls naychalaridagi bosimning o'zgarishi hisobiga bo'ladigan xalaqitlar, shuningdek, pnevmatik signalni elektr signalga, keyin analog signalni diskret signalga va hokazoga almashtirish hisobiga yuz beradigan xalaqitlar qo'shiladi. Turli xil filtrlar foydali signalni tiklashning turli xil xatoligini beradi. Korxonada ishini nazorat qilishda ko'pincha birlamchi o'zgartkichlarning (datchiklarning) yuzlab va minglab signallari filtrlashga to'g'ri keladi, shuning uchun, foydalaniladigan filtrlarning turini asoslab tanlash zarurati tug'iladi. Filtrlash aniqligi va murakkabligi orasidagi kelishuv zarurligini hisobga olib, ishlanishi biroz sodda, biroq nooptimal bo'lgan filtrlarlarning amalda yuz beradigan sharoitlarda optimal filtrlarga biroz yutqazishini tahlil qilish kerak. Bu hol aniq nazorat tizimlari uchun filtrlash algoritmlari qatoridan uning ishlash aniqligini va hisoblash qurilmasini undan bir necha marta foydalanilganda ham yuklanishi hisobiga olgan holda eng yaxshisini tanlab olishga imkon beradi.

Kirish signallarini tekislashga va filtrlashga imkon beruvchi bir qator algoritmlarni qarab chiqamiz.

O'zgaruvchi o'rtacha qiymat usuli.

Bu usul amaliyotda keng qo'llaniladi va o'lchanayotgan signalni yuqori chastotali xalaqitlardan o'zgaruvchi o'rtacha qiymatni hisoblash yo'li bilan filtrlashga imkon beradi. Uzlüksiz variantda

$$X_c(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t Z(S) dS,$$

bu yerda: $X_c(t)$ — o'zgaruvchi o'rtacha qiymat kattaligi, T — o'rtachalash intervali; $Z(S)$ — tekislanuvchi kirish o'zgaruvchisining o'zgarishini tavsiflovchi funksiya; S — joriy vaqt, $t - T$; t — integrallash chegaralari.

Diskret variantda (unda odatda hisoblash texnikasidan foydalaniladi):

$$X_0(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} Z(t - it_0);$$

bu yerda: n — hisoblashlarda ishtirok etuvchi nuqtalar soni; t_0 — datchiklarni so'rash davri.

Hisoblashning keltirilgan usulining kamchiliklariga yig'indining oraliq qiymatlarini saqlash uchun BHM ning operativ xotirasi hajmining juda kattaligini kiritish mumkin. n_{opt} ning qiymati ABT ni sonli usullar bilan ishlab chiqish bosqichida hisobga olinadi. Optimallashtirish filtrlash xatoligi minimum mezoniga ko'ra amalga oshiriladi. U xalaqitlarning parametrlariga va datchiklarni so'rash mezoniga hamda davriga bog'liq.

Ekspontensial silliqlash usuli.

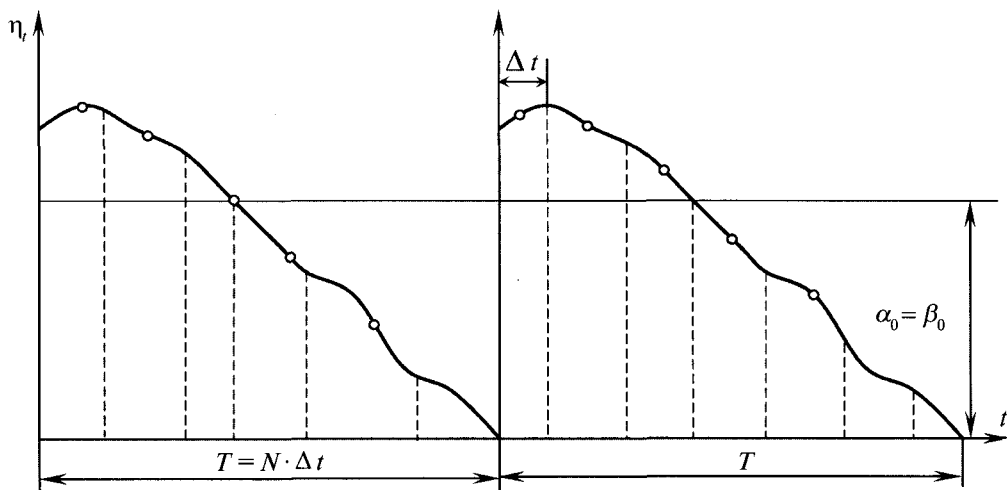
Ekspontensial tekislashning yetarlicha oddiy va samarali usulidan filtr sifatida foydalanish muhim amaliy ahamiyatga ega bo'ladi. Uzlüksiz variantda ekspontensial filtr uzatish funksiyasi

$$W_{ek}(P) = \frac{\gamma}{\gamma + P}$$

bo'lgan amalga oshiriluvchi elementlar bir sig'imli bo'g'indan iboratdir, bunda, γ — ekspontensial tekislash koeffitsiyenti bo'lib, u filtrning o'rtacha kvadrat xatoligini minimallashtirish shartidan tanlab olinadi.

Amalga oshiriladigan ekspontensial filtr $\gamma > 0$ ga ega bo'lishi kerak. Diskret variantda ekspontensial filtr rekurrent munosabatni ifodalab, u $X_{ch}(t)$ chiqish kattaligining t paytidagi izlanayotgan qiymatini $Z(t)$ kirishning joriy qiymatining va avvalgi so'rov paytidan $X_{ch}(t - t_0)$ qiymatining funksiyasi sifatida aniqlaydi:

$$X_{ch}^*(t) = \gamma Z(t) + (1 - \gamma)X_{ch}(t - t_0)$$



18.2- rasm. Katalizatorning yashash vaqti bilan aniqlanuvchi dreyf davridagi chiqish o'zgarishi.

Bu munosabatda $X_{ch}(t)$ qiymatini berishning talab qilingan vaqtiga bog'liq bo'lmagan holda foydalanish oraliq qiymatlarni operativ xotirada saqlash uchun bor-yo'g'i bitta so'z ajratishga imkon beradi.

Shunday qilib, eksponensial tekislanish amalga oshiruvchi algoritmni filtrlashning boshqa turlariga nisbatan afzalligi BHM da algoritmni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan eng kichik hajmdagi maxsus xotiradan iboratdir. Algoritmning yaqinlashuvchi bo'lishi uchun $0 < \gamma < 2$ bo'lishi kerak. $\gamma < 1$ bo'lganda filtrda go'yoki integrallovchi xossalar ko'p bo'lsa, $\gamma > 1$ bo'lganda differensiallovchi xossalar ko'p bo'ladi.

Inersion datchikning signalini filtrlashni qarab chiqqanda datchikning vaqt doimiysi ortishi bilan uning qiymati 1 dan kattalashishiga ishonch hosil qilish mumkin.

So'rovning berilgan t_0 davrida γ_{opt} parametrning qiymati filtrning γ bo'yicha ishlash xatoligini minimallashtirish belgilanadi.

18.3-jadval

| № t/r | Dreyf vektori R | | | Rejalashtirilgan | | | |
|----------|-----------------|-------|-------|------------------|----------|----------|-------------|
| | X_1 | X_2 | X_3 | X_1X_3 | X_1X_2 | X_2X_3 | $X_1X_2X_3$ |
| 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 |
| 2 | +1 | +1 | -1 | +1 | -1 | -1 | -1 |
| 3 | +1 | -1 | +1 | -1 | +1 | -1 | -1 |
| 4 | +1 | -1 | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 |
| 5 | -1 | +1 | +1 | -1 | -1 | +1 | -1 |
| 6 | -1 | +1 | -1 | -1 | +1 | -1 | +1 |
| 7 | -1 | +1 | -1 | -1 | +1 | -1 | +1 |
| 8 | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 | +1 | -1 |

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

O'rtacha kvadrat xatolik; korrelatsion funksiya; avtokorrelatsion funksiya; birlamchi axborot; o'zgaruvchi o'rtacha qiymat; eksponensial tekislash.

Nazorat savollari

1. Uzluksiz signalning datchiklardan so'rash davri qanday aniqlanadi?
2. Korrelatsion funksiya nima?
3. Tasodifiy jarayonda korrelatsion funksiya qanday aniqlanadi va uning ifodasini keltiring.
4. Korrelatsion funksiyani tarkibiy baholash deganda nimani tushunasiz?
5. Birlamchi axborotni tekislash usullari haqida nimalarni bilasiz?

XIX bob. DAVRIY TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATIK BOSHQARISH

19.1-§. DAVRIY TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH MUAMMOSI

Ma'lumki, kimyo va oziq-ovqat sanoatida davriy usul bilan amalga oshiriluvchi jarayonlarning ulushi ancha katta. Buning sababi shundaki, bu sanoatlar, odatda, ko'p nomenklaturalardir. Ayni bir texnologik jihoz turli xil mahsulotlarni chiqarishga imkon beradi.

Davriy texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish nuqtayi nazaridan ularni uzluksiz turdagi jarayonlardan farq qildiruvchi bir qator o'ziga xos xususiyatlarga ega. Davriy jarayonlarni avtomatik optimal boshqarish ishlab chiqarishni bir holatdan boshqasiga o'tkazish, qurilmani boshqarishga ulash bilan bog'liq, ya'ni avtomatik boshqarish tizimining ishlashi diskret xarakterga ega. Shuning uchun, boshqaruvchi qurilmalarni sintez qilish usullari diskret matematika: Bul algebrasi, chekli avtomatlar nazariyasi va hokazolarga asoslangan. Xususiyl hosilalardagi yoki o'zgaruvchan koefitsiyentli differensial tenglamalar apparati amaliyotni qanoatlantiruvchi aniqlik bilan aniq masalalarni yechishga imkon bergani uchun matematik modellash va davriy turdagi jarayonlarni optimallashtirish bilan bog'liq muammolarni hal qilish uslubiy ma'noda prinsipial qiyinchilik tug'dirmaydi, biroq muhandislik amaliyotida diskret matematika g'oyalarining va usullarining qo'llanilishi ba'zi bir qiyinchiliklar bilan bog'liq. Bu qiyinchiliklarning sababi shundaki, avtomatik boshqaruvchi qurilmalarni oziq-ovqat texnologiyasining davriy jarayonlariga tatbiqan tahlil va sintez qilish prinsiplari shu vaqtgacha ta'riflab berilmagan. Biz bu kamchilikni to'ldirishga va Bul algebrasi, chekli avtomatlar nazariyasi asoslarini va ularning avtomatik boshqaruvchi qurilmalar sinteziga tatbiq etilishini bayon qilishga harakat qildik.

Bul algebrasining asosiy qoidalari. Avtomatik boshqaruvchi qurilmalarning juda ko'pchilik diskret elementlari (masalan, trigger, rele, diod va hokazolar) ikki barqaror holatning biridagina bo'lishi mumkin. Shu kabi elementning keng tarqalishi ularni texnik jihatdan amalga oshirishning nisbatan yengilligi bilan izohlanadi. Bunday bu turdagi qurilmalar haqidagi axborotni ifodalashning eng qulay shakli ikkilik sanoq tizimi ekanligi haqidagi xulosa kelib chiqadi. Bul algebrasi shunday obyektlar bilan ish ko'radiki, ular haqidagi axborot shunga o'xshash shaklda ifodalanishi mumkin. U qisman haqiqiy sonlar algebrasiga o'xshash, lekin ba'zi muhim farqlari ham bor. Bul algebrasi nazariyasi kombinatsion sxemalarni tahlil va sintez qilish uslublarini oddiy va jiddiy asoslab beradi. Bundan tashqari Bul algebrasi apparati chekli avtomatlar nazariyasi usullarida va strukturaviy-yo'naltirilgan modellarda keng qo'llaniladi, ular qatoriga LSA tili va uning kichik sinflari asosida qurilgan modellar kiradi.

Bul algebrasi xususiy holda $B = [0,1]$ chekli to'plamdagi qiymatlarni qabul qiladigan elementlar to'plamidan iborat bo'lib, (ularni kichik harflar bilan belgilaymiz), ular uchun ekvivalentlik munosabati va uchta amal aniqlangan: birlashtirish (dizyunksiya) \rightarrow (B), ko'paytirish (konyunksiya) \cdot (\cdot), inkor qilish $\bar{}$ ($\bar{}$). Elementlar va ular ustidagi amallar quyidagi aksiomalarni qanoatlantiradi. $A \rightarrow C$ shartli belgi A ning haqiqiyliги tasdiqidan C tasdiqning haqiqiyliги kelib chiqishini anglatadi.

1. Ekvivalentlik munosabati uchun:

$$(a = b) \rightarrow (b = a) \quad (19.1)$$

$$(a = b) \cdot (b = c) \rightarrow (a = c)$$

2. Birlashtirish, ko'paytirish va inkor qilish uchun:

$$\left. \begin{array}{l} a \vee a = a \\ a \cdot a = a \end{array} \right\} \text{idempotentlik} \quad (19.2)$$

$$\left. \begin{array}{l} a \vee b = b \vee a \\ a \cdot b = b \cdot a \end{array} \right\} \text{kommutativlik} \quad (19.3)$$

$$\left. \begin{array}{l} a \vee (b \vee c) = (a \vee b) \vee c \\ a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c \end{array} \right\} \text{assotsiativlik} \quad (19.4)$$

$$\left. \begin{array}{l} b \cdot (b \vee c) = (a \cdot b) \vee (a \cdot c) \\ a \cdot (b \cdot c) = (a \vee b) \cdot (a \vee c) \end{array} \right\} \text{distributivlik} \quad (19.5)$$

$$\left. \begin{array}{l} a \vee \bar{a} = 1 \\ a \cdot \bar{a} = 0 \end{array} \right\} \text{inkor qilish qonuni} \quad (19.6)$$

$$\left. \begin{array}{l} (a \cdot \bar{b}) = \bar{a} \vee \bar{b} \\ (\overline{a \vee b}) = \bar{a} \cdot \bar{b} \end{array} \right\} \text{ikki yoqlamalik qonuni (De Morgan qoidasi)} \quad (19.7)$$

$$\overline{\overline{a}} = a \quad \text{ikki marta inkor qonuni} \quad (19.8)$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \vee a = 1 \\ 0 \cdot a = 0 \end{array} \right\} \text{nol elementlar} \quad (19.9)$$

$$\left. \begin{array}{l} 0 \vee a = a \\ 1 \cdot a = a \end{array} \right\} \text{birlik elementlar} \quad (19.10)$$

Bul algebrasi uchun o'rniga qo'yish prinsipi o'rinli bo'lib, uning

mohiyati shundaki, agar $a = b$ bo'lsa, u holda a o'rniga hamma joyda b qo'yamiz.

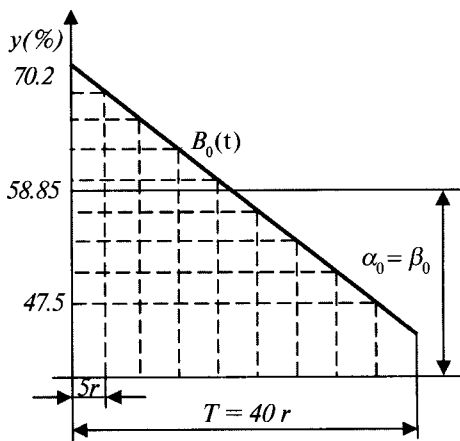
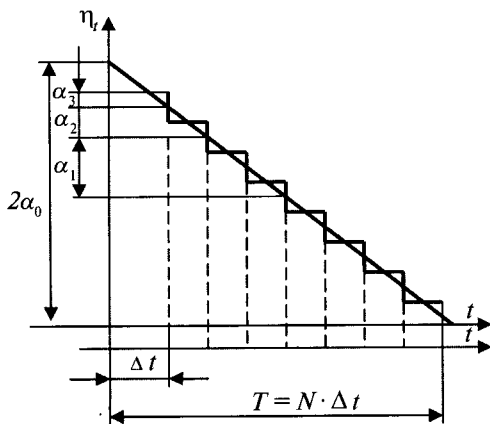
Ba'zi aksiomalar odatdagi arifmetik aksiomalar bilan bir xil bo'ladi. Masalan, odatdagi arifmetikada qo'shish va ko'paytirish amallari uchun kommutativlik, assosiativlik va qisman distributivlik aksiomalari o'rinlidir. Agar birlashtirish (V) ni qo'shish (+) tarzida, ko'paytirish (\cdot) ni esa arifmetik ko'paytirish (X) tarzida qabul qilinsa, u holda odatdagi arifmetikada nol va birlik elementlar aksiomalari bajariladi (bundan $1 B_a = 1$ mustasno). Ammo bir qator aksiomalar faqat Bul algebrasiga xosdir. Ular qatoriga idempotentlik, inkor qilish, ikki yoqlamalik aksiomalari kiradi. Ular Bul algebrasiga shunday xossalar beradiki, ularning qo'llanilishi diskret avtomatik boshqarish tizimlarini tahlil va sintez qilish uchun samarali bo'ladi.

Bul funksiyalari va ularning kononik shakllari. Bul funksiyasiga ta'rif beramiz. O'zgaruvchilarning Bul funksiyasi x_1, x_2, \dots, x_n argumentlarning chekli qiymati bilan aniqlanib, bunda argumentlar qiymatlarini chekli B to'plamdan qabul qiladi. Bu argumentlar o'zaro va ma'lum qiymatdagi Bul amallari bilan bog'langan bo'lib, funktsiyaning o'zi (argumentlar kabi) $B = \{0, 1\}$ to'plamdan qiymatlar qabul qiladi. O'zgaruvchilarning Bul funksiyasini $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ ko'rinishda yozamiz.

Birlashtirish, ko'paytirish va inkor qilish amallarining ma'nosini ochamiz. Buning uchun bitta va ikkita argument uchun mumkin bo'lgan funksiyalarni aniqlash lozim. Ikkili Bul funksiyasining umumiy sonini aniqlash ifodasi argumentlarning soniga bog'liq holda quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$N = 2^{2n}, \quad (19.11)$$

bu yerda: N — Bul funksiyalari soni; n — argumentlar soni.



19.1- rasm. Chiziqli dreyfni silliqlash variantlari.

Bu ifodadan bitta argument uchun 4 ta Bul funksiyasi mavjudligi kelib chiqadi (19.1-jadval).

19.1-jadval.

Bitta argumentning Bul funksiyalari

| x | f_1 | f_2 | f_3 | f_4 |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

f_1 — funksiya — nol konstanta deyiladi, f_4 — birlik konstanta, f_2 — takrorlash, f_3 — inkor qilish yoki inversiya deyiladi.

Bul funksiyalar soni (19.11) ifoda bo'yicha ikki argument uchun 16 ga teng. Bu funksiyalarning hammasini jadval ko'rinishida ifodalaymiz, uning chap qismida argument qiymatlarini tanlashning imkoni bo'lgan hamma to'plamlari ko'rsatilgan, o'ng tomonida esa argumentlarning mazkur to'plamlariga mos keluvchi Bul funksiyalari qiymatlari ko'rsatilgan:

| X_1 | X_2 | f_1 | f_2 | f_3 | f_4 | f_5 | f_6 | f_7 | f_8 | f_9 | f_{10} | f_{11} | f_{12} | f_{13} | f_{14} | f_{15} | f_{16} |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Bu funksiyalarning belgilanishi va nomlarini quyidagicha izohlash mumkin:

| Funksiyaning belgilanishi | Funksiyaning nomi |
|----------------------------------|--|
| $f_1 = x_1 \cdot x_2$ | Ko'paytirish, konyunksiya, VA funksiyasi \sum |
| $f_2 = x_1 \vee x_2$ | Qo'shish, dizyunksiya, YOKI funksiyasi \sum |
| $f_3 = x_1 \rightarrow x_2$ | X_1 ning X_2 ga implikatsiyasi |
| $f_4 = x_1 \leftarrow x_2$ | X_2 ning X_1 ga implikatsiyasi |
| $f_5 = x_1 \sim x_2$ | Ekvivalentlik, mos kelish |
| $f_6 = x_1 x_2$ | Teng qiymatli emaslik, 2 modul bo'yicha qo'shish, mod 2 |
| $f_7 = x_1 / x_2$ | Sheffer funksiyasi, Sheffer shtrixi, YO'Q—VA funksiyalari. |

| | |
|--------------------------------|---|
| $f_8 = x_1/x_2$ | Vebb funksiyasi. Pirs strelkasi, YO‘Q—YOKI funksiyalari |
| $f_9 = x_1 \rightarrow x_2$ | X_1 ni man qilish funksiyasi |
| $f_{10} = x_1 \rightarrow x_2$ | X_2 ni man qilish funksiyasi |
| $f_{11} = x_1$ | X_1 ning takrorlanishi |
| $f_{12} = x_1$ | X_1 ning inversiyasi |
| $f_{13} = x_2$ | X_2 ning takrorlanishi |
| $f_{14} = x_2$ | X_2 ning inversiyasi |
| $f_{15} = 1$ | Birlik konstanta |
| $f_{16} = 0$ | Nol konstanta |

$n = 3$ uchun Bul funksiyalari soni 256 ga teng bo‘lishi ravshan.

Ikki argument uchun olingan funksiyalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, ba‘zi funksiyalar boshqalari orqali aniqlanishi mumkin ekan. Masalan, Vebb funksiyasi $f_8 = x_2$, $\bar{x}_2 = \bar{x}_1 : x_2$, x_1 ning x_2 ga implikasiyasi $f_3 = x_1 \rightarrow x_2 = x_1 \vee x_2$ ko‘rinishda yozilishi mumkin. Demak, Bul funksiyalarining bitta yoki ikkita argumentdan iborat minimal to‘plami mavjud bo‘lib, uning yordamida istalgan (ammo chekli) sondagi argumentlarning hamma ixtiyoriy Bul funksiyalarini ifodalash mumkin. Funksiyalarning bunga o‘xshash to‘plami *funksional to‘liq* funksiyalar deyiladi. To‘planning funksional to‘liqligi Bul funksiyalarining maxsus xossalarini o‘rganish yo‘li bilan aniqlanadi. Funksional to‘liq to‘plamlar qatoriga quyidagilar kiradi:

- 1) konyunksiya, dizyunksiya, inkor qilish;
- 2) Sheffer funksiyasi;
- 3) Vebb funksiyasi;

4) x , man qilish funksiyasi, birlik konstanta, implikasiya va hokazo. Funksional to‘liq to‘plamlar bazis (asos) deb ham ataladi. Amalda quyidagilar eng ko‘p tarqalgan: *VA — YOKI — YO‘Q* bazisi; Sheffer funksiyasi; Vebb funksiyasi. Nazariy tadqiqotlarning eng katta soni *VA — YOKI — YO‘Q* bazisida (asosida) bajarilgan. Shuning uchun, biz bundan keyin Bul funksiyalarini shu asosda qarab chiqamiz.

Bul funksiyalarining kanonik shakllarini aniqlaymiz. Buning uchun Shennon yoyilmasi tenglamasini isbotsiz keltiramiz.

Teorema. Istagan $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ Bul funksiyasi quyidagi ko‘rinishda ifodalanishi mumkin:

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(1, x_2, x_3, \dots, x_n) \cdot x_1 \vee f(0, x_2, x_3, \dots, x_n) \cdot \bar{x}_1 \quad (19.12)$$

Agar Shannon teoremasi dizyunksiya bilan ajratilgan chap va o'ng qismlar uchun alohida x_2 o'zgaruvchi uchun, keyin esa x_3 uchun va shunday davom etib x_n gacha qo'llanilsa, u holda quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = f(1, 1, 1, \dots, 1) \cdot (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \cdot \nu f(0, 1, \dots, 1) \times \\ \times (\bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots, \cdot x_n) \cdot \nu \dots \nu f(0, 0, 0, \dots, 0) \cdot (\bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \dots, \cdot \bar{x}_n) \quad (19.13)$$

Bul funksiyasining bunday ifodalanishi dizyunktiv, normal shakli (DMNSH) deyiladi. (19.13) ifodani tahlil qilish istagan Bul funksiyasi DMNSH kanonik ko'rinishiga yoyilishi mumkinligini ko'rsatadi. U ma'lum nuqtadagi funksiya qiymatining hamma argumentlar konyuksiyasiga yoki ularning inkorlariga ko'paytmasidan iborat hadlar birlashmasi (dizyunksiyasi) bo'lib, shu bilan birga nuqta koordinatalari bilan argumentlar konyunksiyasi o'rtasida qat'iy bir qiymatli moslik mavjud bo'ladi. Masalan, 4 argumentli Bul funksiyasi uchun (0, 0, 1, 1) koordinataga $(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, x_4)$ konyunkasiya mos keladi, (1, 0, 1, 0) koordinataga esa (x_1, x_2, x_3, x_4) konyunkasiya mos keladi va hokazo. Hamma argumentlar yoki ular inkorlarining konyunksiyalari *elementar konyunksiyalar* deyiladi.

(20.13) ifodadan berilgan funksiya nolga aylanadigan argumentlar to'plamiga (koordinatalarga) DMNSH ning nol tashkil etuvchilari mos kelishi kelib chiqadi. Bundan DMNSHning muhim xossasi kelib chiqadi, u quyidagidan iborat: Bul funksiyasining DMNSH ga yoyilishi elementar konyunksiyalar birlashmasi bo'lib, ularning mos koordinatalarida mazkur funksiya birga teng.

DMNSH ning boshqa zarur xossasi hamma elementar konyunksiyalarda hamma argumentlarning mavjudligidir. Masalan, uchta o'zgaruvchili funksiya uchun

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \bar{\nu} x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

ifoda DMNSH bo'ladi,

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \cdot x_2 \nu \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

yoyilma DMNSH bo'lmaydi. Agar funksiya konyunksiyalar dizyunksiyasi ko'rinishida ifodalansa (ular har bir argumentni o'z ichiga albatta olmagan bo'lsa), u holda bunday ifoda *dizyunktiv normal shakl* (DNSH) deb ataladi.

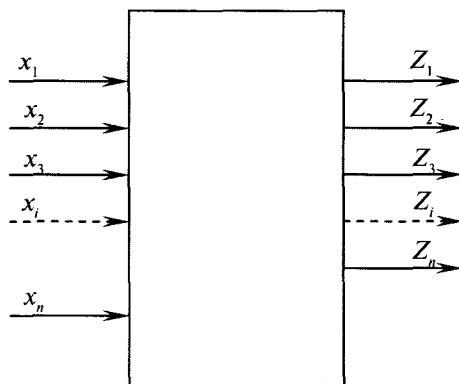
Yuqorida Bul algebrasi uchun yoki yoqlamalik aksiomasi to'g'ri ekani ta'kidlangan edi. Uning qo'llanilishi konyunktativ mukammal normal shakl (KMNSH)ni hosil qilishga imkon beradi. Oraliq shakl almashtirishlarni tashlab ketib, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = [f(0, 0, 0, \dots, 0) \cdot (x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \dots, \vee x_n)] \cdot [f(1, 0, 0, \dots, 0) \vee (\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \dots, \vee x_n)] \cdot \dots \cdot f(1, 1, 1, \dots, 1) \cdot (\vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee \dots, \vee \bar{x}_n)] \quad (19.14)$$

Agar nol va birlik elementlar haqidagi (5, 9, 5, 10) aksiomalar hisobga olinsa, u holda KMNSH ning quyidagi xossasini aniqlash mumkin. Oldindan nuqta koordinatalari va hamma argumentlar dizyunksiyalari hamda ularning inkorlari o'rtasida moslik o'rnatamiz, uni KMNSH bilan analogiya bo'yicha elementar deb ataymiz. Bu moslik oddiygina o'rnatiladi, bu misoldan ko'rinib turibdi. Uchta argument (0, 1, 0) funksiya koordinatasiga (x_1, x_2, x_3) elementar dizyunksiya mos keladi, (1, 0, 1) koordinataga (x_1, \bar{x}_2, x_3) elementar dizyunksiya mos keladi va hokazo. Keyin nol element haqidagi (19.9) aksiomaga muvofiq 1 va d ifodadan (bu yerda, d — elementar dizyunksiya) dastlabki Bul funksiyasi 1 ga teng bo'lgan koordinatalarga mos keluvchi (19.14) tenglamaning kvadrat qavs ichidagi hadlari ham birga teng. Shu bilan bir vaqtda birlik element haqidagi (19.10) aksiomaga ko'ra $1 \cdot f_i^0 = f_i^0$ ifodada (bunda, f_i^0 — kvadrat ildizlar ichidagi hadlar) Bul funksiyasi 0 ga teng. Binobarin, (19.14) tenglamaning o'ng tomonida shunday elementar dizyunksiyalar borki, ularning tegishli koordinatalarida dastlabki funksiyasi 0 ga teng.

19.2-§. KOMBINATSION BOSHQARISH SXEMALARINI SINTEZ QILISH

Kombinatsion (bir taktli, xotirasiz apparat) mantiqiy sxema deb, (20. K) qutblikka (19.2-rasm) aytiladi, undagi K-chiqishlardagi signallar o'sha paytning o'zida 20 — kirishlardagi signallarning qiymatlari bilan bir qiymatli aniqlanadi. Kombinatsion sxemaning kirishiga ikkilamchi kiruvchi



19.2-rasm. Kombinatsion boshqarish sxemasi.

signallarning ma'lum to'plami uzatilganda sxemaning chiqishida unga qat'iy mos keluvchi chiqish signallari to'plamiga ega bo'lamiz, ya'ni sxemada chiqish qiymatlari kirish qiymatlarining paydo bo'lishidan avvalgi davriga bog'liq emas.

Kombinatsion sxemaga yanada qat'iyroq ta'rif beramiz. Agar sxemaning har bir chiqishini Bul funksiyasining $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ kirish o'zgaruvchilari sifatida ifodalash mumkin bo'lsa, bunday sxema kombinatsion deyiladi, boshqacha aytganda kombinatsion sxema ushbu Bul tenglamalari tizimi bilan ifodalanadi:

$$\begin{aligned}
 z_1 &= z_1(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \\
 z_2 &= z_2(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \\
 &\dots\dots\dots \\
 z_n &= z_n(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)
 \end{aligned}
 \tag{19.15}$$

Mantiqiy boshqarish kombinatsion sxemalarini sintez qilish muammosi struktura darajasida qarab chiqilgan, ya'ni hosil qilingan sxemalarning fizik amalga oshirilishi bilan bog'liq masalalarga e'tibor berilmaydi.

Kombinatsion boshqarish sxemasi ta'rifidan sxemani sintez qilishning asosiy vazifasi Bul funksiyalari tizimini tuzish va keyingi mantiqiy elementlar asosida struktura darajasida uni amalga oshirish kelib chiqadi.

Boshqarish sxemasi Bul tavsifining ta'rifi. Kombinatsion boshqarish sxemasi Bul funksiyalari tizimi tomonidan bir qiymatli va adekvat ravishda tavsiflanadi, bu tizimni sintez qilishning asosiy vazifalaridan biri tizimning o'ziga ta'rif berishdan iborat.

Quyida DINSH va DNSH ning haqiqiylik jadvallarini qo'llashga asoslangan usul tavsiflanadi. Sxemani sintez qilish uchun dastlabki material sifatida, odatda, ishlab chiqaruvchi boshqarish tizimining ishlashini so'z bilan ifodalab beradi. Haqiqiylik jadvalini yasash shu tavsifga tayanadi.

Haqiqiylik jadvali chap va o'ng qismlardan iborat. Chap qismda ma'lum kirish kattaliklariga mos keluvchi n ustun joylashgan, o'ng tomonda esa chiqishlarga mos keluvchi K ustun joylashgan:

| Kirish | | | | | Chiqish | | | | |
|--------|-------|-------|-----|-------|---------|-------|-------|-----|-------|
| x_1 | x_2 | x_3 | ... | x_n | z_1 | z_2 | z_3 | ... | z_n |

Keyin chap qismda kirish qiymatlarining mumkin bo'lgan hamma kombinatsiyalari yozib chiqiladi. Kirish soni n bilan kombinatsiyalar soni M o'rtasidagi bog'lanish

$$M = 2^n \tag{19.16}$$

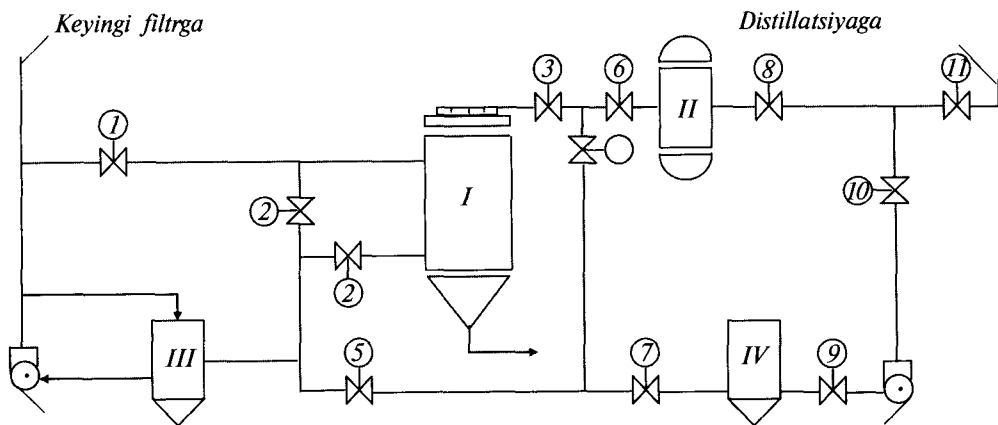
ifoda bilan aniqlanadi.

Mumkin bo'lgan hamma kombinatsiyalarni qiyinchiliksiz va xatosiz yozib olish uchun quyidagi qoidadan foydalaniladi. Birinchi ustunga $M/2$ ta nol, keyin $M/2$ ta 1 yoziladi; ikkinchi ustunga $M/4$ nol, keyin $M/4$ ta 1, $M/4$ ta nol va hokazo to ustun to'lguncha shunday yozib boriladi; uchinchi ustunga — $M/8$ ta nol, $M/8$ ta 1 va hokazo ustun to'lguncha shunday yozadi. Oxirgi ustunda nollar va birlar almashib, navbatma-navbat keladi. Misol tariqasida $n=3$ hol uchun mumkin bo'lgan hamma kombinatsiyalarni keltiramiz:

| Kirish | | | Chiqish | Kirish | | | Chiqish |
|--------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|---------|
| X_1 | X_2 | X_3 | Z | X_1 | X_2 | X_3 | Z |
| 0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 0 | |
| 0 | 0 | 1 | | 1 | 0 | 1 | |
| 0 | 1 | 0 | | 1 | 1 | 0 | |
| 0 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | |

Haqiqiylik jadvalining o'ng qismi boshqarish tizimi funksiyalarining so'z bilan ifodalangan tavsifiga ko'ra to'ldiriladi.

Misol tariqasida patronli filtrda paxta mitsellasini filtrlashning davriy jarayonini avtomatik mantiqiy boshqarish jarayonining aniq tizimi uchun haqiqiylik jadvalini tuzishni qarab chiqamiz. 19.3-rasmda filtrlash jarayonining texnologik sxemasi ko'rsatilgan. Mitsella ekstraktordan o'zi oqib tushib, loyqa mitsella to'plovchi *III* ga keladi, undan *V* nasos vositasida kollektorga tushadi, u yerda filtrlarga taqsimlanadi. Keyin loyqa mitsella patronli filtr *I* orqali o'tib, shlamdan tozalanadi va toza mitsella to'plagichi *IV* ga tushadi, undan esa *V* nasos vositasida distillash uchun surib olinadi.



19.3-rasm. Filtrlash jarayonining texnologik sxemasi:
I — patronli filtr; *II* — resiver; *III* — tozalanmagan mitsella idishi;
IV — toza mitsella idishi; *V* — nasoslar.

Cho'kma hosil qilina boshlagan sari shunday payt keladiki, filtrlash to'sig'ini regeneratsiyalashga to'g'ri keladi. Buning uchun II resiverga toza mitsella 4 atm gacha bosim bilan haydaladi. Shu bosimga yetganda va regeneratsiya qilish zarurati paydo bo'lishi bilan kelayotgan oqimlar to'xtatiladi, to'kish yo'llari ochiladi va resiver filtrning toza mitsella to'plagichi *IV* ga ulanadi va filtrlash bilan tutashadi. Toza mitsella bosim ostida teskari yo'nalishda filtrlash patronidan o'tadi va cho'kindi tushirib (chiqarib) yuboradi. Regeneratsiya tugagandan so'ng loyqa mitsellani uzatuvchi bosim liniyasi yana ulanadi, dastlabki paytda filtrdan chiqish yo'li esa loyqa mitsella to'plagichi *III* bilan tutashtiriladi. Ma'lum vaqt o'tgandan so'ng filtrning chiqishi toza mitsella to'plagichi *IV* ga ulanadi va filtrlash amalga oshiriladi. Shunday qilib, patronli filtrda mitsellani filtrlashning davriy jarayoni quyidagi asosiy bosqichlardan iborat: filtrlash, regeneratsiya, resiverga haydash, resirkulatsiya va boshlang'ich bosqich. Tavsifdan 11 ta klapan o'rnatish zarurligi kelib chiqadi.

Haqiqiylik jadvali boshqarish tizimining formallashtirilgan tavsifi bo'lgani uchun kombinatsion sxemani sintez qilishda mazkur tizimni amalga oshiruvchi elementlarning fizik mohiyatiga fikrni bo'lmaslik zarur. Keltirilgan tavsifdan patronli filtrda filtrlashning davriy jarayoni holatlarini bir xillashtirish uchun quyidagi axborotga ega bo'lish kerak: X_1 regeneratsiyaning tamomlangani haqida; X_2 mitsellaning tozaligi haqida; filtrlashni tugallanishi X_3 haqida, X_4 resiverda mitsellaning bosimi haqida. Axborot eltuvchi signallar diskret xarakterga ega: $X_1 = 1$ regeneratsiya tugallanganligini bildiradi. $X_1 = 0$ — yo'q; $X_2 = 1$ mitsella toza ekanidan dalolat beradi: $X_2 = 0$ — yo'q, $X_3 = 0$ — yo'q — filtrlashni tugatish lozimligini anglatadi, $X_3 = 0$ — yo'q; $X_4 = 1$ — bosim ≥ 4 atm ekanini anglatadi: $X_4 = 1$ — bosim < 4 atm.

Haqiqiylik jadvalining chap qismini to'ldiramiz. Kirishlar soni 4 ga teng bo'lgani uchun satrlar soni 16 ga teng. Chap tomonda kirish signallarining hamma kombinatsiyalarini yuqorida bayon qilingan qoida bo'yicha ifodalaymiz.

O'ng tomonda, tavsiyadan kelib chiqqanidek, 19.3-rasmda raqamlanganiga muvofiq ma'lum klapanlarga — 11 ta chiqishga va o'ng ikkinchi chiqish avariya signaliga ega bo'lamiz.

Haqiqiylik jadvalining o'ng qismini to'ldirish tizim ishlashining so'z bilan ifodalangan tavsifiga muvofiq quyidagi tarzda amalga oshiriladi. Kirish signallari kombinatsiyasi tahlil qilinadi va shu tahlil asosida davriy jarayonning bosqichi bir xillashtiriladi. Bosqich bir xillashtirilgandan so'ng qaysi klapani ochish kerakligi, qaysinisini yopish kerakligi aniqlanadi (bunda, klapaning ochiqligi haqidagi chiqish signali 1 ga, yopiqligi haqidagi chiqish signali 0 ga teng).

Kirish holatlarini tahlil qilishda haqiqiylik jadvalining chap tomonida

umuman mavjud bo'la olmaydigan kombinatsiya bo'lib qolishi mumkin. Bu holat yo axborotni noto'g'ri uzatilganidan, yoki tizim elementlarining nosozligidan dalolat beradi (mazkur holda tizim dastlabki holatiga qaytishi kerak, bunda filtr uzilishi va signalizatsiya ulanishi kerak). Shunday holatlar ham bo'lishi mumkinki, bunda u yoki bu ijrochi organ qanday holatda bo'lishi kerakligining ahamiyati bo'lmaydi. Ijrochi organlarning bunday holatini d orqali belgilaymiz. Aytib o'tilgan hamma amallarni bajarib, yog'moy ishlab chiqarishdagi filtrlash jarayoni holatining o'xshashligini aks ettiruvchi jadvalni hosil qilamiz:

| | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | Z_1 | Z_2 | Z_3 | Z_4 | Z_5 | Z_6 | Z_7 | Z_8 | Z_9 | Z_{10} | Z_{11} | Z_{12} |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | d | d | d | 0 | 0 | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | d | d | d | 0 | 0 | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | d | 0 | d | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | d | 1 | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | d | d | 0 | 0 | 0 | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | d | d | 0 | 0 | d | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | d | 0 | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | d | 1 | d | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | d | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | d | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | d | d | 0 | 0 | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | d | d | 0 | 0 | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | d | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | d | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | d | d | 0 | 0 | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | d | d | 0 | 0 | d | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Kombinatsion sxemani sintez qilishning keyingi bosqichi tahlil qilinayotgan sxemani adekvat tavsiflovchi Bul funksiyalar tizimini aniqlash hisoblanadi.

Nuqtaning koordinatasi bilan argumentlarning konyunksiyasi orasidagi moslikka yanada qat'iy ta'rif beramiz.

Ta'rif. Qiymati faqat berilgan kiruvchi Bul o'zgaruvchilari to'plamida (haqiqiylik jadvalining chap qismi bitta satriga mos keluvchi) birga teng bo'lgan Bul funksiyasi *xarakteristik funksiya* yoki *elementar* (asosiy) *konyunksiya* yoki *birning konstituentasi* deyiladi.

Yuqorida ta'riflangan Bul funksiyasi DMNSH ning elementar konyunksiyasi ekanini ko'rish qiyin emas.

Ikkilanganlik prinsipidan kelib chiqib, mutlaqo o'xshash holda elementar dizyunksiya (nolning konstituentasi) ta'riflanadi.

Ta'rif. Qiymati faqat berilgan kirish Bul o'zgaruvchilari to'plamida nolga teng bo'lgan Bul funksiya *elementar dizyunksiya* (yoki nolning konstituentasi) deyiladi.

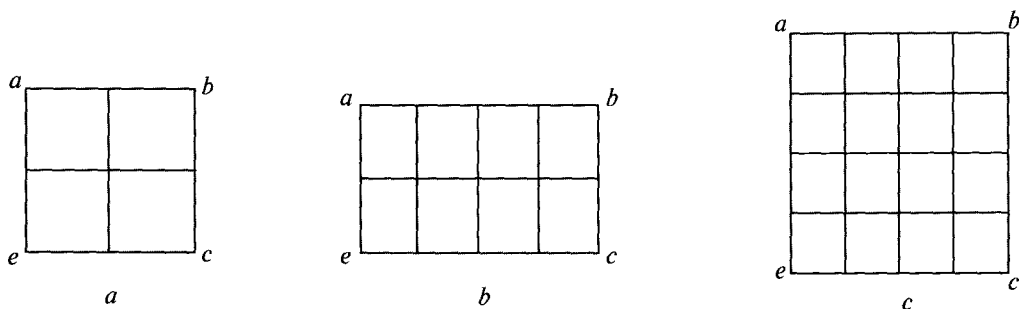
Sxemaning aniq chiqishiga (haqiqiylik jadvalining o'ng qismi ustuniga) mos keluvchi hamma elementar dizyunksiyalar konyunksiyasi izlanayotgan Bul funksiyasi DMNSH ni tashkil etadi.

Shunday qilib, Bul funksiyalari tizimini hosil qilish uchun haqiqiylik jadvalining o'ng qismining har bir ustuni uchun (har biri kombinatsion sxemaning chiqishiga mos keladi) yuqorida keltirilgan ta'riflarga asoslanib dastlab DMNSH ni tashkil etish zarur. U yoki bu shaklni tanlash mazkur ustundagi 1 yoki 0 ning ko'p-ozligiga bog'liq. Agar 1 kam bo'lsa, DMNSH, agar 0 ko'p bo'lsa, DMSH tashkil etiladi.

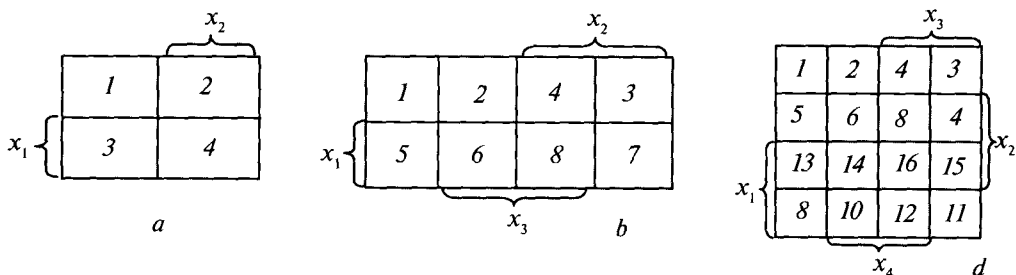
Karno xaritalari. Karno xaritasi kvadratlarga bo'lingan to'g'ri to'rt-burchakdan iborat bo'lib, ularning soni kirish o'zgaruvchilarining ikkili qiymatlaridan mumkin bo'lgan hamma kombinatsiyalar soniga teng, ya'ni 2^n ga teng, bunda, n — kiruvchi o'zgaruvchilar soni, 19.4-rasmda $n = 2, 3, 4$ uchun Karno xaritalari ko'rsatilgan.

Xaritaning har bir kvadrati kirish signallari kombinatsiyasiga shu tarzda mos keladi, bunda, umumiy tomonga ega kvadratlarning istagan jufti uchun bu kombinatsiyalar faqat bitta o'zgaruvchining qiymati bilan farq qiladi. ab va ec ; ae va bc tomonlar jufti umumiy hisoblanadi.

Kirish signallari qiymatlari kombinatsiyasining bunday taqsimlanishi quyidagi tarzda ta'minlanadi. 19.5-rasmda $n = 2, 3, 4$ uchun taqsimlash ko'rsatilgan.



19.4-rasm. $n = 2, 3, 4$ uchun Karno xaritalari.



19.5- rasm. Karno xaritasiga kirish signallari qiymatlari kombinatsiyasining kvadrat bo'yicha taqsimlanishi: $a - n = 2$; $b - n = 3$; $d - n = 4$.

Taqsimlash g'oyasi shundan iboratki, x_i argumentli katta qavs ichiga olingan kvadratlar berilgan argument 1 ga teng bo'lgan kirish qiymatlari kombinatsiyalariga mos keladi va, aksincha, katta qavs ichiga olinmagan kvadratlar argumenti $x_i = 0$ bo'lgan kombinatsiyaga mos keladi. Haqiqiylik jadvalining chap qismini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, ixtiyoriy argument $x_i = 1$ bo'lgan kirish kombinatsiyalari soni mumkin bo'lgan hamma kombinatsiyalarning yarmiga, ya'ni $2^{20.1}$ ga teng.

Demak, tegishli argumentlarning katta qavslari xaritasidagi hamma kvadratlarining yarmini o'z ichiga oladi. Masalan, x_1 argumentning katta qavsi $n = 2$ uchun 3, 4 kvadratlarini o'z ichiga oladi; $n = 3$ uchun 5, 6, 7, 8 kvadratlarini; $n = 4$ uchun 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 kvadratlarini o'z ichiga oladi.

Mazkur taqsimotdan kelib chiqib, u yoki bu kvadrat qaysi kirish kombinatsiyasiga mos kelishini osongina aniqlash mumkin. Masalan, 14 kvadratga ($n = 4$) 1101 kombinatsiya mos keladi, unga esa konstanta (elementar konyunksiya) mos keladi.

Tegishli kombinatsiyani aniqlash jarayonini mufassalroq tahlil qilamiz. x_i argumentning katta qavs bilan o'ralgan kvadratlarini to'plamini mazkur argumentning maydoni deb ataymiz. 14 kvadrat x_1 argumentning maydonida joylashgan, binobarin, $x_1 = 1$, x_2 argumentning maydonida $x_2 - x_2 = 1$; x_3 argument maydoni tashqarisida $-x_3 - x_3$, x_4 argumentning maydonida $x_4 - x_4$.

Kvadratlarini raqamlashni diqqat bilan qarab chiqqanda kvadrat raqamining haqiqiylik jadvali satrining raqamiga bevosita mos kelishini aniqlash mumkin.

Karno xaritasining har bir kvadratiga haqiqiylik jadvaliga va kvadratlarining kirish kombinatsiyalari bo'yicha qabul qilingan taqsimotiga mos ravishda nollar va birlar qo'yib chiqiladi. Agar kombinatsion sxemaning biror chiqishiga biror satrdagi farqsiz holat mos kelsa, u holda kvadratga d belgisi qo'yiladi.

Karno xaritasi yordamida Bul funksiyalarini minimallashtirish. Bir qator ta'riflar kiritamiz. Agar ikki kvadrat bitta umumiy tomonga ega bo'lsa, ular qo'shni kvadrat hisoblanadi. Masalan, 19.5- rasm, c da 6-

kvadratning qo'shnilari — 8, 14, 2, 5; 4-kvadratniki — 2, 3, 8, 12. 12-kvadrat 4-kvadratga qo'shni hisoblanadi (va aksincha), chunki ularning tomonlari umumiy (19.5-rasmga qarang). 7-kvadrat ham o'sha sababga ko'ra 5-kvadratga qo'shni bo'ladi (va aksincha).

Ichiga I yozilgan kvadratlar R -kvadratlar deb ataladi.

Ikkita qo'shni R -kvadrat bir o'lchovli R -kub qismini tashkil etadi. Bir o'lchovli R -kub qismiga dastlabkidan bitta hadi kam bo'lgan konyunksiya mos keladi. Bir o'lchovli R -kub qismining tashkil etilishi yutilish amaliga mos keladi:

$$x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots \bar{x}_n x_1 / x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_n = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_{n-1}$$

19.5-rasm, b da 2 va 6, 6 va 8, 8 va 4 va hokazo kvadratlar juft-jufti bilan bir o'lchovli R -qismini tashkil etadi. Bir o'lchovli R -kub qismiga mos keluvchi konyunksiyada kub qismining bir qismi maydonida bo'lgan, qolgan qismi esa maydoni tashqarisida bo'lgan argument ishtirok etmaydi. Konyunksiyada saqlangan qolgan argumentlarning maydonlarida bir o'lchovli R -kub qismi to'liq kiradi yoki umuman kirmaydi. Bunda, agar R -kub qismi X_i argumentning maydoniga to'liq kirsam, u holda tegishli konyunksiyada bu argument X_i qiymatga, agar to'liq kirmasa \bar{x}_i qiymatga ega bo'ladi.

19.6-rasmda ko'rsatilganidek, to'rtta qo'shni R -kvadrat ikki o'lchovli R -kub qismini tashkil etadi. Bu yerda ayrim P -kub qismlari ko'rsatilgan. Qolgan mumkin bo'ladigan R -kub qismlari shunga o'xshash grafik shaklga ega. Ikki o'lchovli R -kub qismi tashkil bo'lishining asosiy sharti shunday: har bir R -kvadrat R -kub qismidan kamida ikkita R -kvadratga qo'shni bo'lishi kerak. Masalan, 2, 6, 8, 7-kvadratlarining hammasi qo'shni bo'lishiga qaramay ikki o'lchovli R -kub qismini tashkil etmaydi, chunki 2-kvadrat faqat bitta 6-kvadrat bilan qo'shnidir.

Ikki o'lchovli R -kub qismiga mos konyunksiyada maydoniga mazkur kub qismi faqat yarmigacha kiradigan ikkita argument yo'q. Xuddi bir o'lchovli R -kub qismi uchun bo'lgani kabi konyunksiyada argumentlarning qiymati ikki o'lchovli R -kub qismi argument maydoniga to'liq kirishiga yoki to'liq kirmasligiga bog'liq.

Sakkizta qo'shni R -kvadrat uch o'lchovli R -kub qismini tashkil etadi, bunda har R -kvadrat kub qismining kamida uchta R -kvadrati bilan

| | | | |
|--|---|---|--|
| | | | |
| | 1 | 1 | |
| | 1 | 1 | |
| | | | |

a

| | | | |
|---|--|--|---|
| 1 | | | 1 |
| | | | |
| | | | |
| 1 | | | 1 |

b

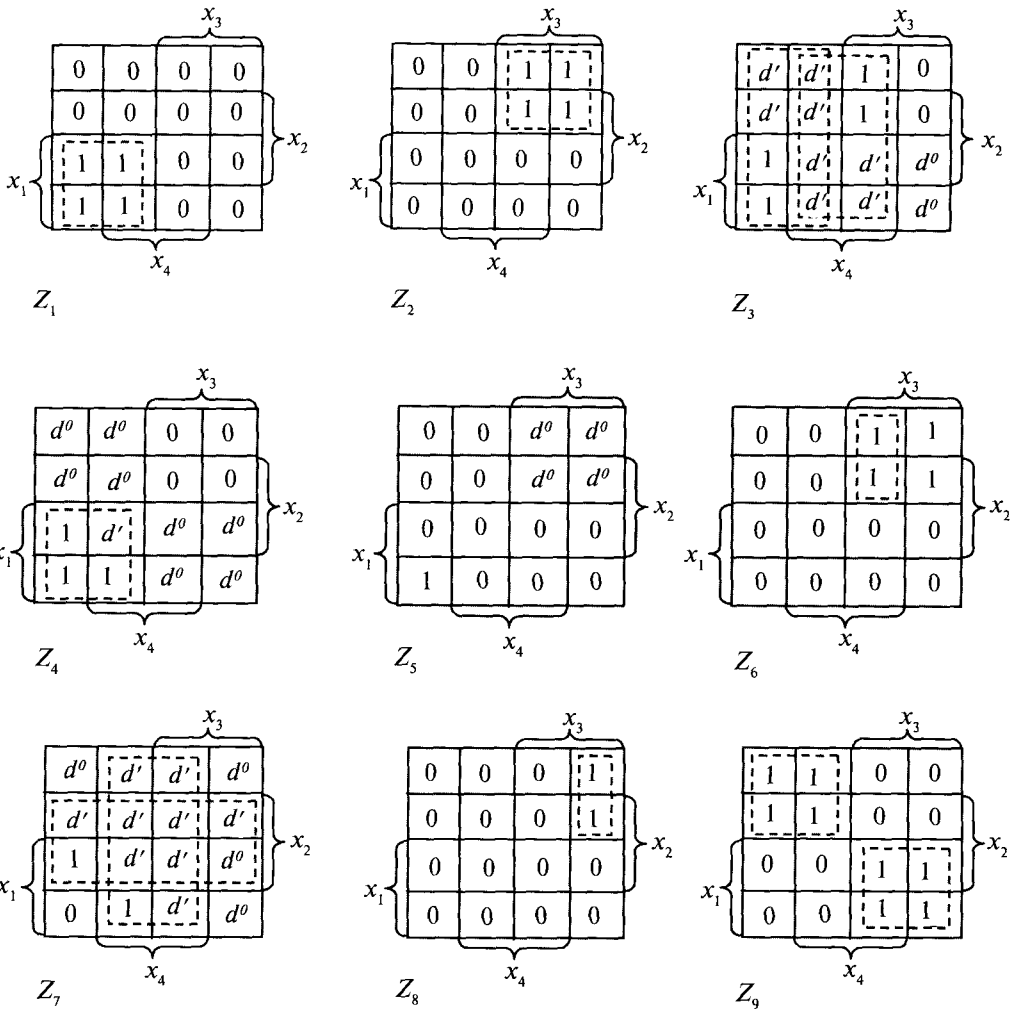
| | | | |
|--|---|--|--|
| | 1 | | |
| | 1 | | |
| | 1 | | |
| | 1 | | |

c

| | | | |
|---|--|--|---|
| | | | |
| | | | |
| 1 | | | 1 |
| 1 | | | 1 |

d

19.6-rasm. $n = 2, 3, 4, 5$ uchun ikki o'lchovli R -qism kub.



19.7- rasm. Paxta mitsellasini patronli filtrda ekstraksiyalashdan keyin filtrlashning davriy jarayonni boshqarishning kombinatsion sxemasi uchun Karno xaritalari.

chegaradosh (qo'shni) bo'lishi kerak. Tegishli konyunksiyaning tashkil bo'lishi qoidasi bitta va ikkita R -kub qismlari qoidalariga o'xshash bo'lib, bunda konyunksiyada endi uchta argument bo'lmaydi.

Ravshanki, 20 o'lchovli kub qismini hosil qilish uchun endi 220 kvadrat qismlari bo'lishi zarur, bunda ularning har biri kamida R -kvadrat qismi bilan chegaradosh (qo'shni) bo'lishi kerak. Tegishli konyunksiyada n ta argument bo'lmaydi.

Kub qismlari va ularga tegishli konyunksiyalarning hosil bo'lish qoidalaridan minimal DISH larni olish usuli kelib chiqadi. R -kvadratlar to'plami dastlabki Bul funksiyasini ifodalaydi. Agar R -kvadratlarga mos ke-

luvchi hamma konyunksiyalarni dizyunksiya bilan birlashtirsak, u holda Bul funksiyasi DMNSH hosil bo'ladi. Agar birinchi ifodadagi hadlarning umumiy soni ikkinchi ifodadagidan kam bo'lsa, u holda Bul funksiyasining bir ifodasi ikkinchisidan minimalroq bo'ladi. Bul funksiyasi DMNSH hadlari soni maksimal bo'lishi ravshan.

Karno xaritasini kub qismlari bilan to'ldirish quyidagi qoidalar bo'yicha amalga oshiriladi. Har bir R -kvadrat kamida bitta R -kub qismida foydalanilishi kerak. Hech bir R -kub qismida 0 ga ega bo'lgan bitta ham kvadrat foydalanilmasligi kerak. Istagan R -kvadratdan R -kub qismini hosil qilish uchun istagan marta foydalanilishi mumkin.

Karno xaritalari yaxshi aniqlanmagan Bul funksiyalarini juda samarali minimallashtirishga imkon beradi. Bunda, Karno xaritasi kvadratlari 1 gacha shunday tarzda aniqlanadiki, bunda iloji boricha katta o'lchovdagi R -kub qismlari hosil bo'lishi kerak.

Qarab chiqilayotgan misolda Karno xaritalarining qo'llanilishini ko'rsatamiz. 20.6- rasmda paxta mitsellasini patronli filtrda ekstraksiyalashdan keyin filtrlashning davriy jarayonini boshqarishning kombinatsion sxemasi uchun Karno xaritalari ko'rsatilgan. Xaritada Z_1 chiqish uchun bitta ikki o'lchovli R - kub qismi bor bo'lib, u x_1 argumentning maydoniga to'liq kiradi, x_3 ning maydoniga to'liq kirmaydi, x_2 va x_1 argumentlar maydoniga qisman kiradi. Demak, Z_1 funksiyaning minimal ko'rinishi:

$$z_1 = x_1 \cdot \bar{x}_3,$$

z_2 funksiya ham shunga o'xshash aniqlanadi:

$$z_2 = \bar{x}_1 \cdot x_3.$$

z_3 chiqish funksiyasi ba'zi kirish kombinatsiyalarida to'liq aniqlanmagan. Tegishli kvadratlarda d harfi yozilgan (z_3 mazkur to'plamlarda istalgan qiymatni: 1 yoki 0 ni qabul qilishi mumkin). Oxirigacha aniqlashni shunday tarzda tugallash zarurki, bunda katta o'lchamli kub qismlari olinsin. Shunday aniqlashni tugallash varianti 19.7-rasmda ko'rsatilgan. Boshqa barcha variantlar o'sha (yoki kattaroq) o'lchamdagi Bul funksiyasini beradi:

$$z_3 = \bar{x}_3 \sqrt{x_4}.$$

Shu tarzda qolgan (boshqa) chiqish funksiyalarini aniqlab, Bul funksiyalarining yakuniy tizimini hosil qilamiz, u esa boshqarishning kombinatsion sxemasini adekvat ravishda tavsiflaydi. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, Z_9 , Z_{10} , Z_{11} chiqishlari kirish kombinatsiyalari ma'lumotlariga bog'liq bo'lmaydi (doim ochiq). Bundan tashqari, chiqish $Z_4 = Z_1$. Uzilkesil Bul funksiyalari tizimi bunday ko'rinishni oladi (19.17):

$$\left\{ \begin{array}{l} z_1 = x_1 \cdot \bar{x}_2; \\ z_2 = x_1 \cdot x_3; \\ z_3 = \bar{x}_3 \sqrt{x_4}; \\ z_4 = z_1; \\ z_5 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4; \\ z_6 = x_1 \cdot x_3 \cdot x_4; \\ z_7 = x_2 \sqrt{x_4}; \\ z_8 = \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_4; \\ z_{ac} = x_1 \cdot x_3 \sqrt{x_1 \cdot x_3} \end{array} \right. \quad (19.17)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} z_1 = x_1 \cdot x_3; \\ x_2 = \bar{x}_1 \cdot x_3; \\ x_3 = \bar{x}_3 \sqrt{x_4}; \\ z_4 = z_1; \\ z_5 = z_1 \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_4; \\ z_6 = z_2 x_4; \\ x_7 = x_2 \sqrt{x_4}; \\ x_8 = z_2 x_4; \\ z_{ac} = x_1 \cdot x_3 \sqrt{x_1 \cdot x_3} \end{array} \right. \quad (19.18)$$

Agar $Z_1 = x_{10}, x_3$ va $Z_2 = x_{10}, x_3$ o'rin almashtirishlarni bajarsak, u holda (19.17) ifodani (19.18) ko'rinishida yozish mumkin.

Shunday qilib, biz filtrlashning davriy jarayonini boshqarishning kombinatsion sxemasining formallashtirilgan tavsifini minimallashtirilgan Bul funksiyalari tizimi ko'rinishida olaylik (19.18).

Kombinatsion sxemalarni sintez qilishdagi navbatdagi bosqich boshqaruvchi qurilmaning sxemasini yasash bosqichi va bu sxemani texnik amalga oshirish hisoblanadi.

19.3-§. KOMBINATSION BOSHQARUV QURILMASI SXEMASINI YASASH

Agar boshqarish sxemasi diskret elementining mumkin bo'lgan ikki holatidan biriga mos holda Bul algebrasining 0 belgisini qo'ysak, 1 belgisini esa boshqa holatga mos qilib qo'ysak, u holda Bul funksiyalari nazariyasi va unga asoslangan usullar boshqarishning mantiqiy kombinatsion sxemalarini tahlil va sintez qilish uchun qo'llanilishi mumkin. Mantiqiy boshqarish qurilmasining formallashtirilgan tavsifidan prinsipial sxemaga o'tish bosqichini texnik amalga oshirish deb aytamiz.

Mantiqiy boshqarish qurilmalari amalga oshiriladigan diskret elementlarning ikkita asosiy — kontaktli va kontaktsiz turi mavjud.

Kontaktli elementlar uchun Bul algebrasi elementlari va qurilma holatlari o'rtasida quyidagicha moslik o'rnatiladi. Elektromagnit rele va uning kontaktlari asosiy kontakt elementi hisoblanadi. O belgisiga kontaktlarning ochiq (uzilgan) holati, 1 belgiga berk holati mos qo'yiladi.

So'ng VA-YOKI-YO'Q bazisida sxema va Bul funksiyalari orasidagi moslikni aniqlaymiz (20.2-jadval). Sxema ishini tekshirish shuni ko'rsatadiki, normal ochiq kontaktlarni parallel ulash argumentlarning dizyunksiyasini amalga oshiradi, ketma-ket ulash konyunksiyani, normal berk kontakt esa inkor qilishni amalga oshiradi. Bu uchta sxema bazasini tashkil etuvchi Bul funksiyalarini amalga oshirgani uchun bu sxemalarning kombinatsiyasi ixtiyoriy, lekin chekli sondagi argumentli ixtiyoriy Bul funksiyasini amalga oshirishga imkon beradi.

Chiqishdagi birga — berk zanjir, nolga — ochiq zanjir mos kelib, bunda zanjirning yo'nalishi ko'rsatilmaydi, ya'ni biz ikki tomonlama o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan sxema bilan ish ko'ramiz. Kontaktli elementlarga asoslangan sxemalarni sintez qilish faqat mazkur turdagi sxemalarga xos bo'lgan va ba'zi hollarda tejimli va ishonchli sxemalarni yasashning samarali usullarini olishga imkon beruvchi bir qator xususiyatlar bilan ifodalanadi.

19.2- jadval.

Sxemalarning Bul funksiyasiga mos kelishi

| Sxema | Bul funksiyasi |
|-------|--|
| | $Z = X_1 \vee X_2$ $Z = X_1 \cdot X_2$ $Z = \bar{X}$ |

Kontaktsiz mantiqiy elementlar funksional bloklar ko'rinishida bajarilgan. Har bir blok ma'lum mantiqiy funksiyani amalga oshiradi. Kontaktsiz elementlar uchun bloklarni rasmiylashtirishning ko'p xilligi xarakterlidir.

Tuzilish tafsilotlariga berilmasdan har bir bazis mantiqiy funksiyani 19.3-jadvalda keltirilgan shartli belgilar ko'rinishida ifodalaymiz.

Universal rele bilan taqqoslaganda kontaktsiz mantiqiy elementlar ishonchli va tez ishga tushishi juda yuqori. Integral elementlarni ishlab chiqarishni o'zlashtirish bilan bog'liq mantiqiy elektron sxemalarni tayyorlash texnologiyasidagi taraqqiyotning jadallashishi munosabati bilan kontaktsiz qurilmalar bundan keyin avtomatik boshqarishning mantiqiy sxemalarida ko'proq ishlatiladi.

Mantiqiy funksiyalarning shartli belgilari

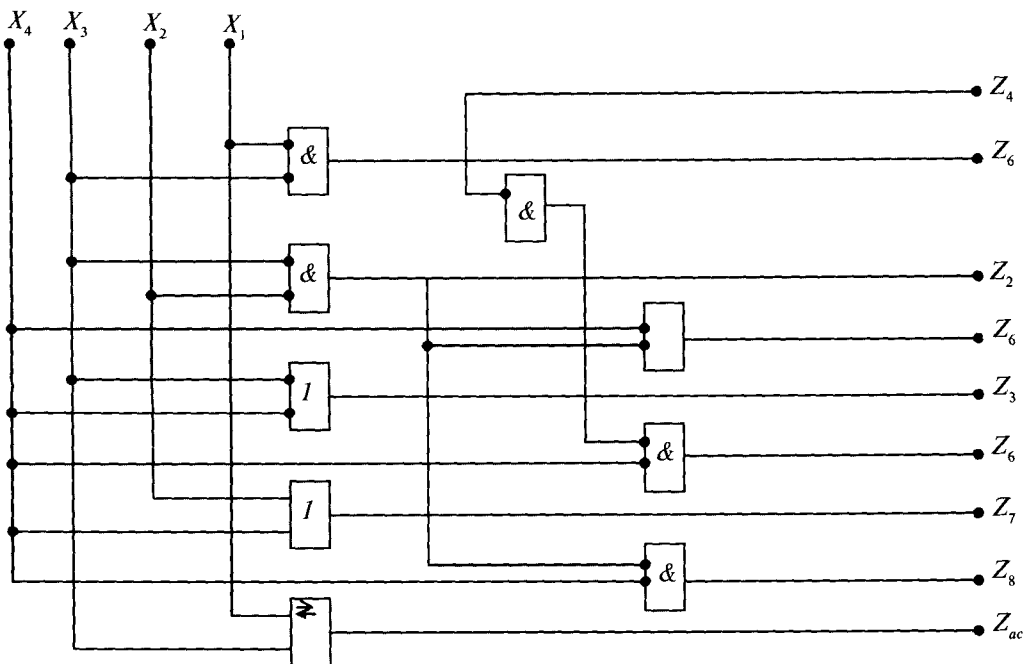
| Funksiya | Ifodasi | Shartli belgisi |
|-----------------|--|-----------------|
| Takrorlash | $Z = X$ | |
| Inkor qilish | $Z = \bar{X}$ | |
| Konyunksiya | $Z = X_1 \cdot X_2$ | |
| Dizyunksiya | $Z = X_1 \vee X_2$ | |
| Sheffer shtrixi | $Z = \overline{X_1 \cdot X_2}$ | |
| Pirs strekasi | $Z = \overline{X_1 \vee X_2}$ | |
| Ekvivalentlik | $Z = X_1 \cdot X_2 \vee \bar{X}_1 \cdot \bar{X}_2$ | |
| Implikatsiya | $Z = \bar{X}_1 \vee X_2$ | |
| Man qilish | $Z = \bar{X}_1 \cdot X_2$ | |

Bul funksiyalari (19.18) tizimlarini texnik amalga oshirish katta qiyinchilik tug'dirmaydi. Buning uchun mazkur holda VA—YOKI—YO'Q bazisida 15 ta element talab qilinadi, agar bazis sifatida 19.3-jadvallar to'plamidan foydalanilsa, u holda 9 ta element kerak bo'ladi. 19.8-rasmda kombinatsion avtomatni patronli filtrda ikki xonali funksiyalarning to'liq to'plamidan foydalangan.

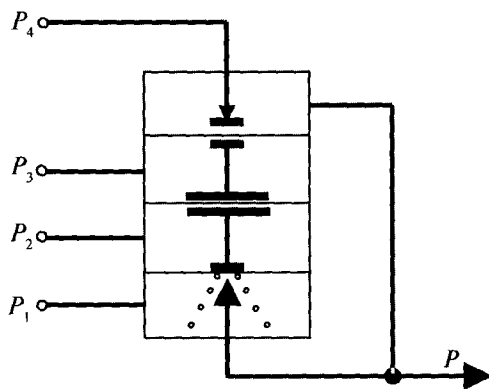
Pnevmatik elementlarda asoslangan ko'p chiqishli kombinatsion sxemalarni amalga oshirish. Optimal ko'p chiqishli sxemalarni ko'p funksional mantiqiy elementlar asosida sintez qilish muammosi umumiy holda hal qilinmagan, chunki turli funksiyalarni amalga oshiruvchi mantiqiy elementlar turlarining to'plami mavjud. VA—YOKI—YO'Q bazis uchun bu masalalar umumiy ko'rinishda hal qilingan. Biroq, agar biror-bitta funksional elementning xossalarini mufassal tadqiq qilib, u bilan cheklanadigan bo'lsak, u holda mazkur elementdan foydalangan holda ko'p chiqishli kombinatsion sxemalarni amalga oshirish usullarini yaratish imkoniyatlari paydo bo'ladi.

SPEUT (sanoat pnevmoavtomatikasi elementlarining universal tizimi) da rele texnikasining asosiy qurilmasi prujinali pnevmatik uch membranalni PIP.3 rele hisoblanadi, uning prinsipial sxemasi 19.9-rasmda keltirilgan. PIP.3 relening to'rtta kirishi: P_1, P_2, P_3, P_4 va bitta chiqishi bor. Bino-barin, ular umumiy holda quyidagi Bul funksiyasini amalga oshiradi:

$$P = P(P_1, P_2, P_3, P_4).$$



19.8- rasm. Filtrlash davriy jarayonini boshqarish uchun kombinatsion avtomatning prinsipl sxemasi.

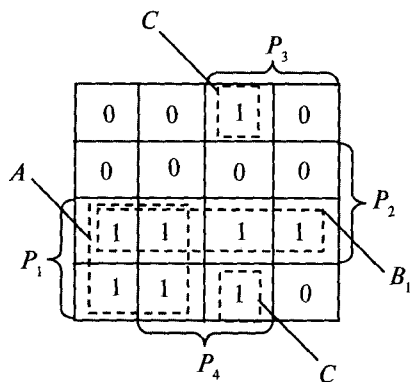


19.9- rasm. P1P.3 pnevmatik uch membranali rele.

Bu ifodaning mohiyatini ochish uchun haqiqiylik jadvali va Karno xartasiga asoslangan usulini qo'llaymiz. P1P.3 rele uchun haqiqiylik jadvalini tuzamiz (19.4-jadval). Bul algebrasining 0 elementga $P=0,2 \text{ kg/sm}^2$ pnevmatik signal, 1-elementga $P=1 \text{ kg/sm}^2$ signal mos keladi. Bu jadvalga mos keluvchi Karno xartasi 19.10-rasmda ko'rsatilgan. Rasmdan ko'ri-nishicha, xaritaning sirti ikkita ikki o'lchovli kub qismlari a, b dan va bitta

bir o'lovli P — kub qismi C dan iborat. P1P.3 pnevmorelening nati-jalovchi Bul funksiyasi bunday ko'rinishga ega:

$$P = P_1 \cdot \overline{P_3} \overline{P_1} \cdot P_2 \overline{P_2} \cdot P_3 \cdot P_4$$



19.10-rasm. P1P.3 relesi uchun Karno xaritasi.

19.4-jadval

P1P.3 pnevmatik rele uchun haqiqiylik jadvali

| P_1 | P_2 | P_3 | P_4 | P | P_1 | P_2 | P_3 | P_4 | P |
|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Rele kirishlariga ma'lum qiymatlar berib (yoki ularni o'zaro kommutatsiyalab), ikkita va bitta argumentli Bul funksiyalari to'plamini hosil qilish mumkin. P1P.3 pnevmatik relelarga amalga oshirilishi mumkin bo'lgan Bul funksiyalari to'plamini aniqlaymiz. Agar kirish signallari qiymatlar qabul qilishi mumkinligi yoki faqat ma'lum tarzda kommutatsiyalanishi mumkinligi hisobga olinsa:

a) $P_i = P_j$

b) $P_i = P_j = P_k$

c) $P_i = 1; P_j = 0$

d) $P_i = 1; P_j = 0; P_k = 0; (i, j, k = 1, 2, 3, 4; i \neq j \neq k);$

e) $P_i = 1; P_j = 1; P_k = 0;$

f) $P_i = 0; P_j = 0.$

U holda, Bul funksiyalarining umumiy soni ushbu ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$N = 2m + (2^2 + 1)c_m^2 + (2^3 + 1) \cdot c_m^3 + \dots + (2^{m-1} + 1)c_m^{m-1},$$

bu yerda m — kirishlar soni.

P1P.3 rele uchun kirishlar soni to'rtga teng va binobarin, Bul funksiyalarining umumiy soni 74 ga teng. Bu funksiyalarning bir qismi trivial ko'rinishga ega. Ular biz uchun qiziqish uyg'otmaydi, chunki bu elementning mantiqiy imkoniyatlari haqida gap boradi. Shuning uchun, to'plamdan faqat notrival Bul funksiyalarini tanlab olamiz.

19.5- jadval.

P1P.3 rele kirishlarining operatorlar uchun kommutatsiyasi

| Operator belgisi | Operatorning Bul funksiyasi | Kirishlar qiymati va ularning kommutatsiyasi |
|---------------------------|---|--|
| $A_1(P_1, P_2, P_3, P_4)$ | $P_1 \cdot P_2 \cdot V P_1 \cdot \bar{P}_3 V \bar{P}_2 \cdot P_3 \cdot P_4$ | |
| $A_2(P_2, P_3, P_4)$ | $P_2 V \bar{P}_3 V P_4$ | $P_1 \equiv 1$ |
| $A_3(P_2, P_3, P_4)$ | $\bar{P}_2 \cdot P_3 \cdot P_4$ | $P_1 \equiv 1$ |
| $A_{4a}(P_1, P_3, P_4)$ | $P_1 \bar{P}_3 V P_3 \cdot P_4$ | $P_2 \equiv 0$ |
| $A_{4b}(A_1, P_2, P_4)$ | $P_1 P_2 V \bar{P}_1 \cdot P_4$ | $P_3 \equiv 1$ |
| $A_5(P_2, P_3, P_4)$ | $P_2 P_3 V P_3 P_4$ | $P_1 \equiv P_3$ |
| $A_6(P_1, P_3, P_4)$ | $P_1 V P_3 \cdot P_4$ | $P_1 \equiv P_2$ |
| $A_7(P_1, P_2, P_3)$ | $P_1 V \bar{P}_2 \cdot P_3$ | $P_3 \equiv P_4$ yoki $P_4 = P_1$ |
| $A_8(P_1, P_2, P_3)$ | $P_1 \cdot P_2 V P_1 \cdot \bar{P}_3$ | $P_2 \equiv P_4$ yoki $P_4 = 0$ |
| $A_9(P_1, P_2, P_4)$ | $P_1 \cdot P_2 V P_1 \cdot P_4$ | $P_1 \equiv P_3$ |
| $A_{10a}(P_3, P_4)$ | $P_3 \cdot P_4$ | $P_1 \equiv P_2 \equiv 0$ |
| $A_{10b}(P_1, P_2)$ | $P_1 \cdot P_2$ | $P_3 \equiv 1, P_4 \equiv 0$ |
| $A_{11a}(P_1, P_3)$ | $P_1 \cdot \bar{P}_3$ | $P_2 \equiv P_4 \equiv 0$ |

| | | |
|---------------------|-----------------------|---|
| $A_{11b}(P_2, P_4)$ | $\bar{P}_2 \cdot P_4$ | $P_1 \equiv 0, P_3 \equiv 1$ |
| $A_{11v}(P_2, P_3)$ | $\bar{P}_2 \cdot P_3$ | $P_1 \equiv 0, P_4 \equiv 1$ |
| $A_{12a}(P_1, P_3)$ | $P_1 \vee P_3$ | $P_2 \equiv 0, P_4 \equiv 1$ |
| $A_{12b}(P_2, P_4)$ | $P_2 \vee P_4$ | $P_1 \equiv P_3 \equiv 1$ |
| $A_{12v}(P_2, P_3)$ | $P_2 \vee \bar{P}_3$ | $P_1 \equiv 1, P_4 \equiv 0$ |
| $A_{12g}(P_3, P_4)$ | $\bar{P}_3 \vee P_4$ | $P_1 \equiv 1, P_2 \equiv 0$ |
| $A_{12d}(P_1, P_2)$ | $P_1 \vee P_2$ | $P_3 \equiv P_4 \equiv 1$ |
| $A_{13a}(P_3)$ | \bar{P}_3 | $P_1 \equiv 1; P_2 \equiv P_4 \equiv 0$ |
| $A_{13b}(P_2)$ | \bar{P}_2 | $P_1 \equiv 0; P_3 \equiv P_4 \equiv 1$ |

Hosil qilingan to'plamdan olingan har bir Bul funksiyasining operatori PIP.3 deb ataymiz va uni A_i harfi bilan belgilaymiz. Olingan hamma ma'lumotlarni 19.5-jadvalga yozamiz.

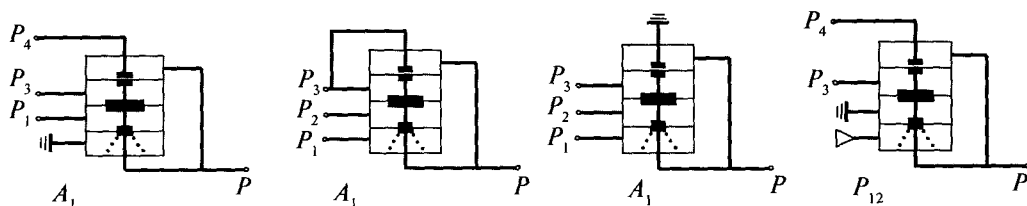
19.11-rasmda PIP.3 rele kirishlarining A_3, A_7, A_{12} operatorlar uchun kommutatsiya sxemasi keltirilgan. PIP.3 kirishlari qolgan operatorlarni amalga oshirish uchun ham xuddi shunga o'xshash tarzda kommutatsiyalanadi.

Yuqorida aniqlangan A_i operatorlarning xossalarini ifodalaymiz. Operatorni $A_i(\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n)$ orqali belgilaymiz, bunda i — operator indeksi (19.5-jadvalga qarang), 20. kirishlar soni (PIP.3 uchun $n = 4$).

1-xossa. A_i operator argumentlarining o'rnini almashtirishda u amalga oshiradigan Bul funksiyalari umumiy holda o'zaro birga teng emas.

Agar berilgan operatorning Bul funksiyasini $F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\}$ orqali belgilasak, u holda bu xossa har bir ρ_i uchun $F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\} \neq F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\}$ tarzida yoziladi.

Demak, operator yozuvida argumentlarni yozish tartibi muhimdir. Bu xossani misolda tushuntiramiz. $A_{11a}(x_1, x_2)$ operator x_1, x_2 mantiqiy funksiyani



19.11-rasm. PIP.3 rele kirishlarining A_1, A_2, A_3 operatorlar uchun kommutatsiya sxemasi.

amalga oshiradi. $A_{11a}(x_2 \cdot x_1)$ operator esa $\bar{x}_2 \cdot x_1$ mantiqiy funksiyani amalga oshiradi, ya'ni bu funksiyalar o'zaro teng emas. P1P.3 operatorlar orasida argumentlarining yozilish tartibi farqsiz bo'ladiganlari ham mavjud.

2-xossa. P1P.3 ning A_i operatorlari to'plami uchun (19.5-jadval) superpozitsiya amali o'rinalidir.

Agar Bul funksiyasi $Z = F\{A_i(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)\}$ ko'rinishda va $\rho_2 = Ai(\rho'_1, \rho'_2, \rho'_3, \rho'_4)$ bo'lsa, u holda $Z = F \rho_2 = \{Ai[\rho'_1, A(\rho'_2, \rho'_3, \rho'_4)]\rho_3, \rho_4\}$ bo'ladi. Bu tasdiq istalgan r uchun to'g'ridir.

Bu xossani misolda tushuntiramiz. Faraz qilaylik, murakkab Bul funksiyasi

$$Z = x_1 x_3 \vee x_1 x_3 \cdot x_4$$

ko'rinishga ega bo'lsin. Agar 19.5-jadvalni va berilgan Bul ifodasi taqqoslangan, u holda $\overline{x_1 x_3}$ va $\overline{x_1 x_3}$ hadlar $A_{11a}(x_1 x_2)$ va $A_{11a}(x_1 x_2)$ operatorlar orqali amalga oshiriladi. Demak, superpozitsiya prinsipiga ko'ra bunday yozish mumkin:

$$Z = A_{11a}(x_1, x_3) \vee A_{11a}(x_3, x_1) \cdot x_4$$

Mazkur ifodani tahlil qilib, u A_i operator bilan amalga oshirishini sezish mumkin va superpozitsiya xossasidan kelib chiqib, oxirida

$$Z = P_6[A_{11a}(x_1, x_3) \cdot A_{11a}(x_3, x_1) \cdot x_4]$$

ni yozish mumkin.

3-xossa. Agar ikki operatorning indeksleri, argumentlari va yozish tartibi bir xil bo'lsa, u holda ular ekvivalent deb hisoblanadi.

Operatorlarni belgilashda argumentlarni yozishdagi ma'lum tartib mazkur argumentlar bilan operator amalga oshiradigan Bul funksiyasidagi ularning joylashuvi orasidagi moslikni bir qiymatli qiladi. Operator bilan u amalga oshiradigan Bul funksiyasi orasida bir qiymatli moslik mavjud bo'lgani uchun A_i operatorlar va Bul funksiyasini aralash yozish mumkin, ya'ni P1P.3 rele operatorlari Bul funksiyasining operatorlari bo'lishi mumkin.

Mantiqiy boshqaruv kombinatsion qurilmasining prinsipial sxemasini P1P.3 ning ko'p funksional mantiqiy elementi asosida yasash usulini umumiy tarzda bayon qilamiz. Bu usul quyidagi tasdiqqa asoslangan. P1P.3 elementlari sonidan minimal foydalanilgan sxema optimal hisoblanadi. Bu shartni bajarish uchun Bul funksiyalarining dastlabki tizimining yuqorida aniqlangan operatorlar yig'indisini shunday ifodalash kerakki, bunda dastlabki Bul funksiyasi ifodalari mutlaqo bo'lmasin. Bunday o'tish Bul ifodalari komplekslarini tegishli A_i operatorlar bilan 19.5-jadvaldagi ma'lumotlarga asosan imkon bor almashtirishlarni qayta tanlash usuli bilan bajariladi. Bul ifodalari 19.5-jadvalning 3-ustunida keltirilgan va ular murakkab Bul funksiyalarida osongina bir xillashtiriladi.

Usluning imkoniyatlarini Bul funksiyalari (19.18) tizimini texnik amalga oshirish misolida namoyon qilib ko'rsatamiz. Bul ifodalarini operatorlar bilan ketma-ket almashtira boshlaymiz. Z_1 funksiya uchun oralarida deyarli farq bo'lmagan A_{11a} , A_{11b} , A_{11v} operatorlar to'g'ri kelishi ravshan. A_{11a} operatorni tanlaymiz: dastlabki Bul funksiyasida x_3 argument invers bo'lgani uchun u argumentlar ro'yxatida x_1 dan so'ng ikkinchi bo'lib yoziladi va funksiyaning operator yozuvi

$$Z_1 = A_{11a} |(x_1, x_3)|$$

ko'rinishga ega bo'ladi.

Z_2 funksiyani amalga oshirish uchun shunga o'xshash operatoridan foydalanish mumkin. Biroq unda argumentlar ro'yxatidan ikkinchi bo'lib x_1 argument yoziladi, chunki u dastlabki Bul funksiyasida inversli:

$$Z_2 = A_{11a}(x_1, x_3)$$

Qolgan Bul funksiyalarining (Z_5 va Z_{ac} dan boshqa) operator yozuvlari xuddi shu tarzda aniqlanadi. Z_5 va Z_{ac} operator shaklini aniqlash jarayonini mufassalroq qarab chiqamiz. Z_5 Bul ifodasining strukturasi tahlil qilish 19.5-jadvaldagi Bul ifodalari tizimida bunga o'xshashi mavjud emasligini ko'rsatadi. Bosqichli operator shakl almashtirishni bajaramiz. $Z_1 \cdot \bar{x}_2$ guruh $A(Z_1, X_2)$ operator tomonidan amalga oshirilishi mumkin: $A_{11a}(Z_1, X_2)$ guruh o'z navbatida A_{11a} operator tomonidan amalga oshirilishi mumkin va funksiya pirovardida bunday ko'rinishni oladi:

$$Z_b = A_{11a}[A_{11a}(Z_1, x_2)x_4].$$

19.5- jadvaldagi Bul ifodalari tizimida Z_{ac} funksiyaga o'xshash struktura yo'q. Biroq $\bar{x}_1 = A_{13a} \cdot (X_1)$ o'rniga qo'yish A_{4a} operatorga mos keluvchi jadval strukturasi olib keladi va operator shaklidagi Bul funksiyasi bunday ko'rinishni oladi:

$$Z_{ac} = A_{4a}[A_{12}(x_1), x_3, x_1]$$

Berilgan uslub bo'yicha barcha amallarni bajarib, yog'-moy sanoatida paxta missellasini filtrlashning davriy jarayonini boshqarish kombinatsion sxemasining P1P.3 operatorlarining yakuniy tizimini hosil qilish mumkin:

$$Z_1 = A_{11a}(x_1, x_3),$$

$$Z_2 = A_{11a}(x_3, x_1),$$

$$Z_3 = A_{12d}(x_3, x_4),$$

$$Z_4 = Z_1,$$

$$Z_5 = A_{11a}[A_{11a}(Z_1, x_2), x_4],$$

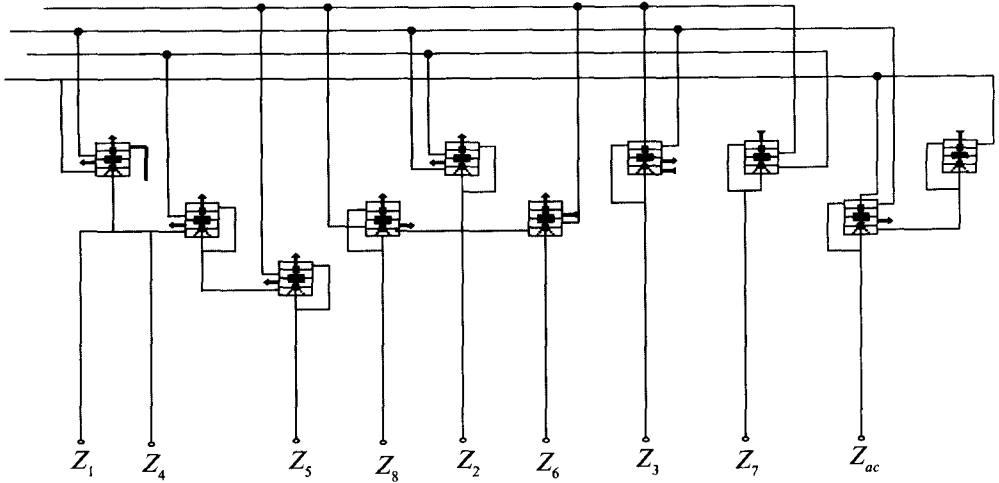
$$Z_6 = A_{10b}(Z_2, x_4),$$

$$Z_7 = A_{12a}(x_2, x_4),$$

$$Z_8 = A_{11a}(Z_2, x_4),$$

$$Z_{ac} = A_{4a}[A_{13}(x_1), x_3, x_1].$$

Ko'p funktsionalli LIP.3 mantiqiy element asosidagi kombinatsion avtomatning prinsipial sxemasi 19.12-rasmda keltirilgan. Zarur bir rusumli elementlar soni 10 ga teng, holbuki VA—YOKI—YO'Q bazisida amalga oshirish 15 element bo'lgandagina mumkin bo'lar edi.



19.12- rasm. Ko'p funktsionalli PIP.3 mantiqiy element asosidagi kombinatsion avtomatning prinsipial sxemasi.

Shunday qilib, mazkur usul bo'yicha qurish bazisida amalga oshiril-gandagiga qaraganda kamroq elementga ega bo'lgan prinsipial sxema hosil bo'ladi.

Yuqorida qarab chiqilgan kombinatsion mantiqiy avtomatlar nisbatan oddiy boshqarish algoritmlarini amalga oshiradi, ular statik avtomatlar sinfiga tegishli. Kombinatsion avtomatlarni tahlil va sintez qilishning formallashtirilgan usullari Bul funksiyalari nazariyasiga asoslanadi.

Bu matematik apparat ham dinamik avtomatlarni tahlil va sintez qilishda keng foydalaniladi.

19.4-§. CHEKLI AVTOMATLAR NAZARIYASI ASOSLARI

Davriy jarayonlarni avtomatik boshqarish masalalarining turli xilligi faqat Bul funksiyasi nazariyasi usullari bilangina hal qilinmaydi. Shu ma'noda chekli avtomatlar nazariyasi usullari ancha qo'llanishlidir. Uslubiy nuqtayi nazardan chekli avtomatlar kombinatsion avtomatlarga qaraganda ancha keng potensial imkoniyatlarga ega bo'lgan ancha katta sinfdir. Ma'lum cheklanishlar va yo'l qo'yishlarda kombinatsion avtomatlar chekli avtomatlarning sinfchasi bo'ladi.

Kombinatsion sxemalar yordamida tavsiflash imkoni bo'lmagan boshqarish tizimlariga bir qancha misollarni qarab chiqamiz.

Misol. Ko'targichning elektr dvigatelini boshqarish zarur. Dvigatel boshqarish tugmasi (BK) bilan ishga tushiriladi. Oxirgi o'chirgich (CHV) bilan to'xtatiladi. Tugmadan keladigan signalni X_1 bilan, oxirgi o'chirgichdan keladigan signalni X_2 bilan, dvigatelga bo'ladigan ta'sirni Z bilan belgilaymiz. Bunday moslik o'rnatamiz: $X_1 = 1$ —tugma berk (ya'ni ulangan), $X_1 = 0$ —tugma uzilgan, $X_2 = 1$ —4V kontakti ulangan, $X_2 = 0$ —4V kontakti uzilgan, $Z = 1$ —dvigatelni ishga tushirish, $Z = 0$ —dvigatelni to'xtatish. Tizim quyidagi tarzda ishlaydi. Faraz qilaylik, ko'targich pastda joylashgan bo'lsin: bu holda BK, 4V kontaktlari uzilgan, ya'ni $X_2 = 0$ va $X_1 = 0$. Agar bu holatda BK ga bosilsa ($X_1 = 1$), ko'targich dvigateli ulanadi ($Z = 1$). Agar shundan so'ng BK qo'yib yuborilsa ($X_1 = 0$) ham dvigatel ulanganicha qoladi. Dvigatel ko'targich yuqori chekka nuqttagacha ko'tarilguncha va 4V kontaktini ulamaguncha ($X_2 = 1$) ishlab turadi, shunda dvigatel o'chadi. BK ni takroran bosish bilan dvigatel ishga tushmaydi. Tizim ishini 19.6-jadval ko'rinishida ifodalaymiz.

19.6-jadval

Ko'targich elektr dvigateli ishini kodlash

| Takt № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------|---|---|---|---|---|---|
| X_1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| X_2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Z | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Bu jadvalni tahlil qilishdan ko'rinadiki, o'zgaruvchilarning 1, 3, 5 taktlardagi $X_1 = 0$ va $X_2 = 0$ kirish kombinatsiyasiga chiqish kattaligining mos ravishda turli qiymatlari $Z = 0, 1, 0$ mos keladi. Bu hol ko'targichni boshqarish tizimini amalga oshirish uchun kombinatsion sxemani qo'llab bo'lmasligidan dalolat beradi. Keltirilgan misoldan, kirish o'zgaruvchilarning ayni bir kombinatsiyasiga chiqish kattaligining turli xil qiymatlari mos keladigan barcha hollarda boshqa matematik apparatni qo'llash, xususan, chekli avtomatlar nazariyasini qo'llash zarurligi kelib chiqadi.

Chekli avtomatlar nazariyasining asosiy tushunchalarini kiritamiz. Bizning fikrimizcha, hamma diskret modellarni chekli avtomatlar deb atash maqsadga muvofiq. Ular o'z navbatida xotirasiz (yoki kombinatsion) chekli avtomatlarga va xotirali (yoki izchil) chekli avtomatlarga bo'linishi mumkin. Oldinroq biz asosiy tushunchalarni kiritdik va xotirasiz (kombinatsion) chekli avtomatlarni sintez qilishning ba'zi masalalarini qarab chiqdik. Bu yerda biz xotirali chekli avtomatlarni qarab chiqamiz. Shuni aytib o'tish zarurki, „chekli avtomat“ atamasi aniq texnik qurilmani

anglatmaydi, balki matematik abstraksiya hisoblanadi (diskret ta'sir ko'rsatish tizimlarida real hodisalarni aks ettiruvchi haqiqiylikning ma'lum darajadagi matematik modeli).

Chekli avtomatlar nazariyasining ikki modeli farq qilinadi: abstrakt (mavhum) va strukturali. Ayni bir abstrakt chekli avtomatga bir nechta strukturali chekli avtomat mos kelishi mumkin.

Xotirali chekli avtomatni bundan keyin oddiygina chekli avtomat deb, xotirasiz avtomatlarni esa kombinatsion avtomatlar deb ataymiz. Shuningdek, hamma kirish va chiqish o'zgaruvchilari chekli to'plamda qiymat qabul qiladi, deb hisoblaymiz. Aslida chekli avtomatlarning umumiy nazariyasi to'plam elementlari qiymatini cheklamasa-da, amaliy natijalar faqat ikki xonali mantiq uchun olinganini ta'kidlab o'tish kerak.

Chekli avtomat kirishiga so'zlar deb ataluvchi ikkili kombinatsiyalar ko'rinishidagi axborot uzatiladi. To'plam alifbo deb ataladi, uning 0 va 1 elementlari esa harflar deyiladi. Harflarning chekli tartibli ketma-ketligi so'zni tashkil etadi. Ravshanki, kiruvchi va chiquvchi so'zlar mavjud. Bu holda diskret axborotning ixtiyoriy shakl almashtirishi kiruvchi so'zlar to'plami f ning chiquvchi so'zlar to'plamiga bir qiymatli akslanishi sifatida ifodalanib, bunda, kiruvchi va chiquvchi so'zlar to'plamlari, odatda, hamma so'zlar to'plamining qism to'plami bo'ladi. Istalgan chekli avtomat bir qiymatli akslantirishni amalga oshiradi.

Chekli avtomatni ta'riflaymiz. Chekli avtomat diskret dinamik tizim bo'lgani uchun u turli vaqtda turli xil chekli holatlarda bo'lishi mumkin. Ularni avtomatning holati deb ataymiz va $y(t)$ orqali belgilaymiz. Chekli avtomat — bu diskret tizim bo'lib, uning mazkur paytdagi holatlari va chiqishlari quyidagi tenglamalar bilan tavsiflanadi:

$$\begin{cases} y(t) = \varphi [y(t-1), \rho(t)] \\ z(t) = \psi [y(t-1), \rho(t)] \end{cases} \quad (19.19)$$

yoki

$$\begin{aligned} y(t) &= \varphi [y(t-1), \rho(t)] \\ z(t) &= \psi [y(t)]. \end{aligned} \quad (19.20)$$

(19.20) bu yerda t — diskret vaqt ($t = 0, 1, 2 \dots$).

(19.19) tenglamalar tizimi bilan tavsiflanuvchi avtomatlar Mil avtomatlari deyilsa, (19.20) tenglamalar tizimlari bilan tavsiflanuvchilari Murning muntazam avtomatlari deyiladi. Mil va Mur avtomatlari orasidagi asosiy farq chiqishlar funksiyalarini aniqlashdan iborat bo'lib, ayni paytda ularning holatlari, funksiyalari bir-biriga o'xshashdir. Mur avtomatlarida chiqishlar avtomatning holati bilangina aniqlanadi.

Shunday qilib, chekli avtomat kirish so'zlari va holatlari to'plamlarini holatlar va chiqish so'zlari to'plamiga bir qiymatli akslantiradi. Ravshanki,

holatlar to'plami ham ikkili so'z ko'rinishida ifodalanishi mumkin. Chekli alifbo va holatlar sonida aniqlangan so'zlar to'plamida ifodalangan (berilgan) avtomat akslanishlar chekli avtomat deyiladi.

Avtomatni ifodalashning uchta usuli mavjud: analitik, jadvali va geometrik usullar.

Analitik ifodalash usulini qarab chiqamiz. Agar quyidagi obyektlar ma'lum bo'lsa, ya'ni kiruvchi so'zlar to'plami X , chiquvchi so'zlar to'plami Z , holatlarning chekli holati u , element u_1 (boshlang'ich holat deb aytiladi) va U to'plamni o'ziga akslantirish (istagan $u \in U$ ga va kiruvchi so'z $r \in X$ ga $y_i \in U$ holatlar va chiqish so'zi $u \in U$ mos qo'yiladi) ma'lum bo'lsa, chekli avtomat berilgan deyiladi. Bu usul ancha qo'pol, chunki (kiruvchi va chiquvchi alifbolarni berishdan tashqari) akslantirishlarni chiqish so'zlarini kiruvchi so'zlar va holatlarining mumkin bo'lgan hamma birikmalariga moslashtirish jadvali ko'rinishida ifodalash zarur.

Ifodalashning ancha ixcham shakli jadval shaklidir. Bu holda chekli avtomat o'tishlar va chiqishlar jadvallari ko'rinishida ifodalangani.

O'tishlar jadvalida ustunlar avtomat holatlariga, satrlar esa kirishlarga mos keladi. Tegishli satr va ustunning kesishgan joyida avtomatning kirish ta'sirida avvalgi holatidan o'tish holati yoziladi.

| x/y | y_1 | y_2 | x/y | y_1 | y_2 |
|----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| ρ_1 | y_2 | y_1 | ρ_1 | z_1 | z_2 |
| ρ_2 | y_1 | y_2 | ρ_2 | z_1 | z_1 |

O'tishlar jadvalining tuzilishini o'tishlar va chiqishlar jadvallari misolida tushuntiramiz. Faraz qilaylik, avtomat y_1 holatda bo'lsin, ρ_1 kirish ta'sirida u y_2 holatga, ρ_2 ta'sirida esa y_1 holatga o'tadi. y_2 holati uchun ham xuddi shunday.

Chiqishlar jadvalida ustunlar avtomatning holatiga, satrlar esa kirishlarga mos keladi. Jadvalning o'ziga esa chiqishlar yoziladi. Odatda, chiqishlar jadvali Mil avtomati uchun yoziladi. Mur avtomati uchun u zarur emas, chunki chiqish avtomatning holati bilan bir qiymatli aniqlanadi.

O'tishlar jadvali

Ba'zan ikkita jadval o'rniga bir-biriga qo'shilgan o'tishlar jadvalidan foydalaniladi:

| x/y | y_1 | y_2 |
|----------|-----------|-----------|
| ρ_1 | y_2/Z_2 | y_1/Z_2 |
| ρ_2 | y_1/Z_1 | y_2/Z_1 |

Avtomatni ifodalashning jadval shaklining hosilasi birlashmalarning kvadrat matritsasi bo'lib, uning satrlari avvalgi holatiga, ustunlari esa keyingi holatiga mos keladi. Bir holatdan boshqa holatga o'tishni

chaqiruvchi kirishlar matritsaning elementlari hisoblanadi, qavs ichida tegishli chiqishlar ko'rsatiladi. Masalan, bizning misol uchun birikmalar matritsasi bunday ko'rinishga ega:

$$R = y_1 \begin{vmatrix} y_1 \dots y_2 \dots \\ \rho_2(Z_1) \rho_1(Z_2) \\ \rho_1(Z_2) \rho_2(Z_1) \end{vmatrix}$$

Agar bir holatdan boshqa holatga ba'zi o'tishlar bo'lmasa, u holda matritsaning tegishli elementi nolga teng bo'ladi.

Avtomatni ifodalashning boshqa ixcham shakli geometrik usul bo'lib, bunda u graf shaklida tasvirlanadi.

Graf cho'qqilar to'plami va bu cho'qqilarni tutashtiruvchi chiziqlar to'plamidan iborat. Yo'naltirilgan va yo'naltirilmagan graflar farq qilinadi. Agar cho'qqilarni tutashtiruvchi chiziqlarda yo'nalish ko'rsatilgan bo'lsa, u holda graf yo'naltirilgan bo'ladi, agar yo'nalishning ahamiyati bo'lmasa, u holda graf yo'naltirilmagan deyiladi. Yo'naltirilgan grafda cho'qqilarni tutashtiruvchi chiziqlar qirralar deyiladi.

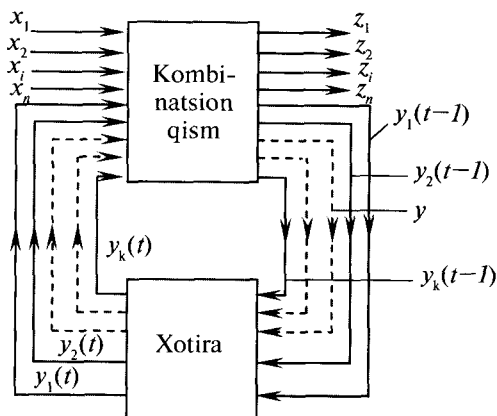
Yo'naltirilgan grafning cho'qqilariga avtomatning holatlari to'plamini bir qiymatli moslab qo'yamiz. Har bir qirrani mazkur o'tishni keltirib chiquvchi X_i kirish bilan va o'tish natijasida hosil bo'luvchi avtomat chiqishi bilan belgilaymiz. O'zgaruvchilarning ma'lum qiymatlari beriladigan qirralari tortilgan qirralar deyiladi. Tortilgan qirralar yo'naltirilgan graf *grafoid* deyiladi. Avtomatning yo'naltirilgan grafi insidensiyalari matritsasi bizga birikmalar matritsasini beradi.

Chekli avtomatlar nazariyasida tahlil va sintezning ikkita asosiy bosqichi farq qilinadi: abstrakt (mavhum) va strukturali. Abstrakt bosqich chekli avtomatlarni uni ifodalashning qarab chiqilgan usullari darajasida tahlil sintez qilish bilan chegaralanadi. Boshqacha aytganda, abstrakt darajadagi sintez qilish avtomat ifodalangandan so'ng tugallanadi. Bu bosqichda murakkab avtomatlarning izomorfizmi va dekoliozitsiyasini aniqlash vazifalari bilan bog'liq umumslubiy muammolar, shuningdek, tizim ishini so'z bilan tavsiflash asosida avtomatlarni ifodalashning formallashtirilgan uslublarini aniqlash bilan bog'liq umumslubiy muammolar hal qilinadi.

19.5-§. CHEKLI AVTOMATLARNI STRUKTURALI SINTEZ QILISH

Strukturali sintez abstrakt sintez natijalariga asoslangan. Bu bosqichning boshlanishi avtomatning jadval, graf yoki analitik yozuv ko'rinishida ifodalanishi hisoblanadi.

Sxema ko'rinishidagi ixtiyoriy chekli avtomat ikkita asosiy: kombi-natsion va xotira (ayrim hollarda, kechiktirish elementlari to'plami deb ataladi) qismlaridan iborat (19.13- rasm). Mur avtomatining asosiy sxemasini Mil avtomatining bu sxemasidan biroz farq qiladi.



19.13- rasm. Mil chekli avtomatining asosiy sxemasi.

Keltirilgan sxemalarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, ularning ishlatilish (19.19) va (19.20) tenglamalari tizimiga to'liq bir qiymatli mos keladi.

Abstrakt sintez qilish bosqichida asosiy vazifalar quyidagilardir: avtomatning kirish va chiqishlarini aniqlash, ularning ikkala kodlanishini aniqlash, avtomat holatini aniqlash va nihoyat avtomatni ifodalash. Demak, avtomatning holatlari soni ma'lum va u quyidagi ifoda bilan aniqlanuvchi elementar avtomatlar sifatini xarakterlaydi:

$$K \geq \log_2 k, \quad (19.21)$$

bu yerda: K — elementar avtomatlar soni, k — avtomatning holatlari soni.

Elementar avtomatlar sifatida quyidagi qurilmalar qo'llaniladi: takt uchun kechiktirish elementi; alohida kirishli trigger; sanoq kirishi bo'lgan trigger.

Strukturali sintez bosqichida avtomatning kombinatsion qismining strukturasi (sxemasini) aniqlash masalasi hal qilinadi. Chekli avtomatni sintez qilishning kononik usuli deb ataluvchi umumiy tuzilish usulini qarab chiqamiz, bu usul ixtiyoriy chekli avtomatni amalga oshirish masalasini kombinatsion sxemani sintez qilishga olib kelishga imkon beradi. Aniqrog'i, vazifa elementar avtomatning turini tanlashdan va mantiqiy elementlarning bir-biri bilan birlashishining shunday usulini topishdan iboratki, bunda avtomatning strukturali sxemasi o'tishlar va chiqishlarning berilgan jadvalariga muvofiq ishlaydi: bunda kodlash bajarib bo'lingan deb hisoblanadi.

O'tish va chiqishlar kodlangan jadvalarining berilishini ko'targichni boshqarish tizimini sintez qilish misolida qarab chiqamiz. Buning uchun tizimning ish sharoitini shunday o'zgartiramizki, bunda ular avvalgi misolda aniqlanganlardan farq qilsin. Izlanayotgan avtomatning ikkita chiqishi bor, deb hisoblaymiz, ya'ni:

1) ko'targichning yuqoriga harakatini boshqarish tugmasidan — x_2 ;
 2) pastga harakatini boshqarish tugmasidan — x_2 . Tugma berk bo'lganda $x_i = 1$, uzilganda $-x_i = 0$. Tizim quyidagi holatlarda bo'lishi mumkin: y_1 — ko'targich pastga, y_2 — ko'targich yuqoriga harakat qiladi, y_3 — ko'targich yuqoriga, y_4 — ko'targich pastga harakat qiladi. Avtomat ikkita chiqishga ega: l_1 — ko'tarish dvigateli ishlaydi, l_2 — tushirish dvigateli ishlaydi, bunda, $l_i = 1$ ulashni, $l_i = 0$ uzishni anglatadi.

Avtomatning kirishiga quyidagi so'zlar uzatilishi mumkin: ρ_1 — kirishda hech qanday signal yo'q, ρ_2 — ko'targich tushirilsin, ρ_3 — ko'targich ko'tarilsin. Avtomatning chiqishida quyidagi chiqish so'zlari hosil bo'ladi: Z_1 — ko'tarish dvigateli ulansin, Z_2 — tushirish dvigateli ulansin, Z_3 — ikkala dvigatel ulansin.

Qurilma ishlashining so'z bilan ifodalangan tavsifidan u „Mup“ avtomati ekani kelib chiqadi. O'tishlarning qo'shilgan jadvali quyidagi ko'rinishga ega:

| x/y | y_1 Z_3 | y_2 Z_1 | y_3 Z_3 | y_4 Z_2 |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ρ_1 | y_1 | y_2 | Z_3 | y_4 |
| ρ_2 | y_1 | y_4 | y_3 | y_2 |
| ρ_3 | y_2 | y_2 | y_4 | y_4 |

Bundan avtomat to'rtta holatda bo'lishi mumkinligi kelib chiqadi. Demak, uni amalga oshirish uchun ikkita elementar avtomat zarur, ularning chiqishlarini U_1 va U_2 bilan belgilaymiz. Boshlang'ich holat uchun y_1 ni qabul qilamiz. Avtomatning har bir holatiga elementar avtomatlar chiqishlarining ikkili kombinatsiyasini bir qiymatli moslab qo'yamiz. Shunday qilib, biz avtomatning ichki holatlarini kodladik. Bu bosqichning ahamiyati juda kattadir, chunki kodlashning juda ko'p variantlari bo'lishi mumkin va ularning har biri o'zining ishonchlilik tavsiflari va murakkablik darajasi bilan farq qiluvchi avtomat strukturasi ta'minlaydi. 19.7-jadvalda kodlash varianti keltirilgan. Kirish so'zlari ikkita kirish o'zgaruvchilari X_1 va X_2 bilan kodlangan bo'lsin (19.8-jadval).

19.7-jadval

Kodlash varianti

| y | U_1 | U_2 |
|-------|-------|-------|
| y_1 | 0 | 0 |
| y_2 | 0 | 1 |
| y_3 | 1 | 0 |
| y_4 | 1 | 1 |

Kirish o'zgaruvchilarini kodlash

| X | X_1 | X_2 |
|-------|-------|-------|
| p_1 | 0 | 0 |
| p_2 | 0 | 1 |
| p_3 | 1 | 0 |

Avtomatning chiqishida uchta so'z hosil bo'lgani uchun ularni ikkita l_1 va l_2 o'zgaruvchi bilan kodlash mumkin. Bunday kodlash natijasi 19.9-jadvalda ko'rsatilgan.

Chiqish so'zlari holatini kodlash

| Z | l_1 | l_2 |
|-------|-------|-------|
| Z_1 | 1 | 0 |
| Z_2 | 0 | 1 |
| Z_3 | 0 | 0 |

Avtomatning o'tish jadvallari asosida (19.7- jadval) kirish va chiqish so'zlarining holatini kodlashni hisobga olgan holda (19.7, 19.8 va 19.9-jadval) o'tishlarning kodlangan jadvali (19.10-jadval) tuziladi.

O'tishlarning kodlangan jadvali

| X_1 | X_2 | $U_1(t-1)$ | $U_2(t-1)$ | $U_1(t)$ | $U_2(t)$ |
|-------|-------|------------|------------|----------|----------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

U kodlangan ko'rinishda elementar avtomatlar U_1 va U_2 ning ayni t paytdagi holatlarining kirish o'zgaruvchilari X_1 va X_2 ning kodlangan

qiymatlariga va elementar avtomatlarning oldingi payt ($t-1$) dagi holatlariga bog'liqligini aniqlaydi. Masalan, agar avtomat 19.7-jadvalga muvofiq y_2 holatda turgan bo'lsa, u holda uning kirishiga ρ_2 so'z kiritilganda u ρ_4 holatga o'tadi. Bu o'tish 19.10-jadvalning 6-satriga mos keladi, bu 19.7 va 19.8- jadvallardan osongina tekshiriladi.

Kodlangan chiqishlar jadvali umumiy holda o'tishlar jadvaliga o'xshash tuziladi, biroq avtomatning t paytdagi holatlari o'rniga tegishli ustunlarda, 20.9-jadvalni hisobga olgan holda, chiqishlarning qiymatlari yoziladi. „Мир“ avtomatlari uchun u biroz soddalashadi. Ulardagi chiqishlar faqat avtomatning holatlarigagina bog'liq bo'lgani uchun unda kirishlar ustunlari bo'lmaydi. Bizning misolda chiqishlarning kodlangan jadvali quyidagi ko'rinishda bo'ladi (19.11-jadval).

19.11- jadval.

Chiqishlarning kodlangan jadvali

| U_1 | U_2 | I_1 | I_2 |
|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |

Keltirilgan jadvallar chekli avtomatning strukturasi ifodalashning kanonik usuli uchun dastlabki jadvallar hisoblanadi. Mazkur usul qo'llanilganda yuz beradigan masalalarni ketma-ket qarab chiqamiz. Bu masalalarni hal qilish usullarini ko'targichni boshqarish tizimini sintez qilish misolida ko'rsatamiz.

Elementar avtomatlarning berilishi. Elementar avtomatlarga takt uchun kechiktirish element, alohida yoki sanoq kirishlari bo'lgan triggerlar va ularning kombinatsiyalari kiradi.

Elementar avtomatlar, odatda, o'tishlar matritsalar bilan beriladi. Bunday berilish usullarini qarab chiqamiz. Ikkita barqaror holatli elementar avtomatlarda o'tishlarning faqat to'rtta turi bo'lishi mumkin: 0 dan 0 ga, 0 dan 1 ga, 1 dan 0 ga, 1 dan 1 ga. Bu o'tishlarning har biri uchun elementar avtomatning mazkur o'tishini vujudga keltiruvchi kirish signallari mavjud. O'tishlar jadvali umumiy holda to'rtta satr va n ta ustundan iborat (bunda n — elementar avtomatning kirishlari soni). Uning elementlari 0,1 va d simvollaridan iborat. Ixtiyoriy elementar avtomatning o'tishlar matritsasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\begin{array}{l}
 0 \rightarrow 0 \\
 0 \rightarrow 1 \\
 1 \rightarrow 0 \\
 1 \rightarrow 1
 \end{array}
 \left\| \begin{array}{cccc}
 C_1^1 & C_1^1 & \dots & C_n^1 \\
 C_1^2 & C_2^2 & \dots & C_n^2 \\
 C_1^3 & C_2^3 & \dots & C_n^3 \\
 C_1^4 & C_2^4 & \dots & C_n^4
 \end{array} \right\| \quad (19.22)$$

Agar bu element

$$V(t) = V(t-1)$$

tenglama bilan tavsiflanishi hisobga olinsa, u osongina hosil bo'лади. Hisobli kirishli triggeringning o'tishlar matritsasi bunday ko'rinishga ega:

$$\begin{array}{l} 0 \rightarrow 1 \\ 0 \rightarrow 0 \\ 1 \rightarrow 0 \\ 1 \rightarrow 1 \end{array} \left\| \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{array} \right. \quad (19.23)$$

Bu bosqichning o'zida elementar avtomat turini tanlash yoki ularning ma'lum kombinatsiyasini tanlash amalga oshiriladi.

O'tishlarning kengaytirilgan kodlangan jadvalini tuzish. Chekli avtomatlarni sintez qilishning kanonik usulining asosiy g'oyasi shundan iboratki, u teskari aloqalarning fiktiv (soxta) uzilishini talab qildi. U K ta parallel birlashtirilgan elementar avtomatdan iborat bo'lib, unda K (19.21) ifoda bo'yicha hisoblanadi. Ayni paytga kelib, elementar avtomatning turi tanlangani uchun, xotiraning ishlashi ham ma'lumdir.

Avtomat xotirasi orqali teskari aloqaning soxta uzilishi avtomatning kombinatsion qismini aniqlashga imkon beradi. Buning uchun haqiqiylik jadvalini tuzish zarur. Bunday jadvalni o'tishlarning kengaytirilgan kodlangan jadvali deb ataymiz (20.12-jadval). Kengaytirilgan jadval bo'yicha olinadigan Bul funksiyalari *elementar avtomatlarni uyg'otish funksiyalari* (EAUF) deb ataladi. Ular U_i elementar avtomatning i - kirishdagi kirish signalining elementar avtomatlarning t paytdagi holatlariga va kirish signallari $x(t)$ ga bog'liqligini amalga oshiradi. 19.11-jadvalni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, bunda, chiqishlar funksiyasi kombinatsion sxema bilan amalga oshirilishi mumkin.

19.12- jadval

O'tishlarni kengaytirib kodlash

| Tartib № | X_1 | X_2 | $U_1(t-1)$ | $U_2(t-1)$ | $U_1(t)$ | $U_2(t)$ | $U_{01}(t-1)$ | $U_{11}(t-1)$ | $U_{02}(t-1)$ | $U_{12}(t-1)$ |
|----------|-------|-------|------------|------------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | d | 0 | d | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | d | 0 | 0 | d |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | d | d | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | d | 0 | d |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | d | 0 | d | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | d |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | d | d | 0 |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | d |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | d | 0 | 0 | 1 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | d | 0 | 0 | d |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | d | 0 | d |

Elementar avtomat sifatida kirishi alohida bo'lgan triggerni tanlab olamiz. Tegishli o'tishlar matritsasi (19.23) da yozilgan, o'tishlarning kengaytirilgan jadvalini tuzishda undan foydalaniladi. Bizning misolda avtomat to'rtta holatda bo'lishi mumkinligi bois zarur elementar avtomatlar soni 2 ga teng bo'ladi.

O'tishlarning kengaytirilgan kodlangan jadvali (19.12-jadval) quyidagi tarzda tuziladi. Unga o'tishlarning kodlangan jadvali kiradi (19.10-jadval). Keyin u elementar avtomatga tegishli kirishlari bo'lgan ustunlar bilan to'ldiriladi. Bizda 2 ta kirishli 2 ta elementar avtomat bo'lgani uchun ularga to'rtta ustun mos keladi (7, 8, 9, 10).

Bu matritsaning C_i^j elementi elementar avtomatning j — kirishidagi kirish signalini anglatib, uning ta'sirida matritsaning i — satriga mos keluvchi o'tish sodir bo'ladi. $C_i^i = 0(1)$ tenglik elementar avtomatning j — kirishiga 0(1) signal uzatilganda (19.22) matritsaning t — satriga mos keluvchi o'tish yuz berishini anglatadi. $C_i^i = d$ tenglik j — kirishga istagan 0 yoki 1 signalni uzatish elementar avtomatning i — o'tishini sodir etmasligini anglatadi.

Misol tariqasida alohida kirishli triggerning o'tishlar matritsasini keltiramiz. Shu triggerning ishlashini umumiy ko'rinishda tavsiflaymiz. Uning ikkita kirishi va ikkita chiqishi bor: birlik va nolli, shu bilan birga, uning chiqishlari bir-biri bilan invers. Trigger ikkita barqaror holatda bo'lishi mumkin: 1—agar birlik chiqish 1 ga teng bo'lsa va 0—agar u 0 ga teng bo'lsa (nol chiqish uchun esa — aksincha). Alohida kirishli trigger birlik va nol kirishlarga ega. U_1 birlik kirishga 1 signalning uzatilishi triggerni birlik holatiga o'tkazadi, 1 signalning U_0 nol kirishga uzatilishi esa nol holatga o'tkazadi. Agar trigger birlik holatida bo'lsa va birlik kirishga istagan signallar uzatilgan bo'lsa, u holda o'tishlar yuz bermaydi. Triggerning ishlashini mazmunan qarab chiqish quyidagi o'tishlar matritsasini olishga imkon beradi:

$$\begin{array}{l} 0 \rightarrow 0 \parallel d \quad 0 \parallel \\ 0 \rightarrow 1 \parallel 0 \quad 1 \parallel \\ 1 \rightarrow 0 \parallel 1 \quad 0 \parallel \\ 1 \rightarrow 1 \parallel 0 \quad d \parallel \end{array} \quad (19.24)$$

Takt uchun kechiktirish elementi bitta kirishga ega mos keluvchi o'tishlar matritsasi bunday ko'rinishni oladi:

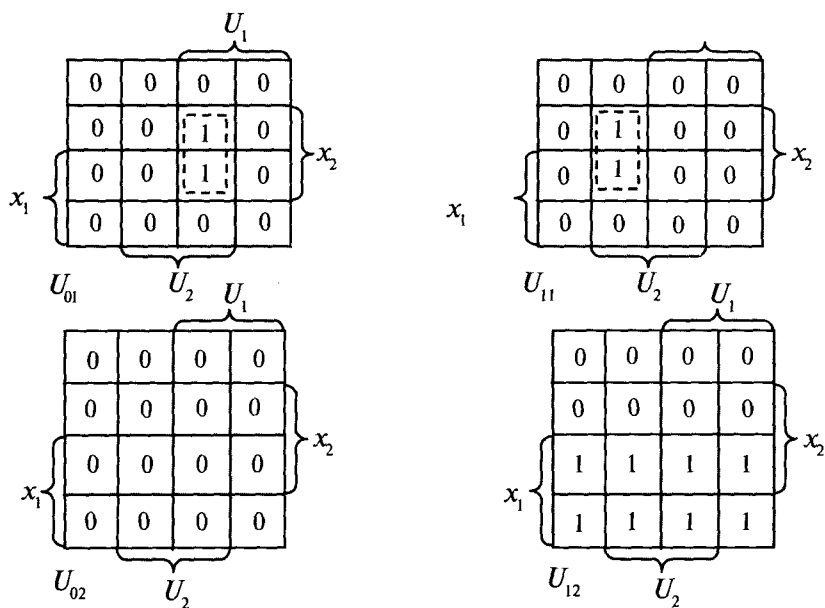
$$\begin{array}{l} 0 \rightarrow 0 \parallel 0 \parallel \\ 0 \rightarrow 1 \parallel 1 \parallel \\ 1 \rightarrow 0 \parallel 0 \parallel \\ 1 \rightarrow 1 \parallel 1 \parallel \end{array}$$

Mazkur bosqichdagi asosiy vazifa shundan iboratki, elementar avtomatning talab qilingan o'tishlarini ta'minlay oladigan kirishlarning qiymatlarini aniqlashdir. O'tishlar o'tishlarning kodlangan jadvalida (3, 4, 5, 6 ustunlar) belgilangan. Kirishlarning qiymatlari alohida kirishli triggerning

(19.12-jadval) matritsasi bo'yicha aniqlanadi. Masalan, 19.12-jadvalning 1-satrida triggerni (19.12-jadval) o'tishlar matritsasi bo'yicha $U_1(t-1) = 0$ dan $U_1(t) = 0$ ga o'tishini amalga oshirish zarur. Buning uchun triggerning U_{11} kirishiga 0 signalini uzatish kerak. U_{01} kirishning holati farqsiz. U_1 trigger uchun bunday o'tishlar 2, 5, 9 va 10-satrlarda mavjud bo'lgani uchun ularning 7,8-ustunlar bilan kesishgan joyida $U_{01}(t-1) = 0$ va $U_{11}(t-1) = d$ deb yozib qo'yish kerak. 3, 3, 7, 11 va 12-satrlar o'tishlarga mos keladi, binobarin, triggerning (19.12-jadval) o'tishlar matritsasiga binoan bu satrlarning 7,8-ustunlar bilan kesishish joyida $U_{01}(t-1) = 0$ va $U_{11}(t-1) = d$ deb yozib qo'yamiz. 6-satrdan ($0 \rightarrow 1$) o'tish zarur, shuning uchun, tegishli kesishgan joyda $U_{01}(t) = 0$ va $U_{11}(t) = 1$ deb yozamiz. Shu tarzda butun kengaytirilgan kodlangan o'tishlar jadvali to'ldirib boriladi. Agar elementar avtomatlar sifatida boshqalar tanlangan bo'lsa, u holda tanlangan elementar avtomatning turiga mos keluvchi o'tishlar matritsalaridan foydalanish lozim.

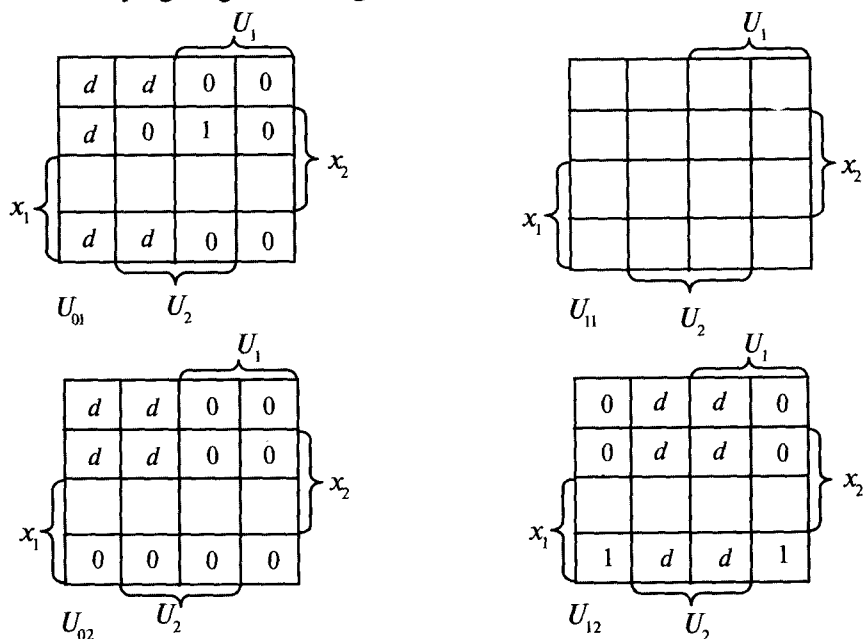
Avtomat strukturasi qurish o'tishlarning kengaytirilgan kodlangan jadvali kombinatsiyalashgan sxemalarni sintez qilishda tuziladigan haqiqiylik jadvaliga mos keladi. Chap tomoniga avtomatga kirishlarga va avtomatning bundan oldingi paytdagi holatlariga mos keluvchi ustunlar taalluqli bo'ladi. O'ng tomonga tanlangan elementar avtomatlarning kirishlarga mos keluvchi ustunlar taalluqli bo'ladi. Bu holda EAUF (elementar avtomatlarni uyg'otish funksiyasi) bo'lgan Bul funksiyalari tizimini hosil qilish va minimal-lashtirish uchun Karno xaritalaridan foydalanamiz.

Bizning misolimiz uchun 19.11-jadvalga asoslanib, ma'lum usuliga ko'ra Karno xaritalarini yasaymiz. 19.14-rasmda ko'rsatilgan xaritalarni qarab chiqishda kvadratlarning bir qismi aniqlanmaganligi ko'rinadi.



19.14-rasm. Karno xaritasining berilishi.

Jumladan, 19.12-jadvalda hammasi bo‘lib 12 ta satr bor, tegishli xaritada esa 16 ta kvadrat bor. Bundan tashqari, uyg‘otish funksiyasining qiymati ahamiyatga ega bo‘lmagan kvadratlar mavjud.

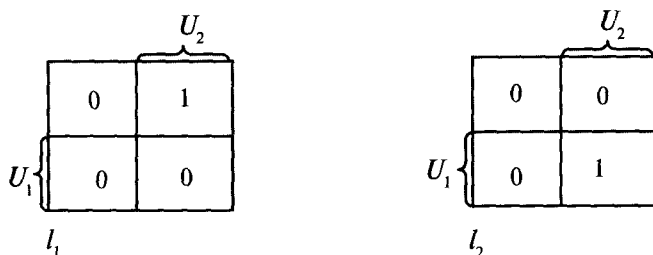


19.15-rasm. Karno xaritalarini oxirigacha aniqlash.

EAUF ni aniqlashda bu kvadratlar shunday tarzda to‘ldiriladiki, bunda chekli Bul funksiyalari minimal bo‘lishi kerak. 19.15- rasmda Karno xaritalarini oxirigacha aniqlashning varianti ko‘rsatilgan bo‘lib, u EAUF ning minimal tizimini beradi. Bu xaritalar bo‘yicha minimal EAUF ni Bul funksiyalarining yuqoridagi tizimli ko‘rinishida yozish mumkin.

Shuni aytib o‘tish kerakki, oxirigacha aniqlashning mazkur variantida kirish aynan nolga teng.

$$\begin{cases} U_{01} = X_2 \cdot U_1 \cdot U_2 \\ U_{11} = X_2 \cdot U_1 \cdot U_2 \\ U_{12} = X_1 \end{cases} \quad (19.25)$$



19.16- rasm. Chiqish funksiyalarining Karno xaritalari.

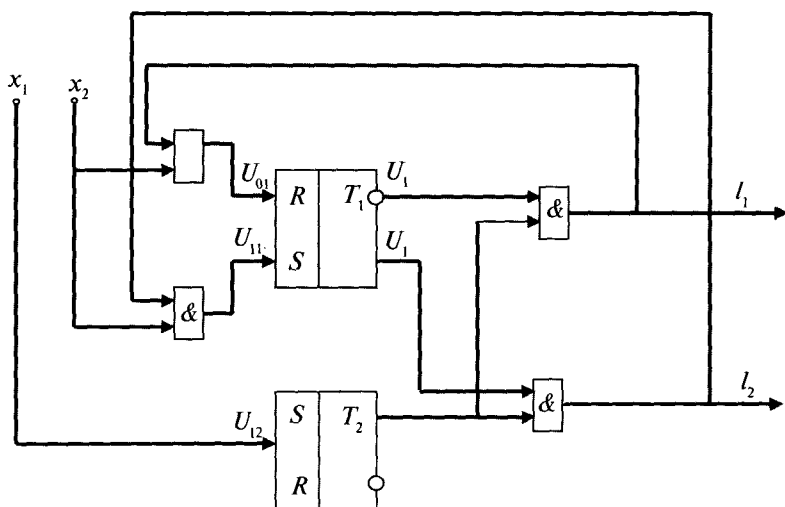
Chiqish funksiyalarini hosil qilish prinsip jihatdan EAUFni yasashdan farq qilmaydi. Agar sintez qilinyotgan avtomat „Мир“ avtomati bo'lsa, u holda chiqishlarning tegishli kodlangan jadvalida chap qismida avtomatga kirishlar va (t-1) paytdagi holatlar yoziladi, o'ng tomonda kirishlarning ikkili qiymatlari yoziladi. „Мир“ avtomatlari uchun chap tomonda avtomatning faqat (t-1) paytdagi holatlari yoziladi. Bizning kodlashga oid misolimizga javob beruvchi chiqishlar jadvali 19.11-jadvalda ko'rsatilgan. Unga mos Karno xaritalari 19.16-rasmda ko'rsatilgan. Hosil qilingan chiqishlar funksiyasi bunday ko'rinishda bo'ladi:

$$\begin{cases} l_1 = \bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2 \\ l_2 = U_1 \cdot U_2 \end{cases} \quad (19.26)$$

Elementar avtomatlarning ko'pchilik qabul qilgan (e'tirof etgan) shartli belgilashlarni keltiramiz.

19.11 va 19.12-jadvallar bo'yicha shartli belgilarni hisobga olgan holda (19.25), (19.26) Bul funksiyalari tizimlarini prinsipial sxemalar ko'rinishida tasvirlaymiz. Ko'targichni boshqarish tizimining prinsipial sxemasi 19.17-rasmda ko'rsatilgan. Sxemaning ishlashi samarali yo'l bilan oson tasvirlanadi, ya'ni agar dastlabki holatni ifodalab, keyin kirish so'zlari uzatilsa, u holda chiqishda o'tishlar va chiqishlar jadvaliga mos keluvchi kombinatsiyalarga ega bo'lamiz. Shuni aytib o'tish kerakki, ko'targichning chetki yuqorigi va pastki holatlarga yetishi chekli o'chirgichlar bilan qayd qilinadi va dvigatelning o'chirilishi mazkur boshqarish sxemasidan avtonom ravishda yuz beradi.

Elementar avtomatning turini tanlash. Elementar avtomatning turi chekli avtomatning umuman kombinatsion qismining strukturasi va murakkabligini bir qiymatli aniqlaydi. Elementar avtomat turining struk-



19.17-rasm. Ko'targich bilan boshqarish tizimining prinsipial sxemasi.

turaga ta'sir qilishi darajasini tezkor qurilmani sintez qilish misolida namoyish qilib ko'rsatamiz.

Ketma-ket tezkorlik qurilmasining (KTQ) ishlash shartlarini umumiy ko'rinishda yozamiz. KTQ da bitta kirish va n ta chiqish bor. KTQ n ta barqaror holatlarda bo'lishi mumkin, bunda chiqishning faqat bitta qiymati birga, qolganlari nolga teng. KTQ ga kirishni X bilan, chiqishni z_i bilan ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), ichki holatni u_j bilan ($j = 1, 2, 3, \dots, k$) belgilaymiz. KTQ quyidagi tarzda ishlaydi. Kirishga $x=1$ signal uzatilganda, agar tizim $z_i=1$, qolganlari esa nollar bo'ladigan holatda bo'lsa, KTQ ning ishlashini qarab chiqishdan qurilmaning chiqishlari faqat ichki holatlarga bog'liqligi, demak, u „Мир“ning chekli avtomat modeli bilan tavsiflanishi mumkinligi ko'rinadi.

Kirish so'zi $X=0$ ni ρ_1 bilan, $X=1$ ni ρ_2 bilan belgilaymiz. Shuningdek, chiqishlar va holatlar o'rtasida quyidagi moslikni o'rnatamiz. U holatga $Z_1=1$ chiqish, u_2 ga $Z_2=1$ chiqish mos keladi va hokazo. Usulning hamma usullarini $n=8$ bo'ladigan hol uchun bajaramiz. (19.21) ifodadan elementar avtomatlar soni $k=\log_2 8=3$ ga tengligi kelib chiqadi.

KTQ ishlashining umumiy sharoitlari yozuvidan o'tishlar jadvalini tuzamiz (19.13-jadval).

19.13-jadval

O'tishlar jadvali

| x/y | y_1 Z_1 | y_2 Z_2 | y_3 Z_3 | y_4 Z_4 | y_5 Z_5 | y_6 Z_6 | y_7 Z_7 | y_8 Z_8 |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ρ_1 | y_1 | y_2 | y_3 | y_4 | y_5 | y_6 | y_7 | y_8 |
| ρ_2 | y_2 | y_3 | y_4 | y_5 | y_6 | y_7 | y_8 | y_1 |

Ikki holatlarni kodlash natijalari 20.14-jadvalda keltirilgan.

19.14-jadval

Ichki holatlarni kodlash

| y/U | U_1 | U_2 | U_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| y_1 | 0 | 0 | 0 |
| y_2 | 0 | 0 | 1 |
| y_3 | 0 | 1 | 0 |
| y_4 | 0 | 1 | 1 |
| y_5 | 1 | 0 | 0 |
| y_6 | 1 | 0 | 1 |
| y_7 | 1 | 1 | 0 |
| y_8 | 1 | 1 | 1 |

Elementar avtomatlarning uchta turi uchun o'tishlarning kengaytirilgan kodlangan jadvalini tuzamiz: takt uchun kechiktirish elementi, alohida kirishli trigger, sanoq kirishli trigger. U 19.15-jadvalda keltirilgan.

Bu jadvalning o'ziga xos xususiyati shundaki, t paytdagi holatni kodlash takt uchun kechiktirish elementiga kirishlar bilan mos tushadi, bu uning ishlashini mazmunan qarab chiqishdan va tegishli o'tishlar matritsasidan kelib chiqadi.

Takt uchun kechiktirish elementi:

$$\begin{cases} U_1 = X \cdot \bar{U}_1 \cdot \bar{U}_2 \cdot \bar{U}_3 \vee XU_1U_2\bar{X}U_1 \vee \bar{X}U_1 \\ U_2 = X \cdot U_2\bar{U}_3 \vee X\bar{U}_2U_3 \vee \bar{X}U_2 \\ U_3 = X\bar{U}_3 \vee \bar{X}U_3 \end{cases} \quad (19.27)$$

Alohida kirishli trigger uchun:

$$\begin{cases} U_{01} = XU_1U_2U_3 \\ U_{11} = X\bar{U}U_2U_3 \\ U_{01} = XU_2U_3 \\ U_{12} = X\bar{U}_2U_3 \\ U_{03} = XU_3 \\ U_{13} = X\bar{U}_3 \end{cases} \quad (19.28)$$

Sanoq kirishli trigger uchun:

$$\begin{cases} U_1 = XU_2U_3 \\ U_2 = XU_3 \\ U_2 = X \end{cases} \quad (19.29)$$

(19.27), (19.28), (19.29) tenglamalardan sanoq kirishli triggerning elementar avtomat sifatida qo'llanishi minimal kombinatsiyalangan qismli strukturani beradi.

20. chiqishlar holi uchun induktiv ravishda sanoq kirishli triggerlarning AEUF ni KTQ uchun quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

19.15- jadval

O'tishlarni kengaytirib kodlash

| Tartib № | x | U1(t-1) | U2(t-1) | U3(t-1) | Takt uchun kechikish | | | Sanoq kirishli trigger | | | Alohida kirishli trigger | | | | | |
|----------|---|---------|---------|---------|----------------------|----------------|----------------|------------------------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | U ₁ | U ₂ | U ₃ | U ₁ | U ₂ | U ₃ | U ₀₁ | U ₁₁ | U ₀₂ | U ₁₂ | U ₀₃ | U ₁₃ |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | D | 0 | d | 0 | d | d |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | d | 0 | d | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | d | 0 | 0 | d | d | d |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | d | 0 | 0 | d | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | d | d | 0 | d | d |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | d | d | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | d | 0 | d | d | d |
| 8 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | d | 0 | d | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | d | 0 | d | 0 | 0 | 1 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | d | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | d | 0 | 0 | d | 0 | 1 |
| 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1d | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | d | d | 0 | 0 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | d | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | d | 0 | 1 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

$$\begin{cases}
 U_1 = XU_2U_3U_4 \dots U_K \\
 U_2 = XU_3U_4U_I \dots U_K \\
 \dots\dots\dots \\
 U_I = XU_{I+1} \cdot U_{I+2} \dots U_R \\
 U_K = X
 \end{cases} \quad (19.30)$$

bu yerda: $k = \log_2 n$, $n = 4, 8, 16, 32, \dots, 2^k$.

Chiqishlarning vazifasini bajaruvchi sxema hamma birikmalarga mo'ljallangan deshifratordan iborat.

Shunday qilib, biz chekli avtomatlar nazariyasi usullarining davriy jarayonlarni boshqarish tizimlarini tahlil va sintez qilish uchun qo'llanish imkoniyatlarini ko'rsatdik. Biroq shuni ta'kidlab o'tish kerakki, chekli avtomatlar nazariyasining qo'llanish sohasi shu bilangina cheklanib qolmaydi. U murakkab tizimlarni tahlil qilish va sintez qilish uchun samarali usullar beradi.

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

Idempotentik; kommutativlik; assotsiativlik; distributivlik; inkor qilish qonuni; ikki yoqlamalik qonuni; ikki marta inkor qonuni; nol elementlar; birlik elementlar; chiziqli dreyfni silliqlantirish; Bul funksiyasi; konyunksiya; dizyunksiya; karno xaritasi.

Nazorat savollari

1. Davriy texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarishda Bul algebrasining asosiy qoidalari qanday?
2. Bul funksiyasi va uning kanonik shakli deganda nimani tushunasiz?
3. Funksional to'liq funksiya nima?
4. Karno xaritasi nima va unga ta'rif bering.
5. Elementar konyunksiya deganda nimani tushunasiz?
6. Dizyunktiv me'yoriy shakli deb nimaga aytiladi?
7. Chiziqli dreyf silliqlashning qanday variantlari mavjud?

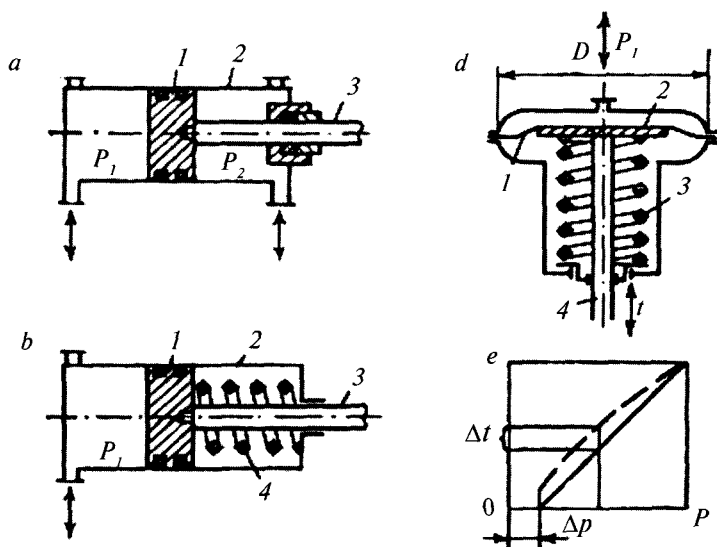
XX bob. AVTOMATIKA TIZIMLARINING IJRO MEXANIZMLARI, ROSTLASH ORGANLARI VA DASTURIY-TEXNIK VOSITALARI

20.1-§. AVTOMATIKA TIZIMLARINING IJRO MEXANIZMLARI VA ROSTLASH ORGANLARI

Avtomatika qurilmalari (sevroyuritmalar) ning ijro elementlari rostlash yoki boshqarish organlariga kuch ta'sirini berish uchun mo'ljallangan. Ijro elementlari oddiy amallar (ochish-yopish)ni bajargani kabi murakkabroq — ko'p pog'onali yoki proporsional ko'chish amallarini ham bajarishi mumkin.

Ijro elementlarining asosiy ko'rsatkichlari — quvvat, tezlik va chiqishda kuchaytirishni oshirish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti, shuningdek, chiziqli va burchak ko'chishi kattaliklari hisoblanadi. Chiqish zvenosining harakat turiga ko'ra ijro mexanizmlari ilgarilanma-qaytma va aylanma harakat qiluvchilarga farqlanadi. Birinchisi bir tomonga, ikki tomonga harakatlanuvchi yuritmalari (20.1-rasm) va ko'p aylanishli gidromotorlarga bo'linadi.

Gidravlik va pnevmatik ijro mexanizmlari harakatlanish prinsipi (tamoyili) va konstruktiv rasmiylashtirilishi bo'yicha jiddiy (muhim) farqqa ega emas. Biroq ishlash muhiti (suyuq va gaz holatdagi)ning turli xossalari sababli alohida qismlar bir qancha konstruktiv o'ziga xosliklarga ega. Ishlash muhitidan kelib chiqib yuritmalarning detallari (korpus, porshen, shtok,



20.1-rasm. Ijro mexanizmlari:

- a* — porshenli ikki tomonlama harakat; *b* — porshenli bir tomonlama harakat;
d — membranali harakat; *e* — membranali yuritmaning statik tavsifi.

diafragma va boshqalar) uchun material tanlanadi, shuningdek, zich harakatlanuvchi detallar konstruktiv rasmiylashtiriladi. Ish muhit sifatida moy xizmat qiluvchi gidravlik ijro mexanizmlarida zichlashtirishga birikuvchi detallarga (plunjer va silindr) maxsus silliqlash ishlovlarini berish bilan erishiladi, kichik qovushqoqlik havo muhitida ishlovchi pnevmatik ijro mexanizmlarida esa rezinali halqalar yoki manjetalar ishlatiladi (biroq oxirgisi gidravlik yuritmalarda ham ishlatilishi mumkin).

Ikki tomonlama harakatlanuvchi porshenli ijro mexanizmlari 20.1-rasm, *a* da ko'rsatilgan. U yerda silindr ikki tomonga harakatlanuvchi porshenning harakati porshenga berilgan ishchi suyuqlik bosimining natijaviy kuchlari ostida amalga oshiriladi. Porshen o'ng tomonga ko'chishi uchun

$$p_1 F_1 \geq N + N_T + p_2 F_2 \quad (20.1)$$

bo'lishi lozim.

Bu yerda: p_1 va p_2 — silindr bo'shlig'idagi ishchi suyuqlikning bosimi; F_1 va F_2 — porshenning silindr bo'shlig'iga mos keluvchi yuzalari; N va N_{ishq} — shtok 3 ga berilgan tashqi yuklanish va mexanizmdagi ishqalanish kuchlari.

Porshenga rezinali va terili manjet qo'llanilganda ikki tomonlama harakatlanuvchi ijro mexanizmlari uchun

$$N_T = N_M + N_C = \pi(Dhp\mu_T + d_0 l_0 k_0), \quad (20.2)$$

bu yerda: D — silindrning diametri; h — manjetaning balandligi; p — ishchi bo'shliqdagi bosim; μ_{ishq} — ishqalanish koeffitsiyenti (U simon shevronli va chashkali manjetlar uchun; rezinadan ishlangan bo'lsa $\mu_{\text{ishq}} = 0,01$ va teridan ishlangan bo'lsa $\mu_{\text{ishq}} = 0,075$); d_{sh} — shtok diametri; l_s — salnikli tiqma uzunligi; k_{ishq} — tiqmaning birlik yuzasiga to'g'ri keluvchi ishqalanish koeffitsiyenti $K_{\text{ishq}} = (1 \div 1,5)10^5$ Pa.

Bir tomonga harakatlanuvchi ijro mexanizmlari ikki tomonga harakatlanuvchilardan prujinalar 4 ning borligi bilan farq qiladi (20.1-rasm, *b*). Bu mexanizmlarda

$$p_1 F_1 \geq N + N_T + N_n \quad (20.3)$$

bo'lganda porshen o'ng tomonga harakatlana boshlaydi.

Bu yerda N_n — prujinaning siqilish kuchlanishi.

Membranali ijro mexanizmlari (20.1-rasm, *d*) shtokning ishchi ko'chishi katta bo'lmaganda qo'llaniladi. Gidravlik va pnevmatik yuritmalarda asosan qattiq markaz 2 li membrana 1 lar ishlatiladi. Membranalarning elastik qismining kengligi odatda $0,1 D$ ga, ish yo'lining kattaligi — $(0,15 \div 0,20) D$ ga teng qilib qabul qilinadi. Membrananing samarali maydonining F_{sam} o'rtacha qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$F_{\text{sam}} = \frac{\pi}{12} (D^2 + Dd + d^2) \quad (20.4)$$

bu yerda: D va d — mos ravishda membrananing tiqini va qattiq markazning diametrlari.

Membranali yuritmaning statik tavsifi 20.1-rasm, d da ko'rsatilgan. Tutash chiziqda shtok 4 ning to'g'ri yurish yo'li, uzoq chiziqda esa — teskari yurish ko'rsatilgan. Ruksat etilgan gisterizis ΔI shtokning to'liq yurish yo'li 2% dan oshmasligi kerak. Shtokning pastki boshlang'ich harakati prujinaning 3 boshlang'ich siqilishiga mos qilib $\Delta p = (0,1 \div 0,2) \cdot 10^5$ Pa da, oxirgisi — $\Delta p = (0,9 \div 1) \cdot 10^5$ Pa da amalga oshiriladi.

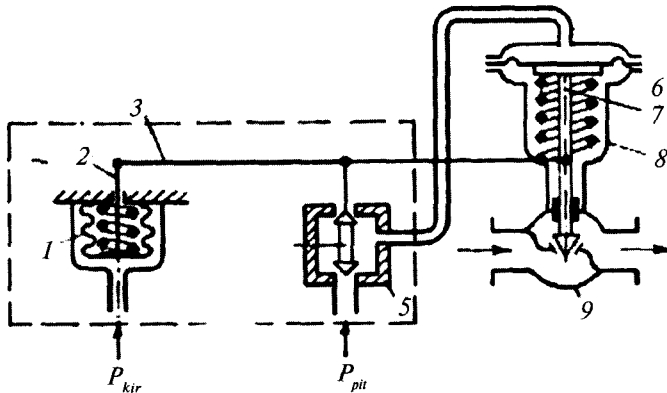
Agar membranali ijro mexanizmi shtokida ishqalanish kuchi katta bo'lsa, unda uning ishlash sifati ahamiyatli darajada yomonlashadi. Bunday hollarda boshqarish tizimiga pozitsioner kiritiladi (20.2- rasm). 0 dan $1 \cdot 10^5$ Pa gacha o'zgaruvchi p_{kr} boshqarish signali tezkor aloqa richagi 3 ga shtok 2 bilan bog'langan sellifon 1 ga uzatiladi. Keyingi bog'lanish klapanli boshqarish qurilmasi 5 ning zolotnigi 4 bilan va membranali ijro mexanizmi 8 ning shtoki 7 bilan amalga oshiriladi. Boshqarish qurilmasi 5 ning kamerasiga havo $p_{lit} = (1,5 \div 2) \cdot 10^5$ Pa bosim ostida kiradi. Boshqarish qurilmasi 5 ning kamerasida o'rnatiladigan bosim zolotnik 4 ning holatiga bog'liq bo'lib, ijro mexanizmining membranasi 6 ga beriladi. p_{kr} bosimning har bir qiymatiga shtok 7 ning har bir holati mos keladi, kamera 5 dagi bosim ham o'tish rejimlarida almashadi. Shunday qilib, pozitsioner membrana 6 dagi havo bosimini oshiruvchi yoki kamaytiruvchi qo'shimcha impulslar ishlab chiqaradi.

Krivoship-shatun tipidagi aylanma harakat ijro mexanizmlari (20.3-rasm, a) da silindr 2 dagi porshen 1 ning chizikli ko'chishi shatun 3 krivoship 4 yordamida chiqish vali 5 ning 90° ga teng aylanish burchagiga aylantiriladi. Shtutser 6 gidrotizimlardan havoni yo'qotish (chiqarish) uchun xizmat qiladi. Silindr 1 dagi parrakli ijro mexanizmida (20.3- rasm, b) to'g'ri burchakli parrak 2 val 3 ga mahkam biriktirilgan. Valga ichida zichlovchi plyonka 6 o'rnatilgan to'siq 4 biriktirilgan bo'lib, plyonka prujinani valga qisib turadi. Shunday qilib, silindrning ichki sohasi 2 kameraga ajratilgan. Parrak 2 ning yon sirtiga uriluvchi $p_1 - p_2$ bosimlar farqi aylantiruvchi momentni hosil qiladi:

$$M = \frac{(p_1 - p_2)b}{8}(D^2 - d^2), \quad (20.5)$$

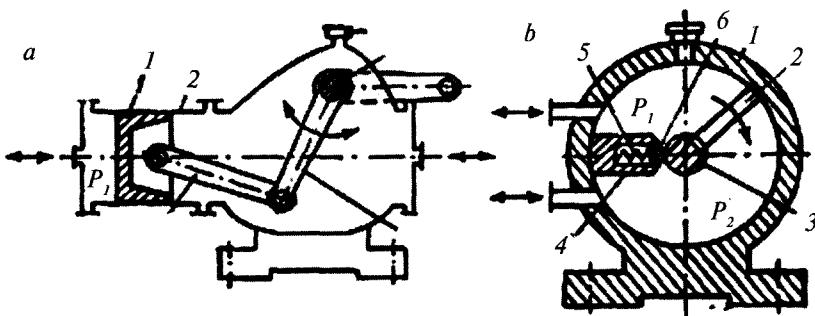
bu yerda: b , D va d — mos ravishda parrakning kengligi, silindrning diametri va chiqish valining diametri.

Parrakli gidravlik ijro mexanizmlarining burilish burchagi 300° ga teng. Avtomatik boshqarish tizimlarida rostlanayotgan muhit miqdorini o'zgartiruvchi rostlash organlari sifatida turli droselli qurilmalar, asosan rostlash klapanlari (20.2-rasm, 9-pozitsiya), qopqoq, surma klapan (20.1-rasm, 5- pozitsiya) va jo'mraklar (20.5-rasm, 7- pozitsiya) qo'llaniladi. Rostlash organidagi bosimlar farqi Δp uning ochiqlik darajasi (o'rtadagi kesim kattaligi)ga bog'liq holda o'zgaradi va u orqali muhit sarfi aniqlanadi.

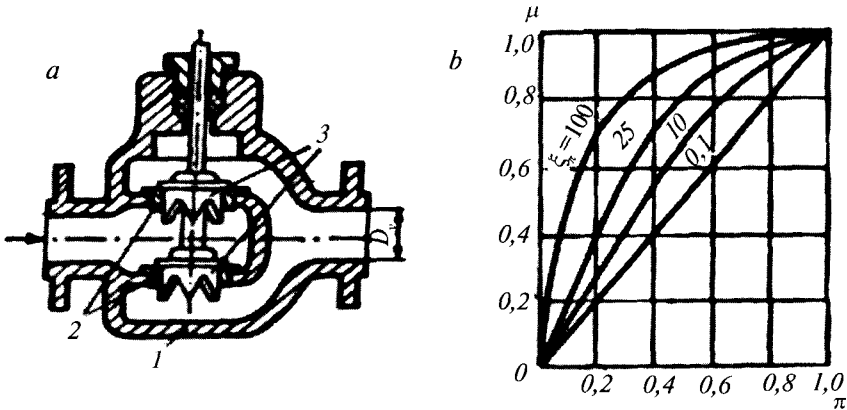


20.2-rasm. Pozitsioner.

Rostlash organini saralashda uning tavsifini bilish lozim. U uch turda tavsiflarga farqlanadi: konstruktiv zolotnikning siljishi va bunda ochiladigan kesim yuzasining o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi; ideal — klapaning bosimlar farqi o'zgarmas bo'lganda zolotnikning siljishi va rostlanayotgan muhit sarfi o'rtasidagi bog'lanishdagi bosimlar farqi o'zgaruvchan (ishchi) bo'lganda zolotnikning siljishi va rostlanayotgan muhit o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi. Ideal tavsiflar turli rostlash organlarini solishtirish uchun zarur. Ideal tavsif konstruktiv nohiziqli bo'lgandagina chiziqli bo'ladi va aksincha. Ishchi tavsif hattoki ideal tavsif chiziqli bo'lganda ham nohiziqli bo'lishi mumkin. Klapanlarning tavsiflarini nisbiy birliklarda ifodalash qabul qilingan. 20.5-rasmda keltirilgan $\mu = f(n)$ konstruktiv tavsifda $\mu = f/f_0$ rostlash organining nisbiy o'tish kesimi; $n = h/h_0 = \alpha/\alpha_0$ — rostlash organining ochiqlik darajasi; F, h, α — o'tish kesimining joriy qiymati, rostlash organi to'liq ochiq bo'lgandagi o'tish kesimining maksimal qiymati, yo'li va burilish burchagi.



20.3-rasm. Aylanma harakat ijro mexanizmlari:
 a — krivoship-shatunli mexanizm; b — parrakli mexanizm.



20.4- rasm. Ikki egarli rostlash klapani:
a—konstruktiv sxemasi; *b*—sarf xarakteristikasi ($\xi_{\pi 0} = 5u/n$).

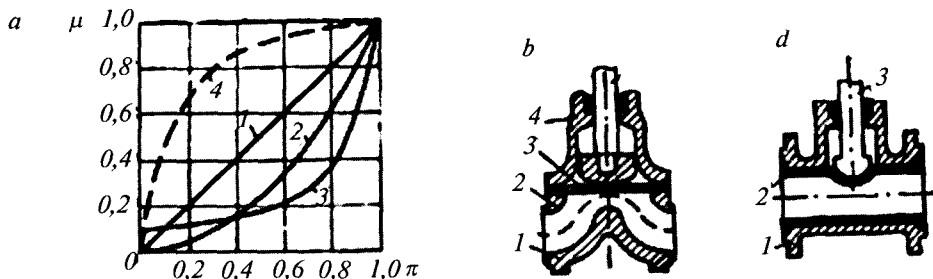
Rostlash organining sarf tavsiflari (ideal va ishchi) rostlash organlarining gidravlik qarshiligi ξ_{ρ} va ξ_{π} chiziqlar munosabatiga bog'liq.

20.4-rasm, *b* da ikki egarli $D_y = 20$ mm rostlash klapanining sarf tavsifi keltirilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, $\xi_{\rho i}$ *I* mahalliy qarshilikli klapaning sarf tavsifi μ dan og'ishi, $\xi_{\pi k}$ qancha katta bo'lsa, shuncha katta. Avtomatik boshqarish tizimlari me'yorida ishlashi uchun rostlash organining sarf tavsifi chiziqiga yaqin bo'lishi lozim. Sarf tavsifining kerakli shakli quyidagicha olinadi:

- rostlash organining o'lchamini tanlab (saralab);
- rostlash organi va ijro mexanizmlari orasiga mos chiziqli tavsifli oraliq zveno kiritib (krivoship, kulak va shu kabilar).

Rostlash klapanlari — rostlash organlarining keng tarqalgan tipi. Ular bosim 1000 mm. suv ust. dan yuqori bo'lganda gaz, bug' va suyuqlik oqimlarini rostlash uchun qo'llaniladi. Rostlash klapanlari konstruksiyasiga ko'ra bir egarli (20.2 rasm, 9- pozitsiya) va ikki egarli (20.4-rasm, *a*) larga bo'linadi. Bir egarli klapanlar muhit bosimlar farqining zolotnikka ta'sir etuvchi itaruvchi kuchining ta'siriga uchraydi va ijro mexanizmining quvvatini oshirishini talab qiladi. Shuning uchun, bir egarli klapanlar D_u (25 mm gacha) dan katta bo'lmagan holda tayyorlanadi. Taqsimlovchi ikki egarli klapan (20.4- rasm, *a*) korpus *i* va unga presslab o'rnatilgan egarlar 2, bitta shtokda taqsimlangan o'tish yuzasini yopuvchi zolotnik 3 dan tashkil topgan. Klapaning tavsifi ko'ndalang kesim shakli (yoki plunjir profilidan) dan aniqlanadi va turlicha bo'lishi mumkin (20.5-rasm, *a*).

Kuchli kemiruvchi va iflos suyuqlik oqimlarini rostlash uchun maxsus konstruksiyali klapanlar ishlatiladi, masalan diafragmali va shlangli (20.5-rasm *b*, *d*). Diafragmali klapaning korpusi *I* futerlangan. Futerlash uchun kislotaga chidamli emal, ebonit, viniplast, ftorplast va shu kabilar ishlatiladi. Rezina, polietilen yoki ftoroplastdan tayyorlangan diafragma 3 rostlash organi hisoblanadi. Diafragmada shtok 5 siljiganda diafragma egi-



20.5-rasm. Klapaning konstruktiv tavsiflari (a) va diafragmali (b) hamda shlangli (d) klapanlar:

1— chiziqli; 2— parabolik; 3— logarifmik; 4— tarelkali klapanlarning ideal xarakteristikallari.

lishini o'zgartiruvchi qo'ziqorin shaklidagi plunjir 4 ta'sir ko'rsatadi. Shlangli klapan korpus 1 ga flaneslar bilan qistirilgan shlang 2 dan iborat. Klapan kesimining o'zgarishi plunjir 3 ning siljishi bilan amalga oshiriladi. Shlang, rezina, gietilen ftoroplast materiallardan tayyorlanadi.

20.2-§. DASTURIY-TEXNIK MAJMUALAR VA KONTROLLERLAR

Dasturiy-texnik majmualar va ko'p vazifali kontrollerlar to'g'risida qisqacha ma'lumot va ularning tasnifi

Kibernetika fanining asoschisi, amerikalik matematik N.Viner XVIII asr soatlar asri, XIX asr bug' mashinalari asri, hozirgi payt esa aloqa va boshqarish asri deb ta'kidlagan edi. Zamonamiz texnikasi murakkab kompleks tizimlardan foydalanish bilan tavsiflanib, ularda inson diqqati va xotirasi erisha olmaydigan tezlik va aniqlik bilan muvofiqlashtirish, boshqarish va tartibga solishni talab qiluvchi juda ko'p sonli va xilma-xil moddiy, energetik va axborot oqimlari chirmashib ketgan. Boshqarishning bunday masalalarini amalga oshirish hisoblash texnikasi negizida faqat avtomatlashtirishning texnik vositalaridan foydalanibgina bo'lishi mumkin. Sanoat avtomatlashtirishi kompyuter tizimlarining texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari (TJABT) rivojlanishini uchta yirik bosqichga ajratish mumkin. TJABT ni yaratishning birinchi bosqichi birinchi avlod EHM laridan foydalanish bilan bog'liq, masalan, „Урал“, „УМ-1“, „Минск“ kabi EHM lar. Ikkinchi bosqichda IBM, EC EHM, mini kompyuterlar (DEC, CM EHM va b.) turidagi meynfreymlar qo'llanilgan edi. Bu bosqichlarda boshqarish tizimlari markazlashgan tuzilishga ega bo'lib, ko'pincha real vaqt rejimida yetarlicha tezkorlik va ishlashni ta'minlay olmasdi. O'sha vaqtdagi kompyuterlar element bazasi va

dasturiy ta'minoti mukammal bo'lmagani sababli ishonchliligi past edi, shu sababli ko'pincha ishdan chiqar edi. Mikroelektronikadagi muvaffaqiyatlar, mikroprotsektorlarning paydo bo'lishi 80-yillarning boshlarida boshqarish tizimining tuzilish texnikasida inqilobiy o'zgarishlarni amalga oshirdi, sanoat ishlab chiqaradigan kompyuterlashtirishning va avtomatlashtirishning mutlaqo yangi texnik vositalarini yaratishning uchinchi bosqichini ochib berdi. Mikroprotsektorlar avtomatlashtirish va nazoratning ayrim vositalari tarkibiga kira boshladi. Ayrim qurilmalar o'rtasida ma'lumotlarni raqamli uzatish hisoblash tarmog'ini boshqarish tizimlarini qurishga asos bo'ldi. Ma'lumotlarga ishlov berishning ayrim qurilmalari orasidagi raqamli aloqani ko'zda tutuvchi yangi tuzilishdagi texnologik jarayonni boshqarish tizimi markazlashtirilmagan — MTJABT yoki taqsimlangan — TTJABT degan nomni oldi.

XX asrning 70- va 80- yillarida yetakchi jahon avtomatlashtirish vositalari ishlab chiqaruvchilari TJABT ni qurish uchun dasturli-apparaturali vositalar to'plamini ishlab chiqara boshladilar. Bunday to'plamlarning asosiy belgilari ularning moslashuvchanligi, yagona tizimda faoliyat ko'rsata olish qobiliyatiga egaligi, interfeyslarning standartlashtirilishi, butun TJABT ni faqat mazkur to'plash vositalaridan qurishga imkon beruvchi funksional to'lalilik. Bunday vositalar to'plami dasturiy-texnik majmualar (DTM) nomini oldi.

Zamonaviy TJABT ni yaratishda jahon integratsiyasi va texnik yechimlarni unifikatsiyalash kuzatilmoqda. Ishlab chiqaruvchi firmalar o'z imkoniyatlarini boshqalardan yaxshiroq qila olishlariga qaratmoqdalar, boshqa sohalarda eng yaxshi jahon yutuqlarini o'zlashtirib, shu bilan tizimli integratorlar bo'lib qolmoqdalar. Zamonaviy boshqarish tizimlarining asosiy talabi — bu tizimning ochiqligidir. Agar tizim uchun foydalaniladigan ma'lumotlar formatlari va tadbirlar (protsekturalar) interfeysi aniqlangan va tavsiflangan bo'lsa, bunday tizim ochiq deb hisoblanadi, bu esa unga „tashqi“ mustaqil ishlab chiqilgan komponentlarni ulash imkonini beradi. IBM PC arxitekturasi avtomatlashtirish sohasida yetakchi o'rinni egallaydi.

Keyingi yillarda avtomatlashtirishning texnik vositalari bozori tubdan o'zgardi. Avtomatlashtirish vositalari va tizimlarini ishlab chiqaruvchi juda ko'p firmalar yaratildi. Mashhur asbobsozlik zavodlari ishlab chiqarayotgan mahsulotlari nomenklaturasini o'zgartirdi. Avtomatlashtirishning texnik vositalari bozorida ishlovchi tizimli integratorlar — ko'pgina mas'ul firmalar paydo bo'ldi. 90-yillarning boshidan avtomatlashtirishning texnik vositalarini ishlab chiqaruvchi yetakchi xorijiy firmalar o'z vakolatxonalarini, firmalari, qo'shma korxonalarini, firma dilerlari orqali ko'p mamlakatlarga o'z mahsulotlarini keng joriy qila boshladilar.

Zamonaviy boshqaruv texnikasi bozorining jadal rivoji va tez harakati avtomatlashtirishning texnik vositalarining zamonaviy holatini aks ettiruvchi adabiyotlar paydo bo'lishini talab etadi. Hozirgi vaqtda firmalarni av-

tomatlashtirish vositalari to'g'risidagi zamonaviy tarqoq xarakterga ega va asosan davriy matbuotda yoki I global INTERNET tarmog'ida zavodlar va ishlab chiqaruvchilarning saytlarida yoki maxsus axborot portallarida, masalan, www.asupt.ru, www.mka.ru, www.industrialauto.ru da taqdim etilgan.

Hozirgi paytda ko'pchilik texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish universal mikroprotessorli kontroller vositalari negizida amalga oshirilmogda, ular dasturiy-texnik majmua (DTM) deb ataladi.

Dasturiy-texnik majmualar avtomatlashtirishning mikroprotessorli vositalari yig'indisidan (mikroprotessorli kontrollerlar, obyekt bilan aloqani o'rnatuvchi moslamalari) OAO'M, operatorning displeyli pultrlari va turli vazifalarni bajaruvchi serverlar, sanoat tarmoqlaridan iborat bo'lib, ular kontrollerlarning dasturiy ta'minotining va operator displeyli pultrlarining sanab o'tilgan komponentlarini bog'lashga imkon beradi. DTM birinchi navbatda, sanoatning xilma-xil sohalarida turli axborot quvvatiga ega (o'nlab kiruvchi-chiquvchi signallardan yuz mingtasigacha) texnologik jarayonlarning taqsimlangan boshqarish tizimlarini yaratish uchun mo'ljallangan.

DTM ni 1970-yillarning oxirlarida bir qator xorijiy firmalar (Honeywell, Faxboro, Yokogawa va boshqalar) seriyalab ishlab chiqara boshladi. 1980—1990-yillarda Rossiyada ishlab chiqarilgan DTM lar paydo bo'ladi (PTK „period“, PTK-TLS, PTK-RSU, MP-8000 M, MK-8000).

Kichik o'lchamli va tez ishlovchi mikrokontrollerlarni yaratish uchun element asosining yaxshilanishi, boshqaruvchi hisoblash tarmoqlari puxtaligining ortishi, sanoat kontrollerlari va operatorlar stansiyalari uchun samarali dasturiy ta'minotning ishlab chiqilishi DTM ning keng tarqalishiga ko'p jihatdan imkoniyat yaratdi. Hozirgi paytda Rossiya bozorida, shu yerda va xorijda ishlab chiqarilgan yuzdan ortiq DTM tarqalgan. Rossiyada ishlab chiqilganlar orasida Kvint, Sorgan, KRUG, Kruiz, Dirijer, Texnokant, Dekant DTM lari ajralib turadi.

DTM ni ishlab chiqishda asos qilib qo'yiladigan umumlashtirish, bir xillashtirish va agregatlashtirish tamoyillari majmuaning barcha elementlarini, kontrollerlarni, OAO'M, operatorning displeyli pultrlarini, interfeyslarni va tarmoq almashuvi protokollarini va boshqalarni ham hisobga olganda, to'la muvofiqligicha erishishga imkon beradi. Bunday yondashuv TJABT ni loyihalash va montaj qilishga, ishga tushirish-sozlash ishlarini o'tkazishga ketadigan vaqtni ancha kamaytirishga imkon beradi.

Barcha universal mikroprotessorli DTM lar sinflarga ajratilib, ularning har biri bajariladigan vazifalarning ma'lum to'plamiga va boshqarish obyekti to'g'risida olinayotgan va ishlov berilayotgan axborotning tegishli hajmiga mo'ljallangan.

Shaxsiy kompyuter negizidagi kontroller (RS)

Bu yoʻnalish keyingi paytda tubdan rivojlandi, bu birinchi navbatda quyidagi sabablar bilan izohlanadi:

- RS ning ishonchliligini oshirish;
- odatdagi va sanoatda ishlab chiqarilgan shaxsiy kompyuterlarning koʻp modifikatsiyalari mavjudligi bilan;
- ochiq arxitekturadan foydalanish;
- uchinchi firmalar ishlab chiqarayotgan istagan kirish/chiqish (OAOʻM modullari) bloklarini ulash osonligi;
- ishlab tayyorlangan dasturiy taʼminotning keng nomenklaturasidan foydalanish mumkinligi (real vaqt operatsion tizimlari, maʼlumotlar bazasi, nazorat qilish va boshqarishning tatbiqiy dasturlari paketlari).

RS negizidagi kontrollerlar, odatda, sanoatda uncha katta boʻlmagan berk obyektlarni boshqarish uchun, tibbiyotda maxsus avtomatlashtirish tizimlarida, ilmiy laboratoriyalarda, kommunikatsiya vositalarida foydalaniladi. Bunday kontrollerning kirish-chiqishlari umumiy soni odatda bir necha oʻnlikdan oshmaydi, vazifalari toʻplami esa bir nechta boshqaruvchi taʼsirlarni hisobga olgan holda oʻlchash axborotiga murakkab ishlov berishni koʻzda tutadi. RS negizidagi kontrollerlarning ratsional qoʻllanish sohasini quyidagi shartlar bilan izohlash mumkin:

- boshqarish obyektining kirish va chiqishlari uncha koʻp miqdorda boʻlmaganda yetarlicha kichik vaqt oraligʻida katta hajmdagi hisoblash bajariladi (qayta hisoblash quvvati zarur);

- avtomatlashtirish vositalari ofisdagi shaxsiy kompyuterlarning ishlash sharoitidan koʻp farq qilmaydigan atrof-muhitda ishlaydi;

- kontroller amalga oshiradigan vazifalarni (ular nostandart boʻlgani sababli) maxsus texnologik tillarning birida emas, balki yuqori darajadagi odatdagi dasturlash tilida, S++, PASKAL va h.k. da dasturlash maqsadga muvofiqdir;

- oddiy kontrollerlar taʼminlaydigan kritik sharoitlarda ishni bajarish uchun amalda kuchli apparat qoʻllash talab qilinmaydi. Bunday qoʻllab-quvvatlashning vazifalariga quyidagilar kiradi: hisoblash qurilmalari ishining chuqur tashxisi, avtomat zaxiralash choralari, shu jumladan, kontrollerlar ishini toʻxtatmasdan nosozliklarni bartaraf etish; avtomatlashtirish tizimi ishlagan vaqtida dasturiy komponentlar modifikatsiyasi va hokazo.

RS negizida kontroller bozorida Oʻzbekistonda quyidagi kompaniyalar ishlamoqda: Honeywell, Siemens, Emerson Electric, ABB, Alien Bradley, Ge Fanuc va boshqalar.

Lokal dasturlanuvchi kontrollerlar (PLC)

Hozirgi paytda sanoatda lokal kontrollerlarning bir necha turlari foydalaniladi:

- qurilma ichiga o'rnatiladigan va uning ajralmas qismi bo'lib hisoblangan. Bunday kontroller Sonli Dasturiy Boshqarish (SDB) li stanokni boshqarish, zamonaviy intellektual analitik asbobni, avtomashinasini va boshqa qurilmani boshqarish mumkin. U romda maxsus g'ilof (kojux) siz ishlab chiqariladi, chunki qurilmaning umumiy korpusiga montaj qilinadi.

- avtonom (alohida), uncha katta bo'lmagan yetarlicha izolatsiyalangan texnologik obyektini, masalan, tuman qozonxonalari, elektr nimstansiyalarini nazorat va boshqarish vazifalarini amalga oshirish. Avtonom kontrollerlar atrof-muhitning turli xil sharoitlariga mo'ljallangan himoyalangan korpusga joylashgan. Deyarli doim bu kontrollerlar „nuqta-nuqta“ rejimida boshqa apparatura va interfeyslarga ulanish uchun portlarga ega bo'lib, ular tarmoq orqali ularni boshqa avtomatlashtirish vositalari bilan bog'lashi mumkin. Kontrollerlarga alfavit-raqamli displey va funksional klavishalar to'plamidan iborat maxsus interfeys paneli operatori bilan o'rnatiladi yoki unga ulanadi.

Mazkur sinf kontrollerlari, odatda, uncha katta bo'lmagan yoki o'rta-cha hisoblash quvvatiga ega. Quvvat protsessorning xonaliligiga va chastotasiga, shuningdek, operativ, doimiy xotirasi hajmiga bog'liq bo'lgan kompleks tavsifdan iborat.

Lokal kontrollerlar ko'pincha datchiklardan va ijrochi mexanizmlaridan kelayotgan o'nlab kirish-chiqishlarga ega.

Kontrollerlar o'lchash axborotiga ishlov berish, blokirovkalash, rostlash va dasturiy-mantiqiy boshqarish kabi eng oddiy umumiy vazifalarni amalga oshiradi. Ularning ko'pchiligida axborotni boshqa avtomatlashtirish tizimlariga uzatish uchun bitta yoki bir nechta tabiiy portlari bo'ladi.

Bu sinfda avariyaqa qarshi himoyalash tizimi uchun mo'ljallangan lokal kontrollerlarning maxsus turini ajratib ko'rsatish lozim. Ular ayniqsa yuqori puxtaligi, to'liqligi va tez ishlashi bilan ajralib turadi. Ularda nosozliklarni alohida platalarga lokallashtirish bilan to'la joriy tashxis qilishning turli xil variantlari, ayrim komponentlarini ham, umuman butun qurilmani ham zaxiralash ko'zda tutiladi.

Zaxiralashning quyidagi usullari eng ko'p tarqalgan:

- ayrim komponentlar va yoki umuman kontrollerlarning issiq zaxirasi (test ishchi kontrollerdan o'tmaganda boshqaruv ikkinchi kontrollerga o'tadi);

- guruhni tashkil qiluvchi barcha kontrollerlarning signallarga ishlov berish natijalariga ko'ra, asosiy komponentlarning yoki umuman kontrollerlarning „ovoz berish“ bilan o'lchanishi (chiqish signali uchun guruhdagi ko'pchilik kontrollerlar bergan signal qabul qilinadi, boshqacha natija bergan kontroller esa nosoz, deb e'lon qilinadi);

• „juft va zaxira“ tamoyili bo‘yicha ishlash. Bir juft kontroller natijalarga „ovoz berish“ bilan parallel ishlaydi va xuddi shunga o‘xshash juft qaynoq zaxirada turadi. Birinchi juftlik ish natijalarining farqi aniqlansa, boshqaruv ikkinchi juftga o‘tadi; birinchi juft test sinovidan o‘tkaziladi yoki tasodifiy buzilish mavjudligi aniqlanadi va boshqaruv birinchi juftga qaytariladi, yoki nosozlik tashxis qilinadi (tekshiriladi) va boshqaruv ikkinchi juftlikda qoladi.

Kontrollerlarning tarmoq majmuasi (PLC, NETWORK)

Tarmoq DTM lari barcha sanoat tarmoqlaridan ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish uchun juda keng miqyosida qo‘llaniladi. Mazkur sinfdagi DTM ning minimal tarkibi quyidagi komponentlarning bo‘lishini nazarda tutadi:

- kontrollerlar to‘plash;
- bir nechta operatorlarning displeyli ishchi stansiyalari;
- kontrollerlarni bir-biri bilan va kontrollerlarni ishchi stansiyalar bilan biriktiruvchi tizimli (sanoat) tarmog‘i.

Har bir tarmoq majmuyidagi kontrollerlar, odatda, bir-biridan tez ishlashi, xotira hajmi, zaxiralash bo‘yicha imkoniyatlari, atrof-muhitning turli xil sharoitlarida ishlash qobiliyati, kirish-chiqish kanallari soni bilan farq qiluvchi bir qator modifikatsiyaga ega. Bu tarmoq majmuasidan turli xil texnologik obyektlar uchun foydalanishni yengillashtirish imkonini beradi, chunki kontrollerlarni avtomatlashtirilgan obyektning ayrim elementlariga va nazorat hamda boshqarishning turlari vazifalariga moslab yanada aniq tanlab olishga imkon beradi. Displeyli ishchi stansiyalar (operator pultrlari) sifatida deyarli har doim odatdagi yoki sanoatda ishlab chiqarilgan, ko‘pincha ikki xildagi klaviaturalar (an‘anaviy alfavitli-raqamli va maxsus vazifali) hamda katta ekranga ega bo‘lgan bir yoki bir nechta monitorlar bilan jihozlangan shaxsiy kompyuterlardan foydalaniladi.

Sanoat tarmog‘i turli xil tuzilishga ega bo‘lishi mumkin: umumiy shinali, halqasimon, yulduzcha, u ko‘pincha o‘zaro takrorlagich va marshrutizatorlar bilan bog‘langan segmentlarga bo‘linadi. Xabarlarini uzatishga qat‘iy talab qo‘yiladi: ular kafolatlangan holda adresatga yetkazib berilishi, yuqori ustuvorlikdagi xabarlar uchun esa, masalan, avariylar to‘g‘risida ogohlantiruvchi xabarlar uchun ham xabarlarini uzatishning ko‘rsatilgan muddatini ta‘minlashi lozim. DTM ning bu sinfida fazoning katta sohasida taqsimlangan obyektlarni avtomatlashtirish uchun mo‘jallangan kontrollerlarning tarmoq majmuasining telemexanik turi ajratib olinadi.

O‘ziga xos tuzilishga ega bo‘lgan sanoat tarmog‘i va alohida fizik (jismoniy) aloqa kanallari (radiokanallar, ajratilgan telefon simlari, tolali kabellar) bir-biridan ko‘plab o‘nlab kilometr masofada turgan obyekt uzellarini integratsiyalashga (birlashtirishga) imkon beradi. Kontrollerlar

tarmoq majmualarining qurilayotgan sinfi bajarayotgan vazifalarining murakkabligi bo'yicha ham (o'lchashlar, nazorat, hisobga olish, tartibga solish va blokirovka), avtomatlashtirilayotgan obyektning hajmi bo'yicha ham (o'lchanayotgan va nazorat qilinayotgan mingta kattalik doirasida) yuqoridan cheklashlarga ega. Ko'pincha tarmoq majmualari mashinasozlik zavodlari sexlari, neftni qayta ishlovchi, neft kimyosi va kimyo sanoati agregatlari, shuningdek, oziq-ovqat sanoati korxonalari sexlari doirasida qo'llaniladi. Kontrollerlarning telemexanik tarmoq majmualari gaz va neft quvurlarini, elektr tarmoqlarini, transport tizimlarini boshqarish uchun foydalaniladi.

Taqsimlangan kichik masshtabli boshqarish tizimlari (DCS, SMOLLER, SCALE)

Mikroprotsessorni DTM larning bu sinfi bajarayotgan vazifalarining quvvati va murakkabligiga ko'ra kontrollerlarning ko'pchilik tarmoq majmualaridan ustun turadi. Umuman, bu sonda avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish hajmi bo'yicha (o'n minglab atrofida nazorat qilinadigan parametrlar) va amalga oshiradigan vazifalari to'plami bo'yicha bir qator cheklanishlarga ega. Oldingi sifatga nisbatan asosiy farqlari quyidagilardan iborat: kontrollerlar modifikatsiyalarining ancha xilma-xilligi, kirish, chiqish bloklarining xilma-xilligi, markaziy protsessorlarning quvvati kattaligi, tarmoq tuzilmasi ko'proq rivojlangan va tarmoq tuzilmasi ancha egiluvchan. Odatda, bu sinfdagi DTM rivojlangan ko'p sathli tarmoqli tuzilmaga ega. Jumladan, pastki sath (daraja) kompakt joylashgan texnologik uzelnig ishchi stansiyasi va kontrollerlarning aloqasini bajarishi mumkin, yuqori sath esa bir necha uzellarning bir-biri bilan va ishlab chiqarishning butun avtomatlashtirilgan uchastkasi dispetcherining ishchi stansiyasi bilan o'zaro aloqani qo'llab-quvvatlashi mumkin. Yuqori sathda (operatorlarning ishchi stansiyalari darajasida) bu majmualar ko'p jihatdan yetarlicha rivojlangan axborot tarmog'iga ega.

Ayrim hollarda tarmoq tuzilmasini kengaytirish ayrim kontrollerlarni ulardan uzoqlashgan kiritish-chiqarish bloklari va intellektual asboblardan birlashtiruvchi standart raqamli tashqi hudud tarmoqlarini qo'llash yo'nalishida bormoqda. Bunday oddiy va arzon tarmoq simlarining bir juft o'rami kontrollerlarni intellektual tashqi hudud asboblari to'plami bilan ulaydi, bu esa korxonada kabel tarmoqlari uzunligini keskin kamaytiradi, chunki millivoltli analog axborotni uzoq masofalarga uzatish istisno qilinadi. Bu vositalar sinfida qo'llaniladigan kontrollerlarning quvvatini nazorat qilish va boshqarishning umumiy vazifalariga qo'shimcha ravishda yanada murakkab va hajmdor boshqarish algoritmlarini (masalan, rostlash algoritmlarini o'zi sozlash, adaptiv boshqarish) amalga oshirish imkonini beradi. Kichik masshtabli taqsimlangan boshqarish tizimlari sanoatning

uzluksiz tarmoqlarining ayrim o'rtta va yirik texnologik obyektlarini, shuningdek, diskret ishlab chiqarish sexlari va hududlarini hamda qora va rangli metallurgiya zavodlari sexlarini avtomatlashtirish uchun foydalaniladi.

To'la masshtabli taqsimlangan boshqarish tizimlari (DCS, FULLS CALE).

Bu imkoniyatlar va ishlab chiqarishni qamrab olish, ishlab chiqarishda bajariladigan vazifalari va avtomatlashtiriluvchi ishlab chiqarish obyektlarining hajmi bo'yicha amalda chegaraga ega bo'lmaydigan kontroller vositalari sinfidir. Bitta shunday tizimdan butun bir yirik masshtabli korxonaning ishlab chiqarish faoliyatini avtomatlashtirish uchun foydalanish mumkin. Tavsiflanayotgan DTM guruhi sanab o'tilgan kontroller vositalarining barcha xususiyatlarini o'z ichiga oladi va qo'shimcha ravishda ulardan foydalanish imkoniyatlariga ta'sir etuvchi bir qator xossalarga ega:

- uch sathning: axborot, tizimli va dala sathining ajratilishini ko'zda tutuvchi rivojlangan ko'p sathli tarmoq tuzilmasining mavjudligi, bunda alohida sathlarni tashkil etish uchun tarmoqlarni qurishning turlicha variantlari foydalanishi mumkin;

- korxonaning korporativ tarmog'iga, biznes jarayonlarni boshqarish tizimiga, global internet tarmog'iga, shuningdek, intellektual asboblar darajasiga chiqish;

- kirish-chiqishlar soni, tez ishlatilishi, turli xildagi xotira hajmi, zaxiralash bo'yicha imkoniyatlari, analog va diskret signallarning barcha turlariga o'rnatilgan va uzoqlashtirilgan kirish-chiqish intellektual bloklarining mavjudligi bo'yicha farqlanuvchi, qo'llanilayotgan kontrollerlarning keng modellar qatori;

- ishchi stansiyalarining keng diapazoni;

- tarkibiga quyidagilar kirgan kuchli zamonaviy dasturiy ta'minotning mavjudligi:

- a) boshqalarning turli darajalarda qurishining har xil variantlarni ko'zda tutuvchi boshqarish tizimli operatorlar interfeyslari;

- b) nazorat qilish vazifalarini hal qilish, mantiqiy boshqarish va tartibga solish uchun umumiy dasturiy modullarining hajmdor kutubxonalari bo'lgan texnologik tillar to'plami;

- c) alohida agregatlarni boshqarishning umumiy vazifalarini, ishlab chiqarish uchastkalarini dispetcherlik boshqarishni, umuman ishlab chiqarishning texnik hisobga olinishi va rejalashtirishni amalga oshiruvchi universal amaliy dasturlar paketi;

- d) avtomatlashtirish tizimi ishlab chiqish uchun avtomatlashtirilgan loyiha va konstruktorlik hujjatlari aylanmasi tizimlari.

Dasturiy-texnik majmualarning funksional tarkibi.

Hozirgi paytda sanoat avtomatlashtirishi bozorida ham mamlakatimiz, ham xorijiy ishlab chiqaruvchilarning bir necha yuzdan ortiq xilma-xil

DTM lari mavjud. Ularning barchasi o'z tuzilishi, axborot quvvati, foydalanish tavsiflari (haroratlar, namlik oralig'i, portlash va yong'in chiqish xavfi bo'lgan ishlab chiqarishda foydalanish imkoniyati), qiymati va boshqalar bilan farqlanadi.

Mavjud DTMLarning xilma-xilligiga qaramay, ularning ko'pchiligiga xos bo'lgan bir qancha funksional elementlarni ajratib ko'rsatish mumkin:

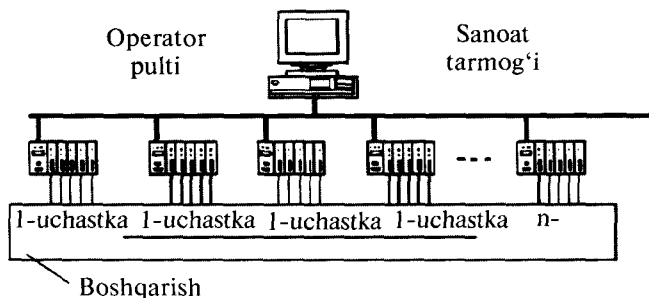
- sanoat tarmoqlari;
- dasturlanuvchi mantiqiy kontrollerlar yoki RS negizidagi kontrollerlar, obyektli intellektual aloqa qurilmalari;
- turli xil vazifani bajaruvchi ishchi stansiyalar va serverlar;
- amaliy (tatbiqiy) dasturiy ta'minot.

DTM tuzilmasi birinchi navbatda majmuaning alohida komponentlari (kontrollerlar, operator pultrlari), uzoqlashtirilgan kiritish-chiqarish bloklarining o'zaro aloqasi vositalari va tavsiflari bilan, ya'ni tarmoq imkoniyatlari bilan belgilanadi. DTM tuzilmalarining qulayligi va xilma-xilligi quyidagilarga bog'liq:

- mavjud tarmoq sathlari soni;
- tarmoqning har bir sathida imkon bo'lgan aloqa turlari (topologiyalar): umumiy shina, yulduzcha, halqasimon;
- har bir sath parametrlari: kabel turlari, yo'l qo'yiladigan masofalar, har bir tarmoqqa ulanuvchi uzellar (majmua komponentlari) ning maksimal miqdori, axborotni uzatish tezligi, komponentlarning tarmoqqa kirishi usullari (xabarlarni yetkazish vaqti bo'yicha tasodifiy yoki ularni eltib berish vaqtini kafolatlovchi).

DTM ning ko'rsatib o'tilgan xossalari ishlab chiqarish sexlarida apparaturalarni taqsimlash imkonini ifodalaydi. Mazkur DTM da amalga oshirilgan avtomatlashtirish tizimi qamrab olishi mumkin bo'ladigan ishlab chiqarish hajmini kiritish-chiqarish bloklarini bevosita datchiklarga va ijrochi mexanizmlariga ko'chirish imkonini beradi.

DTM tuzilish(struktura)larining eng oddiy va ommaviy turlaridan biri 20.6-rasmda keltirilgan. Tizimning hamma funksional imkoniyatlari ikkita sathga aniq bo'lingan. Birinchi sathni kontrollerlar, ikkinchisini—operator



20.6- rasm. DTM tuzilsh sxemasi.

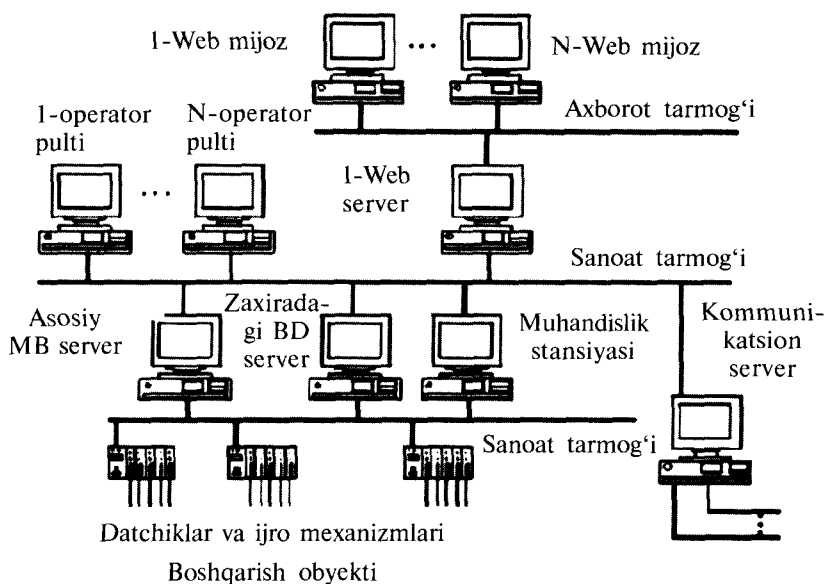
pulti tashkil etib, u ishchi stansiya yoki sanoat kompyuteri bilan ifodalanishi mumkin.

Bunday tizimda kontrollerlar sathi boshqarish obyektida o'rnatilgan datchiklardan kelayotgan signallarni yig'ish (to'plash) ishini bajaradi, signallarga dastlabki ishlov berish (filtrlash va mashtablash), boshqarish algoritmlarini amalga oshirish va boshqaruvchi signallarni boshqarish obyektining ijrochi mexanizmlariga shakllantirish, sanoat tarmog'idan axborot qabul qilish va uzatish ishlarini bajaradi.

Operator pulti quyi sath kontrollerlariga tarmoq so'rovlarini shakllantiradi, ulardan texnologik jarayonning kechishi to'g'risidagi tezkor axborotni oladi, monitor ekranida texnologik jarayonning kechishini operatorga qulay bo'lgan ko'rinishda aks ettiradi, jarayonning ketishi to'g'risidagi dinamik axborotni (arxivni yuritish) uzoq vaqt saqlashni amalga oshiradi, boshqarish algoritmlarining zaruriy parametrlarining va quyi sath kontrollerlarida regulatorlar ustavkalarining korreksiyasini amalga oshiradi.

Boshqarish objekti axborot quvvatining (kiruvchi-chiquvchi o'zgaruvchilar miqdorining) ortishi, boshqarishning yuqori sathida hal etiladigan masalalar doirasining kengayishi, puxtalik ko'rsatkichlarining ortishi dasturiy-texnik majmualarning yanada murakkab tuzilmalarining paydo bo'lishiga olib keladi (20.7-rasm).

Microsoft firmasining Windows oilasidagi operatsion tizimlar (OT) ofis kompyuterlari bozorini deyarli to'liq egallab oldi va sanoat avtomatlashtirish darajasini faol o'zlashtirmoqda. Ko'pchilik serverlar va ishchi stansiyalar Windows NT/2000/XP OT boshqaruvi ostida ishlamoqda. Microsoft ning ayrim texnologiyalari hozirga kelib qo sanoat standarti bo'lib qoldi.



20.7- rasm. DTM tuzilish sxemasi.

„Mijoz—server“ arxitekturasiidan foydalanish butun tizimning samaradorligini va ishlash tezligini oshirishga, serverlarni, ishchi stansiyalarni zaxiralash hisobiga, hal qilinaotgan masalalarni hududiy taqsimlash bilan tizimning puxtaligini va yashovchanligini oshirishga imkon beradi.

Serverlar, odatda, sanoat kompyuterlari negizida bajariladi va zaxiralanuvchi hisoblanadi. Turli xil DTM larda serverlarning nomi farqlanadi: real vaqt ma'lumotlari bazasi serveri, kiritish-chiqarish serveri va boshq. Asosiy vazifalari:

- obyekt va kontroller bilan aloqa qurilmalaridan kelayotgan tezkor ma'lumotlarni to'plash, ishlov berish;

- kontrollerlarga boshqarishning yuqori sathidan boshqarish buyruqlarini uzatish;

- berilgan o'zgaruvchilar to'g'risidagi axborotni saqlash va aks ettirish;

- talab qilinayotgan axborotni mijoz ishchi stansiyalariga taqdim etish;

- trendlar, bosma hujjatlari va voqealar bayonnomalarini arxivlashtirish.

Zamonaviy DTM lar, odatda, ofis ijrosidagi shaxsiy kompyuterlar negizida ishlangan injenering stansiyalarini o'z ichiga oladi. Ular yordamida kontrollerga injenerlik xizmat ko'rsatish amalga oshiriladi: dasturlash, sozlash, moslash. Ayrim DTM larda injenering stansiyalari, shuningdek, ishchi stansiyalariga injenerlik xizmatlarini amalga oshirish imkonini beradi.

Zamonaviy DTM larning yana bir tomoni Internet-texnologiyalarining sanoat avtomatlashtirish darajasiga faol singib borishi bilan bog'liq. Bugun ham xorijiy, ham mamlakatimizdagi texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlari uchun instrumental dasturiy ta'minotni barcha yetakchi ishlab chiqaruvchilari o'z mahsulotlariga mazkur texnologiyalarni o'rnatmoqdalar.

Internet-texnologiyalarning TJABT da eng keng qo'llanilishiga Web-serverlarda TJ ning kechishi to'g'risidagi axborotning va boshqa har qanday hisobotlarning bosimi misol bo'ladi. Web-serverlar ma'lumotlar bazasi (MB) serverlar bilan o'zaro aloqa qilish imkoniga ega, u jarayon to'g'risida zarur axborotni o'zida saqlaydi, (Internet-sharhlovchi) orqali ma'lumotlar bazasiga zarur so'rovlar berishga imkon beradi. Bunday yondashuv xarajatlarni kamaytiradi, chunki mijoz tomonida odatdagi dastur-brauzerlar (Internet Explorer, Netspace Navigator va b.) dan tashqari qo'shimcha dasturiy ta'minotni o'rnatish talab etilmaydi.

Sanoat tarmoqlari.

Ko'p yillar davomida ma'lumotlar almashish tizimi an'anaviy markazlashgan sxema bo'yicha qurilib, unda kuchli hisoblash qurilmasi va juda ko'p miqdordagi kabellar mavjud edi, ular yordamida datchiklar va ijro mexanizmlari ulanar edi. Bunday tuzilma elektron hisoblash texnikasining yuqori narxda bo'lishi va ishlab chiqarishning avtomatlashtirilishini nisbatan pasaytirar edi. Bugungi kunga kelib bu yondashuvning tarafdorlari amalda qolmadi. Markazlashgan TJABT ning kabel tarmog'iga qilinadigan xarajatlar va qo'shimcha qurilma, montajning murakkabligi, puxtaligi

pastligi va rekonfiguratsiyasining murakkabligi kabi kamchiliklari ularni ko'pchilik hollarda iqtisodiy jihatdan ham, texnologik jihatdan ham mutlaqo qo'llanilmaydigan qilib qo'ydi.

Mikroprotessorli qurilmalarni ishlab chiqarish jadal o'sayotgan sharoitda oralaridagi almashuv raqami usulda amalga oshiriladigan ko'pgina uzellar tuzilgan raqamli sanoat tarmoqlari (Fieldbus) muqobil yechim bo'lib qoladi. Bugungi kunga kelib bozorda avtomatlashtirish tizimida qo'llaniladigan sanoat tarmoqlari, protokollari va interfeyslarning taxminan yuzlab turli xillari mavjud, chunonchi, Modbus, PROFIBUS, Interbus, Bitbus, CAN, LON, Foundation, Fieldbus, Ethernet va boshqalar.

Sanoat tarmog'idan foydalanish uzellari, ya'ni ular sifatida ishtirok etayotgan kontrollerlarni va kiritish-chiqarish qurilmalarini chetki qurilmalarga (datchiklar va ijrochi mexanizmlarga) maksimal yaqin joylashtirishga imkon beradi, shu tufayli analogli simlarning uzunligi qisqaradi. Sanoat tarmog'ining har bir uzeli bir nechta vazifani bajaradi:

1. Sanoat tarmog'ining boshqa uzellaridan buyruqlar va ma'lumotlar qabul qilib olish.

2. Ulangan datchiklardan ma'lumotlarni o'qib olish.

3. Olingan ma'lumotlarni raqamli shaklga almashtirish.

4. Dasturlashtirilgan texnologik algoritmi qayta ishlash.

5. Boshqa uzeli buyrug'iga ko'ra yoki texnologik algoritmi bo'yicha ulangan ijrochi mexanizmlarga boshqaruvchi ta'sirlarini chiqarish.

6. Yig'ilgan (to'plangan) axborotni boshqa tarmoq uzellariga uzatish.

Sanoat 1089 tarmoqlari negizidagi TJABT lari an'anaviy markazlashgan tizimlarga nisbatan bir qancha xususiyatlarga ega:

1. Kabel mahsulotini ancha tejash. Bir qancha kilometr uzunlikdagi qimmat kabellar o'rniga bir necha yuz metr arzon o'ralgan juft talab etiladi. Shuningdek, qo'shimcha qurilmalarga (kabel kanallari, klemmalar, shkaflar) xarajatlar qisqaradi.

2. Boshqarish tizimi puxtaligini oshirish. Puxtaligiga ko'ra ma'lumotlarni uzatishning raqamli uslubi analog usulidan ancha ustun turadi. Raqamli uzatish xalaqitlarga nisbatan sezgilar kam va sanoat tarmoqlari protokollariga (nazariy summalari, ma'lumotlarning buzilgan paketlarini takrorlash) o'rnatilgan maxsus mexanizmlar tufayli axborotni yetkazib berishni kafolatlaydi. Sanoat tarmoqlari negizidagi TJABT larning faoliyat ko'rsatilishning puxtaligini va yashovchanligini oshirish, shuningdek, turli xil tarmoq uzellari bo'yicha nazorat qilish va boshqarish vazifalarining taqsimlanishi bilan bog'liq. Kritik jihatdan muhim texnologik uchastkalar uchun aloqa liniyalarini takrorlash yoki axborot uzatishning muqobil yo'llari mavjud bo'lishi mumkin. Bu kabel tarmog'i shikastlanganda tizimning ishlash qobiliyatini saqlab qolishga imkon beradi.

3. Ixchamligi va shaklini o'zgartiruvchanligi. Ayrim kiritish-chiqarish nuqtalarini va hatto butun bir uzellarini qo'shish yoki olib tashlash kam

miqdordagi montaj ishlarini talab etadi va avtomatlashtirish amalga oshirilishi mumkin. Tizimning konfiguratsiyasini o'zgartirish dasturiy ta'minot darajasida amalga oshiriladi va u ham juda oz vaqtni oladi.

4. Ochiq tizimlar, ochiq texnologiyalar prinsiplaridan foydalanish turli xil ishlab chiqaruvchilardan olingan mahsulotlarni yagona tizimga muvaf-faqiyatli birlashtirishga imkon beradi.

1978-yilda standartlashtirish bo'yicha xalqaro tashkilot (ISO) berk tarmoq tizimlariga qarama-qarshi va ochiq tizimlarning turli xil hisoblash qurilmalari hamda farq qilinuvchi protokollar standartlari bilan o'zaro ta'sirlashuvi muammosini hal etish maqsadida „Ochiq tizimlarning o'zaro aloqasining tavsifiy modeli“ (OSI-model, ISO/OSI Model)ni taklif etgan edi. ISO/OSI modeli tarmoq vazifalarini yettita sath bo'yicha taqsimlaydi (20.1-jadval).

Fizik sathda aloqa kanalining fizik tavsiflari va signallar parametrlari, masalan, kodirovka turi, uzatish chastotasi, liniya uzunligi va turi, shtenerli razyem turi va h.k. eng ko'p tarqalgan fiyeldbus 1-sath stan-darti — bu RS-485 interfeysidir.

Kanalli sath fizik sathning tarmoq uzellari tomonidan birgalikda foydalanish qoidalarini belgilaydi.

Tarmoq sathi optimal marshrut bo'yicha tekstni adreslash (manzillash) va eltib berish uchun javob beradi. Transport sathi paketdagi mavjud narsalarni aniqlaydi.

20.1-jadval

OSI modeli sathlari

| | Tatbiqiy material (Application Layer) |
|---|--|
| 6 | Tanishtirish sathi (Presentation Layer) |
| 5 | Seans sathi (Session Layer) |
| 4 | Transport sathi (Transport Layer) |
| 3 | Tarmoq sathi (Network Layer) |
| 2 | Kanal sathi (DataLink Layer) |
| 1 | Fiziksathi (Fizical Layer) |

Seans sathi tarmoq uzellari orasidagi o'zaro ta'sirni muvofiqlashtiradi.

Tanishtirish (taqdimot) sathi zarur bo'lganda ma'lumotlar formatlarini almashtirish bilan shug'ullanadi. Tatbiqiy sath oxirgi foydalanuvchining tatbiqiy (amaliy) jarayonlari va dasturlarini bevosita qo'llab-quvvatlashni hamda ma'lumotlarni uzatish tarmog'ining turli xil obyektli bu dasturlarining o'zaro ta'sirlarini boshqaradi.

Modelning 7-sathidan yuqorida joylashgan hamma narsalar amaliy (tatbiqiy) dasturlarda yechiladigan masalalardir.

Amalda sanoat tarmoqlarining ko'pchiligi (fieldbus) faqat uchta sath bilangina cheklanishadi, xususan, fizik kanalli va tatbiqiy sath. Eng „ilg'or“

tarmoqlar dasturiy qatlamning faqat yettinchisini qoldirib, vazifalarining asosiy qismini apparatli hal qilishadi. Arzon tarmoqlar (masalan, Mod Bus) ko'pincha fizik sathda RS-232 yoki RS-485 dan foydalanadi, qolgan barcha masalalar esa, kanal sathidan boshlab, dasturiy yo'l bilan hal qilinadi. Istisno tarzida, OSI-modelining hamma yettita sathini amalga oshiruvchi sanoat tarmoqlari protokollari mavjud, masalan, Lon Works.

Ochiq sanoat tarmoqlari, interfeyslar va protokollarning katta xilma-xilligi avtomatlashtiruvchi texnologik jarayonlar talablarining xilma-xilligi bilan bog'liq. Bu talablar universal va iqtisodiy optimal yechim bilan qoniqtirmaydi.

Sanoat tarmog'ining turini tanlash to'g'risidagi masala muhokama qilinganda bu tanlov avtomatlashtirishning aynan qaysi sathi uchun amalga oshirilayotganini aniqlashtirish zarur. Sanoat korxonasi iyerarxiyasida tarmoqning qanday o'rin egallashiga bog'liq holda uning funksional tavsiflariga bo'lgan talablar ham turlicha bo'ladi.

Sanoat korxonalari ABT iyerarxiyasi odatda uch qavatli piramida ko'rinishida taqdim etiladi:

1. Korxonani boshqarish sathi (yuqori sath).
2. Texnologik jarayonni boshqarish sathi.
3. Qurilmalarni boshqarish sathi.

Korxonani boshqarish sathida odatdagi IBM-PC moslashuvchi kompyuterlar va lokal tarmoq bilan birlashtirilgan faylli serverlar joylashadi. Bu sathda hisoblash tizimlarining vazifasi ishlab chiqarishning asosiy parametrlarini vizual nazariy qismini ta'minlash, hisobotlarni tuzish, ma'lumotlarni arxivlashtirishdir. Uzellar orasida uzatiladigan ma'lumotlarning hajmlari megabaytlar bilan o'lchanadi, axborot almashishning vaqt ko'rsatkichlari esa kritik bo'lmaydi.

Texnologik jarayonni boshqarish sathida joriy nazorat va boshqarish yoki operator pultidan turib dastakli rejimda yoki belgilangan algoritm bo'yicha avtomatik rejimda amalga oshiriladi. Bu sathda ishlab chiqarishning ayrim uchastkalari parametrlarini muvofiqlashtirish, avariya va avariyaoldi holatlarini o'rganib olish, pastki sath kontrollerlarini parametrlashtirish, texnologik dasturlarni yuklash, ijrochi mexanizmlarni masofadan turib boshqarish bajariladi. Bu sathda axborot qiymati odatda bir necha o'nlab baytni o'z ichiga oladi, yo'l qo'yiladigan vaqt tutilishlari (kechikishlari) ish rejimiga bog'liq holda 100 dan 1000 millisekundgachani tashkil etishi mumkin.

Qurilmalarni boshqarish sathida datchiklardan ma'lumotlarni bevosita to'plovchi va ijrochi moslamalarni boshqarishni amalga oshiruvchi kontrollerlar joylashadi. Kontroller chetki qurilmalar bilan almashadigan ma'lumotlar o'lchami odatda qurilmalarni so'rov tezligi 10 ms dan ortiq bo'lmaganda bir necha baytni tashkil etadi.

Keyingi paytda boshqarish tizimlarining ko'rib chiqilgan tuzilmasi butunlay murakkablashmoqda, bunda turli sathlar orasidagi chegaralar

yo‘qolib bormoqda. Bu sanoat sohasiga Internet/Internet-texnologiyalarning kirib kelishi, sanoat Ethernet ning katta muvaffaqiyatlari, sanoatning ishlab chiqarish sharoitlari xavfli bo‘lgan kimyo, neft, gaz va boshqa sohalarning, korxonalarining portlash xavfi bo‘lgan hududlarida ayrim Fieldbus sanoat tarmoqlarining foydalanilishi bilan bog‘liqdir. Bundan tashqari, intellektual datchiklarning va ijrochi mexanizmlarning hamda ular bilan bog‘lash uchun interfeyslarning paydo bo‘lishi TJABT ning to‘rtinchi, eng quyi sathi—chetki qurilmalar tarmog‘i sathining paydo bo‘lishini anglatadi.

AS-INTERFEYS. AS-interfeys (Actuators/Sensors interface—ijro qurilmalari va datchiklar interfeysi) avtomatlashtirish tizimlarining quyi sathining ochiq sanoat tarmog‘i hisoblanadi, u ijro qurilmalari va datchiklar bilan aloqani tashkil etish uchun mo‘ljallangan. AS-interfeys datchiklar va ijro mexanizmlarini boshqarish tizimiga bitta ikki simli kabeldan foydalanib, tarmoq tuzish asosida ulashga yordam beradi, uning yordamida hamma tarmoq qurilmalari ta‘minoti ham, datchiklarni so‘rash va ijrochi mexanizmlariga buyruq chiqarish ham ta‘minlanadi.

20.2-jadval

AS-interfeys negizidagi tizimning texnik ma‘lumotlari

| Topologiya | Shina, yog‘och, yulduz, halqa |
|---|--|
| Yetaklanuvchi qurilmalar soni | 62 tagacha |
| Ulanadigan datchiklar va ijro mexanizmlari soni | Bitta yetaklanuvchi qurilmaga 4 tagacha datchik va 3 ta ijro mexanizmi Bitta yetaklovchi qurilmaga 248 tagacha datchik va 168 ta ijro mexanizmi |
| Aloqa liniyasining maksimal uzunligi | Takrorlagichlar kengaytirgichsiz 100 m gacha Takrorlagichlar kengaytirgichlar bilan 300 m gacha |
| Elektr ta‘minoti | AS-interfeys shinasini orqali: 2,8 A (nom). 29,5-31,6 V bo‘lganda 8 A (maks) |
| Ma‘lumotlarni yangilash sikli vaqti | 31 ta yetaklanuvchi qurilma bo‘lganda 5 ms dan ortmaydi 62 ta yetaklanuvchi qurilma bo‘lganda 10 ms dan ortmaydi |

Tizimda maxsus modellar mavjud bo‘lganda AS-interfeys odatdagi keng tarqalgan datchiklarni va ijro mexanizmlarini ulashga imkon beradi. Undan tashqari hozirgi paytda elektron qismiga AS-interfeysning yetaklanuvchi qurilmasi integral mikrosxemasi o‘rnatilgan datchiklar va ijrochi mexanizmlar nomenklaturasi juda kengaymoqda.

Tizimni boshqarishda qulaylikka turli xil yetakchi qurilmalarni qo'llash hisobiga erishilmoqda.

Yetakchi qurilmalarning vazifalarini dasturlanuvchi mantiqiy kontrollerlar, sanoat kompyuterlari yoki ancha yuqori sathli tarmoqqa ega aloqa modullari: Modbus, Interbus, CANopen, DeviceNet, Profibus va boshqalar bajarishi mumkin.

HART-protokol. Analogli signallarni uzatish uchun unifikatsiyalangan signal 4—20 mA bir necha o'n yillardan beri ma'lum va sanoatning turli tarmoqlarida TJABT ni yaratishda keng foydalaniladi. Mazkur standartning afzalligi uni amalga oshirishning soddaligi, uning ko'pgina sabablarda foydalanishi mumkinligi, soliq signalini nisbatan katta masofalarga xalaqitga chidamli ravishda uzatish mumkinligi. Biroq, intellektual asboblardan va datchiklarning yangi avlodini yaratishda analogli axborot qatori ularning yangi kengaygan imkoniyatlariga mos keluvchi raqamli ma'lumotlarni ham uzatish talab qilinadi.

Shu maqsadda Rosemount nomli Amerika kompaniyasi tomonidan HART (Highways Addressable Remote Transducer) protokoli ishlab chiqilgan edi. HART-protokol ma'lumotlarni chastota modulatsiyasi yordamida uzatish uslubiga asoslangan bo'lib, bunda raqamli signal analogli tok signali ustiga qo'yiladi.

20.3-jadval

HART-protokolga standart tomonidan belgilanadigan texnik parametrlar

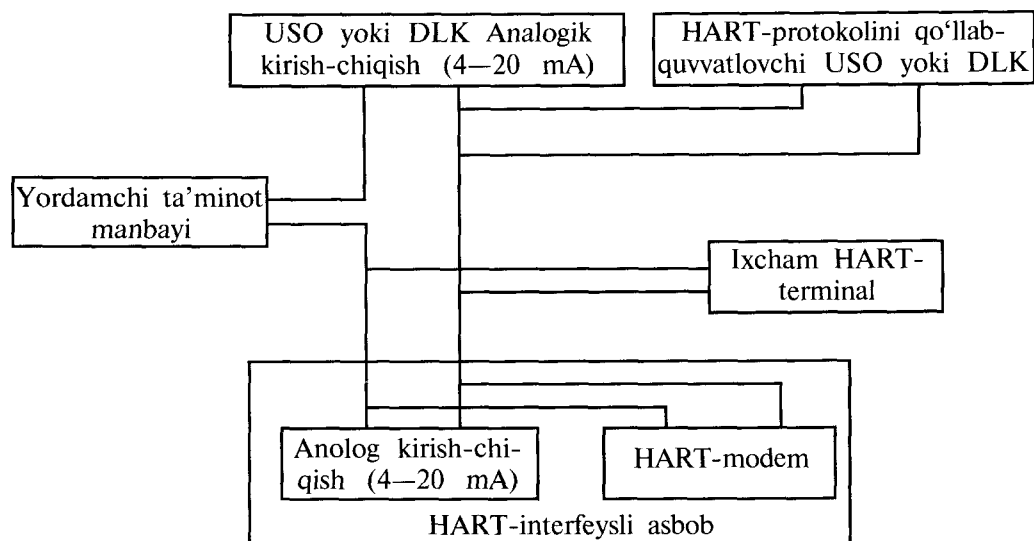
| Topologiya | „Nuqta-nuqta“ (standart) yoki shina |
|--------------------------------------|--|
| Qurilmalarning maksimal miqdori | Bitta yetaklanuvchi va ikkita yetaklovchi qurilma (standart rejim) 15 ta yetaklanuvchi va 2 ta yetaklovchi qurilma (ta'minoti uzoqlashtirilgan ko'p nuqtali rejim) |
| Aloqa liniyasining maksimal uzunligi | 3 km (standart rejim) 100 m (ko'p nuqtali rejim) |
| Liniya turi | Ekranlangan o'rama juft |
| Interfeys | 4—20 mA tokli sirtmoq (analogli) |
| Ma'lumotlarni yangilash sikli vaqti | Taxminan 500 ms |

Chastotaviy modulatsiyalangan signal ikki qutbli hisoblanadi va tegishli filtratsiyadan foydalanilganda asosiy analogli signal 4—20 mA ni buzmaydi. HART-protokolga standart tomonidan aniqlanadigan ayrim texnik parametrlar 20.3-jadvalda keltirilgan.

HART-protokol ikkita ish rejimida foydalanilishi mumkin:

1. Standart variant — „nuqta-nuqta“ tutashtiruvchi (1.3-rasm), ya'ni quyi avtomatika asbobini (datchik, ijrochi mexanizm, o'zgartkich) va ikkita ortiq bo'lmagan yetakchi qurilmalarning birlashishi. Birlamchi yetaklovchi qurilma sifatida obyektli aloqa qurilmasi (OAQ) yoki HART-modemli dasturlanuvchi shaxsiy kompyuter. Bunda analogli signal bir tomonga yo'nalgan bo'ladi (masalan, datchikdan DLK ga yoki DLK dan ijrochi mexanizmga), raqamli signallar esa yetaklovchi qurilmadan ham, yetaklanuvchi qurilmadan ham uzatilishi va qabul qilinishi mumkin.

2. Ko'p nuqtali rejim — 15 ta yetaklanuvchi qurilma yana o'sha ikki qurilma bilan parallel ravishda ikki simli liniya bilan birlashtirilishi mumkin. Bunda faqat raqamli aloqa amalga oshiriladi. O'zgaras tok 4 mA signali yetaklanuvchi asboblarning signal liniyalari bo'yicha yordamchi ta'minotini ta'minlaydi.



20.8- rasm. HART qurilmalarini ulash sxemasi (standart variant).

PROFIBUS. Sanoat aloqasi sohasidagi masalalar ko'pincha turli xil yechimlarni talab etadi. Bir holda o'rtacha tezlikka ega murakkab, uzun xabarlar bilan almashish zarur. Boshqa bir holda, almashuvning soddalashtirilgan protokolidan foydalangan holda, masalan, datchiklar yoki ijrochi mexanizmlardan foydalangan holda qisqa xabarlar bilan tez almashish talab qilinadi.

Uchinchi holda ishlab chiqarishning portlash va yong'in xavfi bo'lgan sharoitlarda ishlash zarur. PROFIBUS bu hollarning istalgani uchun samarali yechimga ega.

PROFIBUS — korxonaning kommunikatsion muammolarini kompleks hal qilishni ta'minlovchi sanoat tarmoqlari oilasidir. Bu umumiy nom ostida uchta turli xil, ammo moslashuvchan protokollar to'plami: PROFIBUS-FMS, PROFIBUS-DP va PROFIBUS-PA yig'indisi tushuniladi.

PROFIBUS-FMS protokoli birinchi bo'lib paydo bo'ldi va sex sathi deb nomlanuvchi sathda ishlash uchun mo'ljallangan edi. Uning asosiy vazifasi—ma'lumotlarning katta hajmini uzatish.

PROFIBUS-DP protokoli dasturlanuvchi mantiqiy kontroller va obyekt bilan taqsimlangan aloqa qurilmalarining orasidagi ma'lumotlarning yuqori tezlikdagi almashinuvi uchun qo'llaniladi. Uzatishning fizik muhiti RS-485 standartining ekranlangan (to'siqli) o'ram juftligidir. Almashuv tezligi tarmoq uzunligiga to'g'ridan to'g'ri bog'liq va 1200 m masofada 100 k bit/s dan 100 m gacha bo'lgan masofada 12 M bit/s gacha o'zgaradi. Tarmoqdagi uzellarning o'zaro ta'siri „Master-Slave“ (yetaklovchi-yetaklanuvchi) modeli bilan aniqlanadi. Master ulangan uzellarni ketma-ket so'raydi va unga qo'yilgan texnologik dasturga muvofiq boshqaruvchi buyruqlar chiqaradi. Ma'lumotlarni almashtirish protokoli almashuv tezligiga va tarmoq uzellari soniga bog'liq holda so'rov siklining ma'lum vaqtini ta'minlaydi, bu esa PROFIBUS ni real vaqt tizimlarida qo'llanishga imkon beradi.

PROFIBUS-PA — tarmoq interfeysi bo'lib, uning ma'lumotlarni uzatishning fizik muhiti IEC 61158-2 standartiga mos keladi, bevosita portlash xavfi bo'lgan hududda joylashgan ijro qurilmalari, datchiklar va kontrollerlarni birlashtiruvchi tarmoqni qurish uchun qo'llanilishi mumkin.

ETHERNET. Ishlab chiqarishni boshqarish sathida Ethernet tarmoqlari o'ziga mustahkam yetakchi o'rinni allaqachon egallab olgan. Ethernet negizidagi qarorlar (yechimlar) ofisli taqsimlangan ilovalarning hammasini amalda siqib chiqardi va bugun Ethernet lokal tarmoqlarda asosiy almashuv vositasi hisoblanadi. Keyingi paytlarda Ethernet ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish majmualariga ham faol kirib bora boshladi. Sanoatda foydalanish sharoitlari talablariga muvofiq bajarilgan butun bir qator apparat vositalari (kommutatorlar va konsentratorlar) paydo bo'ldi.

Ma'lumotlarni uzatishning fizik muhiti sifatidagi Ethernet dan foydalanish yaxshi adreslanuvchi mantiqiy protokollarning foydalanilishiga olib keladi. Hozir qurilmalarning ko'pchiligi TCP/IP protokolini qo'llab-quvvatlaydi. Bu istagan masshtabdagi tarmoqqa, global Internet tarmog'ini ham hisobga olganda texnologik jarayonlarni boshqarishning lokal tizimlarini osongina integratsiyalashga (birlashtirishga) imkon beradi.

Nazorat qilish va vizuallashtirish tizimlari

Zamonaviy TJABT (texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi) ko'p sathli inson-mashinali boshqarish tizimidan iboratdir. Murakkab texnologik jarayonlarni ABT ning yaratilish ma'lumotlarini to'plashning avtomatik axborot tizimlaridan va hisoblash majmualaridan foydalangan holda amalga oshiradi, ular texnik vositalar va dasturiy ta'minot evolutsiyasi darajasiga ko'ra doimo takomillashtirib boriladi.

TJABT rivojlanishining vaqt bo'yicha uzluksiz bo'lgan manzarasini sifat jihatidan yangi ilmiy g'oyalari va texnik vositalarning paydo bo'lishi bilan shart qilingan uchta bosqichga bo'lish mumkin. Tarix davomida zamonaviy boshqarish tizimining mazmunini tashkil etuvchi obyektlar va boshqarish uslublari, avtomatlashtirish vositalari va boshqa komponentlarning tavsifi o'zgaradi:

- **Birinchi bosqich** — avtomatik rostdash tizimini (ART) joriy qilishni aks ettiradi. Bu bosqichda boshqarish vositalari sifatida ayrim parametrlar, qurilmalar, agregatlar hisoblanadi; stabilashtirish, dasturiy boshqarish, kuzatish masalalarini yechish odamdan ART ga o'tadi. Insonda topshiriqni hisoblab chiqish vazifalari va regulatorlarni sozlash parametrlari paydo bo'ladi.

- **Ikkinchi bosqich** — texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish fazoda jamlangan tizim boshqarish obyekti bo'lib qoladi; avtomatik boshqarish sistemalari (ABT) yordamida boshqarishning yanada murakkab qonunlari amalga oshiriladi, optimal va adaptiv boshqarish masalalari hal qilinadi, obyekt va tizim holatining identifikatsiyasi o'tkaziladi. Bu bosqichning o'ziga xos xususiyati texnologik jarayonlarni boshqarishga telemexanika tizimlarini joriy qilish hisoblanadi. Inson boshqarish obyektidan borgan sari ko'proq uzoqlasha boradi, obyekt bilan dispetcher o'rtasida o'lchash tizimining, ijro mexanizmlarining, telemexanika vositalarining, mnemosxemalarning va axborotni aks ettirishning boshqa vositalarining (AAEV) bir qatori tizilib turadi.

- **Uchinchi bosqich** — texnologik jarayonlarni boshqarishning avtomatlashtirilgan sistemalari—texnologik jarayonlarni boshqarishga hisoblash texnikasini joriy qilish bilan tavsiflanadi. Avval mikroprotsessorlarni qo'llanish boshqarish ayrim fazalarida hisoblash tizimlaridan foydalanish; so'ngra inson-mashina boshqarish tizimlarining, muhandislik psixologiyasining, amallarini tadqiq etishning uslublari va modellarining faol rivojlanishi, nihoyat, ma'lumotlarni to'plashning avtomatik axborot tizimlaridan va zamonaviy hisoblash majmualaridan foydalanish asosida dispetcherlik boshqaruvi.

Bosqichdan bosqichga qarab texnologik jarayonning reglamentli faoliyat ko'rsatishini ta'minlashi kerak bo'lgan insonning (operator/dispetcherning) vazifalari hal qilinadigan masalalar doirasi kengaymoqda; texnologik jarayonni bevosita boshqarish zarurligi bilan cheklangan masalalar to'plami avval yordamchi xarakterga ega bo'lgan yoki boshqarishning boshqa sathiga tegishli bo'lgan sifat jihatidan yangi masalalar bilan to'ldirilmoqda.

Texnologik jarayonlarni boshqarishning ko'p sathli avtomatlashtirilgan tizimida dispetcher EHM monitoridan yoki axborotni aks ettirish elektron tizimidan va o'zidan ancha katta masofada joylashgan obyektlarga telekommunikatsiya tizimlari, kontrollerlar, intellektual ijro mexanizmlari yordamida ta'sir ko'rsatadi.

Yaqqol ifodalangan dinamik xarakterga ega dispetcherlik boshqaruvini samarali amalga oshirishning asosi, zarur sharti axborot bilan ishlash, ya'ni axborotni to'plash, uzatish, ishlov berish, aks etish, taqdim etish hisoblanadi.

Dispetcherdan endi faqat texnologik jarayonni malakali bilishgina emas, balki axborot tizimlarida ishlash tajribasi, favqulodda va avariya holatlarida qaror qabul qila olish (EHM bilan dialogda) ko'nikmasi va ko'pgina boshqa narsalar talab etiladi. Dispetcher texnologik jarayonni boshqarishda bosh ishtirok etuvchi shaxs bo'lib qoladi.

Dispetcherlik boshqaruvi to'g'risida gapirmasdan bo'lmaydi. Energetikada, neftgaz va sanoatning bir qator boshqa sohalaridagi texnologik tavakkalchilik to'g'risida gapirmasdan bo'lmaydi. Energetikada, neftgaz va sanoatning bir qator boshqa sohalaridagi texnologik jarayonlar haqiqatan ham xavfli hisoblanadi va avariya yuzaga kelganda insonlarning halok bo'lishiga, shuningdek, katta moddiy va ekologik zararga olib keladi.

Statistik ma'lumotlarga ko'ra, o'ttiz yil mobaynida hisobga olingan falokatlar soni taxminan har o'n yilda ikki marta ortar ekan. Istalgan avariya asosida, tabiiy ofatlardan tashqari, insonning xatosi yotadi.

Barcha turdagi transport vositalarida, sanoatda va energetikada yuz bergan ko'pchilik avariya va hodisalarni tahlil qilish natijasida qiziqarli ma'lumotlar olindi. 60-yillarda insonning xatosi avariya va hodisalarning faqat 20 % ida birlamchi sabab bo'lsa, 80-yillarning oxiriga kelib „inson omilining“ ulushi 80% ga yaqinlashib qoladi.

Bunday an'ananing sabablaridan biri—murakkab boshqarish tizimlarining tuzilishiga eskicha an'anaviy yondashuvdir, ya'ni yangi texnik va texnologik yutuqlarni qo'llanishga harakat qilish va insonga (dispetcherga) mo'ljallangan zarur samarali inson-mashina interfeysini tuzish zarurligini to'g'ri baholay olmaydi.

Shunday qilib, dispetcherlik boshqaruvi tizimining ishonchligini (puxtaligini) oshirish talabi bunday tizimlarni: operatorlar dispetcherga mo'ljall qilishi va uning vazifalarini ishlab chiqishda yangicha yondashuvning paydo bo'lishi sabablaridan biridir.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition — dispetcherlik boshqaruvi va ma'lumotlarni to'plash) konsepsiyani boshqarish tizimi rivojlanishining borishi va fan-texnika taraqqiyoti natijalari bilan belgilangan. SCADA-texnologiyalarining qo'llanilishi axborotni boshqarish tizimini ishlab chiqish, to'plash, ishlov berish, uzatish, saqlash va aks ettirish masalalarini hal qilishda avtomatlashtirishning yuqori darajasiga erishishga imkon beradi.

SCADA — tizimlar taqdim etadigan inson-mashinali interfeysning (HMI/MMI) do'stonaligi, ekranda ko'rsatilayotgan axborotning to'laligi va yaqqolligi, boshqarish „richaglarining“ qulayligi, aytib turishlardan va ma'lumotnoma tizimidan foydalanishning qulayligi va hokazo — dispetcherlik

cherning tizim bilan o'zaro ta'sirlashish samaradorligini oshiradi va uning boshqarishdagi kritik xatolarini nolga keltiradi.

Asosiy boshqarish tizimlarini avtomatlashtirilgan ishlab chiqishdan iborat bo'lgan SCADA konsepsiyasi uzoq vaqt yechib bo'lmaydigan deb hisoblab kelingan bir qator masalalarni yechishga imkon berishni ta'kidlab o'tish lozim: avtomatlashtirish bo'yicha loyihalarni ishlab tayyorlash muddatlarini va ularni ishlab chiqarishga ketadigan bevosita moliyaviy xarajatlarini qisqartirish.

Ayni paytda SCADA murakkab dinamik tizimlarini (jarayonlarni) avtomatlashtirilgan boshqarishning asosiy va eng istiqbolli usuli hisoblanadi.

SCADA tizimlari asosida texnologik jarayonlarni boshqarish ilg'or g'arb mamlakatlarida 80-yillarda boshlandi. Qo'llanish sohasi: elektr va suv ta'minoti, kimyo, neftkimyo va neftni qayta ishlash sanoati, temir yo'l transporti, neft va gaz transporti va hokazo.

Rossiyada texnologik jarayon dispetcherlik personalining tajribasiga tayanilar edi. Shuning uchun SCADA tizimlari asosida boshqarishga o'tish biroz qiyinroq amalga oshirila boshladi. Rossiyada yangi axborot texnologiyalarini, SCADA tizimlari ana shunday texnologiyalar sirasiga kiradi, o'zlashtirish qiyinchiliklariga ulardan foydalanishdagi tajribaning yo'qligi ham, turli xil SCADA tizimlar to'g'risidagi axborotning yetarli emasligi ham kiradi.

Jahonda SCADA tizimlarini ishlab chiqish va joriy qilish bilan faol shug'ullanuvchi bir necha o'nlab kompaniyalar mavjud. Har bir SCADA tizim — bu kompaniyaning „know-now“ i bo'lib, shuning uchun ham u yoki bu tizim to'g'risidagi ma'lumotlar juda ham keng emas.

Dispetcherlik boshqaruvining zamonaviy tizimlarini joriy qilishda quyidagi masalalarni hal etish juda katta ahamiyatga ega:

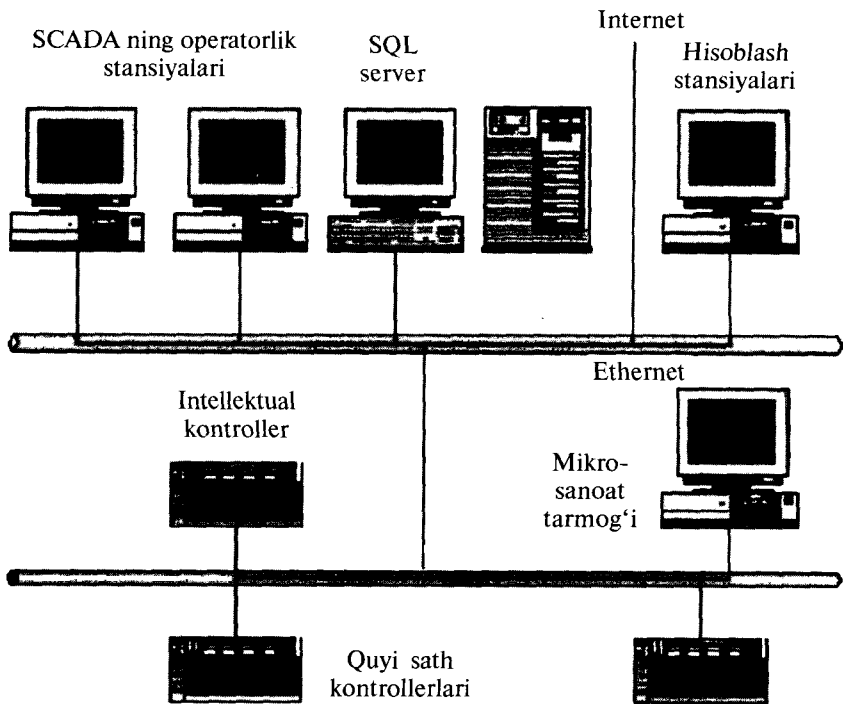
- SCADA tizimini tanlash (texnologik jarayonning talablari va o'ziga xos xususiyatlaridan kelib chiqib);

- kadrlar bilan ta'minlash;

SCADA tizimini tanlash ko'p mezonlik sharoitida qarorlar qabul qilishga o'xshash yetarlicha qiyin masaladan iborat bo'lib, u axborot yetishmasligi tufayli bir qator mezonlarni miqdoriy baholashning iloji yo'qligi bilan murakkablashtirilgan.

SCADA dasturiy ta'minot negizida boshqarish tizimlarini ishlab chiqish va foydalanish bo'yicha mutaxassislarni tayyorlash turli xil firmalarning maxsus kurslarida, malaka oshirish kurslarida amalga oshiriladi. Hozirgi vaqtda bir qator texnik universitetlarning o'quv rejalariga SCADA tizimlarni o'rganish bilan bog'liq fanlar kiritila boshladi. Biroq SCADA tizimlari bo'yicha maxsus adabiyot yo'q, faqat ayrim maqolalar va reklama prospektlari mavjud xolos.

Avtomatlashtirilgan nazorat va boshqarish tizimlari (NBT) ning qo'llanish sohaslarining katta spektri uchun ko'pgina loyihalar 20.9-rasmda



20.9- rasm. Nazorat va boshqarish tizimining umumiy sxemasi.

keltirilgan. Ular amalga oshirishning umumlashtirilgan sxemasini ajratish imkonini beradi.

Odatda, bular ikki sathli tizimlardir, chunki aynan ana shu sathlarda texnologik jarayonlarni bevosita boshqarish amalga oshiriladi. Har bir aniq boshqarish tizimining o'ziga xos xususiyati har bir sathda foydalaniladigan dasturiy-apparatli platforma bilan belgilanadi.

Quyi sath — obyekt sathi (kontrollerli) — texnologik jarayonning kechishi to'g'risida axborot to'plash uchun turli datchiklarni, elektr yuritmalarni va rostlovchi hamda boshqaruvchi ta'sirlarni amalga oshirish uchun ijro mexanizmlarini o'z ichiga oladi. Datchiklar lokal dasturlanuvchi mantiqiy kontrollerlarga (PLS-Programming Logical Controller) axborot yetkazib beradi, ular quyidagi vazifalarni bajara oladi:

- texnologik jarayonning parametrlari to'g'risidagi axborotni to'plash va ishlov berish;
- elektroyuritmalar va boshqa ijro mexanizmlarini boshqarish;
- avtomatik mantiqiy boshqarish masalalarini yechish va boshqalar.

Kontrollerlarda axborot dastlab ishlov berilgani va joyida qisman foydalanilgani uchun aloqa kanallarining o'tkazish qobiliyatiga bo'lgan talablar ancha pasayadi.

Hozirgi paytda turli xil texnologik jarayonlarni nazorat qilish va boshqarish tizimlarida lokal PLS sifatida mamlakatimiz ishlab chiqaruv-

chilarining ham, xorijiy ishlab chiqaruvchilarning ham kontrollerlari qo'llaniladi. Bozorda bir qancha o'zgaruvchidan bir necha yuz o'zgaruvchigacha ishlov berishga qodir juda ko'p o'nlab va hatto yuzlab kontroller turlari taqdim etilgan.

Kontroller sathidagi boshqarishning apparatli-dasturiy vositalariga puxtaligiga, ijro qurilmalarga, datchiklarga va boshqalarga ta'sirlanish vaqti bo'yicha qat'iy talablar qo'yiladi. Dasturlanuvchi mantiqiy kontrollerlar har bir voqeaga belgilangan vaqt ichida obyektidan kelayotgan tashqi voqealarga kafolatli tarzda javob berishi kerak.

Shu nuqtayi nazardan kritik bo'lgan obyektlar uchun real vaqt operatsion tizimli (RVOT) kontrollerlardan foydalanish tavsiya etiladi. RVOT boshqaruvidagi kontrollerlar qat'iy real vaqt rejimida faoliyat ko'rsatadi.

Lokal kontrollerlarni ishlab chiqish, sozlash va boshqarish dasturlarini ijro etish bozorda keng taqdim etilgan maxsus dasturiy ta'minot yordamida amalga oshiriladi.

Instrumental DT ning bu sinfiga ochiq arxitekturaga ega bo'lgan ISA GRAF (Cd International France), In Conrol (Wonderware, USA), Paradym 31 (Intellution, USA) turidagi paketlar kiradi.

Lokal kontrollerlardan olingan axborot dispetcherlik punkti tarmog'iga bevosita jo'natilishi, shuningdek, yuqori sath kontrollerlari orqali yo'llanishi mumkin (rasmga qarang). Qo'yilgan masalaga bog'liq holda yuqori sath kontrollerlari (konsentratorlar, intellektual yoki kommunikatsion kontrollerlar) turli xil vazifalarni bajaradi. Ularning ayrimlari quyida sanab o'tilgan:

- lokal kontrollerlardan ma'lumotlar to'plash;
- ma'lumotlarga ishlov berish, bunga mashtablashni ham kiritish mumkin;
- tizimda yagona vaqtni ushlab turish;
- kichik tizimlar ishini sinxronlashtirish;
- tanlangan parametrlar bo'yicha arxivlar tashkil etish;
- lokal kontrollerlar va yuqori sath orasida axborot almashuvi;
- yuqori sath bilan aloqa buzilganda avtonom rejimda ishlash;
- ma'lumotlar uzatish kanallarini zaxiralash va boshqalar.

Yuqori sath dispetcherlik punkti (DP) — dastavval, dispetcher/operatoring avtomatlashtirilgan ishchi o'rindan (AIO) iborat. Shu yerning o'zida ma'lumotlar bazasi serveri, mutaxassislar uchun ish o'rinlari (kompyuterlar) joylashtirilishi mumkin va h.k. Ko'pincha ishchi stansiyalar sifatida IBM PC turidagi BEHM lardan foydalaniladi. Boshqarish stansiyalari texnologik jarayon va operativ boshqarishning kechishini aks ettirish uchun mo'ljallangan. Bu masalalarni aynan shu SCADA tizimlari bajaradi. SCADA — bu maxsus dasturiy ta'minot bo'lib, u dispetcher bilan boshqarish tizimi orasida interfeysni ta'minlashga mo'ljallangan, shuningdek, tashqi dunyo bilan kommunikatsiya qilishga mo'ljallangan.

Funksional imkoniyatlar spektri SCADA ning boshqarish tizimlaridagi rolining o'zi bilan belgilangan va deyarli barcha paketlarda amalga oshirilgan:

- avtomatlashtirish tizimining DT ni real dasturlashsiz yaratishga imkon beruvchi avtomatlashtirilgan ishlov berish;

- amaliy dasturlarni ijro etish vositalari;

- quyi sath qurilmalaridan birlamchi axborotni to'plash;

- birlamchi axborotga ishlov berish;

- alarm (signalizatsiya) lar va ma'lumotlarni xotiraga qayd qilish (ro'yxatdan o'tkazish);

- axborotni keyinchalik ishlov berish sharti bilan (odatda, ma'lumotlar bazalariga amalga oshiriladi);

- axborotni mnemosxemalar, grafiklar va shu kabilar ko'rinishida vizuallashtirish;

- amaliy tizimning „yagona butun“ („recipe“ yoki „qurilmalar“) sifatida ko'rib chiqiladigan parametrlar to'plash bilan ishlash imkoniyati.

Boshqarish sistemalarining umumlashtirilgan tuzilmasini qarab chiqishda yana bir tushunchani — Micro SCADA tushunchasini kiritish lozim. Micro SCADA, bu yuqori sathdagi SCADA tizimlariga xos bo'lgan standart (bazaviy) vazifalarni amalga oshiruvchi tizimlardir, lekin ular ma'lum bir sohadagi (tor ixtisoslikdagi) avtomatlashtirish masalalarini hal qilishga mo'ljallangan. Ularga qarama-qarshi o'laroq yuqori sathdagi SCADA tizimlar universal hisoblanadi.

- Boshqarish tizimining barcha komponentlari bir-birlari bilan aloqa kanallari orqali bog'langan. SCADA tizimlarining lokal kontrollerlar, yuqori sath kontrollerlari, ofis va sanoat tarmoqlari bilan o'zaro aloqasini ta'minlash kommunikatsion DT ga yuklatilgan. Bu dasturiy ta'minlashning yetarlicha keng sinfi bo'lib, uni aniq bir boshqarish tizimi uchun tanlash ko'pgina omillar bilan, shu jumladan, qo'llanilayotgan kontrollerlarning turi bilan ham, foydalanilayotgan SCADA tizimi bilan ham belgilanadi.

- Boshqarish tizimlarining kiritish-chiqarish qurilmalaridan uzluksiz kelayotgan axborotning katta hajmi bunday tizimlarda ma'lumotlar bazasi (MB) mavjudligini oldindan belgilab qo'yadi. Ma'lumotlar bazasining asosiy vazifasi — barcha sathdagi foydalanuvchilarni talab qilinayotgan axborot bilan ta'minlashdan iborat. Ammo ABT ning yuqori sathlarida bu masala an'anaviy MB bilan hal etilgan bo'lsa, buni TJABT to'g'risida aytib bo'lmaydi. Yaqin vaqtgacha real vaqtdagi axborotni qayd etish intellektual kontrollerlarning va SCADA tizimlarining dasturiy ta'minoti negizida hal qilinar edi. Keyingi paytlarda MB da axborotni yuqori tezlikda saqlashning yangi imkoniyatlari paydo bo'ldi.

- Internetning tez rivojlanishi SCADA dasturiy mahsulotini ishlab chiqaruvchilarning diqqatini o'ziga tortdi. Internet-texnologiyalarni texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarida qo'llash mumkinmi? Agar mumkin bo'lsa, u holda ishlab chiquvchi kompaniyalar hozirgi paytda qanday yechimlarni taklif etishmoqda?

Nazorat qilish va boshqarish tizimini yaratish uchun maxsuslashtirilgan amaliy-dasturiy ta'minot (ADT) ni ishlab chiqishga kirishilar ekan, tizimli integrator yoki tashqi foydalanuvchi odatda quyidagi yo'llardan birini tanlaydi:

- „An'anaviy“ vositalardan foydalangan holda dasturlash (dasturlashning an'anaviy tillari, tartibga solishning standart vositalari va h.k.);
- Mavjud, tayyor-COTS (Commercial of the shelf) dan instrumental muammoli yo'naltirilgan vositalardan foydalanish.

Ko'pchilik uchun tanlov ravshan. ADT ni ishlab chiqish jarayonini soddalashtirish, ADT ni ishlab chiqishga ketadigan vaqt va bevosita moliyaviy xarajatlarni qisqartirish, yuqori malakali dasturchilarning mehnati sarflarini minimumga keltirish, ishga imkoni boricha avtomatlashtirish jarayonlari sohasidagi mutaxassis-texnologlarni jalb qilish muhimdir. Masalani bunday qo'yganda ikkinchi yo'l ancha afzal bo'lishi mumkin.

Murakkab taqsimlangan tizimlar uchun „an'anaviy“ vositalardan foydalangan holda shaxsiy ADT ni ishlab chiqish jarayoni yo'l qo'yib bo'lmaydigan darajada uzoq bo'lishi, uni ishlab tayyorlash uchun ketadigan xarajatlar oqlab bo'lmaydigan darajada yuqori bo'lishi mumkin. Bevosita dasturlash bilan amalga oshiriladigan variant faqat oddiy tizimlar uchun yoki katta tizimning uncha katta bo'lmagan qismlari uchun nisbatan to'g'ridir, chunki ular uchun standart yechimlar yo'q (masalan, to'g'ri keladigan drayver yozilmagan) yoki ular ayrim sabablarga ko'ra qoniqtir-maydi.

Shunday qilib, yo'l tanlandi! Bu juda muhim, lekin endi ikkinchi qadamni ham qo'yish kerak. ADT ni ishlab chiqishning instrumental vositalarini ham „aniqlashtirib“ olish kerak.

SCADA sinfining dasturiy mahsulotlari jahon bozorida keng tarqalgan. Bular o'nlab SCADA tizimlari bo'lib, ularning ko'pchiligi O'zbekistonda ham qo'llanilmoqda. Ulardan eng mashhurlari quyida keltirilgan:

- In Touch (Wonderware) — AQSH;
- Sitect (CI Technology) — Avstraliya;
- FIX (Intelection) — AQSH;
- Genesis (Iconics Co) — AQSH;
- Factory Link (United States Data Co) — AQSH;
- Real Flex (BJ Software Systems) — AQSH;
- Sitex (Jade Software) — Buyuk Britaniya;
- Trace Mode (Ad Astra) — Rossiya;
- Cimplicity (GE Fanuc) — AQSH;
- SARGON (NTV-Avtomatika) — Rossiya.

Rossiya bozorida SCADA mahsulotlarining bunday xilma-xilligida tabiiyki tanlash to'g'risidagi masala paydo bo'ladi. SCADA tizimini tanlash ko'p mezonlilik sharoitida optimal yechim izlashga o'xshash yetarlicha qiyin masaladir.

Quyida SCADA tizimlarini baholash mezonlarining namunaviy ro'yxati keltirilgan bo'lib, u birinchi navbatda foydalanuvchini qiziqtirishi kerak. Bu ro'yxat muallifniki emas va anchadan beri davriy matbuotda muhokama qilib kelinmoqda. Unda ko'rsatkichlarning uchta katta guruhini ajratish mumkin:

- texnik tavsiflar;
- qiymatga oid tavsiflar;
- foydalanishga oid tavsiflar.

SCADA tizimlari uchun dasturiy apparat platformalari.

Bunday platformalar ro'yxatini tahlil qilish zarur, chunki mavjud hisoblash vositalarida u yoki bu SCADA tizimlarni amalga oshirish, shuningdek, tizimdan foydalanish qiymatini baholash unga bog'liq (amaliy dastur bitta operatsion muhitda ishlab chiqilgan bo'lsa-da, tanlangan SCADA-paket boshqa muhitda bajarilishi mumkin). Turli xil SCADA tizimlarida bu masala turlicha hal qilingan. Masalan, Factory Link qo'llab-quvvatlanadigan dasturiy apparat platformaning juda keng ro'yxatiga ega:

| Operatsion tizim | Kompyuter platformasi |
|-------------------------|--|
| DOS/MS Windows | IBM PC |
| OS/2 | IBM PC |
| SCO UNIX | IBM PC |
| VMS | VAX |
| AIX | RS 6000 |
| HP-UX | HP- 9000 |
| MS Windows/NT | Windows/ NT amalga oshirilgan tizimlar asosan PC platformada |

Shu bilan bir vaqtda Real Flek va Sitex kabi SCADA tizimlarida dasturiy platforma asosini real vaqtning yagona operatsion tizimi QNX prinsipial tarzda tashkil etadi.

SCADA tizimlarning aksariyat ko'pchiligi MS Windows platformalarida amalga oshiriladi. Aynan shu tizimlar yanada to'liq va oson ko'paytiruvchi MMI-vositalarni taqdim etadi. Operatsion tizimlar (OT) bozorida Microsoft ning holatini hisobga olgan holda shuni ta'kidlab o'tish kerakki, hatto United States DATA CO (ishlab chiquvchi Factory Link) kabi ko'p platformali SCADA tizimlarini ishlab chiqaruvchilar ham o'zlarining SCADA tizimlarining Windows NT platformasida bundan keyingi rivojlantirishini ustuvor deb hisoblaydilar. Shu paytgacha real vaqt operatsion tizimlar (PBOT) negizidagi SCADA tizimlarni qo'llab-quvvatlovchi ba'zi

firmalar Windows NT platformasidagi tizimlarni tanlab, o'z yo'nalishlarini o'zgartirmoqdalar. PBOT ni, asosan, o'rnatiladigan tizimlarda qo'llash borgan sari ravshan bo'lib bormoqda, chunki ular unda haqiqatan ham yaxshidir. Shunday qilib, SCADA tizimlarining global bozorining bosh voqealari bugun MS DOS, MS Windows 3.xx95 sohasidagi yanada tezlashayotgan faollikning amalga oshishi asnosida MS Windows NT/2000 asosiy maydon bo'ldi.

Tarmoq yordamining mavjud vositalari.

Hozirgi zamon avtomatlashtirish tizimlarining asosiy xususiyatlaridan biri ularning yuqori darajadagi integratsiyasidir. Ularda istalgan paytda boshqarish obyektlari, ijro mexanizmlari, axborotni qayd etuvchi va ishlov beruvchi apparatura, operatorlarining ish o'rni, ma'lumotlar bazasi, serverlar va hokazo ishlatilishi mumkin. U standart protokollar (NETBIOS, TCP/IP va boshqalar) dan foydalangan holda standart tarmoq muhitlari (ARCNET, ETHERNET va hokazo) da ishlashni ta'minlashi, shuningdek, sanoat interfeyslari sinfidagi eng mashhur tarmoq standartlarini (PROFIBUS, CANBUS, LON, MODBUS va hokazo) qo'llab-quvvatlashni ta'minlashi maqsadga muvofiqdir. Amalda, qarab chiqilayotgan barcha SCADA tizimlari bu talablarni u yoki bu darajada qanoatlantiradi, faqat farqi shundaki, qo'llab-quvvatlayotgan tarmoq interfeyslarining to'plami esa, albatta, har xil.

Uchiga o'rnatilgan buyruq berish tillari ko'pchilik SCADA tizimlari o'zgaruvchining qiymati o'zgarishi bilan ma'lum bir mantiqiy shartning bajarilishi bilan, klavishlar kombinatsiyasini bosish bilan, shuningdek, chastotasi berilgan ma'lum bir fragmentni (qismni) butun ilova yoki ayrim darchaga nisbatan bajarilishi bilan bog'liq hodisalarga o'xshash reaksiyani generatsiyalashga imkon beruvchi sathli ichiga o'rnatilgan tillarga yuqori Visual Basic o'xshash tillarga ega.

Qo'llab-quvvatlanadigan ma'lumotlar bazasi.

Dispatcherlik nazorati va boshqaruvi tizimining asosiy vazifalaridan biri axborotga ishlov berish hisoblanadi: axborotni to'plash, operativ tahlil qilish, saqlash, siqish, jo'natish va h.k. Shunday qilib, yaratilayotgan tizim doirasida ma'lumotlar bazasi ishlab turishi kerak. Amalda hamma SCADA tizimlari, xususan, Genesis, In Touch, Citect ANSI SQL sintaksisdan foydalanadi, u ma'lumotlar bazasining turiga bog'liq emas. Shunday qilib, ilovalar virtual izolatsiyalangan bo'lib, bu ma'lumotlar bazasini amaliy masalaning o'zini jiddiy o'zgartirmasdan turib o'zgartirishga, axborotni tahlil qilish uchun mustaqil dasturlar yaratishga, ma'lumotlarga ishlov berishga yo'naltirilgan, ancha ishlangan dasturiy ta'minotdan foydalanishga imkon beradi.

Grafik imkoniyatlar.

Avtomatlashtirish tizimini ishlab chiquvchi mutaxassis uchun, xuddi ishchi o'rni yaratilayotgan „texnolog“ mutaxassis uchun kabi grafik

foydalanuvchi interfeys juda muhimdir. SCADA tizimlarining grafik interfeyslari funksional jihatdan juda o'xshashdir. Ularning har birida animatsion funksiyalarning ma'lum to'plami bo'lgan grafik obyektga mo'ljallangan tahrirlagich mavjud. Foydalanayotgan vektorli grafika tanlangan obyekt ustida keng amallar to'plamini amalga oshirishga, shuningdek, animatsiya vositalaridan foydalanib, ekrandagi tasvirni tez anglab turishga imkon beradi. Shuningdek, ko'rib chiqilayotgan tizimlarda GUI (Graphic Users Interface) standart funksiyalarni qo'llab-quvvatlash to'g'risidagi masala juda muhimdir. Ko'rib chiqilayotgan SCADA tizimlarining ko'pchiligi Windows boshqaruvida ishlayotgani uchun bu foydalanilayotgan GUI ning turini belgilaydi. Agar tizim uchun ma'lumotlarning foydalanilayotgan formatlari va protsedura (tadbir) interfeysi belgilangan va tavsiflangan bo'lsa, u holda bu tizim ochiq hisoblanadi, bu esa unga „tashqi“, alohida (mustaqil) ishlab chiqilgan kompyuterlarni ulash imkonini beradi.

Shaxsiy dasturiy modullarni ishlab chiqish.

Avtomatlashtirish tizimlarini ishlab chiqaruvchi firmalar oldida shaxsiy (SCADA tizimlari doirasida ko'zda tutilmagan) dasturiy modullarni yaratish va ularni yaratilayotgan avtomatlashtirish tizimiga kiritish to'g'risidagi masala turadi. Shuning uchun tizimning ochiqligi to'g'risidagi masala SCADA tizimlarining muhim tavsifi hisoblanadi. Aslida tizimning ochiqligi u yoki bu tizimli servisni amalga oshiruvchi tizimli (SCADA ma'nosida) chaqiruvlar spetsifikatsiyalarining ochiqligini anglatadi. Bu grafik funksiyalarga, ma'lumotlar bazasi bilan ishlash funksiyalarga va hokazolarga kirish mumkinligidir.

Kiritish-chiqarish drayverlari.

Zamonaviy SCADA tizimlari quyi sathdagi apparatni tanlashni cheklamaydi, chunki kiritish-chiqarish drayverlari yoki serverlarning katta to'plamini taqdim etadi. Drayverlarning o'zi esa dasturlashtirishning standart tillaridan foydalanib tayyorlanadi. Biroq, bu yerda masala shtatli komplektda (Trace Mode tizimi) ishlab chiqaruvchi — firma yetkazib beradigan tizimning adresiga faqat kira olish spetsifikatsiyalarining o'zi yetarlimi-yo'qmi yoki drayverlarni yaratish uchun maxsus paketlar (Factory Link, In Touch tizimlari) zarurmi, yoki umuman, drayverni ishlab chiqaruvchi firmaga buyurtma berib tayyorlash kerakmi-yo'qligida.

Uchinchi firmalarning ishlab chiqishlari.

Ko'pgina kompaniyalar SCADA tizimlari uchun drayverlar, Active X-obyektlar va boshqa dasturiy ta'minotni tayyorlash bilan shug'ullanadi. Bu fakti SCADA paketi tanlashda baholash juda muhimdir, chunki bu tizimni ishqiboz dasturchilar tomonidan ham qo'llanish sohasini kengaytiradi (S yoki Basic tillaridan foydalanib dasturlar ishlab chiqishning zarurati yo'q).

SCADA tizimining qiymatini baholashda quyidagi omillarni hisobga olish kerak:

- dasturiy-apparat platformasi qiymatini;
- tizimning qiymatini;
- tizimni o'zlashtirish qiymatini;
- kuzatib borish qiymatini.

Mezonlarning bu guruhi ko'rsatkichlari juda ham subyektivdir. Bu — „yetti marta eshitgandan ko'ra bir marta ko'rgan yaxshi“ — degan holatning o'zidir. Bu guruhga quyidagilarni kiritish mumkin:

- „Windows — o'xshash interfeys“ ishlanmasi muhiti interfeysining qulayligi, instrumentariy va tizim vazifalarining to'laligi;
- hujjatlashtirishning sifati, uning to'liqligi, ruslashtirish darajasi;
- yaratuvchilar tomonidan qo'llab-quvvatlanishi, installatsiya miqdori, dilermen tarmog'i, ta'lim, versiyalarni yangilash shartlari va h.k.

Agar foydalanuvchi bu vazifani ham uddaladi, deb faraz qilinsa, ya'ni u aniq bir SCADA tizimini tanlagan bo'lsa, u holda keyin nazorat qilish va boshqarish tizimini ishlab tayyorlash boshlanadi, unga quyidagi bosqichlar kiradi:

- Umuman avtomatlashtirish tizimining arxitekturasini ishlab tayyorlash. Bu bosqichda avtomatlashtirish sistemasining har bir uzelinig funksional vazifasi aniqlanadi.

- Taqsimlangan arxitekturani qo'llab-quvvatlash mumkinligi, „qaynoq zaxiralash“ bilan uzellarni kiritish va h.k. lar bilan bog'liq masalalarni hal qilish.

- Har bir uzel uchun boshqarishning amaliy (tatbiqiy) tizimini yaratish. Bu bosqichda avtomatlashtiruvchi jarayonlar sohasidagi mutaxassis arxitektura uzellarini algoritmlar bilan to'ldiradi, ularning yig'indisi avtomatlashtirish masalalarini hal qilishga imkon beradi.

- Tatbiqiy (amaliy) tizim parametrlarining quyi sath qurilmalari (masalan, dasturlanuvchi mantiqiy kontrollerlar — DMK) tashqi dunyo (texnologik parametrlar datchiklari, ijro qurilmalari va b.) bilan almashinadigan axborotga muvofiq keltirish.

- Emulatsiya rejimida yaratilgan amaliy dasturni sozlash.

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

Membrana; krivoship; shatun; futer; gietilen; floroplast; flones; protsedura; kontroller; interfeys; vizual.

Nazorat savollari

1. Ijro qurilmalariga xarakteristika bering.
2. To'g'ri harakatdagi porshenli ijro qurilmasining harakat prinsipi haqida nimalarni bilasiz?
3. Bir va ikki tomonlama harakatlanuvchi ijro qurilmalari deganda nimani tushunasiz?
4. Membranali ijro qurilmasining harakati prinsipi haqida gapirib bering.

5. Membranali yuritmaning statik tavsifi qanday?
6. Aylanma harakat ijro qurilmasi haqida nimalarni bilasiz?
7. Laplast ijro qurilmasining harakat prinsipi haqida soʻzlab bering.
8. Pozitsionerning tarkibi va ishlash prinsipi haqida nimalarni bilasiz?
9. Dasturlanadigan kontrollerlar qanday belgilari boʻyicha sinflarga boʻlinadi?
10. Shaxsiy kompyuter bazasidagi kontrollerlar oʻzida nimani aks ettiradi?
11. Kontrollerlarning tarmoq kompleksi qanday asosiy uzellardan tashkil topgan?
12. Dasturiy-texnik kompleks qanday funksional elementlardan tashkil topgan?
13. Kommunikatsion server nima va uning funksiyalari nimalardan iborat?
14. Sanoat tarmogʻining asosiy funksiyalari va vazifalari haqida nimalarni bilasiz?
15. Oʻzaro bogʻlanishli ochiq tizimlar modeli (OSI modeli) haqida tushuncha bering.
16. Ijro qurimalari va datchiklar (AS interfeys) interfeysining asosiy funksiyalari nimalardan iborat?
17. HART qurimalarini ulash sxemasining standart varianti qanday?
18. PROFIBUS sanoat tarmogʻi tarkibiy vazifasi nimadan iborat?
19. TJBAT rivojlanishining asosiy bosqichlari nimalardan iborat?
20. SCADA tizimi oʻzida nimani aks ettiradi?
21. SCADA tizimi qanday sinflarga boʻlinadi?
22. SCADA tizimining umumiy sxemasi qanday?
23. SCADA tizimining baholash mezoni haqida nimalarni bilasiz?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. Barkamol avlod — O‘zbekiston taraqqiyotining poydevori. — T.: „Sharq“, 1997. — 63 b.
2. Yusupbekov N.R., Muhamedov B.I., G‘ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Texnika oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. — T.: „O‘qituvchi“, 1997. — 704 b.
3. Yusupbekov N.R., Igamberdiyev X.Z., Malikov A. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari. — T.: ToshDTU, 2007. — 237 b.
4. Artikov A.A., Musayev A.K., Yunusov I.I. Texnologik jarayonlarni boshqarish tizimi: O‘quv qo‘llanma. — T.: TKTI, 2002.
5. Лапшенков Г.И., Полоский Л.М. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. — М.: „Химия“, 1991. — 180 с.
6. Автоматическое управление в химической промышленности: - Учебник для вузов. под ред. Е.Г.Дудникова — М.: „Химия“, 1987. — 358 с.
7. Емельянов А.И. и др. Проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами: — М.: „Машиностроение“, 1984. 155 с.
8. Шестихин О.Ф. и др. АСУ предприятиями нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебное пособие. — Л.: „Химия“, 1986. — 200 с.
9. О.Е.Вершинин. Применение макропроцессоров для автоматизации технологических процессов. — Л.: „Энергоатомиздат“, 1966. — 208 с.
10. Фарзана Н.Г. и др. Технологические измерения и приборы. М.: „Высшая школа“, 1989. — 456 с.
11. Промышленные приборы и средства автоматизации: — Справочник. под ред. В.В. Церенкова. — Л.: „Машиностроение“, 1987. — 847 с.
12. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. Учебник для вузов. 3-е изд. — М.: „Машиностроение“, 1983. — 424 с.

MUNDARIJA

Soʻz boshi 3

BIRINCHI BOʻLIM TEXNOLOGIK PARAMETRLARNI NAZORAT QILISH USULLARI VA VOSITALARI

I bob. Metrologiya asoslari va oʻlchash vositalari

| | | | |
|--|----|--|----|
| 1.1-§. Metrologiya haqida asosiy tushunchalar | 7 | 1.4-§. Oʻlchash vositalari, ularning elementlari va parametrlari | 17 |
| 1.2-§. Oʻlchashlar. Oʻlchash turlari | 11 | 1.5-§. Oʻlchash xatoliklari va aniqlik sinfi | 21 |
| 1.3-§. Oʻlchash oʻzgartirishlari va oʻzgartkichlar | 14 | | |

II bob. Haroratni oʻlchash

| | | | |
|---|----|--|----|
| 2.1-§. Harorat va uni oʻlchash haqida tushuncha | 23 | 2.6-§. Nurlanish pirometrlari | 67 |
| 2.2-§. Kengayish termometrlari | 31 | 2.7-§. Maxsus harorat oʻlchash termometrlari | 73 |
| 2.3-§. Manometrik termometrlar | 34 | 2.8-§. Zamonaviy harorat oʻlchashning vositalari | 75 |
| 2.4-§. Termoelektr termometrlar | 39 | | |
| 2.5-§. Qarshilik termometrlari | 55 | | |

III bob. Bosimni oʻlchash

| | | | |
|---|----|---------------------------------|----|
| 3.1-§. Asosiy maʼlumotlar | 77 | 3.3-§. Prujinali asboblar | 82 |
| 3.2-§. Suyuqlikli bosim oʻlchash asboblari .. | 78 | 3.4-§. Elektr asboblar | 88 |

IV bob. Modda sarfi va miqdorini oʻlchash

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| 4.1-§. Asosiy maʼlumotlar | 94 | 4.6-§. Ultratovushli, issiqlik va ionli sarf-oʻlchagichlar | 105 |
| 4.2-§. Bosimlar farqi oʻzgaruvchan sarf-oʻlchagichlar | 95 | 4.7-§. Suyuqlik va gazlar miqdorini oʻlchash | 108 |
| 4.3-§. Bosimlar farqi oʻzgarmas sarf-oʻlchagichlar | 98 | 4.8-§. Sochiluvchan materiallar va donador buyumlarning miqdorini oʻlchash | 112 |
| 4.4-§. Oʻzgaruvchan sathli sarf-oʻlchagichlar | 102 | 4.9-§. Moddalar sarfini oʻlchashning zamonaviy usullari va vositalari | 115 |
| 4.5-§. Elektromagnit sarf oʻlchagichlar | 104 | | |

V bob. Suyuq va sochiluvchan moddalar sathini oʻlchash

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| 5.1-§. Asosiy maʼlumotlar | 123 | 5.5-§. Elektr sath oʻlchagichlar | 132 |
| 5.2-§. Sath oʻlchashning vizual vositalari | 124 | 5.6-§. Radioizotopli sath oʻlchagichlar .. | 135 |
| 5.3-§. Qalqovichli sath oʻlchagichlar | 125 | 5.7-§. Ultratovushli va radiotoʻlqinli sath oʻlchagichlar | 135 |
| 5.4-§. Gidrostatik sath oʻlchagichlar | 129 | 5.8-§. Sochiluvchan moddalar sathini oʻlchash | 139 |

VI bob. Moddalarning tarkibi va fizik xossalarini nazorat qilish

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| 6.1-§. Asosiy maʼlumotlar | 141 | 6.5-§. Suyuqliklarning qovushoqqligini oʻlchash | 192 |
| 6.2-§. Gazlarning tarkibini tahlil qilish | 142 | 6.6-§. Moddalarning namligini oʻlchash | 202 |
| 6.3-§. Suyuqliklarning tarkibini tahlil qilish | 166 | | |
| 6.4-§. Suyuqliklarning zichligini oʻlchash | 185 | | |

VII bob. Mexanik parametrlarni nazorat qilish

| | | | |
|----------------------------------|-----|---------------------------------|-----|
| 7.1- §. Asosiy tushunchalar..... | 213 | 7.3- §. Kuchni o'lchash | 220 |
| 7.2- §. Siljishni o'lchash | 214 | 7.4- §. Tezlikni o'lchash | 221 |

VIII bob. Signal o'zgartkichlar, masofaga uzatish tizimlari va ikkilamchi asboblari

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 8.1- §. Umumiy ma'lumotlar | 224 | 8.5- §. Teleo'lchagichlar tizimi haqida tushuncha | 241 |
| 8.2- §. Elektr o'zgartkichlar | 228 | 8.6- §. Ikkilamchi asboblari | 242 |
| 8.3- §. Pnevmatik o'zgartkichlar | 238 | 8.7- §. O'lchash vositalarini tanlash | 247 |
| 8.4- §. Elektr-pnevmatik va pnevmoelektr o'zgartkichlar | 240 | | |

IX bob. Texnologik o'lchash vositalarida mikroprotsektorlarning qo'llanilishi

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| 9.1- §. Umumiy ma'lumotlar | 250 | 9.3- §. Texnologik o'lchash vositalarida mikroprotsektorlarni qo'llanilishi | 255 |
| 9.2- §. Raqamli hisoblash texnikasi qurilmasiga texnologik parametrlar haqidagi axborotni kiritish | 252 | 9.4- §. Mikroprotsektor va raqamli hisoblash texnikasi vositalarining o'lchash tizimlarida qo'llanilishi | 260 |

IKKINCHI BO'LIM TEXNOLOGIK JARAYONLARNI BOSHQARISH TIZIMLARI

X bob. Avtomatik rostlashning vazifasi

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| 10.1- §. Asosiy tushuncha va qoidalar | 267 | 10.4- §. Kombinatsiyalashgan rostlash tizimlari | 271 |
| 10.2- §. Chetga chiqishlar bo'yicha rostlash | 269 | 10.5- §. Avtomatik rostlash tizimining tuzilishi | 272 |
| 10.3- §. G'alayonlanish bo'yicha rostlash | 270 | | |

XI bob. Avtomatik rostlash tizimlari va ularning elementlarini tahlili

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| 11.1- §. Elementlarning matematik tavsifi, ahamiyati va ishlatilishi | 275 | 11.6- §. Chiziqli avtomatik rostlash tizimlari | 287 |
| 11.2- §. Statik va dinamik modellar | 276 | 11.7- §. Operatsion hisoblarning chiziqli avtomatik rostlash tizimlari tahlilida ishlatilishi | 289 |
| 11.3- §. Rostlash tizimlarining statik tavsiflari | 278 | 11.8- §. Avtomatik rostlash tizimlarining tuzilish sxemalari va ularning o'zgarishi | 292 |
| 11.4- §. Avtomatik rostlash tizimlarining tavsiflarini chiziqlantirish | 280 | | |
| 11.5- §. Rostlanuvchi obyektning o'tish tavsiflari | 282 | | |

XII bob. Rostlanuvchi obyektlar

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 12.1- §. Rostlanuvchi obyektning xossalari | 295 | 12.3- §. Bir va ko'p sig'imli obyektlar | 300 |
| 12.2- §. O'z-o'zidan to'g'rilanish xususiyati. Statik, astatik va noturg'un obyektlar | 297 | 12.4- §. Yuklama | 301 |
| | | 12.5- §. Obyektlarda kechikish | 302 |

XIII bob. Rostlash sifati

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| 13.1- §. Chiziqli avtomatik rostlash tizimlarining turg'unligi | 304 | 13.2- §. Raus — Gurvits algebraik mezonlari | 305 |
|--|-----|---|-----|

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| 13.3- §. Mixaylovning geometrik mezonı | 305 | 13.5- §. Rostlash jarayonining sifati | 308 |
| 13.4- §. Naykvist-Mixaylov chastotaviy mezonı | 307 | 13.6- §. Texnologik jarayonning rejimini statik va dinamik optimallashtirish | 310 |

XIV bob. Rostlash qonunlari va avtomatlashtirishning texnik vositalari

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 14.1- §. Rostlash qonunlari | 314 | 14.6- §. Proporsional rostlagichlar | 329 |
| 14.2- §. Avtomatik rostlagichlarning tasnifi | 324 | 14.7- §. Integral rostlagichlar | 332 |
| 14.3- §. Bevosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar | 325 | 14.8-§. Proporsional-integral (izodrom) rostlagichlar | 333 |
| 14.4- §. Elektr rostlagichlar | 327 | 14.8-§. Proporsional-differensial rostlagichlar | 335 |
| 14.5- §. Pozitsion rostlagichlar | 329 | | |

XV bob. Agregat tizimlar va komplekslar

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 15.1-§. Umumiy tizimning bog'lanishida buyurtmachining vazifalari | 337 | 15.3-§. Texnologik jarayonni boshqarish tizimini texnik vositalar kompleksi bilan jihozlash | 343 |
| 15.2-§. Agregatlashtirish-zamonaviy boshqarish tizimi tuzilishining asosi | 341 | | |

XVI bob. Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| 16.1-§. Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarining umumiy tavsifi va tasnifi | 356 | 16.4-§. TJABT ning funksional strukturasi | 366 |
| 16.2-§. TJABT ning asosiy funksiyalari | 361 | 16.5-§. TJABT ning axborot bilan ta'minlanishi | 371 |
| 16.3-§. Faoliyatining umumlashtirilgan sxemasi | 362 | 16.6-§. TJABT ning matematik ta'minoti ... | 373 |
| | | 16.7-§. TJABT ning ishonchligi | 376 |

XVII bob. Texnologik jarayonlarni boshqarish avtomatlashtirilgan tizimining umumiy vazifalari

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| 17.1-§. Axborot masalalarining ro'yxati va tarkibi | 377 | 17.3-§. Boshqarish tizimlarining texnik vositalari | 390 |
| 17.2-§. Texnologik jarayonlarni boshqarish masalalari ro'yxati va tarkibi | 385 | | |

XVIII bob. Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarida axborotlarga ishlov berish

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| 18.1-§. O'lchanayotgan kattaliklarning dastlabki o'zgartkichlari (datchiklari) ni so'rash chastotasini aniqlash | 394 | 18.2-§. Uzlüksiz signalning korrelatsiya funksiyasi bo'yicha datchiklarning so'rash davrini aniqlash | 394 |
| | | 18.3-§. Birlamchi axborotlarni silliqlash usullari | 399 |

XIX bob. Davriy texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 19.1-§. Davriy texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish muammosi | 402 | 19.2-§. Kombinatsion boshqarish sxemalarini sintez qilish | 408 |
|---|-----|---|-----|

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 19.3-§. Kombinatsion boshqaruv qurilmasi sxemasini yasash | 418 | 19.5-§. Chekli avtomatlarni strukturali sintez qilish | 431 |
| 19.4 -§. Chekli avtomatlar nazariyasi asoslari | 427 | | |

XX bob. Avtomatika tizimlarining ijro mexanizmlari, rostlash organlari va dasturiy-texnik vositalari

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| 20.1-§. Avtomatika tizimlarining ijro mexanizmlari va rostlash organlari | 444 | 20.2-§. Dasturiy-texnik majmualar va kontrollerlar | 449 |
|--|-----|--|-----|

**UCHINCHI BO'LIM
AVTOMATLASHTIRISH TIZIMLARINI LOYIHALASH**

XXI bob. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| 21.1-§. Avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash masalalari va ularning vazifasi | 479 | 21.7-§. Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarini (TJABT) loyihalash | 519 |
| 21.2-§. Avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash bosqichlari | 480 | 21.8-§. Moslashuvchan avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish | 523 |
| 21.3-§. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish prinsipial sxemalari | 484 | 21.9-§. Avtomatik loyihalash tizimlari | 529 |
| 21.4-§. Boshqarish parametrlari va avtomatlashtirish vositalarini tanlash | 494 | 21.10-§. Avtomatlashtirish tizimlarining ishonchliligi | 533 |
| 21.5-§. Texnologik obyektlarni avtomatlashtirish darajasini aniqlash | 499 | 21.11-§. Avtomatlashtirish tizimlarining texnik-iqtisodiy samaradorligi | 537 |
| 21.6-§. Prinsipial elektr va pnevmatik sxemalar | 508 | | |

XXII bob. Avtomatlashtirish tizimini loyihalashga doir misollar

| | | | |
|---------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|
| 22.1-§ Markazdan qochma kompressor .. | 539 | 22.5-§ Sig'imlar tizimi | 559 |
| 22.2-§ Nasos va klapan | 544 | 22.6-§ Aralashtirish rezervuari | 564 |
| 22.3-§ Separator | 549 | Foydalanilgan adabiyotlar | 571 |
| 22.4-§ Issiqlik almashtirgich | 554 | | |

30.61 **Yu91** **Yusupbekov, Nodirbek Rustambekovich.**
Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish : texnika oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik / N.R. Yusupbekov, B.I. Muhamedov, Sh. M. G'ulomov; O'zR oliy va o'rta-maxsus ta'lim vazirligi. —T.: O'qituvchi, 2011. — 576 b.

Muhamedov, B.I. II. G'ulomov, Sh.M.
ISBN 978-9943-02-455-7

УДК:004(075)
ББК 30.61я73+30.61-5-05я73

**Yusupbekov Nodirbek Rustambekovich,
Muhamedov Baxtiyor Ergashevich,
G'ulomov Shuhrat Mannopovich**

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI NAZORAT QILISH VA AVTOMATLASHTIRISH

Texnika oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik

*„O'qituvchi“ nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent — 2011*

Muharrir *D.Abbosova*
Badiiy muharrir *D. Mulla-Axunov*
Texn-muharrir *S.Nabiyeva, T. Greshnikova*
Kompyuterda sahifalovchi *B. Abdikadirova*
Musahhihlar *A. Ibrohimova, Z. G'ulomova*

Nashriyot litsenziyasi AI №161. 14.08.2009. Original-maketdan bosishga ruxsat etildi 18.10.2011. Bichimi 70×100¹⁶/₁₆. Kegli 11,0 shponli. Tayms garn. Ofset bosma usulida bosildi. Ofset qog'oz. Bosma t. 36,0. Shartli b.t. 46,44. Nashr t. 45,21. 1000 nusxada bosildi. Buyurtma №201-11.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining „O'qituvchi“ nashriyot-matbaa ijodiy uyi. Toshkent — 129. Navoiy ko'chasi, 30-uy. // Toshkent, Yunusobod dahasi, Yangishahar ko'chasi, 1-uy. Shartnoma № 07-85-11.