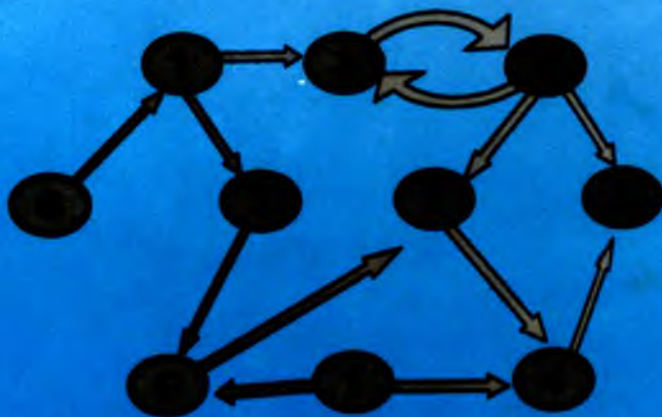


T.M. MAGRUPOV, B.M. MIRSHAXODJAYEV

TIZIMLI YONDASHUV ASOSLARI



TOSHKENT

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

T.M. MAGRUPOV, B.M. MIRSHAXODJAYEV

TIZIMLI YONDASHUV ASOSLARI

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi
tomonidan 5A320313 – «Tibbiyot va biotexnologiya mashinalari va
jihozlari», 5A313001 – «Tibbiy – biologik apparatlar, tizimlar va
majmualar» mutaxassisliklari uchun o‘quv qo‘llanma sifatida
tavsiya etilgan*

TOSHKENT – 2019

UO*K: 62:57.089

KBK 32.81ya7

M 13

M 13

T.M. Magrupov, B.M. Mirshaxodjayev. Tizimli yondashuv asoslari. –T.: «Fan va texnologiya», 2019, 172 bet.

ISBN 978–9943–5678–7–0

O'quv qo'llanma texnika fanlari sohasida bilim va ko'nikmalar hosil qilishda hamda bilim olishning uzviyligini ta'minlashda tizimli yondashuv asosiy omil ekanligini yoritishga bag'ishlangan. Unda tizimli tahlil va yechimlar qabul qilishning usullari va modellari, yechimlarni tanlashda axborotli yondashuv ma'lumotlar tahlili, tajriba natijalarini tahlil qilish usullari va optimallashtirish masalalarini biotibbiyot jarayonlarida to'g'ri tashxis qo'yishda qo'llanilishi ko'rib chiqilgan.

O'quv qo'llanma 5A313001 – Tibbiy – biologik apparatlar, tizimlar va majmualar, 5A320313 – Tibbiyot va biotexnologiya mashinalar va jihozlari magistratura mutaxassisliklari o'quv dasturi asosida tayyorlangan bo'lib texnika fanlari sohasida tahsil olayotgan magistratura talabalariga ilmiy izlanishlar olib borayotgan doktorantlarga amaliy yordam beradi.

Учебное пособие посвящено системному подходу в качестве основного стимула при приобретении знаний и навыков, а также для обеспечения непрерывности получения знаний в области технических наук. В нем приведены методы и модели системного анализа и принятия решений, системный подход выбора решений, анализ данных, методы анализа результатов эксперимента и оптимизационные задачи, рассмотрены применение их в области биомедицинской техники.

Учебное пособие подготовлено на основе учебной программы специальностей магистратуры: «5A310802, «5A320313, «5A320502 и оказывает практическую помощь студентам магистратуры и докторантам, выполняющие научные исследования в области технических наук.

Manual is devoted to a systematic approach as the main stimulus for the acquisition of knowledge and skills, as well as to ensure continuity of learning in technical sciences. It provides methods and models of systems analysis and decision making, a systematic approach of choice making, data analysis, methods of analysis of the experimental results and optimization problems, considered the application their in the field of biomedical engineering.

The manual is prepared on the basis of the curriculum specialties Magistrates «5A310802, «5A320313, «5A320502 provides practical assistance to graduate students and doctoral students engaged in research in the field of technical sciences.

UO*K: 62:57.089

KBK 32.81ya7

Taqrizchilar:

M.M. Aripov – O'ZMU f.m.f.d., professor;

Sh.Pirmatov – ToshDTU Oliy matematika kafedrası mudiri f.m.f.n., dotsent.

ISBN 978–9943–5678–7–0

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2019.

KIRISH

Zamonaviy jamiyatda tizimlar tasavvurlar shu darajaga yetdiki, amaliyotda yuzaga keladigan muammolarni Yechishda tizimli yondashuvning foydali va muhim ekanligi haqidagi fikr maxsus ilmiy qarashlar doirasidan chiqib umumiy kundalik masalaga aylandi. Endi faqat olimlarga emas, balki o'qituvchilar, ishlab chiqarish tashkilotchilari, madaniyat kishilari va boshqalar ham o'z faoliyatlarining tizimlilikini his qilgan holda, o'z ishlarini tizimli tashkil etishga urinmoqdalar.

Boshqarish o'z ichiga ta'sir mexanizmini va holatni inson faoliyatini, sotsial (ijtimoiy) guruhlarni oladi. «Boshqaruv – ta'sir» asosida paydo bo'lib, u asosiy strukturalarni, prinsiplarni va obyekt tizimlarini o'zaro aloqasini tasniflaydi.

Tizim tushunchasi hozirgi zamon adabiyotlarida keng tarqalgan kategoriyalar turkumiga kiradi. Tizimlar nazariyasini aniq dunyoni o'zaro aloqalar va ularni o'zaro bog'liqliklarini nazariy asosda ifodalash uchun tartiblash sifatida qaraydi. Tizim tushunchasini bir necha ta'riflari mavjud bo'lib, ularni shartli 3 asosiy guruhga bo'lish mumkin. Bir guruh olimlar tizimni jarayonlar kompleksi (majmuasi) va paydo bo'lishi hamda ular orasidagi bog'liqlikni, ko'rsatuvchi ta'sirisiz sifatida qaraydi.

Bizning yutuqlarimiz muammoni yechimiga qanchalik tizimli yondashishimizga bog'liq bo'lgani kabi, kamchiliklarimiz tizimlilikdan qanchalik uzoqlashganligimizga bog'liq.

Mavjud faoliyat yetarli darajada tizimli asosida yondashish emasligi haqidagi ogohlantirish bu muammolarning paydo bo'lishiga olib keladi. Yuzaga kelgan muammolarni faoliyatimiz yangi, yanada yuqori daraja tizimlilikiga o'tkazish yo'li bilan yechiladi. Shuning uchun tizimlilik faqatgina holat emas, balki jarayon hamdir.

Kompyuterlarning insoniyat faoliyatini barcha sohalariga jadal tatbiq etish, elektron va hisoblash qurilmalarini hamda avtomatlashgan boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish, ularni xalq

xo'jaligining barcha sohalariga tatbiq etish fan va texnikani, ishlab chiqarishni rivojlanishi va ularning yangi sohaları bo'yicha mutaxassislarni tayyorlash va qayta tayyorlash muammolarini kun tartibiga juda keskin qo'ydi. Ilmiy va texnik muammolar, nazariya va amaliyotning yutuqlari yangi matematika muhandis mutaxassisini paydo bo'lishiga olib keldi. Bu esa o'z navbatida aniq amaliy faoliyatda muhandislik bilimlarini chuqur nazariy bilimlar bilan bog'langan holda matematika fani usullaridan foydalanish imkonini berdi.

Texnikaning hozirgi kundagi darajasi boshqaruv jarayonini to'liq avtomatlashtirishni talab qiladi.

Ma'lumotlarni qayta ishlash va avtomatik boshqarish masalalarini tizimli yondashuv asosida yechish usullari insoniyat faoliyatining barcha soha mutaxassislari zaruriy etiyodir. Ularning barchasi ilmiy va texnik, ma'lumotlarni qayta ishlash jarajonida bu usullarga murojaat qiladilar.

Shu o'rinda tizimli tahlil va tizimiy yondashuv asosi o'ta dolzarb masala bo'lib, bu o'z navbatida inson hayoti, fan va texnika, ishlab chiqarish jarayonlarida tizimli usullardan foydalanish va kerak bo'lganda optimal yechimlar qabul qilish imkonini beradi. Shu sababli, ushbu darslik keltirilgan muammolarni yechishga bag'ishlangan.

1. FANNING MAQSADI VA ASOSIY TUSHUNCHALAR

Fanni o'rganishning asosiy maqsadi – bu tizimli tahlil usullarini murakkab tizimlarni modellashtirish qurilmalarini tashkil qilish tamoyillarini, tarkibi, harakatlanish rejimi va modellashtirish tizimlarini qurish va yechish usullarini o'rganishdan iborat. Bir guruh olimlar tizimli jarayonlar kompleksi (majmuasi) va paydo bo'lishi hamda ular orasidagi bog'liqlikni, ta'sirsiz sifatida qaraydi.

Qo'yilgan masala shundan iboratki, atrof-muhitdan tizimni ajratib qarashdir mumkin qadar uning kiruvchi chiquvchilarini minimumni aniqlash, maksimum darajada strukturasini tahlil qilish, mexanizm funksiyasini aniqlash va bundan kelib chiqib kerakli yo'nalishda ta'sir etish. Demak, bu yerda tizim obyektini tekshirish va boshqarish.

Ikkinchi guruh olimlar tizimni ijtimoiy jarayonlar va hodisalarni tekshirish asbobi (uskunolari) sifatida xarakterlaydilar. Izlanuvchi haqiqiy obyektlarni obstrakt akslantirib ijtimoiy tizimni shakllantiradi va shaklni qayta ishlash imkonini yaratadi, bu esa model tushunchasiga olib keladi.

Uchinchi guruh olimlari tizimni ikkala guruh nuqtayi nazarlarini kelishtirish sifatida ko'radilar. Ammo bu uchta fikrlar orasida tizim tushunchasi ta'rifida bir-biriga o'tib bo'lmaydigan chegara yo'q. Shunday qilib, tizim bu o'zaro birgalikda harakat qiluvchi elementlar to'plamidir. Ularni o'zaro aloqada, bog'langan holda bir butun deb qaraladi. Tizimli yondashuv esa tekshirilayotgan obyektning kompleks bir butun tarzda qaraydi.

1.1. Tizimli tahlil tushunchasi

Tizimli tahlil amaliyotning murakkab jarayonlarni o'rganish va loyihalashtirish, ularni ma'lumotlar yetishmagan zaxiralar chegaralangan, vaqt chiziqligi sharoitlarda ham boshqarish hamda oldimizga qo'yilgan talablarga javob sifatida yuzaga keldi. Hozirgi vaqtgacha tizimli tahlilni fan, san'at yoki «texnik hunarmandchilik»

sifatida hisoblash kerakmi degan munozaralar davom etmoqda. Ayniqsa, tizimli tahlil «sotsial», «sotsiotexnik» muammolar bilan bog'liq tizimlar, ya'ni insonlar hal qiluvchi rol o'ynaydigan jarayonlarda o'tkir baholashga sabab bo'lmoqda. Bunday muammolarni hal qilishda modellarni qurish va ulardan foydalanish masalalari va to'liq ifodalanmagan tizimlarni evristik yechimlarini qidirishgina emas, balki insonlar munosabatlarining toza psixologik aspektlari ham tizimli tahlilni fizika va matematika kabi «aniq fan» lardan uzoqlashtiradi.

Tizimli tahlilning «ilmiylik darajasi» haqidagi munozaralar bir qator sabablarga ko'ra tug'iladi. Tizimli tahlilda masalalarni ifodalash qiyinchiliklariga va bu qiyinchiliklarni yengish usullariga katta e'tibor qaratiladi.

Birinchidan, ko'pgina hollarda masalalarni ifodalanishi bilan bog'liq ishlar yetarli darajada baholanmay qoladi. Ko'pchilik ifodalangan modellar qurilmaguncha «haqiqiy» ish boshlangani yo'q, «masalani yaxshi qo'yilishi – bu masalani yarim yechimi» degan iborani hazil tariqasida tushunadilar.

Ikkinchidan, masalalarni to'liq ifodalanmasligi bilan bog'liq murakkabliklarni yengish bilimlarni tizimli qo'llashni talab qiladi. Bilimlar sinfini ikki asosiy turga bo'lishimiz mumkin – ifodalangan va ifodalanmagan.

Uchinchidan, tizimli tahlil – bu amaliy dialektika deb ta'rif berishimiz mumkin. Materialistik dialektika dunyoqarashning ixtiyoriy darajasida bilimlar tizimliliigi mosligini ta'minlovchi, tushunish usuli hisoblanadi. Bu o'rinda muammolarni ifodalanishiga to'xtalib o'tamiz.

Muammoni ifodalanishi. Murakkab tizimlarni tekshirish va loyihalashtirishda ifodalangan masalani qo'yilishi – bu oraliq natija bo'lib qo'yilgan muammoni yechish murakkab va uzoq ish jarayonidan iborat.

Tizimli tahlilning birinchi bosqichini tashkil etuvchi «sotsial-texnik» tizimlarning asosiy xususiyatlarini qarab chiqamiz. Bunday tizimning xususiyati shundaki, unda insonlar muhim rol o'ynaydi. Bunday tizimlarni yana boshqacha ham atash mumkin: «tashkiliy» (ya'ni insonlardan tashkil topgan), «avtomatlashgan» (mashina va insonlardan tashkil topgan), «inson-mashina» (bir inson va bitta

mashtinadan tashkil topgan) tizimlar. Tizim qanchalik sodda tahlil qilinsa, uning tahlil algoritmi chiziqli dasturlashga shunchalik yaqin bo'ladi; tizim qanchalik murakkab bo'lsa, uning tahlilida shuncha ko'p sikl amalga oshiriladi. Demak, tizimli tahlilda birinchi qadamlar muammoni ifodalanishi bilan bog'liq. Tizimli tahlil qilish zaruriyati muammoni faqatgina mavjudligida emas, balki maqsad yechimni hal qilishda yuzaga keladi. Muammolar to'plami tizimiy tahlili uchun boshlang'ich qadam hisoblanadi.

Maqsadlarni aniqlash. Yaxshi ifodalangan muammolar ham, to'liq ifodalanmagan muammolar ham maqsadga erishish uchun tanlov masalalariga keltirilishi kerak. Shuning uchun avvaldan maqsadlarni aniqlash zarur. Tizimli tahlilning bu bosqichida muammoni yechish uchun nima qilish zarurligi aniqlanadi.

Maqsadni aniqlashdagi asosiy qiyinchilik shundaki, maqsadlar xuddi muammoni qarama-qarshisiga o'xshashligida. Muammoni ifodalab turib biz ochiq ko'rinishda bizga nima yoqmasligini aytamiz. Maqsadni gapira turib esa, biz nimani xohlashimizni ifodalaymiz. Shu bilan biz xuddi bizni qanoatlantirmaydiganini aniqlagandek va lekin bu mavjud holatdan uzoqlashish yo'nalishi ham bo'lish mumkin. Qiyinchilik ham shundaki, mumkin bo'lgan yo'nalishlar ko'p, lekin biz ulardan faqat maqsad yechimni bera oladiganini tanlashimiz kerak.

Tizimli tahlil amaliyotida avvaldan ifodalangan maqsadlar tahlilni bajarilish jarayonida ko'pincha o'zgartiriladi yoki butunlay qayta ifodalanadi. Bu shu bilan bog'liqki, maqsadi aniqlanishi kerak bo'lgan subyekt to'g'risida ko'p hollarda aniq tasavvurga ega bo'linmaydi, ya'ni maqsad to'liq ifodalanmagan bo'ladi. Haqiqiy maqsadlar e'lon qilingan maqsadlarga ko'ra kengroq tushunchaga ega. Masalan, bir tekshiruvda «yangi kasalxonani qayerda qurish yaxshiroq» degan muammoni yechishda, haqiqiy maqsad – bu xalqqa tibbiy xizmatni yaxshilash deb belgilangan, taklif qilingan al'ternativlar orasida mablag'lardan kasalxona qurishda samaraliroq foydalanish masalasi ham kelib chiqishi mumkin. Bu mablag'lar maqsadni to'g'ri qo'yilishi uchun qabul qilinishining bir misolidir. Shunday qilib, muammoda qo'yilgan maqsadni yechishda ularni aniqlashtirilishi, kengaytirilishi va o'zgartirilish imkoniyatlarini e'tiborga olinish kerak. Tizimli tahlilning ko'p qadamliligini asosiy

sabablaridan biri ham shundadir. Maqsadni to'g'ri aniqlash masala yechimini to'liq ifodalovchi eng yaxshi usulni, tanlashdan ko'ra muhimroqdir. Eng yaxshi bo'lmagan alternativ ham eng optimal bo'lmasa ham baribir maqsadga olib boradi, lekin noto'g'ri maqsad tanlansa, u holda bu muammoni yechimga emas, balki yangi muammoni tug'ilishiga olib kelishi mumkin. Bu o'rinda maqsadga nisbatan kriteriyalarni aniqlash asosiy omil hisoblanadi.

Kriteriyalarni ifodalanishi. «Kriteriy» so'zini alternativlarni taqqoslashning ixtiyoriy usuli sifatida ishlatishimiz mumkin. Maqsad kriteriyalar bo'yicha optimallashtirish maqsadlarga maksimal yaqinlashishni ifodalashi uchun, kriteriyalarni maqsadlarga juda yaqin o'xshashligini ta'minlash talab qilinadi. Lekin boshqa tomondan kriteriyalar maqsadlar bilan to'liq mos tusha olmaydi, chunki ular turli ko'rinishlarda tasvirlanadi, ya'ni maqsadlar-nominallarda, kriteriyalar tartib sonlarda. Kriteriy -- maqsadga o'xshagan bo'lib, uning modelini aks ettiradi. Aniqroq qilib aytsak, kriteriyalar alternativ parametrlarning bahosini aks ettiradi. Aniq qo'yilgan masalalarning ko'p kriteriyali bo'lishi bu maqsadlar to'plamidan emas, balki bitta maqsadni bitta kriteriya orqali ifodalash hamma holda ham mumkin emasligidadir. Lekin asosiy muammo shu masalaning hal qilinishi darajasi bilan aniqlanadi.

«Tizim» ifodasi bir butun tushuncha bo'lib, o'zaro aloqalardan, o'zaro birlikda harakatlanuvchi, o'zaro bog'liq qismlarni o'z ichiga olib uning xususiyatlari esa tizimiga bog'liq, tizim xususiyatlari esa tizim xususiyatlariga bog'liqdir. Boshqaruvda tizimli yondashuv qismlardan iborat obyekt (har bir tizim mustaqil maqsadga ega) tizimlarini tashkil qilishni ifodalaydi. Boshqaruvchi tashkilot qo'ygan umumiy maqsadga erishishi uchun uni faqat bir butun tizim sifatida qaragandagina erishishini tushunish kerak. Buni tushungan boshqaruvchi uning rolini baholab, o'zaro qismlar va harakatlar ahamiyatini ma'lum bir asosda birlashtirib qo'yilgan maqsadga samarali erisha oladi. Har qanday real (haqqonniy) obstrakt bo'lmagan tizim o'zgaradi, Ya'ni bir holatdan boshqa holatga o'tadi. Shu bilan birga nafaqat alohida olingan tizimlar qismlari orasida, balki fazoviy muhitda bo'ladigan vaqt massalari energiya va axborotlar, manbalar orasida ham o'zaro aloqalar o'rinli.

Shuni ta'kidlash mumkinki tizimni bu o'zgarishlari teskari natijalarga (shaklga), tizimni buzilishiga, uni tartibsiz holatga yoki rivojlanishiga: tizimni murakkabligiga, axborotlarni ko'payishiga yanada tartiblangan holat bo'lishini. Ammo uchinchi holat ham bo'lishi mumkin. tizim bilan tashqi muhit orasida moslanish paydo bo'ladi natijada tizim ma'lum bir vaqt oralig'ida o'zgarmaydi yoki uning shakli va bir butunligiga ta'sir etmaydi. Agar tizim vaqtga bog'liq bo'lmasa, bunday tizim statik tizim deyiladi (qurilishlar, binolar va hokazo) bunday ta'rif nazariyada va qurilish mexanikasida zarur.

Agar tizim o'z holati elementlari o'zaro aloqada va tashqi muhit bilan munosabatda bo'lsa, yana vaqt bo'yicha o'zgarsa - tizim dinamik tizim deyiladi. Dinamik tizim qaytariluvchan yoki qaytarilmas bo'lishi mumkin. O'zgaruvchi ijtimoiy tizimda dinamik tizim tushunchasi bir necha murakkab masalalarni ifodalash imkonini beradi. O'zgaruvchi tizim deganda «tizim holati» tushuniladi, ya'ni tizim holati ma'lum vaqt momentida o'zgarmaydigan tizim parametrlarining qiymatlar to'plami tushuniladi. Bu yerda parametr deganda izlanuvchini qiziqitiruvchi tizim tasniflari, shu bilan tizimga tashqi ta'sir etuvchi va uni aks ta'sir etishlar tushuniladi, Ya'ni uni atrof-muhitga yoki boshqa tizimlarga ta'siri.

1. Fan rivojining tarixi.
2. Tizimli yondashuv asosining paydo bo'lishi.
3. Tizimlilikni yaratish bo'yicha birinchi ishlar.
4. Tizimlilikning tasniflanishi.
5. Tizimiy fanlar vujudga kelishining obyektiv sabablari .
6. Fikrlashni uzviy tizimligi.

1.2. Yechimlar qabul qilish haqida umumiy tushunchalar.

Yechimlar qabul qilishni bosqichlari

Tizimli tahlil fanining bosh maqsadi – ixtiyoriy maqsad yo'naltirilgan faoliyatning tizimlilikini ko'rsatishdan iborat. Buning uchun shu faoliyatni tajribasini takomillashtiradigan, umumlash-tiradigan modellar tizimini qurish zarur bo'ladi.

Yechimlar qabul qilish butun faoliyatga maqsadli yo'nalish beradigan harakat demakdir. Ana shu tanlovgina faoliyatni aniq bir

maqsad yoki maqsadlar to'plamiga qaramliligini amalga oshiradi. Ertami-kechmi shunday vaqt keladiki, keyingi harakatlar turlicha bo'lib, turlicha natijaga olib keladi va bu yerda faqatgina bitta harakatni amalga oshirish mumkin bo'lib qoladi. Ana shunday hollarda to'g'ri yechimlar qabul qila olish mahorati – u juda yaxshi sifat bo'lib, bu har kimda har xil darajada mavjud.

Buyuk sarkardalar, kuchli siyosatchilar, olimlar va muhandislar, mahoratli administratorlar o'zlarining hamkasblaridan yaxshi yechim qabul qila olish xislati bilan farq qiladi.

«Yaxshi tanlov» ko'rsatmalarini ishlab chiqishga intilish, eng yaxshi yechimga yaqinlashish va mumkin bo'lsa, shunday yechim qabul qilishga intilish bu tabiiy hol. Bu yo'nalishdagi ko'pgina mutaxassislarning mehnatlari natijasi yechim qabul qilish jarayonlarini modellashtirish uchun quyidagi xarakterli holatni aniqlaydi: juda yaxshi o'rganilgan masalalar uchungina, yaxshi yechim qabul qilish yo'llarini topishni to'liq ifodalash mumkin; hamda o'rganilgan masalalar uchun to'liq ifodalangan algoritmlar mavjud emas, lekin tajribali va qobiliyatli mutaxassislar ko'pincha bu hollarda ham yaxshi yechim qabul qila oladilar.

«Yechim qabul qilish» deganda nima tushuniladi? Faraz qilaylik aniq maqsadga erishishga yo'naltirilgan qandaydir tadbir (jarayon) qaralayotgan bo'lsin. Jarayonni tashkil qilayotgan shaxs (yoki guruh) da har doim tanlash imkoniyati mavjud bo'ladi. Tashkilotchi jarayonni u yoki bu usulda tashkil qilishi mumkin, masalan, texnika namunalarini tanlash yoki mavjud qurollarni taqsimlash va hokazo. Demak, yechim bu mumkin bo'lgan imkoniyatlar ichidan eng mos keladiganini tanlash demakdir. Yechimlar yaxshi yoki yomon, o'ylab qabul qilingan hamda yechimlar asoslangan va ixtiyoriy bo'lishi mumkin.

Yechim qabul qilish zaruriyati insonning o'zi kabi qadimiyydir. Qadim zamondagi odamlar ovga chiqayotib u yoki bu yechimni qabul qilishlari kerak bo'lgan. Masalan, qaysi joyga pistirma qo'yish kerak? Ovchilarni qanday joylashtirish kerak? Ularni qanday qurollantirish kerak va hokazo.

Biz siz bilan har kungi hayotimizda o'zimiz sezmaganda har qadamda yechim qabul qilamiz. Masalan, ertalab uydin chiqishimiz bilan siz bilan biz ishxonaga etib borish uchun bir nechta yechimlar

qabul qilishimiz kerak. Qanday kiyinish kerak?, o'zimiz bilan zont olishimiz kerakmi, yo'qmi?, ko'chani qaysi yerdan kesib o'tishimiz kerak?, qanday transportlardan foydalanishimiz kerak? va hokazo.

E'tibor bilan qarasaq yuqoridagi misollarni barchasida ham yechim qabul qilishning matematik usullari qo'llanilavermaydi. Ba'zi hollarda yechim tajribaga asoslangan holda qabul qilinadi. Shu bilan birga texnikani rivojlanishi bilan yechim qabul qilishda matematik usullarni qo'llanish doirasi kengayib bormoqda. Bunday usullar har xil texnik jarayonlarni loyihalash, boshqarish va nazorat qilishni avtomatlashtirish va avtomatik boshqaruvni barcha sohalarga qo'llash bilan alohida ahamiyat kasb etmoqda.

Avtomatlashgan tizimlarni tashkil qilishda matematik modellashtirish usullaridan foydalanilgan holda ko'rilayotgan obyektlarni va jarayonlarni modellashtirish masalasi birinchi galda yechiladigan masala hisoblanadi. Masalan, kichik aerodromni ishini bitta tajribali dispetcher ta'minlashi mumkin. Katta aeroportni ishini boshqarish aniq algoritm asosida ishlovchi avtomatik boshqaruv tizimini talab qiladi. Bunday algoritmnı ishlab chiqish albatta, avvaldan qilingan hisob-kitoblarga tayanadi.

Faraz qilaylik, qandaydir jarayon berilgan bo'lsin. Uning muvaffaqiyati uchun biz qandaydir darajada, qandaydir yo'l bilan x yechimni qabul qilib (eslatamiz, x - son emas, balki parametrlarning guruhi) ta'sir qilishimiz mumkin. Faraz qilaylik, modelni foydaliligi bitta ko'rsatkich $W \geq \max$ bilan xarakterlansin.

Endi eng soddada holni olib ko'ramiz. Bu holda modelni barcha shartlari avvaldan to'liq aniqlangan, ya'ni noaniqlik yo'q.

U holda modelni muvaffaqiyati uchun bog'liq bo'lgan barcha faktorlar ikki guruhga bo'linadi:

1. avvaldan berilgan va aniqlangan faktorlar, ya'ni modeldagi bajarish uchun kerak bo'lgan shartlarni α harfi bilan belgilaymiz;
2. masalani yechish uchun bizga bog'liq bo'lgan X yechimlar to'plamini hosil qilish.

Birinchi guruh faktorlari yechimga qo'yiladigan shartlarni ham o'z ichiga oladi, ya'ni x ning mumkin bo'lgan yechimlari sohasini aniqlaydi.

Foydali ko'rsatkichi W ikkala guruh faktorlariga bog'liq. Buni biz quyidagi ko'rinishda yozishimiz mumkin:

$$W = W(\alpha, x).$$

Formulani qarayotganimizda x va α sonlar emas, sonlar to'plami (vektorlar), funksional ekanligi yoddan chiqarmasligimiz kerak. Berilgan shartlarda ko'pincha, ya'ni yechim elementlariga qo'yilgan shartlar tenglik yoki tengsizlik ko'rinishida bo'lgan talablar mavjud bo'ladi.

Masala quyidagicha ifodalaniladi: α berilgan shartlar to'plamida shunday $x=x^*$ yechimini topish kerakki, bu yechim foydalilik ko'rsatkichi w ni maksimumga aylantirsin.

Bu maksimumni biz quyidagicha belgilaymiz.

$$W^* = \max_{x \in X} \{W(\alpha, x)\}$$

W^* yechim $W(\alpha, x)$ ni maksimal qiymati bo'lib x mumkin bo'lgan yechimlar to'plamiga kiradi. Shunday qilib, qarshimizda namunaviy matematik masala funksiya yoki funksionalning maksimumini topish masalasi turibdi.

Eslatib o'tamiz, funksional deb funksiyaning ko'rinishiga bog'liq bo'lgan o'lchovga aytiladi. Agar X yechim faqatgina sonlarni emas, balki funksiyalarni ham qabul qilsa, $W(\alpha, x)$ o'lchov funksional hisoblanadi. Bu masala variatsion masalalar sinfiga kiradi. Bunday masalalarning eng soddalari maksimum masalalari bo'lib, bu bizga tanish.

Ko'p argumentli funksiyaning maksimumi yoki minimumini, ya'ni ekstremumini topish uchun, uni barcha argumentlari bo'yicha differensiallash (berilgan holda yechim elementlari bo'yicha), natijani nolga tenglab, hosil qilingan tenglamalar tizimining yechimini topish kerak.

Bir qarashda juda sodda ko'ringan bu klassik usul foydalanishda bir qancha chegaralarga duch keladi. Birinchidan, argumentlar soni ko'p hollarda tenglamalar tizimini yechish ekstremumni topishga ko'ra murakkabroq bo'ladi. Ikkinchidan, yechim elementlariga qo'yilgan chegaralar mavjud holda ekstremumga ko'pincha birinchi tartibli hosilali tenglama-tizimini nolga aylantiradigan nuqtalarda emas, balki chegara sohasida erishishi.

Ekstremumni qidirish usuli va optimal yechim x^* ni topish W funksiyani xususiyatlariga, ya'ni tenglamaga qo'yilgan chegaralarga bog'liq. Masalan, agar funksiya W yechim elementlari $x_1, x_2...$ dan chiziqli bog'liq bo'lsa, ya'ni $x_1, x_2...$ yechim elementlarga qo'yilgan chegaralar chiziqli tenglik yoki chiziqli tengsizlik ko'rinishiga ega bo'lsa, u holda chiziqli dasturlash masalasi yuzaga keladi va bu masalani namunaviy usullar yordamida yechish imkoniyati mavjud bo'ladi.

Agar W funksiya yechim elementlari $x_1, x_2...$ dan chiziqli bog'liq bo'lmasa, u holda dasturlash usullaridan foydalaniladi. Ko'p bosqichli amallarni boshqarishni optimallashtirish uchun dinamik dasturlash usulidan foydalaniladi. Ekstremumlarni topishning bir necha sonli usullari mavjud bo'lib, ular kompyuterlar yordamida amalga oshiriladi.

Yechimlar qabul qilishni bosqichlari Tanlov masalalari juda ko'p qirrali va ularni yechish usullari ham turlicha. Avvalo, barcha tanlov masalalari uchun umumiy bo'lgan tushunchalarni kiritamiz. Faraz qilaylik, yechim qabul qilish alternativlar to'plami ustida bo'lsin va natijada tanlangan alternativlar to'plamchasi hosil bo'lsin (ko'pincha bu bitta alternativa bo'lishi mumkin yoki umuman muqobili mavjud bo'lmasligi mumkin).

Agar alternativlarni o'zaro bir-biri bilan solishtirish va eng yaxshilarini aniqlash usuli mavjud bo'lsa, alternativlar to'plamini kamaytirish mumkin. Har bir shunday usulni «ustunlik kriteriy»si deb ataymiz. Tanlovni bunday ifodalaganimizda o'z o'zidan ko'rinib turgan quyidagi ikki muhim bosqichni amalga oshirish kerak:

- 1.alternativlar to'plamini yuzaga keltirish;
- 2.maqsadlarni aniqlab, shu maqsadlarga erishish uchun tanlovni amalga oshirish kerak.

Yechim qabul qilish (tanlov)ning asosiy ko'rinishlari (variantlari). Tizimli tahlil amaliyotida bu bosqichlarni amalga oshirish ko'pgina qiyinchiliklar bilan bog'liq va bu qiyinchiliklarni yechish uchun o'z usul va yo'llarini topish zarur.

Faraz qilaylik, eng yaxshi tanlovni amalga oshirish uchun, zaruriy alternativlarning to'plami berilgan bo'lsin. Biz qo'yayotgan maqsad shu qadar aniqlangan bo'lsinki, hattoki baholash

kriteriyalari va ixtiyoriy alternativni solishtirish kriteriyalari berilgan bo'lsin. Muammoning shunchalik sodda qo'yilishida ham tanlov masalasi turlicha matematik modelga ega bo'lishi mumkin. Tanlov holatining har bir komponentasi turli variantlarda amalga oshirilishi mumkin. Ulardan asosiylarini ko'rib chiqamiz:

- alternativlar to'plami tugallangan sanoqli yoki kontinual bo'lishi mumkin;

- alternativlar bahosi bitta yoki bir nechta kriteriyalar bo'yicha amalga oshirilishi mumkin (bu kriteriyalar o'z navbatida sonli va sifatli xarakterga ega bo'ladi);

- tanlov rejimi birmartalik yoki qaytariluvchan tajribada o'rganiladigan bo'lishi mumkin.

- tanlov natijalari – aniq ma'lum (aniq sharoitdagi tanlov), ehtimollik xarakteriga ega, ya'ni tanlovdan so'ng natija ehtimoli aniqlikka ega (tavakkal sharoitdagi tanlov) yoki bir qiymatli bo'lmagan natija, (noaniqlik sharoitidagi tanlov).

- tanlov uchun javobgarlik bir tomonlama (shaxsiy) yoki ko'p tomonlama bo'lishi mumkin.

Mos ravishda shaxsiy va guruhli tanlov bo'lishi mumkin. Maqsadlarni moslik darajasi ko'p tomonlama tanlovda tomonlar xohishlarning to'liq mos tushishidan (kooperativ tanlov) to ularning qarama-qarshiligigacha (komplekt holatdagi tanlov) bo'lishi mumkin. Kompromis tanlovlar ham bo'lishi mumkin.

Mashqlar:

1. Ozingizga ma'lum eng oddiy muammoni olingda va berilgan ko'rsatmalarga ko'ra, uning to'plamini qurishga urinib ko'ring.

2. Amaliyotingizda uchragan aniq misollardagi maqsadni aniqlashtirishdagi qiyinchiliklarni tahlil qiling.

3. Tanlov masalalari klassifikatsiyasini to'liq graf daraxtini quring.

4. Nazariy o'yin modeli ramkasiga mos keladigan haqiqatga yaqin hayotiy hodisani o'ylab toping va bu yerda qanday soddashtirishlar va qo'shimchalarga yo'l qo'yilganligini tahlil qiling.

Nazorat savollar:

1. Tizimli tahlilni amaliy dialektika deb atashga asos bormi?
2. Nima uchun aniq muammoni tekshirilayotganda ko'zda tutilmagan bosqich kelib chiqishi mumkin?
3. Nima uchun ixtiyoriy muammoni alohida olgan holda, ya'ni boshqa muammo va hodisalardan ajratib qarab bo'lmaydi?
4. Maqsadlarni aniqlashdagi asosiy qiyinchiliklar – nimada? Nima uchun tizimli tahlilining har bir bosqichidan so'ng maqsadlarni tekshirish, aniqlashtirish va qayta ko'rib chiqish kerak?
5. Alternativlarni baholashda maqsad va kriteriyalarni munosabatlari qanday?
6. Ixtiyoriy obyekt yoki hodisa tizimsiz bo'lishi mumkinmi? Javobingizni asoslang.
7. Muammoli holat – bu qanday holat?
8. Algoritm deb nimaga aytiladi?
9. To'liq ifodalanmagan va to'liq aniqlanmagan algoritmning farqi nimada?
10. Mehnatda ishlab chiqarishni samaradorligini oshirishning uch usuli qanday?
11. Mexanizatsiyaning imkoniyati nima bilan chegaralangan?
12. Avtomatlashtirishning bosh sharti nima?
13. Fikrlashning qanday xususiyatlari uning tizimli ekanligini ta'kidlaydi?
14. Barcha borliqning tizimli ekanligini qanday argumentlarda ko'ramiz?
15. Bizni o'rab turgan dunyoni tizimlilik bilan fikrlashni tizimlilikini mosligini fikrlashning qanday qoidalari isbotlaydi?

2. TIZIMLI TAHLILNING USUL VA MODELLARI

2.1. Tizimli tahlilning usullari, modellari va sinflari

Hozirgi davrda odamzod faoliyatining biron bir sohasi yo'qki, u yoki bu darajada modellashtirish usullaridan foydalanilmagan bo'lsin. Bu olingan ma'lumotlar asosida yechimlar qabul qilish ayniqsa, jarayonning asosi hisoblangan turli tizimlarni boshqarish sohasiga tegishli bo'lsa. Inson faoliyati yo'naltirilgan barcha narsalar obyekt (lat. Objectum-predmet) deb ataladi. Usullar obyektlar haqidagi ma'lumotlarni olishni tartibga solish va qayta ishlashga yo'naltirilgan.

Gipotezalar, kuzatishlar, tajribalarga asoslanib qilingan bashoratlar ilmiy tekshirishlarda katta o'rin egallaydi. Oldinga surilgan gipotezalarni tez va to'liq tekshirish maxsus qo'yilgan tajriba asosida o'tkazilishi mumkin. Gipotezalarni to'g'riligini tekshirish va ifodalashda usul sifatida analog katta ahamiyatga ega. Ikki obyektning qandaydir xususiy o'xshashligi analog deb ataladi. Aniq, obyektiv mavjud dunyoni ifodalovchi gipotezalar va analog tekshiruvlar o'tkazish uchun qulay mantiqiy chizmalarga keltiriladi; bunday mantiqiy chizmalar, hodisalarni tabiatini aniqlovchi tajribalarni o'tkazish imkonini beruvchi yoki mantiqiy qurilmalar va mantiqiy chizmalar modellar (ifodalovchi osonlashtiruvchi) deb ataladi. Boshqacha qilib aytganda, model (lat.modulus-o'lchov) – bu original obyekt xususiyatlarini o'rganish imkonini beradigan obyekt o'rinbosardir.

Obyekt model yordamida uning muhim xususiyatlari haqidagi ma'lumotlarni olish maqsadida bir obyektning ikkinchisiga almash-tirilishi modellashtirish deb ataladi. Shunday qilib, modellashtirish bu obyekt haqidagi ma'lumotlarni uning modeli ustida tajriba o'tkazib olish deb qarash mumkin. Bir obyektning (original) boshqa bir obyekt (model) bilan almashtirilishi va obyektlar xususiyatlarini uning modellari orqali tekshirish modellashtirish deb ataladi.

Agar modellash tirish natijalari tasdiqlanib va tekshirilayotgan obyektlarda yuz berayotgan jarayonlarni bashorat qilishga asos bo'lib xizmat qila olsa u holda, model obyektga adekvat deyiladi. Bu holda modelning adekvatligi modellash tirish maqsadi va qabul qilingan kriteriyalarga bog'liq. Modelash tirish jarayoni bu tekshirilayotgan (uning oldiga aniq masala qo'yilgan), model obyekt haqida ma'lumot olish uchun tashkil qilingan va qo'yilgan masalani yechish uchun zarur bo'lgan modelni bo'lishini tekshiruvchi (uning oldida aniq maqsad masala qo'yilganda) taqozo etadi.

Tizimiy tasavvurlar vujudga kelishining obyektiv sabablarini va rivojlanishining omillarini hamda mos metodlar va nazariyalarni tahlil qilib, biz inson fikrlashining obyektiv xususiyatlarini ko'rib chiqamiz; bilish jarayonining o'zi tizimiylikiga, inson o'zlashtiradigan bilim ham tizimiy ekanligiga ishonamiz.

Dunyo – makon va zamonda mavjud va cheklangan zamonda material, energetik va informatsion resurslarga ega bo'ladi. Shunday bo'lsa ham, inson dunyoni bilishning uddasidan chiqmoqda. A.Enshteyn aytganidek, tabiatning eng ajoyib xislati shundaki, uni bilish mumkin.

Insonning dunyoni bilish istagining cheklanganligi va bunga erishish uchun uning mavjud imkoniyatlarining cheklanganligi, tabiatning cheksizligi va insoniyat resurslarining cheklanganligi orasidagi qarama-qarshiliklarining bir qancha oqibatlarini (jumladan inson atrofidagi dunyoni bilish jarayoni uchun ham) bor.

Bu qarama-qarshiliklarning bosqichma-bosqich yechimini topishga imkon beradigan bilishning xossalari biri – fikrlashning tahliliy va sintetik obrazlarining mavjudligidir. Yaxlit butunlikni qism (bo'lak)larga bo'lish, murakkablikni oddiy komponentlar majmuasi ko'rinishida tasavvur qilish uchun aks jarayon – *sintez* zarur. Bu – nafaqat individual fikrlashga, balki umuminsoniyat bilimiga ham taalluqlidir.

Inson bilimining tahliliyligi o'zining ifodasini har xil fanlar mavjudligida, ilm-fan differensiyasi davom etayotganligida, yanada jo'z'iyrok masalalar tobora chuqurroq o'rganilayotganligida topadi, chunki bularning har biri – qiziqarli, ahamiyatli va zaruriydir. Shu bilan birga bilimlarni sintez qilish aks jarayoni ham shunchalik zarurdir. Biokimyo, fizik-kimyo, biofizika yoki bionika

kabi «chegaraviy» fanlar shunday vujudga keldi. Lekin bu – sintez shakllaridan faqat biridir.

Demak, fikrlashning tahlil va sintezga bo'linishi bu bo'laklarning o'zaro bog'langanligi – bilish tizimiyligining yaqqol belgisidir.

Amaliyot fikrlash tizimiyligini tabiatning obyektiv tizimiyligi bilan muvofiqlashtirishni, ya'ni fikrlashni bilish va amal qilish to'g'riligini ta'minlovchi ba'zi qoidalariga buysunishini talab qiladi. Bu qoidalar majmuasi dialektik materializm mazmunini tashkil qiladi. Ta'rif. Tabiat hodisalarini aniqlab, tajribalar o'tkazish imkoniyatini beradigan yoki mulohazalarni qisqartiruvchi mantiqiy tuzilmalar va mantiqiy qurilmalarga model deyiladi. Model obyekt – obyekt nusxasi original, original xususiyatlarni o'rganishni ta'minlovchi.

Mavjud va loyihalashtirilayotgan tizimlarni matematik model orqali hozirgi zamon kompyuterlar yordamida samarali izlanish olib borish mumkin. Model talab bo'yicha javob berish uchun tayyor modeldan foydalanish yetarli emas yoki yangi model tuzish: uning funksional ishlashi uchun ma'lum shartlarni mavjudligi zarur, bunday shartlarning yo'qligi model va uning model xususiyatlarini yo'qotadi. Agar urg'uni model nima tushunchasidan funksional qanday ishlashiga qaratsak u holda modelni erarxik tartibligini ularning turli darajadaligini kurishimiz mumkin. Kimki o'ziga xos tafakkurga, mushohadaga, topqirlikka ega va izlanuvchan bo'lsa u modellashtirish san'atiga ega bo'ladi. Modellashtirish jarayoni boshida uni qanday anik ifodalashni va samarali model tuzish qoidasi yo'q.

O'zgaruvchilarni va parametrlarni tanlashda, tizimni holatini ifodalovchi munosabatlar va chegaraviy shartlar hamda modelni mezoniy baholash samaradorlik masalalarini yechishda modelni ifodalaydigan ilmiy formula mavjud emas. Shunday qilib, bu jarayonda asosiy shakllantirish, texnik va nazariy bilimlardan tashqari intuitiv san'at, ijobiy yondashuv asosiy rol uynaydi.

Tadqiqot operatsiya – ilmiy izlanishni yo'nalishi sifatida jarayonlarni va hodisalarni o'rganishda matematik modellashtirishdan foydalaniladi. Tadqiqot operatsiya usullardan tizimli yondashuv doirasida foydalanish ayniqsa tizimni tashkiliy o'rganish optimal

yechimlarni qabul qilish uchun ahamiyatga ega. Aytilganlardan xulosa qilsak: ichki strukturani ado qilish tadqiqotni faqat boshlang'ich etapdagi operatsiya bo'lmay, balki izlanish davomida u aniqlanadi va imkon qadar o'zgartiriladi. Bu jarayon murakkab tizimni oddiy tizimdan farqlaydi, ulardagi elementlar va ular orasidagi aloqalar faqat boshlang'ich etapdan operatsiya bo'lmaydi. Bu jarayon tadqiqot siklida elementlar va ular orasidagi aloqalar o'zgarmsa ham murakkab tizimni oddiy tizimdan farqlaydi.

Har qanday modeldagi elementlar qo'yilgan maqsaddan kelib chiqqan holda funksional ifodalanadi.

Amaliy faoliyatda tizimiy tasavvurlarning ahamiyati. Kibernetika, tizim nazariyasi, tizimli yondashuv va tizimlilikdagi asosiy konsepsiya tizim tushunchasi hisoblanadi. Oldingi mavzularda yoritilgan model tushunchasi bu ko'p majmual bo'lishini oson tushuntiradi: Ta'rif – bu tizimni so'zli modeli demak, modelga qo'yiladigan har xil maqsad va talab – har xil ta'riflarga olib keladi. Shuning uchun tizimni ta'riflash shakli tizimni rivojlanish jarayonini har xil etaplarini oddiy fiksatsiya qilishdan iboratligi ko'rinadi.

Tizim (sun'iy) maqsadga erishish quroli, ammo maqsad va tizimlar mosligi bir qiymatli emas: nimadadir har xil tizimlar bir maqsadga yo'naltirilgan bo'lishi mumkin; bitta tizim (umuman mavjud) bir necha har xil maqsadlarga yo'naltirilgan bo'lishi mumkin. «Qora quti» turidagi model tizimni muhit bilan aloqasini akslantiradi, «kirish» va «chiqish» ko'rinish tartibida. «Qora quti» modelini qurishdagi qiyinchilik model tuzilishiga ko'p sonli real aloqalar ichidan qaysilarni kiritish masalasini yechish, bizga noma'lum, ammo shular ichidan ahamiyatli bo'lishi mumkin. Inson o'z oldiga qo'ygan maqsadlariga kam hollarda erishadi, faqat o'zini bor imkoniyati yoki shu momentda u ega bo'lgan tashqi imkoniyat hisobiga. Bunday kechirmalar muammoli holat deyiladi. Bundan keyingi barcha harakatlar bu muammolarni yechishga qulaylik va yordam beruvchi holatlar qo'yilgan maqsadga erishishga yo'naltiradi.

Borliq bilan model orasidagi o'xshashliklarni qaraymiz. Model bilan borliq o'rtasida farq mavjud va farqni bartaraf etish imkoniyati

yo‘q bo‘lsa, u holda yaqinlashish mavjudki, model to‘g‘risida jamlangan bilimlarimizni to‘g‘riligini isbotlovchi.

Bu yaqinlashish boqiyimi, qat’iy yaqinlashmaydigan yoki model bilan borliq orasidagi o‘xshashlikni cheksiz yaqinlashtira borish imkoniyatlari mavjudmi? Yoki falsafiy (mantiqiy) tilda gapirganda obyektiv bo‘lish haqiqatga yaqinmi?

Modeldagi elementlarni nisbiy haqiqiy bo‘lish darajasi va bo‘lmagan amaliyotda namoyon bo‘ladi. Bizning vazifamiz haqiqiy va gumon qilinganlarga birga ahamiyat berish. Faqat amaliyotda borliqni modelda asl holatini to‘liq akslash darajasi aniqlanadi. Shu bilan birga olib borilayotgan tenglashtirish shartlar borliq bilan obyekt o‘rtasida, o‘zgarishlar uning natijalariga ta’sir etadi, faqat shunda qarama-qarshi ikkita model, vaholangki haqiqiy bir xil, paydo bo‘lishi mumkin u obyektga nisbatan. Ta’kidlash lozimki, har bir model o‘zining haqiqiy holat shartini oshkor va oshkormas ko‘rinishda saqlaydi, amaliyotda modellashtirishni eng yomon tomoni shundaki, bu shartlarni tekshirmasdan modelni qo‘llash. Tajribalarni qayta ishlash uchun ko‘p hollarda statistik proseduralardan foydalaniladi, uning uchun qo‘llanish sharti tekshirilmasdan, ba’zi hollarda majburiy amalga oshiriladi.

Moddiy dunyo juda ko‘p tizimdan tashkil topgan. Tizim – «sistema» so‘zi yunoncha bo‘lib qonuniy jihatdan bir-biriga bog‘langan ko‘plab unsurlarning ma’lum bir yaxlitligini ifodalaydi. Unsurlar – murakkab yaxlit narsaning tarkibiy qismidir.

Tizim nuqtayi nazaridan qaralganda ishlab chiqarish axborot aloqalari bilan birlashsa kibernetika tizimini tashkil etadi. Tizim unga kiruvchi va narsalarda ifodalanuvchi moddalar sifati va holati bilan xarakterlanadi, boshqa tizimlar bilan o‘zaro ta’sir natijasida mavjud bo‘ladi, Ya’ni doimo harakatchan, o‘zgaruvchan xususiyatga egadir. Harakat – bu materiyaning mavjud bo‘lish usulidir. Dunyoda harakatsiz materiya va materiyasiz harakat mavjud emas. Harakat faoliyat, energiyani ifodalaydi

1. Abstrakt modellarni turli vositalar yordamida qurish.
2. Abstrakt mazmunga ega bo‘lgan real modellar.
3. Belgili modellar.
4. Model va original orasidagi farq.
5. Reallik munosabatlarning vositalari.

2.2. Tizimni modellashtirish tamoyillari. Modellashtirish tizimlarining turlari

Hozirgi vaqtda murakkab tizimlarni tahlil va sintez qilishda sinfiy (induktiv) yondashuvdan farqlanadigan tizimli yo‘nalish keng rivojlangan. Induktiv yo‘nalish tizimni xususiydan umumiyga o‘tish yo‘li bilan qarash va tizimni alohida ishlab chiqilgan komponentlarini sintez qilish tushuniladi. Bundan farqli ravishda tizimli yondashuv umumiydan xususiyga ketma-ket o‘tishni nazarda tutadi.

S tizim – bu ixtiyoriy tabiatli o‘zaro bog‘liq elementlarning butun maqsadga yo‘naltirilgan to‘plami. Tashqi muhit E – bu ixtiyoriy tabiatli tizimdan tashqarida mavjud elementlarning to‘plami, bu elementlar tizimga ta’sir ko‘rsatishi yoki uning ta’sirida bo‘lishi mumkin. Tekshiruv maqsadlariga bog‘liq S obyekt E tashqi muhit o‘rtasidagi turli munosabatlar tekshiruv maqsadlari asosida qaralishi mumkin.

Shunday qilib, kuzatuvchi obyekt qanday holatda turganligiga qarab, tekshiruv obyektini turlicha ajratilishi obyektning tashqi muhit bilan turlicha munosabatlari bo‘lishini inobatga olgan holda bo‘lishi mumkin. Tizimi modellashtirish yo‘nalishda modellashtirishning maqsadini to‘liq aniqlab olish kerak. Harakatdagi real tizimni to‘laligicha modellashtirish imkoni yo‘q bo‘lgani uchun (tizim - originaldan model - tizimga qo‘yilgan muammoni hal qilish uchun o‘tiladi).

Shunday qilib, qo‘yilgan masalani modellashtirish talablaridan kelib chiqishdan maqsad, bu kriteriyalarning tanlash va baholash, tashkil qilinayotgan M modelga qanday elementlar kirishini aniqlash.

Tizimiy yo‘nalishda muhimi bu – tizimning strukturasini aniqlash, ya’ni tizim elementlari orasidagi aloqalar to‘plamini aniqlashdan iboratdir.

Tizim strukturasida tizimlar tarkibi va ular orasidagi munosabatlar nuqtayi nazaridan alohida o‘rganilishi mumkin, ya’ni umumiy qo‘yilgan maqsadga erishishga olib boradigan tizimning alohida xususiyatlari ham tahlil qilinishi, o‘rganilishi mumkin.

Tizim strukturasini o‘rganishda strukturali va funksional yo‘nalishni ko‘rishimiz mumkin. Strukturali yo‘nalishda S tizimning

ajratib olingan elementlari tarkibi va ular orasidagi farq aniqlanadi. Elementlar to'plami va ular orasidagi aloqa tizim strukturasi haqida fikr yuritish imkonini beradi. Strukturaning ko'pincha umumiy ifodasi bu topologik ifodasidir (Graflar nazariyasi fani). Funksional ifodasi alohida funksiyalarni ham o'rganishni taqozo etadi, ya'ni tizimning o'zgarishidagi algoritmlari ko'riladi. Funksional yo'nalishda maqsadga eltuvchi xususiyatlar, ya'ni funksiyalar tizimi tomonidan bajariladi.

Funksiya xususiyatlarni aks ettirgani va xususiyatlar S tizimni E tashqi muhit bilan o'zaro aloqasini aks ettirsa, u holda xususiyatlar S_{ij} elementlarning qandaydir xususiyatlari ko'rinishida ifodalanib va S tizimni S_{ij} tizimchasi yoki S tizimni butunligicha ifodalaydi.

Qandaydir solishtirish etaloni bo'lgan holda tizimni sonli va sifatli xususiyatlarini kiritishimiz mumkin. Sonli xususiyat uchun berilgan xususiyat va etalon o'rtasidagi munosabatni ifodalovchi sonlar kiritiladi. Tizimni sifatli xususiyati esa masalan, ekspert baholash usuli orqali topiladi.

Tizimni vaqt bo'yicha funksiyasi $S(t)$ orqali, ya'ni tizimni vaqt bo'yicha o'zgarishini harakatlanishi, bu tizimni bir holatdan boshqa bir holatga o'tishini bildiradi, ya'ni 2 holatlar fazosidagi harakatini bildiradi.

S tizimdagi samaradorlikni baholash kriteriyalar qiymati hisoblangan samarador ko'rsatkichlari orqali aniqlangan harakatlanish sifati alohida ahamiyatga ega. $S(M)$ tizimning bo'lagi bo'lib, bu ham katta tizimlar sinfiga kirishi mumkin, sinf uchun quyidagi xususiyatlar xarakterli.

1. Xarakterlanish maqsadi, ya'ni M modelning maqsadga yunaltirilgan harakatlari darajasini aniqlash. Bu holda modellar bir va ko'p maqsadli modellarga bo'linadi. (Bir maqsadli – bir masalani yechishga mo'ljallangan, ko'p maqsadli – real obyektning bir necha masalalarni harakatlanish tomonlarini yechishga mo'ljallangan).

2. Murakkablilikni, (ya'ni M model alohida elementlarning va ular orasidagi aloqalar to'plamidan iborat ekanini hisobga olgan holda), tizimdagi umumiy elementlar soni va ular orasidagi aloqalar soni bo'yicha baholash mumkin. Elementlar turli-tumanligiga qarab bir necha darajalarga ajratishimiz mumkin, M modelining alohida harakatlanuvchi tizimchalari, qator kirish va chiqishlar va hokazo.

ya'ni murakkablik tugunchasi qator belgilar orqali belgilanishi mumkin.

3. Yagonalik, tashkil qilinyotgan M model bitta yagona S(M) tizim bo'lib, u o'zida bir-biri bilan murakkab o'zaro aloqada bo'lgan katta sonli elementlar to'plamini, mujassamlangan ekanligida.

4. Aniqlanmaganlik, bu tizimda quyidagilarda ko'rinadi tizimning holati bo'yicha, oldiga qo'ygan imkoniyatlari bo'yicha, masalalarni yechish usullari bo'yicha hamda berilgan ma'lumotlarni aniqligi bo'yicha va hokazo. Aniqlanmaganlikning asosiy xususiyati uchun, shunday ma'lumotlar o'lchovi entropiya xizmat qiladiki, u qator hollarda tizimlarning berilgan holatlariga erishish uchun zarur bo'lgan boshqaruvchi ma'lumotlar sonini baholash imkonini yo'qligi.

5. Tizimning maqsadga erishishdagi samaradorligini baholash. Ixtiyoriy tashqi ta'sirlarning va o'zining holatiga qarab tizimlar dterminirlangan va stoxostik, uzluksiz hamda diskret va hokazolarga bo'linadi. S tizimni harakati (M modelga nisbatan), modelni qurish samaradorligini baholash, olingan natijalarni aniq va ishonchli bo'lishini ta'minlanishida.

6. Adaptivlik, tizimini yuqori darajada tashkil qilish xususiyati hisoblanadi. Adaptivli tufayli, tashqi muhitning turli faktorlar ta'sirlariga moslashish o'rganiladi. M model murakkab tizim bo'lganligi sababli, uning mavjudligi bilan bo'lgan savollar muhim ahamiyatga ega, ya'ni uning yashovchanligi, doimiyliги ishonchliligi va hokazo.

7. Modellastirish tizimining tashkiliy strukturasi, bu modelning murakkablikligi va modellastirish usullarning darajasiga bog'liq. S(M) tizimni modellastirishda texnik qurollar kompleksi, informatsion, matematik va dastur ta'minotini optimal tashkil etish strukturasi zarur. Ayniqsa, modellastirish vaqti va olinayotgan natijalar aniqligiga ahamiyat berish zarur.

8. Modelni boshqaruvchanligi – bu tajriba o'tkazuvchilar tomonidan turli sharoitda jarayonni o'zgartirish imkoniyatlarini ko'rish zaruriyati tufayli boshqaruvni qayta ta'minlashdan kelib chiqadi.

9. Modelni rivojlantirish imkoniyati, bu real obyektни fan va texnikani rivojlanish darajasiga qarab, S(M) tizimni – uning ko'p

tomonlama harakatlarini tekshirish uchun mukammal tizimlar yaratish imkonini beradi.

Modellashtirish tizimini qurishdagi muhim aspekt bu – maqsadlar muammosidir. Ixtiyoriy model uning oldiga qo'yilgan maqsadga bog'liq ravishda quriladi, shuning uchun modellashtirishda asosiy muammolardan biri – bu maqsadni belgilash muammosidir. M modelni soddalashtirish uchun maqsadchalarga bo'linadi va modellashtirish ularga bog'liq ravishda samaraliroq modellarni ko'rinishlari tashkil qilinadi.

Agar modellashtirish maqsadi aniq bo'lsa, u holda M modelni qurish muammosi yuzaga keladi. Modelni qurish uchun tekshirilayotgan obyekt ma'lumotlari mavjud, uning strukturasiga mos gepotezalar, algoritmlar va parametrlari bo'lsa, u holda modelni qurishga imkoniyat zarurati tug'iladi.

Hozirgi vaqtda parametrlarni baholashni turli usullari qo'llanilmoqda. Kichik kvadratlar usuli, maksimal o'xshashlik usuli, Bayes usuli, Markov baholash usuli va hokazo. Agar M model qurilgan bo'lsa, keyingi muammo u bilan ishlash, ya'ni model realizatsiyasi – uning asosiy maqsad natijalarni olish uchun minimal vaqt sarflanishi va ishonchliligini ta'minlashdan iborat.

Model va borliq orasidagi muvofiqlik. O'zini o'rab turgan tabiat ma'lum tizimni yoki birikmani, jismlar bog'likligini tashkil etadi, bu yerda jism deyilganda barcha moddiy haqiqat, yulduzlardan tortib atomlar, efir zarrachalarigacha tushuniladi.

Demak tizim – bu jismlarning tabiatini belgilovchi tarkibiy unsurlardan tashkil topgan birikmasidan iborat.

Bog'liqlik – obyektiv dunyoning eng muhim xususiyatlaridan biridir. Borliq mavjudligi tufayli dunyo hodisalarining betartib yig'indisi emas, balki qonuniy harakat jarayonidan iboratdir.

Tizimlar turli shakllarga ega bo'ladi. Turli-tuman bo'lishiga qaramay, ularni shartli ravishda quyidagi turlarga ajratish mumkin: texnikaviy, texnologik, biologik, tashkiliy, iqtisodiy va ijtimoiy tizimlar.

Tizimning har bir turi o'zining aniq vazifalariga ega:

1. texnikaviy tizim, uskunalar majmuining o'zaro bog'liq yig'indisidan, shu jumladan orgtexnika, EXMdan iborat (bu korxonaning ishlab chiqarish quvvatlaridir);

2. texnologik tizim qonun-qoida, me'yor, standartlar yig'indisi, marketing xizmatidan iborat;

3. tashkiliy tizim ishlab chiqarish jarayonni amalga oshirish, mehnat resurslaridan maqbul ravishda foydalanish, boshqaruv tashkiliy tizimlarini yaratish uchun imkon beradi;

Texnikaviy, texnologik va tashkiliy tizimlar birgalikda iqtisodiyotni boshqarishning tashkiliy-texnikaviy jihatlarini ta'minlaydi.

4. Xalq xo'jaligining iqtisodiy tizimi ham ishlab chiqarish, ham ayirboshlashda yuz beruvchi barcha xo'jalik, moliyaviy, tashkiliy jarayonlar birligini ifodalaydi. Iqtisodiy tizim boshqaruv tizimini qayta qurishda uzluksiz va maqsadli jarayonni aks ettirib, barcha boshqa tizimlar faoliyati samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga boshqa tizimlar ham iqtisodiy tizimga o'z ta'sirini o'tkazishi mumkin. (masalan, ijtimoiy tizim).

5. ijtimoiy tizim iqtisodiy tizim bilan birga iqtisodiyot maqsadlarini belgilaydi, boshqaruvning tamoyil va uslublarini shakllantiradi, Ya'ni iqtisodiyotni boshqarishning ijtimoiy-iqtisodiy jihatlarini ifodalaydi. Hozirgi davrda iqtisodiyotda ijtimoiy o'zgarishlar amalga oshishi, boshqaruvda demokratiyaning asoslari kengayishi, hamkorlikning yangi shakllari yaratilishi, bozor munosabatlariga o'tilishi, butun xalq xo'jaligi tarkibi qayta qurilishi bilan botiq ravishda ijtimoiy tizim ahamiyati ortib bormoqda.

Agar bir tizim unsurlari doimo o'zaro ta'sir ostida bo'lib, bu jarayon tizim unsurlari o'rtasidagi bog'liqlik vositasida ifodalanadi. Shunday qilib, unsur – har bir tizim tarkibini tashkil etuvchi qismdir. Texnikaviy tizim unsurlari o'rtasidagi botiqlik moddiydir, masalan, avtomobil dvigatelining krivoshin-shatunli mexanizmi moddiy jihatdan bir-biri bilan bog'liq turli qismlardan iboratdir. Ijtimoiy-iqtisodiy tizim unsurlari o'rtasidagi bog'liqlik axborot aloqalaridir. Axborot tizimi sifatida o'rganiluvchi ishlab chiqarish murakkab ijtimoiy-iqtisodiy tizimdir.

Model dinamikasini qonuniyatlari va asosiy sabablariga to'xtal-sak, avvalambor ma'lumki modellashdirish jarayoni shaylangan, tartiblangan, ketma-ket etaplardan iborat. Etaplar sifatli aniq maqsad bilan farqlanadi va ma'lum tartibda amalga oshirilishi kerak. Masalan, yangi texnikani tizimini shakllantirishda uning model rivojlanishi oldingi ilmiy izlanishlar natijalari asosida texnik

buyurtmadan boshlab texnik projekt, ishchi projekt, sinov variyanti kichik seriyalardan to modelgacha, to sanoat ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan bo'lishi, qadama-qadam amalga oshiriladi. Boshqa misolda ketma-ket imitatsion modellash tirishni etaplari tavsiya etiladi: modellash tirish maqsadni shakllantirish – abstrakt modelni qurish – uni tadqiqoti – qayta ishlash va natijalar interpretatsiyasi. Mukammallashtirish algoritmi talab etadi va ko'p tadqiqotchilar uchun model bilan ishlash etaplarini foydali ketma-ketligini aniqlash boshlang'ich harakatdir.

1. Model - aks maqsadli.

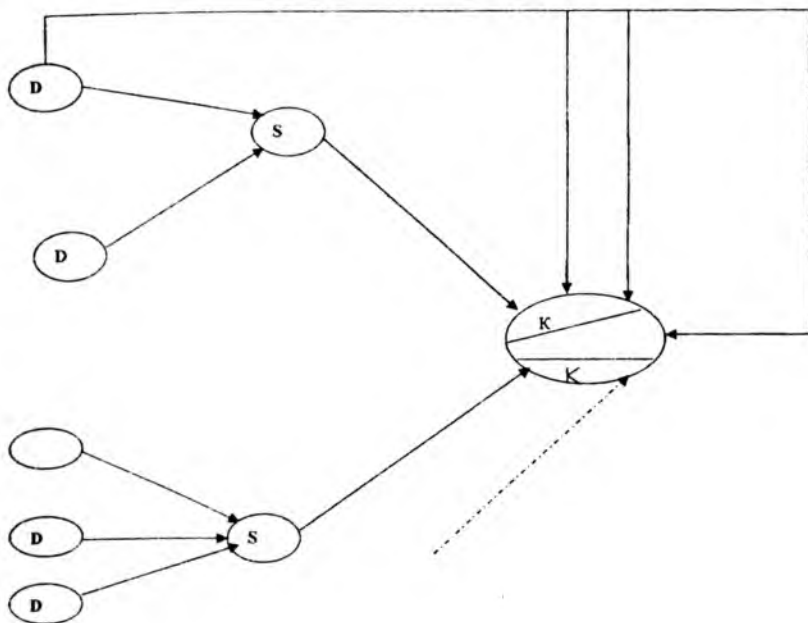
2. Model abstrakt yoki real.

3. Soddashtirish va yaqinlashtirishda taxminiylik.

Modellashtirish tizimlarining turlari. Modellashtirish asosida o'xshashlik nazariyasi yotadi, bu nazariya asosida absolyut o'xshashlik faqat bir obyektning xuddi aniq shunga o'xshash boshqa obyekt bilan almashtirganda yuz beradi. Modellashtirishda absolyut o'xshashlik mumkin emas, shuning uchun model obyekt harakatining tekshirilayotgan tomonini mumkin qadar aniq ifodalanishga erishish uchun harakat qilinadi.

Modellashtirish ko'rinishlarini birinchi belgilari sifatida to'liqlik darajalarini tanlash va modellarni shu belgilarga mos ravishda to'liq, to'liqmas va yaqinroqlarga bo'lish mumkin. To'liq model lashtirish asosida vaqt va fazo bo'yicha to'liq o'xshashlik yotadi.

To'liqmas modellashtirish uchun o'rganilayotgan obyektga o'xshashlik yetarli emasligi xarakterlidir. Yaqinroq modellashtirish asosida yaqinroq o'xshashlik yotadi, ya'ni bu holda real obyektning ba'zi harakatlanish tomonlari umuman modellashtirilmaydi. S tizimning modellashtirish ko'rinishlari quyidagi 1-rasmda keltirilgan. S tizimdagi o'rganilayotgan jarayonlarining xarakteriga bog'liq holda modellashtirishning barcha ko'rinishlari determinirlangan va stoxastik, statik va dinamik, diskret va uzluksiz hamda diskret uzluksizlarga bo'lishi izohlangan.



1-rasm. Tizimni modellashtirishni ko‘rinishlari.

Determinirlangan modellashtirish - determinirlangan jarayonlarni ifodalaydi, ya’ni bunday jarayonlarda tasodifiy ta’sirlarning bo‘lmasligi nazarda tutiladi. Stoxastik modellashtirish ehtimollilik jarayonlari va hodisalarini ifodalaydi. Bu holda ixtiyoriy jarayonni qator realizatsiyasi tahlil qilinadi va o‘rtacha xarakteristikalari baholanadi.

Statik modellashtirish obyekt holatini qandaydir moment uchun ifodalaydi, dinamik modellashtirish esa obyekt holatini vaqt bo‘yicha o‘zgarishni aks ettiradi.

Diskret modellashtirish diskret hisoblangan jarayonlarni ifodalash uchun, uzluksiz modellashtirish esa mos ravishda uzluksiz jarayonlarni ifodalash uchun xizmat qiladi. Diskret uzluksiz modellashtirish esa ham diskret, ham uzluksiz jarayonlar bo‘lgan holda foydalaniladi. Obyektning tasavvur qilish shakliga bog‘liq holda xayoliy (sun‘iy) va real modellashtirishga ajratish mumkin. Xayoliy (sun‘iy) modellashtirish ko‘pincha obyektlarni modellashtirish

tirishning yagona usuli hisoblanadi, qachonki bu obyektlar berilgan vaqtda amaliy mavjud emas, yoki ularni fizik tashkil qilish uchun mavjud bo'lgan jarayonlardan tashqarida mavjud. Masalan, xayoliy modellashtirish bazasiga fizikaviy tajribaga keltirib bo'lmaydigan ko'pgina holatlar tahlil qilinishi mumkin. Xayoliy modellashtirish ko'rinishli, belgili va matematik ko'rinishlarda bo'ladi. Ko'rinishli modellashtirishda real obyekt haqidagi inson tasavvuri bazasida shu obyektga kechayotgan jarayon va hodisalarni ifodalovchi aniq turli modellar tashkil etadi.

Gipoteza asosida modellashtirish real obyektga kechayotgan jarayonlarni qonuniyatlari haqidagi gipoteza tekshiruvchi tomonidan qo'yiladi, bu holda tekshiruvchining obyekt haqidagi bilim darajasi va o'rganilayotgan obyektning kirish va chiqish o'rtasidagi aloqalarning sabab va kelib chiqishlariga asoslanadi. Gipotezali modellashtirishda formal model qurish uchun obyekt haqidagi ma'lumotlar yetishmagan hollarda foydalaniladi. Analog modellashtirish turli darajadagi analoglarni qo'llashga asoslaniladi. Eng yuqori darajada sodda obyektlar uchun mo'ljallangan model to'liq analog hisoblanadi. Obyektning murakkablashishda esa kengroq darajadagi analoglardan foydalaniladi, bu holda obyekt harakatining bir yoki bir necha tomoni analog modelda ifodalanadi. Xayoliy (sun'iy) modellashtirishda maketlashtirish ham mavjud. Xayoliy maket real obyektga kechayotgan jarayonlar fizikaviy modellashtirishga keltirila olinmagan hollarda qo'llaniladi. Agar alohida tushunchalarga shartli belgilashlar, ya'ni belgilar va shu belgilar orasidagi aniqlangan amallar kiritilsa, u holda belgili modellashtirishni amalga oshiriladi va belgilar yordamida tushunchalar to'plamini aks ettirib, so'z va gaplardan alohida zanjirlar tuzish mumkin. To'plam nazariyasiga asosan amallarni birlashtirish, kesishish va qo'shimchalar kiritishdan foydalangan holda, real obyektga qandaydir alohida belgi orqali ifoda berishimiz mumkin.

Tilli modellashtirish asosida qandaydir lug'at (tezaurus) yotadi. Bu lug'at fiksirlangan bo'lishi kerak. Yana shuni hisobga olishimiz kerakki, oddiy lug'at bilan tezaurus orasida jiddiy farqlar mavjud. Tezaurus – bu shunday lug'atki, unda har bir so'zga faqatgina bitta ma'no mos keladi.

Belgili modellash tirish – bu aniqlangan belgilar va «*» belgilar tizimi yordamida jarayonning mantiqiy obyektining sun'iy ravishda tuzilgan ko'rinishi bo'lib, u real obyektning o'rini bosishga va uning munosabatlarining asosiy xususiyatlarini ifodalaydi.

Matematik modellash tirish deganimizda, berilgan real obyektga qandaydir matematik model deb ataluvchi matematik funksiyalar bilan moslik o'rnatish jarayoni tushuniladi va bu model yordamida real obyektning xususiyatlarini olish imkonini beruvchi shu model yechimlari tekshiruvlari tushuniladi.

Matematik model ko'rinishi real obyektning tabiiy xususiyatiga va shu bilan birga shu masalani yechish uchun qo'yilgan aniqlik va ishonchlilikka asoslangan, tekshirilayotgan obyekt masalalariga bog'liq. Ixtiyoriy matematik model real obyektning haqiqatga mumkin qadar yaqinlashish darajasida ifodalay oladi.

Matematik modellash tirish tizimlarini harakatlanish jarayoni xususiyatlarini tekshirish uchun analitik, imitatsion va aralash turlarga bo'linadi. Analitik modellash tirish uchun tizimlarning harakat jarayoni elementlari qandaydir funksional munosabatlar ko'rinishida yozilishi yoki mantiqiy shartlar asosida (algebraik, integral, differensial) berilishi mumkin. Analitik model quyidagi usullar yordamida tekshiriladi (o'rganiladi):

a) analitik, ya'ni berilgan xususiyatlar uchun umumiy holda aniq bog'liqlikka erishish;

b) umumiy holda tenglamalarni analitik usullarda yechish imkoni bo'lmaganda aniq berilgan boshlang'ich shartlar asosida sonli usullardan foydalanib taqribiy natijalar olinadi;

d) ochiq ko'rinishda yechimga ega bo'lmay, qandaydir yechimning xossasini topish (masalan, yechimning turg'unligini baholash); Tizimning harakatlanish jarayonini to'la tekshirish, agar aniq bog'liqliklari ma'lum bo'lsa, ya'ni olingan xususiyatlar bilan bir qatorda boshlang'ich shartlarni, parametrlarni, S tizimni o'zgaruvchilarini bog'lovchi tekshirishni o'tkazish mumkin. Bunday bog'liqliklarni esa faqatgina sodda tizimlardagina ko'rish mumkin. Tizimlar murakkablashgan sari ularni analitik usullar bilan yechish qiyinchiliklar tug'diradi va ko'pincha yechimga erishish mumkin bo'lmay qoladi. Shuning uchun, tizimning umumiy xossalarini o'rganish maqsadida boshlang'ich model soddalashtiriladi. Bu holda

soddalashtirilgan modelni analitik usul yordamida yechish boshqa usullarga nisbatan aniqroq baholash imkonini beradi va mo'ljallangan natijalarga erishish imkoni tug'iladi. Sonli usul analitik usulga nisbatan tizimlarning keng sinfini o'rganish mumkin. Lekin shu bilan birga olingan yechimlar (taqriziy) xususiy xarakterga ega. Sonli usul kompyuterdan foydalanishda alohida ahamiyatli, tizimni tekshiruvchi matematik modelni sifatli tahlilidan foydalanilgan holdagina sonli usulda olingan yechimlar ham qanoatlantirishi mumkin. Bunday sonli usullar, masalan, tizimlarni boshqarishni turli variantlarini samaradorligini baholash uchun avtomatik boshqarish nazariyasida keng foydalaniladi.

Imitatsion modellashtirishda realizatsiya qilinayotgan model S tizim harakati jarayonini vaqt bo'yicha algoritmini ishlab chiqiladi, bu holda elementar hodisalar, ularning mantiqiy strukturasi va vaqt bo'yicha o'zgarish ketma-ketligi saqlangan holda imitatsiya bajariladi. Bu esa S tizim xususiyatlarini baholash imkonini beruvchi, ya'ni aniq vaqt oralig'ida jarayon holatlari haqida ma'lumotlarni olishga imkon beradi.

Imitatsion modellashtirishning asosiy yutug'i analitik usulga nisbatan murakkab masalalarni yechish imkoniyatidir. Imitatsion modellar uzluksiz va diskret elementlarni chiziqsiz xususiyatlari, ko'p sonli tasodifiy ta'sir faktorlarni bo'lishini hisobga olishni ta'minlaydi. Ular ko'pincha analitik usulda tekshirishlarda qiyinchilik tug'diradi. Hozirgi davrda imitatsion modellashtirish katta tizimlarni tekshirishda eng qiyin usuldir, ammo tizimni loyihalashtirishda, uning holatlari haqida ma'lumotlar olishda yagona usuldir.

2.3. Tizimiy modellar. Tizimning ta'rifi. **«Qora quti» modeli tizim tarkibi sifatida**

Tizim – bu maqsadga erishish yo'li. Misol, tomoshabinlarga bir zumda uzoq masofadan tovushli informatsiyani yetkazish – bu maqsad, televideniya esa tizim bo'ladi. Agar ahamiyat bersak oldin mavjud bo'lgan tizimlar haqida fikr yuritilayapti. Masalan, amaliy «bir zumda» so'zi televideniya maqsadini kino yoki kassetani jo'natish maqsadidan farqlaydi. Agar masala ma'lum shunday oson bo'lmasa maqsadni ifodasi, u holda agar ma'lum tizimda maqsadni

ifodalanishi shunday oson bo'lmasa u holda endigina amaliyotga qo'llanilayotgan yoki qo'llanilmagan tizimni masadini ifodalashda, ehtiyotkor, o'ta sinchkov fikrlab, shartli (tizimni tushungan holda) yondashish kerak. Muhandislik amaliyotida maqsadni ifodalash (texnik buyurtmalarni shakllantirish) –tizimini tashkil qilish asosiy etaplardan biri sanaladi. Umuman maqsad ketma-ket ko'p marta o'zgartirilib va to'ldirib aniqlab boriladi. Shunga qaramasdan, yuqorida aytilgan tizimni boshlangich ta'rif ma'nosi o'zgartirmaydi va qarama-qarshi ma'no tug'dirmaydi.

Tizim maqsadga erishish quroli bo'lib, muammolarni yechish yo'lidir. Demak, muammo yo'qmi tizim ham yo'q. Tizimni boshlang'ich ta'rifining yana boshqacha ma'nosi uning konstruktivligi. U nafaqat «nima uchun tizim kerak? « degan savolga javob beradi, shu bilan birga qo'yilgan savolni ochishda tizim tarkibiga obyekt atrof-muhitidan ma'lumotlarni kiritish yoki kiritmaslikni orientatsiyalaydi. Ha bo'ladi, agar uning xususiyatlari maqsadga erishish uchun foydalanish mumkin bo'lsa. Shuning uchun bu holatni asoslovchi ta'rifni keltiramiz: tizim muhitdagi maqsadni soyasidir. Tizimni (sun'iy) boshlang'ich ta'rifi (maqsadga erishish quroli) birinchi rejaga tizimni hamma tashkiliy tomonlarni maqsadga bo'ysunishi g'oyasini ilgari suradi. Ammo oddiy misollarda ham murakkabligi ko'rinadi: maqsad va tizim muvofiqligi hamma vaqt ham bir qiymatli emasligi (bir necha maqsad bilan aloqada bo'lishi mumkin, maqsadga har xil tizimlar javob berishi mumkin) ma'lum emas (mavjud tizimni haqiqiy maqsadini aniqlash oson emas). Shunga qaramasdan tizimni maqsadi – uning kelib chiqishi bosh xususiyatidir.

Oldingi ma'ruzada tizimga ta'rif berib, uning asosida tizimini qo'yilishi, tuzilishi to'g'risida esa nomigagina aytilgan. Tizimni aniq konstruksiyasini xarakteristikasi va yuqori aniqlik uchun uning modelini rivojlantirish mavjud ma'lumatlarni shunday o'zgartirish natijasiga yanada qulay model shaklini hosil qilish mumkin modelga qo'shimcha ma'lumotlarni kiritish yo'li bilan.

Inson uchun asosan ko'rgazmali, qiyofali, vizual modellar ahamiyatga ega. Tizimni birinchi ta'rifidan uning vizual ekvivalentiga o'tamiz. Birinchi keltirilgan ta'rif tizimning ichki tuzilishi to'g'risida hech qanday fikr yuritilmaydi. Shuning uchun atrof-

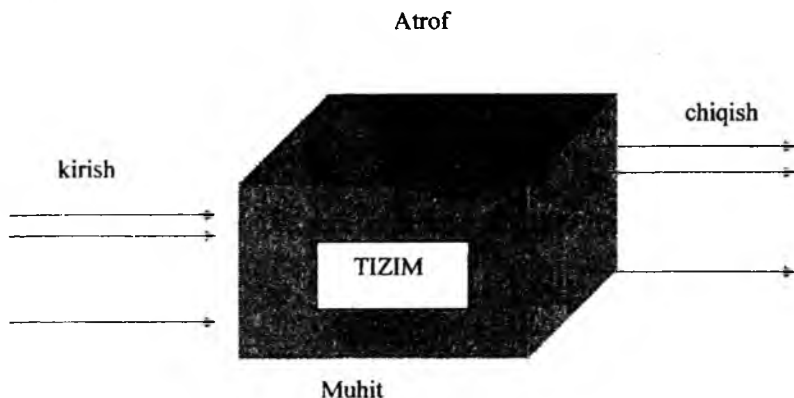
muhitdan ajratilgan yaqqol holda tasvirlashimiz mumkin. Shuni ta'kidlashimiz mumkinki, maksimal oddiy model o'zicha ikkita ahamiyatli xossani aniqlantiradi: bir butunlikni va muhitdan yakkalanganligi. Ikkinchidan tizim ta'rifida shunchaki «kuta» yakkalangan, muhitdan ajratilgan deyiladi, ammo muhitdan to'la muhofaza qilinmagan. Haqiqatda esa erishilgan maqsad – bu atrof-muhitda o'zgarishi rejalashtirilgan, qandaydir mahsulotni ish tizimi, undan tashqarida ishlatish uchun mo'ljallangan. Boshqacha aytganda tizim tashqi muhit bilan aloqada va bu aloqa yordamida muhitga ta'sir qilinadi. Bu aloqalarni yo'nalishni ko'rsatuvchi chiziq ko'rinishida ifodalaymiz, tizimdan tashqi muhitga yo'nalgan. Bu aloqani tizimdan «chiqish» deyiladi. Ta'kidlash lozimki, bunday model grafigidagi tizimdan chiqish, tizimni birinchi ta'rifida maqsad iborasiga mos keladi.

Bundan tashqari ta'rifda boshqa aloqalar ham mavjudligi ta'kidlanadi: tizim manba hisoblanadi, shuning uchun undan foydalanish imkoniyati mavjud bo'lishi va u tashqi muhitdan tizimga yo'nalgan. Bu aloqani ham yo'naltiruvchi chiziq shaklida ko'ramiz, muhitdan tizimga yo'nalgan va uni tizimga «kirish» deb ataymiz. Natijada tizim modelini tuzdik, uning nomi «qora quti» deb nomlaymiz. Bu nom «quti»ni ichida nima borligi to'g'risida ma'lumot bizga ayon emasligi, bu modelda beriladi, fikrlanadi, tashqi muhit bilan tizim aloqalari faqat sanab o'tiladi. Bunday model tashqi oddiy bo'lsada va ichki tizimliyligi ma'lum bo'lmasada ko'p hollarda foydalidir.

Ko'p hollarda «kirish» va «chiqish» so'zida to'liq ifodalash yetarli bo'ladi; bu holda «qora quti» model uning ro'yxati bo'lib qoladi. Masalan, televizor modeli: kirish – shnur, elektr ta'minot, antenna, boshqarish pulti va sozlash; chiqish – ekran kineskopi va tovush dinamigi. Boshqa hollarda hamma kirish va chiqish ba'zilarini sonli raqamini talab qilinadi. «Qora quti» modelini maksimal shakllantirish harakatimiz kirish va chiqish ikkita X va Y to'plam o'zgaruvchilar bilan ifodalashga olib keladi, ammo bu o'zgaruvchilar orasida boshqa bog'liqliklarni taqiqlash mumkin emas, aks holda bu «qora quti» bo'lmaydi.

«Qora quti» modelni oddiyligi aldov ekanligini ko'rib chiqamiz. Oddiy ko'rinishli bu tizimni kirish va chiqishlarini sanab o'tilsa,

model murakkab tushuncha bo'ladi. Ammo qachonki, aniq holat uchun tizimni tuzish talab qilinsa, biz qiyinchiliklarga duch kelamiz. Bularni misollarda ko'rish mumkin.



«Qora quti» modelidagi kirish va chiqish parametrlarning ko'pligini asosiy sababi har qanday real tizim va shunday obyektida ham tashqi muhit bilan sanoqsiz usulda o'zaro munosabatda bo'lishi. Biz shu sanoqsiz aloqalar to'plamidan sanoqli kirish va chiqishlarini ajratib tizimni model ro'yxatiga kiritamiz. Ajratish kriteriyasi modelni maqsadidan, shu maqsadga ahamiyatli aloqalardan kelib chiqadi. Qaysi biri ahamiyatli bo'lsa modelga kiritiladi, ahamiyatli bo'lmasa ikkinchi darajali bo'lsa – kiritilmaydi. Mana shu yerda xatolikka yo'l qo'yiladi. Biz modelda hisobga olmagan aloqada holati boshqa aloqalarni ham hisobdan chiqarib tashlash mumkin ularni boqiylikdan ajrata olmaydi, ular baribir bizdan bog'liq bo'lmagan holda ta'sir etaveradi. Ko'p hollarda bizga ahamiyatsiz yoki biz uchun ma'lum bo'lmaganlar vaholanki ahamiyatli bo'ladi va hisobga olinishi zarur. Bunday momentlarda tizimni maqsadini aniqlash katta ahamiyatga ega. Ya'ni chiquvchi parametrlarni aniqlash.

2.4. Tizimning ikkinchi ta'rif. Tizimiy modellar. Tizimning strukturaviy sxemasi

Bu ta'rif qora quti, tarkib va struktura modellarini o'zida qamraydi. Ularning hammasi birgalikda yana bir modelni hosil qiladi, uni biz tizimning struktur sxemasi deb ataymiz.

Hamma sxemalar qandaydir umumiylikka ega, bu umumiylik matematikalarni ularni matematik tadqiqotlarning alohida obyekti sifatida qarashga undadi. Buning uchun struktur sxemalarning mazmuniy jihatlaridan abstraksiyalanishga, modelda har bir sxema uchun faqat umumiy jihatlarni qoldirishga to'g'ri keladi.

Tizimni birinchi ta'rifidan uning vizual ekvivalentiga o'tamiz. Birinchi keltirilgan ta'rif tizimning ichki tuzilishi to'g'risida hech qanday fikr yuritilmaydi. Shuning uchun atrof-muhitdan ajratilgan yaqqol bo'lgan quti sifatida tasvirlashimiz mumkin. Shuni ta'kidlashimiz mumkinki, maksimal oddiy model o'zicha ikkita ahamiyatli xossani aniqlantiradi: bir butunlikni va muhitdan yakkalanganligi. Ikkinchidan tizim ta'rifida shunchaki «quti» yakkalangan, muhitdan ajratilgan deyiladi, ammo muhitdan to'la muxofaza qilinmagan. Haqiqatda esa erishilgan maqsad – bu atrof-muhitda o'zgarishi rejalishtirilgan, qandaydir mahsulotni ish tizimi, undan tashqarida ishlatish uchun mo'ljallangan. Boshqacha aytganda tizim tashqi muhit bilan aloqada va bu aloqa yordamida muhitga ta'sir qilinadi. Bu aloqalarni yo'nalishni ko'rsatuvchi chiziq ko'rinishida ifodalaymiz, tizimdan tashqi muhitga yo'nalgan. Bu aloqani tizimdan «chiqish» deyiladi. Ta'kidlash lozimki, bunday model grafigidagi tizimdan chiqish, tizimni birinchi ta'rifida maqsad iborasiga mos keladi.

Bu ta'rif «qora quti», tarkib va struktura modellarini o'zida qamraydi. Ularning hammasi birgalikda yana bir modelni hosil qiladi, uni biz tizimning struktur sxemasi deb ataymiz; adabiyotlarda «oq quti» («qora quti» modelidan farqiga urg'u beruvchi) atamaları hamda «tizim konstruksiyasi» atamasi uchrab turadi. «Tizim konstruksiyasi» atamasidan biz tizimning struktur sxemasining moddiy realizatsiyalanishini belgilash uchun foydalanamiz. Struktura sxemada tizimning hamma (ahamiyatli) bog'lanishlar va ba'zi elementlarning atrof-muhit bilan

bog'lanishlari (tizimning kirish obyekti sifatida va chiqishlari) ko'rsatiladi.

Natijada shunday sxema hosil bo'ldiki, unda faqat elementlar orasidagi va bog'lanishlar orasidagi farqlar belgilanadi. Bunday sxema *graf* deb nomlanadi. Demak, graf *cho'qqi* deb ataladigan istalgan tabiatli elementlar belgilanishlardan va *qobirg'a* (ba'zan yoy) deb ataluvchi ular orasidagi bog'lanishlar belgilanishlaridan tarkib topadi.

Tizimlar va tabiiy obyektlar. Tizim tushunchasini umumiyalashtirish. Sun'iy va tabiiy tizimlar. Tizimning asosiy belgilaridan biri strukturaliligi, uning elementlari orasidaga aloqalarni maqsadli bo'lishi. Agar inson tomonidan tuzilgan tizim to'g'risida gap borsa, tizimlarning murakkab sovellari ko'ndalang bo'ladi, qachonki tabiat obyektini real strukturasiga duch kelinganda. Kristallarni to'g'ri o'sishi qanday chiroyli! Quyosh tizimi qanday to'g'ri! Tirik organizmlar qanday maqsadli tuzilgan! Bular tizim belgilarini yaqqol ko'rsatuvchi alomatlar. Bu holda tizimni birinchi ta'rifiga qaytib o'z oldimizga savol qo'yamiz! Qanday maqsadlarga erishish uchun bu sistemani ishlashi yo'naltirilgan va agar bunday maqsadlar mavjud bo'lsa, uni kim tomonidan qo'yilgan? Bu nuqtayi nazarni ketma-ket tushunishga harakat qilamiz. Birinchidan birinchi va ikkinchi tizim ta'riflarni e'tirof etamiz, ikkinchidan atrof-muhit strukturalangan obyektlardan iborat. O'zaro bog'langan qismlariga ega. Bundan kelib chiqadiki, har qanday tizim – bu obyekt, ammo har qanday obyekt tizim bo'lavermaydi. Masalan, o'rmon – bu obyekt, uning xususiyatida aniq maqsadlar uchun foydalanguniga qadar. Masalan, shu o'rmon qismiga shahar qurilsa, o'rmonni qolgan qismi shaharsozlar tomonidan qoldirilgan bo'lib shahar tizimiga kiritiladi. Bundan kelib chiqadiki, obyektlarni strukturalash tizimni shakllantirish maqsadida, qilinadigan obyektlarni «tizimli emas» sifatida qaraladi. Ma'lum va ma'lum bo'lmagan xususiyatlariga ko'ra «tizimli emas» sifatida qaraladi. Lekin bundan faqat shunday bo'ladi degan xulosa kelib chiqmaydi. Ma'lumki, agar maqsad ma'lum bo'lmasa, erishishga xizmat qiluvchi tizim, bu qaralayotgan obyekt tizimli emas deganini bildirmaydi.

Shunday qilib, tizimni umumlashtirishga birinchi qadam tashlaymiz: ishonchimiz komilki, tizimlar bizga noma'lum maqsadi yoki tashkil qilingan holda bo'lishi mumkinligini ifodalaydi. U holda bunday tizimlarni o'rganish masalasi paydo bo'ladi va o'z-o'zidan ma'lumki izlanishlar usuli va yondashuvlar oddiy obyektlardan farq qiladi: avvalom bor qaralayotgan obyektни o'rganish tizim sifatida uning maqsadini yoki harakat usulini aniqlash zarur. Tizimni tadqiq etish uchun maxsus usullarini qurish butun tizimlashni asosiy masalasidir. Bunday usullarni ba'zi birlari mavjud, ba'zilari endi tadqiqot qilinmoqda ba'zilarni esa tadqiqotini kutmoqda. Shunday usullardan ba'zilari mavjud ekan, insonga bog'liq bo'lmagan murakkab obyektlarni o'rganish uchun qo'llashimiz mumkin emasmi? Masalan, o'simlikni tizim sifatida o'rganish, asab yoki odamni yurak-qon tomiri faoliyatini yoki burg'alash (neft va gaz sohasida) yoki neft va gaz sohasini barcha jarayonlarini tizim orqali tadqiqot etish masalalari.

Bemalol aytish mumkinki, hozirdanoq murakkab tizim bo'lmasada, uni bilish mumkin emas deymiz, ammo shunga qaramasdan u to'g'risida biz fikr yuritamiz. Agar shunday yondashuv foydali bo'lsa u holda undan voz kechish xato bo'ladi. Shunday qilib ikkinchi qadamimiz – sun'iy (inson tomonidan qurilgan) va ta'biy (inson qo'lisiz tabiat hosil qilgan) tizimlar mavjudligini tan olish. Bunday qadamni foydali tomonini quyidagi fanlarning vujudga kelishida ko'ramiz: bionika, biokibernetika, neyrokibernetika. Endi biz maqsadni shunday kengaytirishimiz mumkinki, u oldingi sun'iy tizim maqsad tushunchasi bilan tabiiy tizim maqsadini aniqlasin va ularning farqi hamda umumiyligini ko'rsatsin. Sun'iy tizimni maqsadi qanoatlantiruvchi natijani ideal obrazi sifatida aniqlanganligi bunday ideal tizimni keyingi holatini va uni o'rgan muhitini aniqlashini subyektiv maqsad deyish tabiiy hol. Faraz qilaylik subyektiv maqsadni amalga oshirish muddati o'tdi, shunda tizim va o'rab turgan muhit uni amalga oshirish holatida bo'lib qoladi, bunday holatga tizim obyektiv bo'ladi. O'tgan momentga nisbatan natija endi rejalashtirilishi tizimni obyektiv maqsadi deyish mumkin. Mana shunda umumlashtirish mumkin: endi biz subyektiv va obyektiv tizim maqsadini qarashimiz

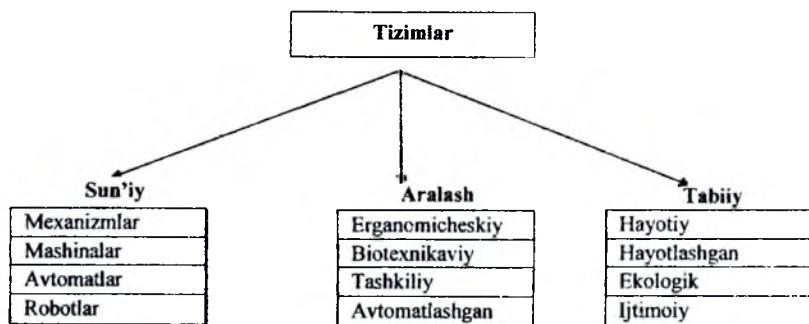
mumkin, Ya'ni inson tomonidan qo'yilgan va qaysiki tabiat amalga oshiradigan tizimni. Shunday qilib, biz har qanday obyekt tizim sifatida qarash mumkin, faqat ma'lum nisbat nuqtayi nazarda ya'ni maqsadga nisbatan.

2.5. Tizmlarning turli tasniflari.

Katta murakkab tizimlar haqida tushuncha

Tizimlarni taqqoslash va ularni farqlash ba'zilarini bir xilligini, boshqalarni har xilligini ajratish bilan biz tizimlarni turli tasniflangan tushunchasini kiritamiz va uni ifodalaymiz. Masalan, oldingi mavzularda tabiiy va sun'iy tizimlarni kiritgan edik. Shuni ta'kidlash lozimki, tasniflash – bu faqat tabiiyni modelidir. Shuning uchun tasniflashni absolyutlashtirishmaslik kerak: tabiiy hamma vaqt har qanday modeldan murakkab. Masalan, biz tasnifni kiritish bilan mumkin bo'lgan barcha tizim turlaridan xoli bo'lamizmi? Masalan, «baliqchilik xo'jaligi» tizimiga bog'liq ovlash akvatoriyasi (hududi) kirmaydi deya olamizmi, chavandozni otsiz chavandoz olamizmi? Tabiiyki o'z-o'zidan tabiiy va sun'iy tizimlarni tizim osti «aralashgan tizimlar» sinfini kiritish talab qilinadi. Bunday tasniflash esa «kengaytirish» – tushunchasini kiritadi. Umuman, kengaytirish tasnifi uni qurishda alohida ahamiyat berishni talab qiladi. Ba'zi hollarda kengaytirish tasnifini kiritish o'rinli, ba'zi hollarda o'rinli emas, ba'zi hollarda esa bizning ishonchimiz bilimsizlik oqibatidir. Bu esa har qanday tasnifni modelliligini, shartli ekanligini bir ko'rinishidir.

Tizim tasnifi uning kelib chiqishi bir sinf ichida chegaralanishni zaruriyati tug'iladi uning umumiy holat shaklidan chiqmagan holda. Shu asnodan sinf osti paydo bo'ladi, u ko'p tarmoqli ierarxik tasniflarga olib keladi. Zarurat tug'ilganda bunday tasniflarni yuqori tarmoqlarga ta'sir qilmagan holda davom ettirish mumkin bo'ladi. Quyidagi rasmda tabiiy holatidan kelib chiqib ikki tarmoqli tizim tasnifi keltirilgan.

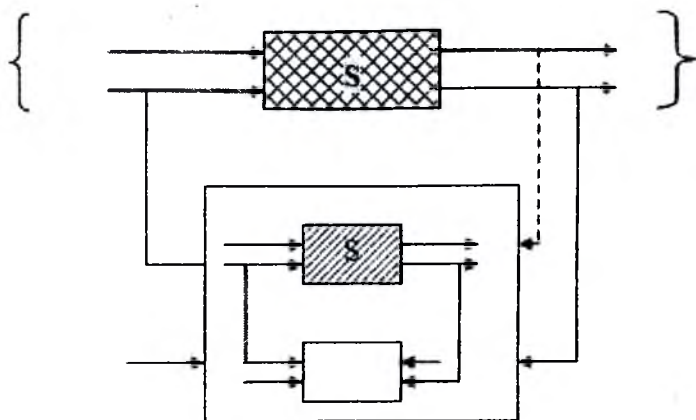


Agar birinchi tarmoqda kengaytirilgan tasniflari mantiqiy bo'lsa, u holda ikkinchi tarmoqqa zarurat yo'q.

Qator iqtisodiy, meteorologik, tashkiliy-boshqaruv, nerofiziologik va boshqa tizimlarni modellash shunga o'xshash masalalarga keltiriladi. O'lchamlar tufayli ularni modellash qiyin bo'lgan tizimlar katta deb ataladi. Katta tizimlarni kichik tizimlar razryadiga o'tkazishning ikki usuli mavjud: Quvvatliroq hisoblash vositalari ishlab chiqiladi yoki agar tizim tabiati bunga imkon bersa, katta o'lchamli masala kichik o'lchamli o'zaro bog'langan masalalarga dekompozitsiya qilinadi.

Sun'iy tizimlarni bo'lish yuqorida qurilgan mulohazalarga mos tushadi: bu tarmoqda kengaytirilmasligi u sun'iy intellekt tizimni rivojlanishi tugallanmaganligi bilan bog'liq. Aralash tizim sinf ostilariga misol sifatida ergonika tizimlarni (mashina komplekslari – operator inson), biotexnik (tizimlariga tirik organizmlar va texnik qurilmalar) va tashkiliy tizimlar (insonlar jamoasidan tashkil topgan ular zaruriy ashyolar bilan ta'minlangan).

O'z-o'zidan ko'rinadiki, rasmdan tabiiy tizim tasnifi kengaytirilmaganligi. Masalan, viruslarni hayotiy yoki hayotiy bo'lmagan tizimlarga kiritish masalasi tugal hal qilinmagan. Qurilayotgan modelda model maqsadi, xarakteri ta'kidlangan. Tasniflar ham bundan mustasno emas: yangi maqsad, yangi tizimlar farqini hisobga olish va yangi tasniflar. Tizimni tasniflarini tartiblash uchun tizimlarni umumiy funksional tuzulmasidan foydalanamiz. U boshqaruvga tegishli S tizimni va tizim boshqaruvchisini, bu boshqaruv asosida ishlaydiganini alohida ajratamiz.



S

U boshqaruv ishlab chiqarishni boshqarish uchun uni natijasini talab qiladi, ya'ni model holati zarur bu model yordamida boshqaruv tizimni aniqlaydi, tizimga qanday boshqaruvni kiritishni, u boshqaruvni aniqlash usuli va uni amalga oshirish hamda boshqarish natijasi ham kam bo'lmagan tizim to'g'risida nima ma'lum va nima hisobga olinadi boshqaruv amaliyotida, qay darajada bu model tabiiy tizimga mos kelishi aniqlanadi, bu mos kelishishni har xil holatlarini kuzatib, tizimni har xil tasniflarini qurish mumkin.

2.6. Mahsulot sifatini boshqarishda tizimiy yondashuvni qo'llash

Asbobsozlik korxonalarida mahsulot sifatini boshqarishda tizimiy yondashuv – bu evolutsiyon shakl va sifat bo'yicha ishlash natijasi bo'lib, ishini yakka tartibda tashkil qilishdan sifat bo'yicha ishini tizimiy tashkil qilishni qo'llash bilan tugallashdir.

Chet ellarda tizimiy tashkiliy ishlarni o'ziga xos tomonlari bilan tan olingan tasniflari: (nosozsiz) defeksiz mahsulotni ishlab chiqarish tizimi va uni texnik nazorat bo'limiga topshirish (TNB) va buyurtmachiga birinchi qatorida ko'rsatish, mukammal HOITQ (sifatli, ishonchli, birinchi xomashyo), bir qator loyiha-

konstruktorlik tashkilotlarda ishlab chiqilgan MKITI tizimlar (motoresurslarni ko'paytirish bo'yicha ilmiy tashkiliy ishlar) va oxiri mahsulot sifatini boshqarishni tizimiy majmuasi (MSBTM).

Seriyali ishlab chiqarishni barqaror ta'minlashga qaratilgan tajriba-konstruktorlik byuro – razrabotchik va zavod orasidagi doimiy o'zaro aloqalarni MKITI tizimini nazarda tutadi.

Asosiy masala – ishlab chiqarish jarayonida nosozliklarni (defektlar) aniqlash va bartaraf qilish hamda yangi Mahsulot turlarini muntazam ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish jarayonidagi kamchiliklarni bartaraf qilishdir. U quyidagilar:

- mahsulotni tayyorlashda, konstruktorlik va tadqiqot ishlarni chuqur va mukammal olib borish;

- mahsulot ishlab chiqarish bo'g'inlarni va asboblarni uzoq muddatga ishlashga hamda ishonchlilikka tez va maxsus tajriba o'tkazish;

- ko'rgazmali usulni, model va matematik modellashirishni keng qo'llash ekspluatatsiya qilishga yaqin sharoitlarda uning bo'g'in va asboblarni sinovdan o'tkazish;

- seriyali ishlab chiqarishni yo'lga qo'yishda texnologik tayyorgarlik ishlarni to'liq amalga oshirish.

«Tizim» ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi sifatni boshqarish tizimini ishlab chiqqan va sinovdan o'tgan. Unda tashkiliy ishlar sifat bo'yicha funksiyasini shakllantirish asosi va sifatni boshqarish masalasi hamda korxonani boshqarish bo'g'inlarida mukammal va asosli taqsimotni amalga oshirish ko'zda tutiladi.

Tizimiylikni asosiy maqsadi quyidagilar:

Ishlab chiqarilayotgan sifatli mahsulot yuqori darajada o'sishga va turg'unlikka erishishni ta'minlash. U quyidagicha erishiladi:

1. Yangi yuqori sifatli mahsulot turlarini yaratish va joriy qilish.

2. Yangi mahsulotni o'z vaqtida ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish.

3. Sifati yo'qolgan, texnologiyasi eskirgan mahsulotni ishlab chiqarishdan chiqarish.

4. Ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifat darajasini oshirishda mukammallashtirish va texnologik jarayonni yaxshilash (modernizatsiyalash) dan iborat.

Funksiyalar va masalalar, usullar va qo'llashlar ularni amalga oshirish korxonani standart majmuasiga kiritilgan bo'ladi (KSM). KSM ga kiritilgan funksiya va masalalar quyidagilar:

1. Mahsulot sifatini oshirishni rejalashtirish.
2. Mahsulot sifatini, texnik holatini bashorat qilishga talab.
3. Mahsulot sifatiga normadagi talab.
4. Mahsulotlarni attestatsiyadan o'tkazish.
5. Ishlab chiqarishni texnologik jarayonga tayyorlashni tashkil etish.
6. Texnik-material ta'minotini tashkil etish.
7. Mutaxassislarni maxsus tayyorlash va o'qitish.
8. Sifatni nazorat qilish va mahsulotni sinovdan o'tkazish.
9. Joriy qilish va standartga rioya etish, texnik sharoitni va o'lchov asbob-uskunalarini holatini kuzatib turish.
10. Mahsulot sifatini boshqarish qonunlarini ta'minlash.
11. Mahsulot sifatini boshqarish tizimlarni axborot ta'minoti.

Baholab bo'lmaydigan qiymatga ega bo'lgan tizimlar majmuasi va tizimiy yondashuv asosida mahsulot sifatini boshqarish tashkiliy proyektlash katta ahamiyatga ega va ega bo'lib qoladi.

Asosiy kamchiliklardan biri MSB mexanizmda oluvchilar ham e'tiborga olinmagani, turg'un ko'rsatkichli raqobatbardosh yuqori darajadagi sifatli mahsulot ishlab chiqarishga mo'ljallanganligi.

Alohida qiymatga ega yana bir tizimiylikni loyiha hujjati borki – mahsulot sifatini oshirish reja majmuasi («sifat» dasturi) borki, katta ahamiyatga ega.

Mahsulot sifatini tizimiy boshqarish majmuasi va javobgarlikni (MSTBM) tashkiliy struktura taqsimotni talab va ularni amalga oshirish usulini hamda zaruriy resurslar bilan ta'minlashni o'z ichiga oladi.

MSTBKM korxonani boshqarishdagi tizimlarni asosiy qismi hisoblanadi va bir vaqtda korxonani boshqa turdagi harakatlar bilan kelishilgan holda o'zaro birgalikda harakatlanadi.

O'zaro aloqa besh bosqichda amalga oshiriladi:

1. Mahsulot sifatini boshqarish (MSB) bo'yicha ishni tashkil qilish korxona rahbariyati bosqichida.

2. Mahsulot sifatini boshqarish (MSB) bo'yicha ishni tashkil qilish bosh mutaxassislar bosqichida, Mahsulot sifatini ta'minlovchi majmua dasturi bilan ta'minlash masalasi.

3. MSB (Mahsulot sifatini boshqarish) bo'yicha ishni tashkil qilish, sexlar va bo'limlar bosqichida, o'z bo'limlarida MSB ni amalga oshirish.

4. MSB bo'yicha ishni byuro, brigada, uchastka boshliqlar bosqichida tashkil etish, qaysiki nosozsiz mahsulot ishlab chiqarishni ta'minlash, sifat bo'yicha ishlovchilar nazorati.

5. To'g'ridan-to'g'ri yuqori sifatli Mahsulot ijrochilari o'z ishini tashkil etish jarayonida ish faoliyatni normativ-texnik talablarga to'liq rioya qilgan holda, yuqori darajadagi sifatli mahsulotga erishishni ta'minlashga qaratilishi kerak.

MSB tizim shunday funksional ishlashi kerakki buyurtmachi yoki mahsulotdan foydalanuvchi ishonch hosil qilish kerak:

1. Uning talabi, shu mahsulotga nisbatan to'liq qanoatlan-tirilganligi.

2. Kelib chiqadigan muammolar nafaqat yo'qotilishi, balki sifatli ishlash jarayonida asbobni boshqa kamchiliklari kelib chiqmasligiga.

3. Vatanimiz va chet ellardagi olimlar tomonidan erishilgan yutuqlar va to'plangan tajriba asosida doimo yangilangan ish, o'sib borayotgan talabni qanoatlantirishiga.

MSB TM tashkiliy qurilmasiga ahamiyat bersak quyidagilar ahamiyatga ega:

– yuqoridagi talablarni qo'llash doimiy harakatdagi texnik tashkiliy, mahsulotni ishlab chiqarish jarayonida va ishlatishda zaruriy sifat darajasini ta'minlash iqtisodiy taraddudlar asosida amalga oshiriladi;

– tajriba va ishlatilish jarayonida mahsulot sifati buzilsa, uni bartaraf etish tezkor texnik tashkiliy ishlar sifat bo'yicha kengash tomonidan amalga oshiriladi.

MSB tizimda boshqarish obyekti sifatida shart va faktorlardan iborat, ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini ta'minlashga ta'sir etuvchi. Bularga quyidagilar kiradi:

- konstruktor, texnika, texnik-normativ hujjatlarni holati;
- jihozlar sifati, asboblari, o'lash moslamalari, nazorat;
- xomashyo sifati, materiallar yarim tayyor mahsulotlar olingan komplektlashtiruvchi moslamalar;
- sifatli tashkil etish va korxonani sifatli boshqarish;
- ishlab chiqarish jarayonini sifatli va bir me'yorda ishlashi;
- xo'jalik mexanizmi va uning elementlari;
- xodimlarni sifatli boshqarilishi.

Kamchiliklar orasidan MSTBM ga xos kamchiliklarga quyidagilarni keltirish mumkin:

- mahsulot sifatini yuzaki tahlil qilish va MSTBM funksiyalarga ham shunday muomalada bo'lishli sifatni boshqarish prinsiplariga e'tiborsizlik;
- korxonani yuqori sifatli mahsulot bilan yetarli ta'minlanganligi;
- mahsulot sifatiga ta'sir etuvchi shart-sharoitlar va faktorlarni boshqarishni to'liq inobatga olinmaganligi;
- MSB tizimi boshqa boshqaruv tizimlar bilan to'liq bog'lanmaganligi;
- MSB tizimlarda mahsulot sifatini ta'minlovchi xodimlar roli va ahamiyati yetarli darajada ajratilmaganligi;
- korxona yetarli darajada texnik-materiallar, texnologik va meteriologik ta'minotni ta'minlanmaganligi.

Asosiy kamchiliklardan biri MSB mexanizmida oluvchilar ham e'tiborga olinmagani, turg'un ko'rsatkichli raqobat bardosh yuqori darajadagi sifatli mahsulot ishlab chiqarishga mo'ljallanmaganligi.

Tajriba shuni ko'rsatmoqdaki, shunday turdagi tizimlar yordamida boshqarishda iqtisodiy usullarni keng qo'llash natijasida mahsulot sifatini boshqarish (MSB) ni effektiv mexanizmini yaratish mumkin.

Mashqlar:

Jismoniy mehnatning zamonaviy mexanizatsiyalashtirilishiga misollar keltiring.

1. Mehnatni avtomatlashtirilishiga misollar keltiring.
2. Avtomat faqatgina o'zi mo'ljallangan sharoitlardagina muvaffaqiyatli ishlay olishini isbotlovchi misollar keltiring.
3. Avtomatlashtirib bo'lmaydigan faoliyatga misollar keltiring va fikringizni asoslang.

Nazorat savollari:

1. Modellash tirilayotgan obyektlar o'rniga ularning qanday modellaridan foydalanishga bizni nima majbur etadi?

2. Modelni qaysi ma'noda fikrlash dunyoni «ko'radigan» «deraza» deyish mumkin?

3. Barcha maqsadga yo'naltirilgan faoliyatda modellar qanday funksiyalarni bajaradilar? Bunday faoliyatni modellash tirishsiz amalga oshirish mumkinmi?

4. Mavjud va pragmatik modellar o'rtasidagi bosh farq nimada?

5. Modelni qurish uchun inson qanday qurilmalarga ega?

3. YECHIMLAR QABUL QILISH USULLARI

3.1. Kriteriya tilining asosiy tushunchalari. Ko'p kriteriyali masalani bir kriteriyaliga keltirish

Tanlovni ifodalash misollaridan ko'rinadiki, bir hodisani turli tillarda turlicha ifodalash mumkin. Hozirgi paytga kelib tanlovni ifodalashning uch asosiy tili mavjud.

Ularning eng soddasi kriteriyali til.

Bunday nomlanish har bir alohida olingan muqobil aniq bir son (kriteriy qiymati) bilan baholash mumkin va muqobillarni taqqoslash ularni mos sonlar bilan taqqoslashga keltiriladi, degan asosiy tushunchaga ega bo'lamiz.

Faraz qilaylik – $x \in X$ to'plamidan olingan muqobil bo'lsin. Barcha $x \in X$ uchun $q(x)$ funksiya berilgan bo'lib, u kriteriyalar (sifat kriteriyasi, maqsad funksiya, ustunlik funksiyasi, foydalilik funksiyasi va h.k) deb atalib, quyidagi muqobil x_1 x_2 dan ustunroq (yaxshiroq xususiyatga ega) $x_1 > x_2$ deb belgilaymiz, u holda $q(x_1) > q(x_2)$ teskarisi ham bo'lishi mumkin.

Endi agar yana bir muhim holatini faraz qilsak, ya'ni ixtiyoriy alternativni tanlash bu bir qiymatli aniq holatga olib kelsa va berilgan $q(x)$ kriteriy bu holatni sonli bahosini ifodalasa, u holda eng yaxshiroq muqobil x^* bo'lib, albatta kriteriyani eng katta qiymatiga ega muqobil hisoblanadi, ya'ni

$$x^* = \arg \max_{x \in X} q(x)$$

x^* ni qidirish masalasi qo'yilishi bo'yicha soddaligiga qaramay, yechishga kelganda ko'pincha murakkab bo'ladi, chunki uni yechish usuli x to'plamning xarakteri (x vektorning o'lchami va X to'plamning turi – u tugallanganligi, noaniqliligi) va kriteriy xarakteri ($q(x)$ funksiyami yoki funksionalmi) bilan aniqlanadi.

Eng yaxshi muqobilni topish qiyinchiligi, amaliyotda ixtiyoriy variantni bitta son bilan baholash ko'pincha mumkin bo'lmashligi bilan izohlanadi.

Alternativlarni to'liq qarab chiqish ularni bitta emas, bir necha sifat jihatidan turlicha bo'lgan kriteriyalar bo'yicha baholash zaruriyatiga olib keladi. Masalan, samolyot konstruksiyasini tanlashda loyihachilarga quyidagi kriteriyalar to'plamini hisobga olishlariga to'g'ri keladi: texnik (balandlik, tezlik, boshqaruvchanlik, uchish davomiyligi va h.k.), texnologik (kelgusida samolyotlarning seriyali tayyorlanish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan), iqtisodiy (ishlab chiqarish xarajatlarini aniqlovchi, foydalanish va mashinalarga xizmat ko'rsatish xarajatlarini aniqlovchi, ularning raqobat qobiliyati), ijtimoiy (xususiy holda, shovqin darajasi, atmosferaning ifloslanishi), ergonomik (ekipaj ish sharoiti, yo'lovchilar uchun qulayliklar darajasi) va boshqalar.

Demak, alternativlarni baholash uchun bir necha kriteriyalardan foydalaniladi:

$$q_i(x), i = 1, 2, \dots, r \quad (1)$$

Nazariy jihatdan tasavvur qilishimiz mumkinki, X to'plamda barcha r kriteriyalarni eng yaxshi qiymatiga ega bo'lgan bitta alternativa mavjud desak, ana shu alternativa eng yaxshi deb hisoblanadi.

Lekin, amaliyotda bunday hollar uchramaydi hisobi va shuning uchun savol tug'iladi, u holda qanday yechim qabul qilish kerak.

Buning uchun ko'p kriteriyali masalani bir kriteriyali masalaga keltirish talab etiladi.

Ko'p kriteriyali masalani bir kriteriyaliga keltirish. Ko'p kriteriyali masalalarni yechishning eng keng tarqalgan usullarini qarab chiqamiz.

Birinchi usul – bu ko'p kriteriyali masalani bir kriteriyali masalaga keltirishdir. Bu super kriteriya kiritishni bildiradi. Ya'ni qandaydir argumentning skalyar funksiyasini kiritish demakdir.

$$q_0(x) = q_0(q_1(x), q_2(x), \dots, q_r(x)) \quad (2)$$

Super kriteriya alternativlarni q_0 o'lovchilari bo'yicha tartibga solishni amalga oshiradi va shu yo'l bilan eng yaxshi alternativni ajratadi.

q_0 funksiyaning ko'rinishi har bir kriteriyani super kriteriyaga nisbatan hissasini aniqlaydi, ko'pincha additiv yoki multiplikativ funksiyalardan foydalaniladi.

$$q_0 = \sum_{i=1}^p \frac{\alpha_i q_i}{S_i} \quad (3)$$

$$1 - q_0 = \prod_{i=1}^p \left(1 - \frac{\beta_i q_i}{S_i}\right) \quad (4)$$

S_i koeffitsiyentlar birinchidan q_i/s_i sonning o'lchovsizligini ta'minlaydi. (xususiy kriteriyalar turli o'lchamga ega bo'lishlari mumkin, u holda ular ustidagi ba'zi bir arifmetik amallar, masalan, qo'shish amali ma'noga ega emas.) ikkinchidan zarur hollarda (4) formulada $\frac{\beta_i q_i}{S_i} \leq 1$, bajarilishi talab qilinadi.

α_i va β_i koeffitsiyentlar xususiy kriteriyalarni super kriteriyaga nisbatan hissasini ifodalaydi.

Shunday qilib, berilgan holda masala super kriteriyani maksimallashtirishga keltiriladi.

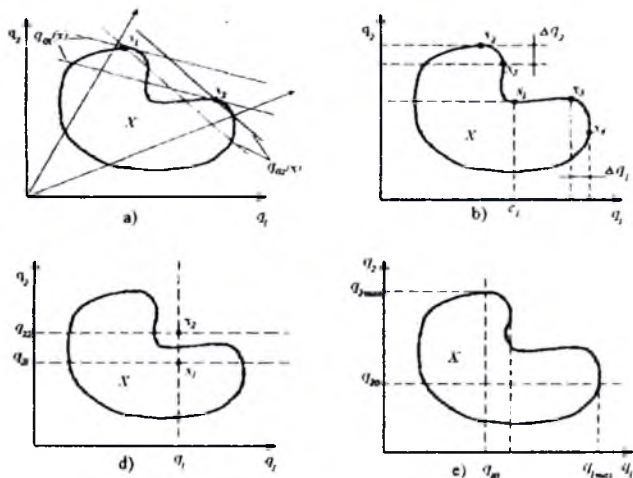
$$x^* = \operatorname{argmax}_{x \in X} q_0(q_1(x), \dots, q_p(x)), q_i(x) = c_i, i = 1 \dots p \quad (5)$$

Bir necha kriteriyalarni bir kriteriyaga keltirishning ustunligi bilan bir qatorda qiyinchilik va kamchiliklari ham mavjuddir. Ularni bu usulni ishlatishda hisobga olishga to'g'ri keladi.

Ko'p o'lovchil fazoda nuqtalarni tartibga solish bir qiymatli bo'lmazligi ko'riladi bu holda tartibga soluvchi funksiyaning ko'rinishi bilan to'liq aniqlanadi. Super kriteriy bu yerda tartibga soluvchi funksiyaning rolini o'ynaydi va uning kichik o'zgarishi alternativni avvalgi qiymatidan juda katta farq qilishiga olib kelishi mumkin. 2 a) rasmda (3) chiziqli tartibga soluvchi funksiyaning koeffitsiyentlarining oddiy o'zgarishida eng yaxshi alternativ

tanlovi qanday o'zgarishi ko'rinib turibdi. Bu esa quyidagi to'g'ri chiziqlarni mos ravishda o'zgarishida o'z ifodasini topadi.

$$q_{01}(x_1^*) > q_{01}(x_2^*) \text{ lekin, } q_{02}(x_1^*) < q_{02}(x_2^*) \quad (6)$$



2-rasm. Ko'p kriteriyali masalalarni yechish usullariga misollar.

a) xususiy kriteriyalilarni chiziqli kombinatsiyasi bo'lgan bitta «superkriteriy» bo'yicha optimallashtirish, b) yo'qotishlar usuli, d) yaqinlashuv darajasini berish usuli, e) alternativlarni Pareto to'plamini topish usuli.

Xususiy kriteriyalarning chiziqli kombinatsiyasi tartiblashgan quyidagi ma'noni beradi: «noldan qanchalik uzoqlashsa, shunchalik yaxshi».

2 a) rasmda super kriteriyaga mos q_{01} va q_{02} yo'nalishlar strelkalar bilan ifodalangan. Ko'p o'lchovli fazoda tartiblash g'oyasi ba'zi bir ballik tizimlarda variantlarni baholashga keltiriladi. Muqobilni topishning boshqa varianti berilgan yo'nalish bo'yicha noldan eng uzoqlashgani bu minimal kriteriyaning maksimallashtirishidir.

$$x = \arg \max_{x \in X} \left\{ \min \left[\frac{\alpha_i q_i(x)}{s_i} \right] \right\} \quad (7)$$

Bu $\frac{\alpha_i q_i}{s_i} = \text{const}$ yo'nalish atrofidagi «eng qoloq alternativani tortish» usulida qidirishni bildiradi. Bir necha kriteriyalarni bir kriteriyaga keltirish usulining kamchiliklari, ko'p kriteriyali masalalarni yechishning boshqa yo'llarini qidirishga majbur qiladi.

3.2. Shartli maksimum usuli. Berilgan xususiyatlarga ko'ra alternativni aniqlash. Pareto to'plamini topish

Endi bunday masalalarni yechishning ikkinchi usuli – shartli maksimallashtirish usulini ko'rib chiqamiz. Bu usuli avvalgi usuldan farqi shundaki, xususiy kriteriyalar ko'pincha o'zaro teng qiymatli bo'lmaydi, ya'ni biri ikkinchisiga nisbatan ma'qulroq bo'ladi. Bu g'oyaning asosiy ifodasi bosh kriteriyani tanlab olib, qolganlarini qo'shimcha kriteriyalar sifatida qaralishida ifodalaniladi. Kriteriyalarning bunday farqi tanlov masalasini asosiy kriteriyaning shartli ekstremumini topish masalasi kabi ifodalash imkonini beradi:

$$x^* = \arg \{ \max_{x \in X} q_1(x) / q_i(x) = c_i, \quad i=2,3, \dots, p \},$$

bu yerda, qo'shimcha kriteriyalar o'z darajasida qoladi.
2 b) rasmda quyidagi masalaning yechimi keltirilgan

$$x_1^* = \arg \{ \max_{x \in X} q_2(x) / q_1(x) = c_1 \}$$

Ba'zi bir masalalarda qo'shimcha kriteriyalarga chegaralari (7) formuladagi kabi keskin qo'yish zarur emas. Masalan, agar qo'shimcha kriteriya xarajat bahosini xarakterlasa, u holda xarajatni fikrlagandan ko'ra xarajatni yuqori darajasini olingani, ya'ni masalani quyidagi chegarali tengsizlik ko'rinishida ifodalash ma'qul:

$$x_1^* = \arg\{\max_{x \in X} q_1(x) / q_i(x) \leq c_i, \quad i=2,3, \dots, p\}$$

$$x_2^* = \arg\{\max_{x \in X} q_2(x) / q_1(x) \leq c_1\}$$

2 b) rasmda masalani yechimi keltirilgan. Masalani qo'yilishidagi kichik bir o'zgarish uni yechimda boshqa (tamoyillarga) yo boshqa usullarda yechishga olib keladi. Yuqoridagi ikki variantda ham asosiy va qo'shimcha kriteriyalar farqi juda kattaligi ko'rinadi. Yo'qotishlar usulida esa masala boshqacha qo'yiladi.

Faraz qilaylik kriteriyalar ular muhimligining kamayib borish tartibida joylashtirilgan bo'lsin. Ulardan birinchisini olamiz va bu kriteriy bo'yicha eng yaxshi alternativani topamiz. 2 b) rasmda bu x_2^* , agar eng muhim kriteriy q_2 hisoblansa va x_4^* agar eng muhim kriteriy q_1 hisoblansa; so'ngra Δq_1 yo'qotishni aniqlaymiz, ya'ni eng muhim kriteriyani erishgan qiymatini kamaytiriladigan o'lchovni aniqlaymiz. Bu «yo'qotish» hisobiga keyingi muhim kriteriyani qiymatini oshirish mumkin bo'lishi mumkin. 2 b) rasmda shu yo'l bilan olingan alternativalar x_3^* va x_5^* .

Berilgan xususiyatlarga ko'ra alternativni aniqlash. Ko'p kriteriyali tanlovni uchinchi usuli bu xususiy kriteriyalarni qiymati avvaldan ma'lum bo'lgan holga tegishli bu yerda masala shunday qo'yiladiki, shu berilgan xususiyatlarni qanoatlantiradigan alternativani topish kerak yoki bunday alternativa X to'plamda mavjud emasligini bilib, qo'yilgan maqsadga eng yaqin X to'plamdan alternativni topishga keltiriladi.

Bunday masalani yechish xususiyati (hisoblash jarayonining murakkabligi, yaqinlashuv tezligi, oxirgi aniqlik va h.k.) ko'p faktorlarga bog'liq. Yana hisoblash va sonli aspektlarni bir tomonga qo'yib turib, berilgan yo'nalishning ba'zi bir tamoyili tomonlarini ko'rib chiqamiz.

qq_i kriteriyalarni kerakli qiymatlarini aniqlashda, yuqori yoki quyi chegaralarini berish imkoniyati eng qulay xususiyat hisoblanadi, qq_i o'lchovlarni belgilangan qiymatlarini yaqinlashuv darajasi deb aytiladi, ularni R o'lchovli kriteriyalar fazosida kesishish nuqtasini maqsad yoki tayanch nuqta, ideal nuqta deb

ataladi. Bu yerda yaqinlashuv darajasi xususiy kriteriyalar fazosidagi X to'plam strukturasi aniq bilmay turib beriladi, shuning uchun maqsad nuqtasi X to'plamni ichida ham tashqarisida ham bo'lishi mumkin (maqsadga erishildi yoki maqsadga erishilmadi, 1a-rasmda ikkala variant ham keltirilgan mos ravishda x_1^* va x_2^*).

Optimallashtirish g'oyasi quyidagicha: ixtiyoriy alternativadan boshlab x^* ga X to'plamda qandaydir trayektoriya bo'ylab yaqinlashamiz. Bunga esa navbatdagi x alternativa bilan x^* maqsad o'rtasida sonli o'lchov yaqinlashuvi kiritish bilan erishamiz. Ya'ni quyidagi vektorlar orasida

$$q(x) = (q_1(x), \dots, q_p(x)) \text{ va } qq = (qq_1, \dots, qq_p) \quad (8)$$

Bu yaqinlikni sonlar bilan turlicha ifodalash mumkin. Masalan, quyidagi oraliqdan foydalanamiz:

$$D_k(q, qq) = \left(\sum_{i=1}^p w_i [q_i(x) - q_i]^k \right)^{1/k} \quad (9)$$

yoki quyidagi oraliqdan foydalanamiz:

$$S(q, qq) = \min a_i (q_i - qq_i) + a_p + 1 \sum_{i=1}^p a_i (q_i = qq_i) \quad (10)$$

bu yerda, $q_i \geq qq_i$
 a_i – kasrlarni bir xil o'lchovga keltiradigan koeffitsiyent va bir vaqtning o'zida turli kriteriyalarni muhimligini hisobga oladi.
 a_{p+1} – bu ixtiyoriy xususiy kriteriyalarni maqsadga yaqinlashishini kamaytirish muhimligiga bo'lgan bizning munosabatimizni ifodalaydi yoki barcha kriteriyalarni maqsadli qiymatga yaqinligi yig'indisini ifodalaydi. Agar yaqinlashuv darajasini bir bo'lagini quyidan chegaralasak;

$$(q_i \geq qq_i, i=1, \dots, p)$$

bir bo'lagini yuqoridan chegaralasak,

$$q_i \leq qq_i, i=1, \dots, p^2)$$

Qolganlariga qat'iylik bersak;

$$q_i = qq_i, i=p^2+1, \dots, p)$$

u holda (10) quyidagi holga keladi

$$S(q_i qq_i) = \min Z(q, qq_i) + a_{p+1} \sum_{i=1}^p Z(q, qq_i) \quad (11)$$

$$1 \leq i \leq p_1$$

$$Z(q, qq_i) = \begin{cases} a_i(q_i - qq_i) \\ a_i(qq_i - q_i) \\ a_i \min[(q_i - qq_i), (qq_i - q_i)] \end{cases}$$

$$p_1+1 \leq i \leq p_2$$

Bundan tashqari yana boshqa yaqinliklar ham mavjud, lekin (9) va (11) funksiyalar uchun ularning matematik xususiyatlarini to'liq tekshiruvlari o'tkazilgan va bu funksiyalarni yaqinlashuv jarayonini ta'minlash uchun muhim, ya'ni shu orqali x^* ga yaqin qiymat ta'minlanadi.

Paretto to'plamini topish. Ko'p kriteriyali tanlovning to'rtinchi usuli Paretto to'plamini aniqlash bo'lib, bu yagona «eng yaxshi» alternativni ajratishdan voz kechgan holda, bir alternativaning ikkinchi alternativdan barcha kriteriyalar bo'yicha ustunligini, agar birinchisi barcha kriteriyalar bo'yicha ikkinchisidan yaxshi bo'lsa aytish mumkin. Agar hatto bir kriteriy bo'yicha farq bo'lsa, u holda bunday alternativlar taqqoslab bo'lmaydigan deb ataladi. Alternativlarni juft-juft solishtirish natijasida barcha kriteriyalar bo'yicha nisbatan yomonroq alternativlar tashlab yuboriladi, qolganlardan o'zaro taqqoslab bo'lmaydigan alternativlar qabul qilinadi. Agar barcha xususiy kriteriyalarni maksimal erishgan qiymatlari bitta alternativga

tegishli bo'lmasa, u holda qabul qilingan alternativalar Pareto to'plamini tashkil qiladi va tanlov shu bilan yakunlanadi. 2 g-rasmda qalin chiziq bilan qaralayotgan misolda Pareto to'plami ko'rsatilgan.

Yagona alternativa qabul qilish zaruriyati tug'lsa, u holda qo'shimcha izlanishlar olib borilishi kerak. Yangi, qo'shimcha kriteriyalar va chegaralar kiritish yoki ekspertlar xizmatidan foydalanish.

O'zaro farqli bo'lgan bir necha kriteriyalarda ko'pgina kriteriyalarni hisobga olish kerak bo'ladi, masalan, samolyot konfiguratsiyasini tanlashda loyihachilarga quyidagi kriteriyalarni hisobga olishga to'g'ri keladi.

Texnik (balandlik, tezlik, yuk ko'tarish, uchun uzunligi va h.k.) texnologik (samolyotlarni kelgusida seriyali ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan) iqtisodiy (mashinalarni ishlab chiqarish ekspluatatsiyasi va xizmat ko'rsatish xarajatlari, ularni raqobatbardorligi), sotsial (shovqin darajasi, atmosferaning ifloslanishi), ergonologik (ekipaj ish sharoiti, to'lovchilar uchun qulayliklar) va h.k.

Demak, alternativlarni baholash uchun bir nechta kriteriyalardan foydalanish $q_i(x)$, $i=1, \dots, p$ o'rinli. Nazariy jihatdan X to'plamda R kriteriyalar ichida eng yaxshi qiymatga ega bir alternativa bo'lishi mumkin deb tassavur qilishimiz mumkin, ana shu alternativa eng yaxshisi bo'ladi. Lekin tajribada bunday hodisalar uchramaydi hisob, unda shunday savol tug'iladi u holda tanlovni qanday amalga oshirish kerak bo'ladi? Tanlovni kriteriyali tilda ifodalaganda tanlov masalalari va ularni yechish usullari:

Tanlovning kriteriyali masalalari	
Bir kriteriyali	Ko'p kriteriyali

Turli muhimlikdagi faktorlar		Teng muhimlikdagi faktorlar	
Kriteriyalarni birlashtirish	Muhim kriteriy prioriteti	Yaqinlashuv darajasi yoki maqsad nuqtalari	Dominirlanmaydigan al'ternativlarni tanlash
Additiv	Shartli	Oraliqlarni	Pareto

	maksimallashtirish	minimallashtirish	to'plami
Maksmin	Qat'iy bo'lmagan chegaralar bilan optimallashtirish		
	Yo'qotishlar usuli		

Mashqlar:

1. Tanlov masalalarining to'liq graf daraxtini tuzing.
2. Qandaydir ko'p kriteriyali masalaga misol keltiring va uni yechish, qo'yilgan maqsadga erishish uchun qanday usul eng yaxshi ekanligini toping.

Nazorat savollari:

1. »Tanlov« - nima?
2. Tanlovni uch xil tilda ifodalanishidagi asosiy farqlar nimada?
3. Nima uchun ko'p kriteriyali tanlov masalalarining turlicha qo'yilishi umumiy holda turli yechimlarga olib keladi?
4. Qandaydir ko'p kriteriyali masalaga misol keltiring va uni yechish, qo'yilgan maqsadga erishish uchun qanday usul eng yaxshi ekanligini toping.
5. Tanlovning uch tilda: kriteriyali, binar munosabatlar va tanlov funksiyalari tilida ifodalanishidagi asosiy farqlar nimada?
6. Nima uchun ko'p kriteriyali masalalarning tanlovida masalalarni turlicha qo'yilishi umumiy holda turli yechimlarga olib keladi?

4. BINAR MUNOSABATLAR TILIDA TANLOVNI ANIQLASH

4.1. Binar munosabatlar tilining asosiy tushunchalari

Tanlov ifodalaniladigan ikkinchi umumiy til bu binar munosabatlar tilidir. Uning kriteriyali tilga nisbatan katta umumlashganligi shundaki, alohida olingan alternativani baholash ko'pincha qiyin yoki mumkin bo'lmaydi. Lekin uni alohida emas, balki boshqa alternativa juftligida qarasak, u holda ulardan qaysi biri ustunroq, ya'ni yaxshiroq ekanligini aytishga asos bo'ladi.

Shunday qilib, bu tilning asosiy farazlarini quyidagilarda keltiriladi:

1. Alohida olingan alternativa baholanmaydi, ya'ni kriteriyali funksiya kiritilmaydi.

2. Ixtiyoriy (x, y) alternativ juftligi uchun qandaydir yo'l bilan ulardan biri ikkinchisidan ustunroq yoki teng kuchli yoki solishtirib bo'lmaydigan ekanligini aniqlash mumkin, ya'ni alternativ baholanmaydi.

3. Ixtiyoriy alternativlar juftligi ustunlik munosabati tanlovga qolgan alternativlarga bog'liq emasligi.

Matematik nuqtayi nazardan X to'plamdagi R munosabat (x, y) tartibli juftliklarning aniqlangan to'plam sifatida e'tirof etiladi.

x, R, y belgilash qulay, agar x, y bilan R munosabatda bo'lsa va $yRx \Rightarrow xRy$ teskari holatda bo'ladi.

Barcha juftliklar to'plami to'liq (universal) binar munosabati deb ataladi.

Umumiy holda (x, y) juftliklarining barcha mumkin bo'lganlari R munosabatiga qo'yilgan shartlarni qanoatlantira oladi, binar munosabat to'liq binar munosabatning to'plamchasi bo'lib hisoblanadi, ya'ni munosabatni ifodalashda R munosabatni bajaradigan (x, y) juftliklarni ko'rsatish demakdir.

Binar munosabatlarni ifodalash yoki berilish usullari. Binar munosabatlarni berishning to'rtta turli usuli mavjud va har bir usul X to'plamning berilish xususiyatlarida ko'rinadi.

Birinchi usul bu juftliklarni ketma-ket sanab chiqish usulidir. Ko'rinib turibdiki, bu usulni X to'plam chekli bo'lganda qo'llash mumkin.

Ikkinchi usul R munosabatni chekli to'plamda matrisa berilishidir.

Bu holda barcha elementlar nomerlanadi va R munosabat matrisa elementlari bilan aniqlanadi.

$$a_{ij}(R) = \{ 1: x_i R x_j; 0: x_i \not R x_j \} \text{ barcha } i \text{ va } j \text{ lar uchun.}$$

Munosabatni bunday berilishini misoli sifatida turnir jadvalarini ko'rishimiz mumkin. Agar duranglarni, yutqiziqlarni ham nol bilan belgilasak, u holda matrisa quyidagi munosabatda ifodalanadi:

$$x_i - x_j \text{ ni yutadi.}$$

Uchinchi usul – munosabatni graflar yordamida berilishi. $G(R)$ grafning cho'qqilariga mos ravishda X to'plamning elementlari qo'yiladi va agar $x_i R x_j$ bo'lsa x_i cho'qqidan x_j cho'qqigacha chiziq o'tkaziladi, $x_i R x_j$ u holda chiziq bo'lmaydi.

Cheksiz to'plamlarda munosabatlarni aniqlash uchun to'rtinchi usuldan foydalaniladi – bu R munosabatni kesimlar bilan berishdir.

To'plam $R^+(x) = \{y \in X, (y, x) \in R\}$ R munosabatning yuqori kesimi deb ataladi, $R^-(x) = \{y \in X, (x, y) \in R\}$ esa pastki kesimi deb ataladi. Boshqacha aytganda, yuqori kesim – bu barcha $y \in X$ lar to'plami bo'lib berilgan $x \in X$ element bilan $y R x$ munosabatda bo'ladi, pastki kesim esa barcha $y \in X$ to'plami bo'lib, berilgan $x \in X$ element bilan R munosabatda bo'ladi.

Munosabat o'zining kesimlari bilan bir qiymatli aniqlanadi.

Misol 1. To'liq binar munosabat V berilgan, V ga barcha (x_i, x_j) , $x_i, x_j \in X$ juftliklar kiradi. Barcha i va j lar uchun $a_{ij}(V) = 1$.

$G(V)$ graf shundayki, uning qirralari ixtiyoriy cho'qqilar juftligini birlashtiradi. (Strelkalar ikki tomonga yo'naltirilgan, chunki $x_i V x_j$ va $x_j V x_i$, har bir cho'qqi tugunga ega $x_i V x_j$).

$R^+(x)=R^-(x)=x$ ixtiyoriy $x \in X$ uchun

Misol 2. Diagonal munosabat E matritsa

1) E ga faqat bir xil nomerli juftliklar kiradi, ya'ni $i=j$.

2) $a_{ij}(E=\{1: i=j; 0: i \neq j\})$

3) Graf $G(E)$ shundayki, uning har bir cho'qqisi tugunchaga ega, qolgan qirralari yo'q.

$R^+(x)=R^-(x)=x$ ixtiyoriy $x \in X$ uchun.

4.2. Ekvivalentlik, strukturasini va dominirlash munosabatlari

Tanlov nazariyasi uchun barcha binar munosabatlar ichida bir alternativni boshqa bir alternativ ustunligiga mos kelishi yoki ulardan ikkalasini ham taqqoslash mumkin emasligiga mos keladigan munosabatlar muhim ahamiyatga ega. Bu munosabatlarni ekvivalentlik, tartib va dominirlash munosabatlari orqali berish mumkin.

Ular ta'rif berish uchun munosabatlarning ba'zi bir xususiyatlarini keltirishimiz kerak bo'ladi. Binar munosabat R X to'plamda refleksiv deb ataladi, agar barcha $x \in X$ uchun va antirefleksiv $xRx \vee x \notin X$ (R munosabat faqat mos tushmaydigan elementlar uchun bajarilishi mumkin).

Simmetrik, agar $xRy \Rightarrow yRx, x, y \in X$.

Asimmetrik agar $xRy \Rightarrow y \notin X, x, y \in X$.

(asimmetrik munosabat R antirefleksiv).

Antisimmetrik, agar barcha $x, y \in X$ uchun ($xRy, yRx \Rightarrow x=y$)

Tranzitiv, agar barcha $x, y, z \in X (xRy, yRz) \Rightarrow xRz$ teskari tranzitiv, agar munosabat R tranzitiv, kuchli tranzitiv agar R munosabat bir vaqtda tranzitiv va teskari tranzitiv bo'lsa.

Endi tanlov nazariyasida foydalanadigan munosabatlarni ifodalashimiz mumkin.

R munosabat X to'plamda ekvivalentlik munosabatida deb ataladi (belgilanishi ~), agar u refleksiv, simmetrik va tranzitiv bo'lsa.

Ekvivalentlik munosabatlarga misol: «juft bo'lmoq», «3 ga bo'lingandan so'ng bir xil qoldiqqa ega bo'lish» - natural sonlar to'plamida, «sinf dosh bo'lmoq» - maktab o'quvchilari orasida; «o'xshash bo'lmoq» - ko'pburchaklilar to'plamida.

Ekvivalentlik munosabatlarini berilishi X to'plamni ekvivalent elementlarini kesishmaydigan sinflarga bo'lishga teng kuchli: $(X = \bigcup X_i, X_i \cap X_j = \emptyset, i \neq j)$ uchun $x \sim y$ shu holda shunday holdaki, $x, y \in X_i$ ya'ni, agar x va y ekvivalentlikning bitta sinfga tegishli bo'lsa.

Qat'iy bo'lmagan tartib munosabati deb (belgilanishi $\leq$) refleksiv, antisimmetrik va tranzitiv munosabatga aytiladi.

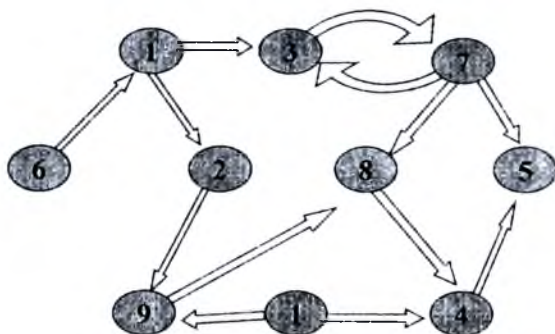
Qat'iy bo'lgan tartib munosabati deb (belgilanishi $\leq$) antirefleksiv, asimmetrik va tranzitiv munosabatga aytiladi.

Qat'iy bo'lmagan tartib munosabatni qat'iy bo'lmagan ($\leq$) va qat'iy bo'lgan ($<$) munosabatlar birlashmasi deb qarash mumkin: $<$ va $\sim$.

Dominirlash (bir-biridan ustunlik) munosabati deb antirefleksiv va asimmetrik munosabatlarga ega munosabatga aytiladi.

« x y » ni dominirlaydi deyimiz (belgilanishi $x \geq y$) qachonki x qandaydir ma'noda y dan ustunroq bo'lsa (qat'iy tartib dominirlashni xususiy holi bo'lib, unda yana tranzitivlik ham xos)

X to'plamining chekli holda ustunlik grafi yordamida eng yaxshi alternativani topish qulay. Bu grafda (3-rasm) strelkalar kuchsizroq alternativa tomonga yo'naltirilgan



3-rasm. Ustunlik grafiga misol.

Graf cho'qqilarini ko'rib chiqib (strelkalar faqatgina chiqayotgan alternativalar 6 va 10) dominirlanmagan yoki eng yaxshi alternativalarini topamiz.

Agar graf kuchli tranzitiv (yoki tranzitiv) strelkalar borligi bo'yicha yoki strelkalari yo'qligi bo'yicha va antirefleksiv (petlyasi yo'q), u holda ifodalayotgan tanlov bir kritirial tanlovga keltiriladi.

Graflarning boshqa turlari tanlovning boshqa holatlarini ifodalaydi.

Masalan, ko'p o'lchovli kriteriyali fazo E evklid fazosiga mos qo'yilsin. Bu fazoda binar munosabatlarni kiritilishi uning xususiyatlarini hisobga olishni talab qiladi. Xususiy holda invariant munosabatlar rol o'ynaydi, ko'chirishga nisbatan ular uchun ixtiyoriy nuqtadagi yuqori kesim, ixtiyoriy boshqa nuqtaga yuqori kesimni parallel ko'chirish bilan olinish mumkin. Invariant munosabatga misol bo'lib Pareto munosabati hisoblanadi.

Mashqlar:

1. Agar ustunlik grafi kuchli tranzitiv va antirefleksiv bo'lsa, u holda tanlov bir kriteriyali masalaga keltirilishini ko'rsating.

2. Binar munosabatlar tilining asosiy tushunchalari nimalardan iborat.

3. Binar munosabatlarning berilishining qanday usullari mavjud.

4. Ekvivalentlik, tartib va dominirlash munosabatlari deganda nima tushuniladi?

5. TIZIMLI TAHLILDA TANLOVNI ANIQLASH FUNKSIYALAR TILI

5.1. Tanlovni matematik funksiyasida obyekt tushunchasi. Tanlov funksiyalarida chegaralanishlar

Tanlovni ba'zi xususiyatlari uchinchi umumiyroq tilni qurishga olib keldi. Birinchidan, ko'pincha shunday holga duch kelinadiki, ikki alternativa orasidagi ustunlik qolgan boshqa alternativlarga bog'liq bo'ladi. Masalan, oluvchining choynak yoki kofe qaynatgich olishida savdoda kofemaydalagich bor yoki yo'qligini ahamiyati bo'lishi mumkin.

Ikkinchidan, shunday holatlarga duch kelish mumkinki, ustunlik tushunchasi umuman ma'nosini yo'qotishi mumkin. Masalan, alternativlar to'plamiga nisbatan, «tipik» tanlov, «o'rtacha» tanlov, «a'lorog'ini, originalini» tanlov deganda ikki alternativa holatida tanlov ma'nosini yo'qotadi.

Tanlov funksiyalari tili tanlovni X alternativalarini ixtiyoriy to'plami ustidagi amal sifatida ifodalaydi va bu to'plamga uning to'plamchasini mos qo'yadi, ya'ni

$$C(x) : C(x) \subseteq X$$

(Belgilash ingliz choise - tanlov so'zining birinchi harfi).

Tanlov funksiyasi to'plamlar to'plamida aks ettirilishi bo'lib (qachonki, tanlov uchun ixtiyoriy to'plamga taklif qilinishi mumkin, ya'ni $x_i \in X$) bir to'plamning boshqasiga elementlarsiz aks ettirilishi va to'plamlarning sanoq o'qiga aks ettirilmasligi o'ziga xos va hali to'liq o'rganilmagan matematik obyekt hisoblanadi. Tanlov funksiyasida aniqlangan talablarni qo'ygan holda, biz avvalgi variantlarda ko'rilgan masalalarni ham ifodalashimiz mumkin.

Yangi tilning bosh ustunligi tanlovning murakkab qoidalarini qurish imkoniyatiga egaligidir. Bunday imkoniyatni mumkin bo'lgan tanlov funksiyalari soni va n alternativli to'plamda ustunlik

graflarining mumkin bo'lgan soni turlichaligi, ya'ni ularni farqini ko'rsatadi.

Graflar soni, (bir qobiqni borligi yoki yo'qligi bilan farqlanadigan) 2^n ga teng. Agar tanlov uchun p alternativdan k ta taklif qilinsa, u holda tanlov funksiyasi soni 2^k ga teng. (har bir alternativ yoki $C(X_k)$ ga kirishi mumkin yoki yo'q). Shunday qilib, alternativlarni berish variantlarini mumkin bo'lgan soni C_n^k ga teng, u holda tanlov funksiyalarining umumiy soni

$$\prod_{k=1}^n (2^k)^{c_k} = 2^{n^{(2)}-1}$$

Ko'rinib turganidek, tanlov funksiyalarining turlichaligi ustunlik graflarining turlichaligidan anchagina ko'p. Undan tashqari, bu yerda tanlovdan voz kechish imkoniyati ham bor, ya'ni $C(X_i) = \emptyset$ bo'sh tanlov, bu ham tanlov qoidolari to'plamini kengaytiradi.

Tanlov funksiyalarida chegaralanishlar. Tanlov qoidolari sinflar orasidagi farqni turli chegaralar orqali ifodalash mumkin, tanlov funksiyalari shu chegaralarga bo'ysunadi. Shunday chegaralardan ba'zi birlarini keltiramiz.

(H) Nasldan-naslga o'tish aksiomasi:

$$X' \subseteq X \Rightarrow C(X') \supseteq C(X) \cap X'$$

Bu aksiomaning ma'nosi quyidagi talabda keltiriladi: X' to'plamchadagi tanlovga X' dagi barcha alternativlar kirishi kerak, ular yana X to'plamdagi tanlovga ham kiradi (4-rasm a).

(C) Rozilik aksiomasi.

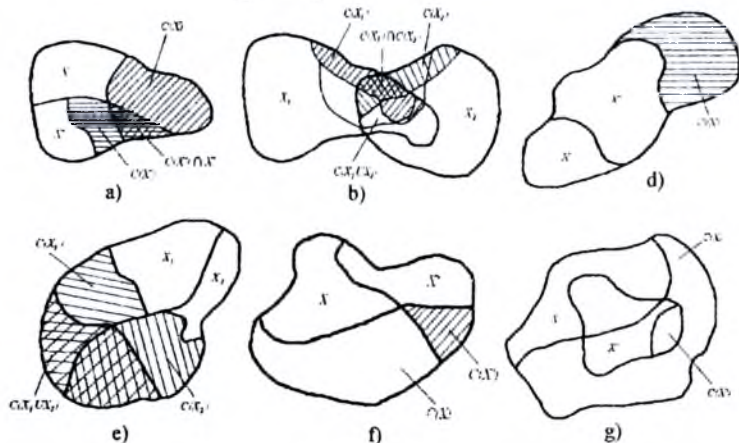
$$\cap_i C(X_i) \subseteq C(\cup X_i)$$

Bu tanlovda to'plamlarni birlashtirishda, albatta alternativalar ya'ni hamma to'plamlar uchun umumiy bo'lgan alternativlar kirishi kerak (4b-rasm).

Bu yerda tanlov funksiyalarining H va C aksiomalarga umumiy bo'ysinishi, binar munosabatlar tilida ifodilangan tanlovni beradi.

(O) Tashlab yuborish aksiomasi:

$$C(X) \subseteq X' \subseteq X \Rightarrow C(X') = C(X).$$



4-rasm. Tanlov funksiyasiga qo'yiladigan turli aksiomalarga misollar.

5.2. Guruhli tanlov. Guruhli tanlovni ifodalash. Ovoz berish paradokslari

Bu tanlovdagi ixtiyoriy bo'lakni tashlab yuborsak, qolgan to'plamdagi tanlov o'zgarmaydi, shuning uchun bu aksiomani tashlab yuborilgan alternativlardan bog'liqmaslik sharti deb ham ataladi. H, C, O aksiomalar birgalikda Pareto to'plam tanlovini beradi (4 d-rasm).

(KC) Plott aksiomasi:

$$C(X_1 \cup X_2) = C(C(X_1) \cup C(X_2))$$

Bu ko'pdarajali tanlovda qo'yiladigan talablarni aks ettiradi, masalan, jahon chempionini davlatlar chempionlari o'rtasidagi musobaqalar orqali aniqlash mumkin va natija, agar musobaqalarda faqatgina chempionlar emas, balki boshqalar qatnashsa ham shunday bo'ladi. Bu aksiomani yo'lga bog'liq bo'lmaslik sharti deb ataladi. Bu aksiomani qanoatlantiruvchi tanlov funksiyalari

kvazisummator funksiyalar deyiladi (4 e-rasm). Bu yerda KC ni talablari H va O ni birgalikda bajarilishiga teng kuchli (ekvivalent). Shunday qilib KC va C talablarini qo'shilishi Pareto tanloviga keladi.

(P) Ustunlik aksiomasi (4 f-rasm).

$$X' \subseteq X \Rightarrow C(X) \cap X' = C(X')$$

Bu tanlovda alternativallarni qisqartirishda faqatgina tanlovga avval ham kirgan alternativallarni qolishini talab qilinadi. Bunday qat'iy chegara skalyar kriteriyali tanlovga ekvivalent.

Ba'zi bir keltirilgan aksiomalarni kuchsizlantirish va kuchaytirish mumkin (masalan, P bu H ni kuchaytgan). Plott aksiomasini summator aksiomasigacha kuchaytirish mumkin. Yangi, bog'liqsiz talablarni qo'yib (masalan, mul'tiplikator aksiomasini monotonlik aksiomasini o'zgartirishimiz mumkin va bu holda turli tanlovga ega bo'lamiz (4 g-rasm).

X alternativalar to'plamida n ta turli ustunliklar berilgan bo'lsin.

$$R_1, R_2, \dots, R_n$$

Qandaydir yangi R munosabatni ishlab chiqish masalasi qo'yiladi, bu munosabatlar esa individual tanlovlarni qanoatlantiradi. Qandaydir ma'noda «umumiy fikrni» ifodalaydi va guruhli tanlov sifatida qabul qilinadi. Ko'rinib turganidek, bu munosabat qandaydir individual tanlovlarni funksiyasi bo'lishi kerak:

$$R=F(R_1, \dots, R_n).$$

F ning turli funksiyalari turli moslik tamoyillariga javob beradi. F funksiyalar nazariy jihatdan ixtiyoriy bo'lishi mumkin, faqat individual tanlovlarni hisobga olmay, balki boshqa faktorlarni ham, shu bilan birga ba'zi bir tasodifiy hodisalarni natijasini ham hisobga oladi. Bu yerda F funksiyada aniq guruh tanlovini aniq variantini to'g'ri aks ettirish masalasi – bosh masaladir.

Ovoz berishni turlicha qoidasi. Rozilik tamoyillarining eng ko'p tarqalgan turi – ko'pchilik qoidasi: alternativa hamma

tomonidan qabul qilingan deb hisoblanadi, agar u eng ko'p ovozga ega bo'lsa. Ko'pchilik qoidasi o'zining sodda va demokratikligi bilan o'ziga qaratadi, lekin u bilan juda ehtiyotlik bilan munosabatda bo'lish kerak.

Avvalo, u individual ustunliklarni umumlashtiradi va uning natijasi haqiqat kriteriysi bo'lib hisoblanmaydi. Faqatgina, keyingi tajribagina yechimni to'g'ri yoki xato ekanini ko'rsatadi, ovoz berishni o'zi esa keyingi harakatlarni moslashtirishning ko'rinishidir. Ikkinchidan, ikki alternativadan birini tanlovchi sodda holda ham, shunday holatni tasavvur qilishimiz mumkin. Ko'pchilik qoidasi ovoz beruvchilarning juft sonida ovozlarni teng bo'lishda ish bermaydi. Bu esa quyidagi variantlarni yuzaga keltiradi: «rais ikki ovozga ega», « ko'pchilik sodda 51%», «ko'pchilik (3/4 ga yaqin)», «absolyut ko'pchilik (100% ga yaqin)» va nihoyat «bir ovozlilik tamoyili (konsensus, veto qoidasi)». Bu variantlarning ixtiyoriysida, agar hech bir alternativ zarur ovozlar foiziga ega bo'lmasa, yechimdan voz kechish tushiniladi. Real hayotda yechimdan keyingi harakatlardan voz kechish mumkin emas, tanlovni guruhli tanloviga o'tish, ya'ni «diktator» maqsadga muvofiq emas va turli usullar ishlab chiqiladiki, ular voz kechishni eng qisqa soniga olib kelsin.

Masalan, ikki ekspert a va v ni 2ta variantiga qarama-qarshi ustunlik berishdi, u holda tanlovni har bir ekspertni «ustunlik kuchi» ga qarab taqqoslanadi. Sonli baholash kriteriysini kiritish holida bu arifmetik operatsiyaga keltiriladi, lekin tartibli taqqoslashda «ustunlik kuchi» bahosini imkoniyati bor. Kriminalistika tajribasida ekspertlarga bir qatorda a va v bilan yana bir necha alternativni ustunlik tartibida taklif qilinadi, masalan, s, d, va e. Faraz qilamiz, birinchi ekspert (c,d,a,v,e) tartibni bersin, ikkinchisi (v,s,d,e,a). U holda xulosa qilishimiz mumkin, v ning ustunlik darajasi a ga nisbatan, ikkinchi ekspertda katta, a ning ustunlik darajasi v oldida birinchi ekspertdagiga nisbatan yechim v foydasiga qabul qilinadi. Hattoki, konsensus uchun ham, (bir ovozdan qabulni talab qiluvchi) unga erishuvni osonlashtiruvchi usullar ishlab chiqilgan.

Shunday qilib R.Akoff aytadi: «Konsensusga ko'pincha qiyin erishadi, lekin kamchilik hollarda mumkin emas». Men, qiyin holatlarda juda effektiv bo'lgan quyidagi prosedurani topdim.

Birinchisi maksimal holda alternativlarni formulasini aniqlashtirish, ya'ni konsensus ular orasida tanlovga yo'l qo'ymaydi.

Ikkinchidan—alternativlarni samaradorligi testini jamoat bo'lib qurish va konsensus orqali yechim qabul qilish, ya'ni shu test to'la uning natijalari hammani qoniqtiradi.

Uchinchidan—test o'tkazish va uning natijalaridan foydalanish.

Men bu prosedurani bir davlatning huquqshunoslari o'lim jazosini kiritish yoki yo'q qilishda bir fikrga kelolmayotgan holda qo'lladim. Natijada huquqshunoslar bir fikrga keldilar, ya'ni ularning maqsadlari bitta – qotillik sonini minimallashtirish. Shunday fikrga kelingandan so'ng, muammo aniq savolga keltirildi: ya'ni o'lim jazosini kiritish qotillik sonini kamaytiradimi? Shu savolga javob berish uchun hamma tekshiruv o'tkazishga rozi bo'lishdi. Shunday tekshirish o'tkazildi va uning natijalaridan foydalanildi, ya'ni qotillik soni bir qator davlatlarda o'lim jazosini kiritguncha yoki yo'q qilguncha sezilarli va katta o'zgargani yoq.

Agar konsensusni alternativlar sababligina erishilmagan bo'lmay, balki ularni tekshirish usullariga nisbatan ham erishilmagan bo'lsa, u holda Akoff fikricha, konsensus yechim topish kerak, ya'ni endi nima qilish kerak. Uning fikricha bu holda tanlov bir avtoritetli va javobgar shaxsga yuklatiladi. Bu o'tish esa demokratik, ovoz berish huquqini bermaydigan nodemokratik o'tishni bildiradi va bu holda «diktator» tamoyilli qandaydir yechimga ega bo'lishi ham mumkin. Bunday eksperimental kuzatuv nazariy asosga ega.

Ovoz berish parodokslari. Shunday qilib, ovoz berish qoidasining keyingi xususiyati – bu talab qilingan ko'pchilikka erishilmaganligi sababli, tanlovdan voz kechish imkoniyati. Bunday imkoniyatni hisobga olmagan holda, ixtiyoriy holda yechimni qabul qilishni ta'minlash mumkin. Masalan, faraz qilaylik, uch ekspert ko'pchilik ovoz bilan, 2 alternativadan qaysi biri ustunroq ekanini yechadilar. Savolni bunday qo'yishda ular tanlov qilmay iloji yo'q. Shu yerda biz ovoz berish qoidasining yana bir xususiyati uni tranzitivmasligiga kalamiz.

Shunday qilib, masalan, har bir uch huquqshunoslar guruhidan juft bo'lib ko'pchilikni tashkil qiluvchilar o'z variantlarini ovozga qo'yadilar.

a, v va s.

Proseduraning har bir qadamida ko'pchilik ovozni kafolatlash uchun, alternativlar juft-juft keltiriladi. Har bir tomon bu holda o'z ustunlik to'plamidan foydalanadi. Faraz qilaylik, bu mos ravishda ketma-ketlik

($a > v > s$), ($v > c > a$) va ($s > a > v$) (a, v) juft bo'yicha ovoz berishdan keyin natijada bir ovozga qarshi, ikki ovozga ega bo'lamiz: $a > v$;

(v, s) bo'yicha $v > s$

(c, a) bo'yicha $s > a$

ko'pchilik ovoz berish alternativlarni «umumiy» tartibini aniq-
lishtirishga olib kelmadi:

$a > v > s > a$

navbatdagi juftlik qaralgandan so'ng tashlab yuboriladigan alternativa yangisi bilan almashtiriladi, oxirgi qabul qilingan yechim alternativlarni keltirish tartibiga bog'liq. a, v, s tartibda s tanlanadi; v, s, a tartibda tanlov a da to'xtaydi, a, s, v tartibda v da. Agar shu tartibda qabul qilsak, u holda kimning fikrini u ifodalaydi – ko'pchiliknimi yoki ovoz berishni tashkil qiluvchinimi?

Ko'rinib turibdiki, bunday yechimlar guruhli tanlov idealiga javob bermaydi. Berilgan guruh tanlovni tranzitivsizlik paradoksi sababli bu – albatta berilgan individual ustunliklar to'plamining takrorlanuvchanligidadir. Bu Errou paradoksi nomi bilan ataladi (yoki imkoniyatsizlik teoremasi).

$R_1, \dots, R_n$ F mumkin funksiyalardan individual tanlovlarning bizning talablarga javob beradigan, qaysinisi kelishilgan deb hisoblanadiganini ajratamiz.

Formal talablardan tashqari.

1) " $n \geq 2$ ", «alternativlar soni ≥ 3 », F ixtiyoriy « $\{R_i\}$ » uchun aniqlangan, deya yana talab qilinadi.

2) Agar guruhli tanlov natijasida ustunlik X alternativga berilsa, u holda bu yechim o'zgarmasligi kerak, agar kimdir avval x ni tashlab yuborgan bo'lib, o'zining ustunligini uning foydasiga o'zgartirgan bo'lsa (monotonlik sharti);

3) Agar individual ustunliklar o'zgarishi alohida alternativlarga ta'sir qilmagan bo'lsa, u holda yangi guruhli tartiblashtirishda bu alternativlarni tartibi o'zgarishligi shart. (bog'lanmagan alternativlar mustaqilligi sharti).

4) x, y alternativlarni ixtiyoriy juftligi uchun shunday individual ustunliklar tanlovi mavjudki, uning uchun $F(R_1, \dots, R_n) = (x > y)$ (suverinlik sharti).

5) Shunday individum bo'lmashligi kerakki, uning uchun uni ustunligi $x > y$ (ixtiyoriy x va y).

$F(R_1, \dots, R_n) = (x > y)$ kelib chiqadi, boshqa individumlarning ustunliklariga bog'liq bo'lmagan holda. (diktatorlik shartni yo'qligi).

Errou paradoksi shundaki, birinchi to'rtta shart beshinchisiga qarama-qarshi; F qoidalari (bitta talabni qanoatlantiradigan) yo'q, mavjud emas. Bunday natijaga kelishning sababi, bu yerda to'plamlarning takrorlanuvchanligi imkoniyati asosiy rol o'ynaydi. Errou paradoksi (imkoniyatsizlik teoremasi).

Shunday masalani qaraymiz n subyektdan har biri o'zining a_i haqqiga ega bo'lib (umumiy resursdan)

$$a = \sum_{i=1}^n a_i$$

$a = (a_1, \dots, a_n)$ vektorni tizimni holati deb ataymiz. Boshqa holat $v = (v_1, \dots, v_n)$ i subyekt nuqtayi nazardan a dan yomonroq, agar $a_i \geq v_i$ bo'lsa.

Endi resurslarni juda kuchli ko'pchilik asosida qayta taqsimlashni amalga oshiramiz. Tizim a holatdan v ga o'tadi. Agar v holat a dan yomon bo'lmasa (hammasi uchun), bittadan tashqari (total – majoritar qoida). $a_1, a_2, \dots, a_k$ holatlar ketma-ketligini total – majoritar yo'l deb ataymiz a_1 dan a_k ga, agar keyingi holatga o'tishdan hamma ishtirokchilar qanoatlantirilgan bo'lib, tabiiy bittasidan tashqari, ya'ni resurslar qayta taqsimlanayotganidan tashqari.

Endi 2 ta ixtiyoriy tizim holati berilgan bo'lsin:

Qanday hollarda totalnomajoritar yo'l a dan v ga mavjud. Ko'rinadiki, bunday yo'l har doim mavjud. Yana paradoksga duch kelamiz: ixtiyoriy qayta taqsimlash imkoniyati bor va ularning barchasi «barcha jamiyat» fikrini ifodalaydi, bittasidan tashqari.

Mashqlar:

1. Tanlovning qandaydir sizga ma'lum turini ifodalash uchun tanlov funksiyasi qanday chegaralarni qanoatlantirishi kerak.
2. Tanlov funksiyalariga chegaralar deganda nima tushuniladi?
- 3 Qachon real noaniqlikni ehtimollilik deb hisoblab va real berilganlarni statistikligini tekshirish uchun nima qilish kerak?

Nazorat savollari:

1. Yechim alternativlari nimalarga bog'liq?
2. Errou paradoksi nimani anglatadi?
3. Real muammolarni yechimida imkoniyatlarini qanday kamaytiradi?

5.3. Noaniqlikni matrisalar yordamida berish. Noma'lum natijalar alternativlarni taqqoslash kriteriysi

Hozirgacha biz tanlovni shunday sharoitlarda ko'rdikki, bu yerda qilingan tanlovimizni natijalari bir qiymatli aniqlangan. $x \in X$ alternativlardan birini tanlash bu aniq bir qiymatli tanlov natijasidir.

Aniq tajribada ko'pincha murakkab holatlarga duch kelinadi, ya'ni alternativ tanlovi qilingan tanlovni natijasini bir qiymati aniqlamaydi; mumkin bo'lgan yakunlarning $y \in Y$ U to'plami bor bo'lsin, bulardan bittasi tanlangan alternativ bilan mos tushadigan bo'lsin, lekin qaysi biri ekanligi tanlov paytida noma'lum, keyinchalik tanlov qilib bo'lingan va hech narsani o'zgartirib bo'lmagan holda ma'lum bo'ladi. Har bir x alternativ bilan bitta

natijalar to'plami U ga bog'liq bo'lsada, turli alternativlar uchun bir xil natijalar turli qiymatga ega bo'ladi.

Asosiy muammo: alternativlar X ga mos natijalar to'plami Y mavjud. Faqat alternativga qaysi natija mos kelishi tanlovdan keyin ma'lum bo'ladi.

$$\begin{vmatrix} \delta_{ij} & y_1 & y_2 & y_j & y_m \\ x_1 & q_{11} & q_{12} & q_{1j} & q_{1m} \\ x_j & q_{j1} & q_{j2} & q_{jj} & q_{jm} \\ x_m & q_{m1} & q_{m2} & q_{mj} & q_{mm} \end{vmatrix}$$

Bu yerda q_{ij} sonlari holat bahosini ifodalaydi, qachonki x_i alternativlar tanlovi qilingan va y_i natijaga erishilgan bo'lganda. Turli holatlarda q_{ij} sonlari turli ma'noga ega bo'lishi mumkin, masalan, gohida bu «yutuq», gohida «yutqizish», «to'lovlar» va h.k. Agar barcha $q_i = (q_{i1}, \dots, q_{im})$ qatorlar ixtiyoriy i da bir xil bo'lsa, u holda alternativlar orasidagi tanlov muammosi yo'q. Agar matrisani qatorlari turlicha bo'lsa, u holda qaysi alternativni ustun qo'yish muammosi tug'iladi. Ya'ni qaysi natija qabul qilinishini bilmagan holda. Xuddi shunday, x va y uzluksiz to'plamlarda x tanlovni qo'yilishi haqidagi savolga mos ravishda holat quyidagi funksiya yordamida ifodalanadi.

$$q(x, y), x \in X, y \in Y$$

Aytilganlar tanlov masalasini qo'yilishi uchun yetarli emas.

Natijalar noaniqligida alternativlarni taqqoslash kriteriysi.

Bu hollarda markaziy moment bo'lib, tanlanayotgan variantni baholash uchun kriteriy kiritish hisoblanadi. Natija noaniq bo'lganligi sababli, to'lov matrisasining to'la qatoriga baho berish kerak bo'ladi, barcha qatorlarga shunday baho bergan holda, biz ularni taqqoslab, kerakli tanlovni amalga oshira olamiz.

1. Eng ko'p tarqalgan tanlov kriteriysi bu maksimin kriteriy va Val'd maksimin kriteriysi. Bu kriteriyga asosan, tabiat bilan o'yin agressiv raqib, ya'ni muvaffaqiyatga erishishimiz uchun barcha yo'llar bilan xalaqit berishga intiladigan raqib bilan olib boriladi.

Optimal strategiya deb, ixtiyoriy holatda «tabiat bilan o'yinning pastki bahosi» dan kichik bo'lmagan yutuqni kafolatlaydigan strategiyaga aytiladi. Gap yutiqlar haqida ketsa:

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}$$

2. Sevidj xavfi minimaks kriteriyasi. Bu kriteriy ham pessimistik, lekin optimal strategiyani tanlashda yutuqqa emas, xavfga mo'ljall qilishni maslahat beradi.

$$S = \min_i \max_j q_{ij}$$

Bu yo'nalishning mazmuni shundan iboratki, yechim qabul qilishda har tomonlama katta xavfdan qochish kerak.

3. Gurvis pessimistik-optimistik kriteriysi. Bu kriteriy yechim qabul qilishda chegaraviy pessimizm va chegaraviy optimizmdan foydalanmaslikni maslahat beradi. Shu kriteriyga asosan strategiya quyidagi shartlarga asosan tanlanadi.

$$N = \max_i \{ n \min_i a_{ij} + (1-n) \max_j a_{ij} \}$$

Bu yerda $N = 0$ va 1 oralig'ida tanlanuvchi pessimizm koeffitsiyentidir. $N=1$ holida Gurvis kriteriysi Val'd kriteriysiga aylanadi. $N=0$ holida chegaraviy optimizmga aylanadi, bu yerda shunday strategiya tanlanadiki, qator bo'yicha eng katta yutuq maksimal bo'ladi. $0 < N < 1$ bular o'rtasidagi hol yuz beradi.

Mashqlar:

1. Ko'p kriteriyali tarqoq masalalarni turli variantlarini ifodalashga urinib ko'ring (imkoni boricha yechishga urining).

2. Tarqoq noaniqlik ehtimollikdan nima bilan farq qiladi?

6. TIZIMLAR TAHLILIDA AXBOROTLI YONDASHUV

6.1. Tizim modellari orqali hisoblashni rejalashtirish.

Tajribalarni rejalashtirish nazariyasining asosiy tushunchalari

Tizimni modeli orqali o'tkaziladigan mashina tajribalari qaralayotgan obyektning harakatlanish jarayoni haqidagi ma'lumotlarni olish maqsadida tekshirilib, loyihalashtirilib o'tkaziladi. Bu ma'lumotlar xususiyatlarni tahlili uchun hamda ularni berilgan chegaralarda optimallashtirish uchun, ya'ni tizimni parametrlari va algoritmlarini sintez qilish uchun ham olinadi.

Tizimni modellashtirishda qo'yilgan maqsadga bog'liq ravishda turli usullar va yo'nalishlar mavjud. Mashina tajribalarini rejalashtirishni asosiy maqsadi chegaralangan resurslarda tekshirilayotgan obyekt tizimi haqida zarur ma'lumotlarni olishdan iborat (mashina vaqtiga xarajatlar, xotira va h.k.). Mashina tajribalarini rejalashtirishda ko'riladigan masalalar qatoriga mashina vaqti xarajatlarini kamaytirish, modellashtirish natijalarini aniqligi va ishonchlilikini oshirish, *model adekvatligini* tekshirish kabilar kiradi.

Kompyuterlarda modellashtirish tajribalari va tabiiy tajriba maqsadlari mos tushishiga qaramay, ular orasida farq ham mavjud. Shuning uchun tajribalarni rejalashtirishda quyidagilar muhim ahamiyatga ega.

1. Kompyuterlarda tajribalarni qaytarilish (takrorlanishi) shartlarini soddaligi.

2. Tajribalarni uzilish va yangilanishni hisobga olgan holda boshqarish imkoniyati.

3. Tajribalarni o'tkazish shartlarini yengilligi (tashqi muhit ta'siri).

4. Modellashtirish jarayonida nuqtalar ketma-ketligidagi korrelyatsion bog'liqlikni mavjudligi.

5. Modellashtirish oralig'ini aniqlashdagi qiyinchiliklar.

Tajribalarni rejalashtirish nazariyasining asosiy tushunchalari. Tajribalarni rejalashtirish nazariyasining asosiy tushunchalarini ko'rib chiqamiz. Tajribalarni rejalashtirishning matematik usullari «qora quti» abstrakt chizmasiga asoslangan. Bu yerda kiruvchi va chiquvchi o'zgaruvchilar farqlanadi.

$$x_1, x_2, \dots, x_k \quad y_1, y_2, \dots, y_k$$

O'zining tajribadagi o'rniga qarab har bir o'zgaruvchi faktor yoki reaksiya bo'lishi mumkin. Masalan, x, y o'zgaruvchilar berilgan bo'lsin. U holda agar tajribadan maqsad x o'zgaruvchining y ga ta'sirini o'rganish bo'lsa, u holda x - faktor, y - reaksiya.

Mashina tajribalarida faktor ekzogen (kiruvchi), boshqariluvchi o'zgaruvchi, reaksiya esa endogen (chiquvchi o'zgaruvchi) hisoblanadi.

Har bir x faktor x_i , $i = 1, k$ tajribada daraja deb atalgan qiymatlardan birini qabul qilishi mumkin. Darajalarning fiksirlangan to'plami qurilayotgan tizimning mumkin bo'lgan holatlaridan birini aniqlaydi. Shu bilan birga bu to'plam tajribalardan birini o'tkazish mumkin bo'lgan shartlarini tashkil qiladi. Darajalarning har bir fiksirlangan to'plamiga ko'p o'lchovli fazoda aniqlangan bir nuqta mos keladi. Faktorlar darajalari va reaksiya o'rtasida aniq bir aloqa mavjud bo'lib, uni quyidagi munosabat ko'rinishida tasavvur qilish mumkin.

$$y_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad i=1, m$$

f_i – funksiya reaksiya funksiyasi deb ataladi.

Tajribalarni rejalashtirishda faktorlarni asosiy xususiyatlarini aniqlab olish zarur. Tajribalarni o'tkazishda faktorlar boshqariluvchan va boshqariluvsiz, kuzatiluvchan va kuzatuvsiz, o'rganiluvchan va o'rganilmaydigan, sonli va sifatli, fiksirlangan va tasodifiy bo'lishi mumkin.

Faktor boshqariluvchan deb ataladi, agar uning darajalari tajribalar jarayonida maqsadli tanlansa.

Faktor kuzatiluvchan deb ataladi, agar uning qiymati kuzatilsa va ro'yxatga olinsa.

Ko'pincha mashina tajribalarda kuzatiluvchan faktorlar boshqariluvchan faktorlar bilan mos tushadi, chunki faktorni boshqarish uni kuzatmasdan turib juda ham ma'qul emas. Lekin boshqarilmaydigan faktorni ham kuzatish mumkin. Masalan, aniq S tizimni loyihalash jarayonida tashqi muhitni ta'sirini boshqarib bo'lmaydi, lekin uni mashina tajribalarida kuzatish mumkin. Boshqarilmaydigan kuzatiluvchan faktorlarni qo'shimcha faktorlar deb ham ataladi.

Faktor o'rganiluvchan bo'ladi, agar u C tizimni xossalarini o'rganish uchun kiritilgan bo'lsa.

Faktor sonli bo'ladi, agar uning qiymatlari sonli o'lchovlar bo'lib, reaksiyaga ta'sir qilsa, aks holda faktor sifatli deb ataladi.

Sifatli faktorlarga sonli shkalasi mos kelmaydi. Lekin ular uchun shartli tartib shkalasini ko'rish mumkin, uning yordamida kodlashtiriladi.

Faktor fiksirlangan deb ataladi, agar tajribada tekshiruvchini qiziqtirgan barcha faktorni qiymatlari tekshirilsa, agar tekshiruvchi faqat qandaydir tasodifiy olingan faktor to'plamni tekshirsa, u holda faktor tasodifiy deb ataladi.

Faktorlarga qo'yilgan asosiy talablar faktorlarni boshqarish va ularni obyektga ta'siridan iborat.

Faktorni boshqarilishi deganda faktorni zarur darajasini tajriba o'tkazilayotgan davrda turg'un ushlab turish tushuniladi. Agar faktorni boshqa faktorlarning funksiyasi bo'lsa, uni boshqarish qiyin bo'ladi.

Tajribalarni rejalashtirishda ko'pincha bir vaqtning o'zida bir necha faktor o'zgaradi. Faktorlar to'plamiga qo'yiladigan talablarni aniqlaymiz. Ulardan asosiysi – mos tushishi va mustaqillik.

Mos tushish – degani bu ularning barcha xil guruhlarini amalga oshirish mumkin degani, mustaqillik esa faktorni ixtiyoriy darajada o'rnatish imkoniyatidir.

Faktor darajalarini barcha mumkin bo'lgan ko'rinishlarini hisobga olgan tajriba to'liq faktorli tajriba deb ataladi.

6.2. Hisoblash tajribalarini tizimli va taktik rejalashtirish

Mashina tajribalari muammolariga tizimli yondashib, rejalashtirishning ikki tashkil qiluvchisini ko‘rishimiz mumkin:

Strategik va taktik rejalashtirish. Strategik rejalashtirishning maqsadi deb S tizim haqida M model yordamida kompyuterda hisoblangan, resurslarga qo‘yilgan chegaralarni hisobga olgan holda zarur ma’lumotlarni olish masalasini yechish tushuniladi.

Strategik rejalashtirish o‘zining ko‘rinishi jihatidan S tizimni tashkil qilishda, bu yerda faqat obyekt sifatida tizimni modellash-tirish jarayoni tushuniladi.

Taktik rejalashtirish – bu M modeli mashina tajribalarida har bir tajriba o‘tkazish usulini aniqlashni nazarda tutadi. Taktik rejalashtirish uchun ham S tizimni obyekt sifatida yana M model bilan ishlash jarayoni qaraladi.

Mashina tajribalarini strategik rejalashtirishda bir qator muammolar, ya’ni modellash-tirilayotgan obyektning harakat xususiyatlari bilan o‘zaro bog‘liq, modelni mashina realizatsiyasi xususiyatlari, tajriba natijalarini ishlab chiqish kabi muammolar yuzaga keladi. Bu muammolarga birinchi navbatda quyidagilar kiradi:

- 1) Mashina tajribalarini qurish rejasi.
- 2) Katta sonli faktorlarni bo‘lishi.
- 3) Ko‘p komponentali funksiya reaksiyasi.
- 4) Mashina tajribalari natijalarini stoxastik yaqinlashuvi.
- 5) Tajribani o‘tkazishga mo‘ljallangan mashina resurslarini chegaralanganligi.

Mashina tajribalarini strategik rejalashtirishda yuzaga keladigan muammolar va ularning yechish usullarini qaraymiz. Tajriba rejasini ko‘rayotganda esda tutishimiz zarur:

a) S tizim M modelni mashina tajribalarini o‘tkazishdan maqsad bu S tizimni harakatlanish jarayonini o‘rganilayotgan xususiyatlari uchun reaksiyalarni faktorlardan bog‘liqligini olish yoki faktorlarni shunday qiymatlari kombinatsiyasini topish kerakki, u reaksiyani ekstremal qiymatini ta’minlasin. Boshqacha qilib aytganda, tizimni tahlil masalasini yechish kerak yoki tizimni sintez masalasini yechishga to‘g‘ri keladi.

To'liq faktor rejasida mashina tajribalari o'rtasidagi farq u yoki bu maqsadga erishish uchun yo'qolib ketadi, chunki optimal sintez to'la faktorli tahlilda olingan variantlardan biriga keltiriladi. Lekin to'la faktorli tajriba variantlarning to'liq olinishiga teng kuchli bo'lib, bu mashina resurslaridan foydalanishda unchalik qulay emas.

Faktorlar darajasini optimal kombinatsiyasini topishda, ya'ni optimumni topishni aniqlashda tanlov usullaridan foydalanish mumkin.

Sistematik tanlov usullari:

Faktorli usul (teng o'lchovli setka), bir faktor usuli, chegaraviy tahlil usuli, tezlikda yaqinlashuv usuli. Mashina tajribalarini strategik rejalashtirishda yana bir muammo bu – ko'p sonli faktorlarning bo'lishi.

Faktorli tahlilda faktorlarning kombinatsiya soni tajribadagi barcha faktorlarning qiymatini ko'paytmasiga teng. Masalan, faktorlar soni $k=10$ va har bir faktorning ikkitadan qiymati bor, ya'ni $q_i=2$ u holda to'la faktor tahlil $2^k = 2^{10} = 1024$ kombinatsiyani modellashtirishni bildiradi. Agar x_i , $i = 1, k$ bo'lsa, u holda reaksiya funktsiya faktorlar bilan bog'liq bo'lsa, tajribalarni qayta ishlash usuli sifatida regression tahlil tanlanadi.

Keyingi muammo mashina tajribalarini strategik rejalashtirishdagi reaksiya funktsiyasini ko'p komponentaligidir. S tizimni model variantlari bilan imitatsion tajribalarda uni loyihalash bosqichida ko'p sonli o'zgaruvchi reaksiyalarni o'rganish zaruriyati bilan bog'liq bo'lgan muammo yuzaga keladi. Bu muammoni qator hollarda ko'p reaksiyali imitatsion model tajribalari ko'rinishida qarashimiz mumkin, bu yerda har bir tajribada faqat bir reaksiya tekshiriladi.

Keyingi muammolardan biri – bu mashina tajribalarining natijalarini stoxastik yaqinlashuvidir. Bu muammo qandaydir taqsimlashlarni o'rtachasi, ularni baholash uchun tanlov o'rtachalari qo'llaniladi va ular kompyuterda ko'p martali qayta o'tkazish yo'li bilan topiladi. Shunday qilib, qanchalik tanlov katta bo'lsa, shunchalik o'rtacha tanlovni o'rtacha taqsimotga yaqinlashish ehtimoli katta bo'ladi. Tanlovni o'rtachaga yaqinlashishi *stoxastik yaqinlashuv* deyiladi.

S tizimni harakatlanish jarayonida bizni qiziqtiruvchi xususiyatlarni aniqlashdagi asosiy qiyinchiliklar bu stoxastik yaqinlashuvning sekinligidir. S tizimni model orqali tajribalar o'tkazishda mashina resurslariga chegaralar muammosida, turli usullar yondashuvida, tajribalar rejasini qurishda nazariy jihatdan strategik rejalashtirish muammosini yechish mumkin, lekin amaliy jihatdan rejani bajarishda tadqiqotchida resurslarni katta ta'siri bor. Shuning uchun mashina tajribalarini rejalashtirish ko'p qadamli jarayon bo'lib, bu holda tajribani rejalashtirish uchun tanlangan modeli funksiyasi tekshiriladi, keyin zarur bo'lsa, modelga o'zgartirish kiritiladi.

Mashina tajribalarini strategik rejalashtirish muammosiga tizimli yondashib quyidagi bosqichlarni ko'rishimiz mumkin:

- 1) Struktura modelni qurish;
- 2) Funksional modelni qurish.

Struktura modeli nima qilinishi kerakligidan kelib chiqib tanlanadi. Funksional model esa nima ish qilinganligiga qarab tanlanadi.

Taktik rejalashtirish. Mashina tajribalarini taktik rejalashtirish quyidagi muammolarni yechish bilan bog'liq.

1. Boshlang'ich shartlarni aniqlash va modellashtirish hamda natijaga erishishda ularning ta'siri.

2. Modellashtirish natijalarini aniqligi va ishonchligini ta'minlash.

3. Modellashtirilayotgan tizimlarning harakatlanish jarayoni-ning baholash xususiyatlar dispersiyasini kamaytirish.

4. Imitatsiya tajribalarni avtomatik to'xtatish qoidalarini tanlovi.

Boshlang'ich shartlarni aniqlash va modellashtirish natijaga erishishda ularning ta'siri katta ahamiyatga ega.

Mashina tajribalarini o'tkazishdagi birinchi muammo modelning harakatlanish jarayonining sun'iy xarakteri tufayli yuzaga keladi, ya'ni model real tizimdan farqli ravishda tajriba o'tkazayotgan tadqiqotchi mashina modelini ishlatgan va kuzatuv o'tkazgan vaqtda epizod sifatida ishlaydi. Shuning uchun, har doim tizimni navbatdagi harakatlanish jarayonini o'tkazish boshlanganda, turg'unlik shartlariga erishish uchun aniq vaqt talab qilinadi. Va bu real tizim harakatlanish shartlariga mos tushadi. Shunday qilib,

mashina modelini ishga tushurishining dastlabki davrida boshlang'ich shartlar ta'sirida o'zgarishi nazarda tutilgan. Bu muammoni yechish uchun modellash jarayonining boshlang'ich davrida olingan model haqidagi ma'lumotlar tashlab yuboriladi yoki boshlang'ich shartlarni modelga ta'siri inobatga olinmaydigan qilib chegara shartlari rejalashtiriladi. Bu barcha usullar mashina tajribalariga o'tish jarayoni vaqtini nolga keltirmaydi, balki qisqartiradi xolos.

Modellashtirish natijalarini aniqligi va ishonchligini ta'minlash muammolari.

Mashina tajribalarini taktik rejalashtirishning ikkinchi muammosi modellash natijalarini yechim aniqligi va ishonchligini berilgan vaqt oralig'ida (realizatsiya soni) baholash bu esa tizimni modellashdagi natijalarini berilgan aniqlikda olish bevosita ishonchlik vaqt oralig'ini (realizatsiya sonini) baholash zaruriyati bilan bog'liq.

Modellashtirilayotgan tizimlar harakatlanish jarayonining xususiyatlarini baholash dispersiyasini, ya'ni xatolikni kamaytirish muammosi. Shunday qilib, mashina tajriba natijalarini zarur aniqligini va ishonchligini ta'minlashda realizatsiyalarni sonini tanlash bu uchinchi muammo xatoliklarni kamaytirish bilan juda qattiq bog'liq.

Hozirgi paytda berilgan realizatsiyalar sonida mashina modelida olingan baholash aniqligini oshirishga imkon beradigan yoki berilgan baholash aniqlikda statistik modellashdagi zaruriy realizatsiyalar sonini kamaytira oladigan usullar mavjud. Bu usullar modellashdagi tizimlar strukturasi va harakati haqida aprior ma'lumotlardan foydalaniladi va bu dispersiyani kamaytirish usullari deb ataladi.

Misol tariqasida ikki yoki undan ko'p muqobillikni taqqoslash masalalarida foydalanilgan korrelatsiyani qo'llanilishini qaraymiz. Tizimni tekshirish va loyihalashtirishda har doim S_i , ($i=1, k$) strukturasi, harakat algoritmi va parametrlari bilan bir-biridan farqlanadigan variantlarni taqqoslash yuz beradi.

Tizimni eng yaxshi variantini tanlash qanday tashkil qilinishidan qat'i nazar elementar amal bo'lib, bu yerda statistik o'rtachasi olingan kriteriyalarni taqqoslash amali hisoblanadi.

Tizim modellarini ilmiy rejalashtirishning avtomatik to'xtatish qoidalarini tanlash muammosi.

Bu muammoni yechishning eng sodda usuli – kerakli qo'llanish sonini berish (yoki modellashtirish intervalini berish). Lekin bunday yo'nalish samarasiz, chunki uning asosida chiquvchi o'zgaruvchilarni taqsimlash haqidagi qo'pol farazlar yotadi, ular esa taktik rejalashtirish bosqichida noma'lum hisoblanadi.

Boshqa usul – chiquvchi o'zgaruvchilar uchun ishonch intervalini berish va shu ishonch intervaliga erishilgan zahoti mashina modelini o'tkazishni to'xtatish va bu bilan nazariy model o'tkazish vaqtini optimal vaqtga yaqinlashtirishga erishish. Amaliyotda esa modelga to'xtash qoidalarini va ishonch intervallarini hisoblash amallarini kiritish esa statistik modellashtirishda bitta tanlov nuqtasini olish uchun zarur bo'lgan mashina vaqtini uzaytiradi.

Avtomatik to'xtash qoidalarini mashina modeliga quyidagi usullar bilan kiritilishi mumkin. 1) Modelni o'tkazishni ikki bosqichli yo'li bilan, bunda N zaruriy amalga oshirishlar sonini baholashga imkon beradigan avvalda N berilgan N^* amalga oshirish tekshirish o'tkazilishi talab qilinadi (agar $N^* \geq N$ bo'lsa o'tkazish tugatiladi, aks holda yana $N - N^*$ o'tkazishni davom etish o'tkazish zarur). 2) N amalga oshirishlarni minimal sonini aniqlash uchun ketma-ket tahlil o'tkazish amalga oshiriladi. Bu yerda N mashina tajribalarini $N-1$ amalga oshirishlarning natijalariga bog'liq tasodifiy o'lchov sifatida qaraladi.

Ketma-ketlik tahlilga asoslangan mashina tajribalarini ketma-ket rejalashtirish xususiyatlarini qaraymiz. Ketma-ket tahlilda tanlov hajmi fiksirlanmagan, va i -chi kuzatuvlardan so'ng quyidagi yechimlardan biri qabul qilinadi: berilgan gipotezani qabul qilish; berilgan gipotezani qabul qilmaslik; tajribani davom ettirish yoki kuzatuvni yana takrorlash.

Shunday qilib mashina tajribalarini ketma-ket rejalashtirish tizimni tekshirishdagi zarur bo'lgan ma'lumotlarni olish tajribadagi tanlov hajmini minimallashtirish imkonini beradi. Kriteriyni ko'rib, har bir qadamda nol gipotezani qabul qilish masalasi yoki N_1 alternativ gipotezani qabul qilish, yoki mashina tajribalarini davom

ettirish yoki davom etirishlik haqidagi savollarga javob berish mumkin.

Nazorat savollari:

1. Strategik rejalashtirishning maqsadi nima?
2. Strategik rejalashtirishning muammolari nimalardan iborat?
3. Stoxastik yaqinlashuv qanday yaqinlashuv?
4. Strategik rejalashtirish qanday etaplarda o'tadi?
5. Mashina tajribalarini rejalashtirishda qanday masalalar ko'riladi?
6. Model adekvatligi deganda nima tushuniladi?
7. Tajribalarni rejalashtirishda qanday faktorlarga ahamiyat berish kerak?
8. Tajribalarni o'tkazishda qanday faktorlar bo'lishi mumkin?
9. Mashina tajribalarini taktik rejalashtirishning maqsadi nimalardan iborat?
10. Mashina tajribalarini taktik rejalashtirishning qanday muammolari mavjud?
11. Mashina tajribalarini taktik rejalashtirish va strategik rejalashtirishning farqi nimalarda ko'rinadi?

7. MA'LUMOTLAR TAHLILI JARAYONI, NATIJALARNI ANIQLASH VA ISHONCHLILIGINI TA'MINLASH MUAMMOLARI

7.1.Ma'lumotlar tahlili jarayoni

Ma'lumotni tahlili jarayoni – bu obyektни xarakterlaydigan bir qancha parametrlar to'plami orasidan tekshiriladigan parametrlarni o'z ichiga olgan masalani qo'yilishi bosqichidan boshlanadi. Bu bosqichda qo'yilgan masalani yechish uchun, tekshiruvchi nuqtayi nazarida o'rganilayotgan obyekt yoki hodisani eng yaxshi ifodalaydigan parametrlar aniqlanadi. Bundan kelib chiqadiki, tekshiruvchi yechimni bu bosqichda intuitiv qabul qiladi va shuning uchun shu bosqichning o'zidayoq ma'lumot yo'qotilishi ehtimoli bor.

Keyingi bosqichda – ya'ni tekshirilayotgan parametrlarni qayd etlish bosqichida ikki turdagi xatoliklar kelib chiqadi. Birinchidan, qurilmasining texnik pasportida ko'rsatilgan (qayd qilingan) aniqlik darajasi mavjud. Ikkinchidan, har doim o'lchash jarayonining xatoligi mavjud bo'lib, bu jarayon tashkiliy tadbirlarning uzun ro'yxatidan tashkil topgan bo'ladi va har bir tadbir o'zining xatolik faktoriga (tekshiruvchining subyektivligi, asboblarning shkalasidagi ko'rsatkichlarni o'qishdagi xatolar, yordamchi personalning mas'uliyatsiz ishi) ega bo'ladi. Shunday qilib, uslubni va berilganlarni tahlili chizmasini tuzib, ma'lumotlarni ishlab chiqish aniqligini matematik statistikadagi xatoliklar nazariyasiga tayangan holda, avvaldan ko'ra bilish va hisoblash kerak.

Ma'lumotlari ishlanishi statistik tahlil usullari to'plamiga va tajriba natijalarini yig'ish, ifodalash hamda baholashga tayanadi.

Matematik statistika tekshiruv natijalaridan kerakli ma'lumotni ajratib olishning foydali qurilmasidir.

Statistik to'plamda birliklar soni to'plam hajmi deb ataladi. Statistik to'plamning har bir birligi – qandaydir xususiyat va belgi bilan xarakterlanadi. Belgining alohida qiymati variant deb ataladi.

Shu birliklarning qiymatlari bo'yicha dispersiya aniqlanadi yoki turli sabablarga ko'ra o'zgarish darajasi topiladi. Berilgan variantning to'plamda necha bor uchrashini ko'rsatuvchi son absolyut «tebranish» deb ataladi.

Kamayib yoki ko'payib borish tartibida joylashgan variatntlar, variatsiya qatorini yoki belgini tarqalish qatorini tashkil etadi.

7.2. Belgining tarqalish qatorini qurish.

Tarqalish qatorining sonli xususiyatlari.

Tarqalish qatorini chizma usulida ifodalanishi

Statistik tahlil qilishda tajriba ma'lumotlari guruhlariga bo'linadi, ya'ni tarqalish qatorlari quriladi. Bu holda belgili qiymatlari diskret ko'rinishga ega bo'lib, biri-biridan aniq bir o'lchovga farq qiladi. O'lchanayotgan o'lchov uzluksiz xarakterga ega bo'lganligi uchun ko'pincha aniq vaqtlar oralig'ida qayd qilinadi.

Bundan kelib chiqadiki, alohida olingan variant oraliq markazini, tebranish ko'rsatkichi esa belgili qiymatga tegishli bo'lib, shu oraliqda bo'ladi.

Nisbiy tebranish (%)

$$R = p/N \cdot 100,$$

bu yerda, N – to'plam hajmi.

Tekshirish uchun tanlangan oraliqlar soni materialni chuqur o'rganilish asosida aniqlanadi. Bunda ikki xil xatodan ehtiyot bo'lish kerak.

1. Juda katta, lekin qiymati juda kam bo'lgan oraliqlar sonini tanlashdan.

2. Juda kichik oraliqlar sonini tanlab, bu bilan tarqalishni ortiqcha kesib tashlashdan.

Oraliqlar chegarasini aniqlashtirishda guruhni belgili qiymatini kichigini tashlab, kattasini tashlab yozish tavsiya etiladi. Oraliq o'lchovi K – yuqori $X_{i(\max)}$ va pastki $X_{i(\min)}$ chegaralarni farqidir, ya'ni

$$K_i = X_{i(\max)} - X_{i(\min)}$$

Boshlang'ich va oxirgi ochiq oraliqlar chegaraga ega bo'lmashligi mumkin.

Oraliqni optimal o'lchovi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$Z = (X_{\max} - X_{\min}) / 1 + 3,322 \lg n,$$

Bu yerda, n – to'plamdagi birliklar soni;

$X_{\max}$ – Katta variantlar;

$X_{\min}$ – Kichik variantlar.

Oraliq markazi

$$X_s = [X_{i(\max)} + X_{i(\min)}] / 2$$

yoki

$$X_s = X_{i(\min)} + \frac{K}{2}$$

Tarqalish qatorining sonli xususiyatlari. Statistik to'plam bir necha sonli xususiyatlar bilan aniqlanadi.

Tekshirilayotgan variantlarning o'rtacha arifmetik qiymati:

$$X_{o'r} = \sum x / N$$

Tarqalish qatorida variantni takrorlanish holida o'lchangan o'rtacha arifmetik qiymat hisoblanadi.

$$X_{to'r} = \sum x_m / \sum m$$

bu yerda, m – X variantning tebranishi.

Tarqalish qatori tarqalish xususiyati bo'lib, o'rtacha kvadratik cheklanish hisoblanadi.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (\bar{O} - \bar{O} \sigma_r)^2 \delta}{\sum \delta}}$$

Hisob-kitoblarni soddalashtirish uchun quyidagi xossadan foydalaniladi, ya'ni dispersiya teng o'rtacha kvadratik ayruv o'rtachani kvadrati, ya'ni

$$\sigma^2 = \frac{\sum X^2 m}{\sum m} - (X_{o'r})^2$$

Tarqalish qatorini chizma usulida ifodalanishi. Tarqalish qatorini chizma shaklida ifodalanishi juda qulay va tajriba ma'lumotlarni tahlilida ko'pincha qo'llaniladi. Rasmda abssissa o'qi bo'yicha variantlar qo'yiladi, ordinata o'qi bo'yicha – absolyut tebranishlar qo'yiladi. Kesishish nuqtasi perpendikular ko'rinishida, mos ravishda abssissa va ordinata o'qlarini to'g'ri chiziqlar orqali birlashtiriladi. Oraliq qatorni chizma shaklida ko'rsatish uchun gistogrammadan foydalaniladi. Abssissa o'qi bo'ylab oraliq qiymatlari qo'yiladi, ordinata o'qi bo'ylab absolyut tebranishga mos to'g'ri to'rtburchaklarning balandligi qo'yiladi. Shunday qilib, berilgan oraliq bo'yicha belgini tebranishiga teng maydonli to'g'ri to'rtburchaklarga ega bo'lamiz.

Kombinatsiyani qurishda abssissa o'qi bo'ylab variantlarni qo'yamiz.

Mos nuqtalardan tebranishlarga teng perpendikularlar, ordinata o'qi bo'ylab qo'yiladi va perpendikulyarlarni cho'qqilari birlashtiriladi.

Tekshirishni chuqur rejalashtirish uni muvaffaqiyatli o'tkazish garovidir. Tekshiruvni rejalashtirilayotganda o'tkaziladigan ishlarni tashkiliy rejasini aniq belgilash, ko'rinishini aniqlash, berilgan materialni yig'ish va xususiyatini o'rganish, zarur ko'rsatkichlarni va baholarni olish uchun kerakli matematik usulni aniqlash muhimdir.

Statistik tekshiruvni tanlov usuli matematik usul bilan tekshirishda juda muhim ahamiyat kasb etadi. Tanlov usuli asosida bosh to'plam va undan olingan to'plam haqidagi tasavvur yotadi. Bosh to'plam-o'lchov qabul qiladigan to'liq tasodifiy qiymatlar to'plamidir.

7.3. Ma'lumotlarni dastlabki tahlil qilish

Kibernetika usullari qo'llaniladigan ixtiyoriy faoliyatda tekshirishlar quyidagi sxema bo'yicha ko'riladi:

- tekshiruvni to'liq rejasi va dasturni ishlab chiqish;
- kiruvchi statistik materialni yig'ish;
- berilganlarni matematik-statistik qayta ishlash;
- materiallarni tahlili va ularni qo'llanilishi.

Kibernetik usullarni ixtiyoriy sohaga to'g'ri qo'llanilishi uchun material yig'ishni ahamiyati katta. Tanlov asosidagi kuzatuv usuli aniq, statistik ishonchli yechim qabul qilishga, bosh to'plam ko'rsatkichlari bilan juda kam farq qiluvchi natijalarni olishga yordam beradi.

Tanlov usuli ehtimollar nazariyasiga tayangan holda reprezentativlik xatoni o'lchamini aniqlashga va shu bilan tanlov usulining aniqligini baholashga imkon beradi. To'plam tanlovining quyidagi turlari bor.

Tasodifiy tanlov- tasodifiy tanlovda birliklar bosh to'plamdan tasodifiy holda olinadi va shu bilan katta sonlar qonuniga sharoit tug'iladi hamda ehtimollar nazariyasini qo'llash imkoni yuzaga keladi.

Katta sonlar qonunining tanlov usuliga qo'llanilishida tasodifiy tanlovlar uchun umumiy qonuniyat yuzaga keladi va qanchalik tanlov to'plami katta bo'lsa shunchalik aniqlikda qonuniyat o'rnatilishi mumkin.

Tipik tanlov – o'rganilayotgan belgiga qarab, bosh to'plam bir necha sinflarga bo'linadi va shundan keyin, har bir sinfdan alohida tanlov amalga oshiriladi. Tipik tanlovda statistik ishlov har bir sinf uchun alohida o'tkaziladi.

Mexanik tanlov – bosh to'plam olingan o'lchovlar soniga ko'ra teng guruhlariga bo'linadi va tanlanayotgan to'plamning har bir guruhiga bitta o'lchov olinadi.

Seriyali tanlovi – bir xil quvvatli o'lchovlarni guruhini olish.

Aralash tanlov – tanlovning turli ko'rinishlaridan tashkil topadi.

Tanlov usulini rejalashtira turib, avvaldan mumkin bo'lgan tanlov xatoligi va javob ehtimolligini aniqlab olish kerak.

Shu bilan birga zarur aniqlikni beradigan tanlov to'plamning minimal hajmini aniqlab olish zarur.

Tanlov to'plam xatoligini bir necha turlarini ko'rsatishimiz mumkin.

Qayd etish xatoliklari. Ishlovchi personalning sifatsiz ishi.

Bu xatoliklar tasodifiy (turli bosqichlarda paydo bo'ladi, turli yo'nalishlarga ega bo'ladi, ko'pincha bir-biriga qarama-qarshi bo'ladi) va tizimli (bir yo'nalish sababi orqali kelib chiqqan bo'lishi mumkin, sonlarni bir tipligini yaxlitlash tufayli yoki bir xil tipli yozuvlarni tushurib qoldirish tufayli) bo'lishi mumkin.

Reprezentativlikning tizimli xatoliklari.

Bu xatoliklarning manbaisi har bir o'lcham uchun bosh to'plamda tanlangan bo'lishliqning tenglik imkoniyatining buzilishi.

Reprezentativlikning tasodifiy xatoliklari.

Bu xatoliklarning manbai- bosh to'plamning bir tipli emasligi, tanlangan to'plam hajmining yetarlicha bo'lmaganligi.

Tanlov kuzatishlari xatoliklari (reprezentativ xatoliklar): berilgan to'plamni – bosh to'plam deb, ya'ni belgili tanlangan qiymatini, n to'plam tekshiruv natijalarini to'plamni tanlangan to'plam deb yoki tanlov deb, bu bosh to'plamdagi belgini o'rtacha qiymatini bosh o'rtacha deb, tanlanganlarni o'rtacha arifmetik qiymatni – o'rtacha tanlangan deb olish.

Reprezentativ xatolik – bu tanlov o'rtachasi bilan bosh o'rtachaning farqi sifatida aniqlanganligi.

Tanlangan o'rtacha xatolik quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$M_{x_{yr}} = \sqrt{\frac{\sum (x_{yr} - X_{yr2})^2}{\sum r}} \quad (12)$$

bu yerda, $M_{x_{yr}}$ – tanlov kuzatuvining o'rtacha xatoligi, X_{yr2} – tanlangan to'plam o'rtachasi, X_{yr} – bosh to'plam o'rtachasi, $x_{yr} - X_{yr}$ – tanlov xatoligi, r – tanlov xatoligining uchrash chastotasi.

Tanlov ko'rsatkichining chegaraviy xatoligi ishonch intervali deb ataladi.

Quyidagi munosabatda

$$r = M/N$$

bu yerda, r – bosh to‘plamdagi berilgan belgili o‘lchovlar bo‘lagi; M – berilgan belgili o‘lchovlar soni; N – bosh to‘plam soni:

Tanlangan to‘plamda xuddi shu ko‘rsatkich quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$R = M/n$$

bu yerda, R – tanlangan to‘plamdagi berilgan belgili o‘lchovlar bo‘lagi, n – tanlov hajmi, m – berilgan belgiga ega o‘lchovlar soni yoki chastota.

Tanlangan to‘plamdagi berilgan belgili o‘lchovlar bo‘lagi soni va bo‘lak orasidagi farq reprezentativ xatolikni beradi.

$$M = r \cdot R$$

Nazorat savollari:

1. Ma'lumotlarni tahlili jarayoni nima?
2. To‘plam tanlovining qanday turlari mavjud?
3. Statistik to‘plamning asosiy birliklari nimalardan iborat.
4. Belgini tarqalish qatorini qurish deganda nima tushuniladi?
5. Tarqalish qatorining sonli xususiyatlari nimalardan iborat?
6. Tanlov to‘plami xatoliklarining qanday turlari mavjud?

8. TAJRIBA NATIJALARINING KORRELATSION, REGRESSION VA DISPERSION TAHLIL QILISH USULLARI

8.1. Tizimlarni modellashtirish natijalarini statistik ishlab chiqish xususiyatlari

Mashina tajribalari rejalashtirilgandan so'ng, uning natijalarini tasavvur qilish va foydali qayta ishlashini tashkil etish choralarini ko'rish zarur. Tajriba natijalarini statistik qayta ishlash muammosi taktik va strategik rejalashtirish muammolari bilan uzviy bog'liq.

Qayta ishlash usullarini tanlashda mashina tajribalarining uch xususiyati katta rol o'ynaydi.

1. Kompyuterda tizimlarni modellashtirishda katta ajratma to'plam olish imkoniyati tizim harakatlanish jarayonini xususiyatlarini sonli baholash imkonini beradi, lekin modellashtirishning oraliq natijalarini saqlash jiddiy muammoga aylantiradi. Bu muammoni qayta ishlash rekkurent algoritmlaridan foydalanib, baholarni modellashtirish jarayonida hisoblab yechish mumkin.

2. Kompyuterda tekshirilayotgan tizimlarni modellashtirishdagi qiyinchilik, ko'pincha tizim harakatlanish jarayoni xususiyatlari haqida gap fikr yuritish, masalan, kutilayotgan chiquvchi o'zgaruvchilarning taqsimlanish turi haqida fikr yuritish mumkin bo'lmisligiga olib keladi. Shuning uchun tizimlarni modellashtirishda noparametrik baholash va taqsimlash momentlarini baholashdan keng foydalaniladi.

3. Mashina modeli konstruksiyasi bloklanganligi va bloklarni alohida tekshirish bitta xususiy model uchun kiruvchi o'zgaruvchilar va chiquvchi o'zgaruvchilar bo'yicha olingan bahosi bo'yicha olingan dastur imitatsiyasi boshqa xususiy modelda olingan dastur imitatsiyasiga bog'liq.

Tizimlarni modellashtirishda natijalarni korrelatsion, regression va dispersion tahlili va interpretatsiyasi mavjud.

Korrelatsion tahlil yordamida tekshiruvchi ikki va undan ortiq aniq tizimni modellash tirishda kuzatiladigan tasodifiy o'lovlar orasidagi aloqa qanchalik ekanini ko'rish mumkin. Modellash tirish natijalarini korrelatsion tahlil qilish η qiymatni u o'rtacha qiymatga nisbatan tarqoqligini baholashga keltiriladi, ya'ni korrelatsion aloqa kuchini baholashga keltiriladi. Bu aloqalarning mavjudligi va ularning korrelatsion tahlil uchun zichligi quyidagicha yoziladi.

$$y = M[\eta / \xi = x]$$

Tekshirilayotgan o'lovlar orasidagi chiziqli bog'liqlikni va ularning birgalikda taqsimlanish quyidagi korrelatsiya koeffitsiyent orqali ifodalash mumkin.

$$\eta_{\xi\eta} = M[\xi - M[\xi]]M[\eta - M[\eta]] / \sqrt{D[\xi]D[\eta]}$$

$$M[\xi - \mu_{\xi}]M[\eta - \mu_{\eta}] / (\delta\eta, \delta\xi),$$

ya'ni ikkinchi markaziy aralashgan moment o'rtacha kvadratik chetlanishlar ko'paytmasiga bo'linadi. Korrelatsion tahlil mashina modeli tekshirayotgan tasodifiy o'zgaruvchilarni o'rtasidagi aloqani o'rganadi, va ular o'rtasidagi zichlikni baholaydi.

Regression tahlil tizim bilan mashina tajribalari orqali olingan (berilganlar to'plamiga eng mos keladigan) modelni ko'rish imkonini beradi. Eng yaxshi mos kelish deganda xatolarni minimum funksiyasi, ya'ni tajriba natijalari va bashorat qilinayotgan model o'rtasidagi farq tushuniladi. Regression tahlilda bunday xatolar funksiya bo'lib, ularning kvadratlar yig'indisi hisoblanadi.

Modellash tirish natijalarini tahlil va qayta ishlashda ko'pincha o'rtacha ajratma to'plamlarni taqqoslash masalasi yuzaga keladi. Agar bunday tekshirish natijasida

$$\{y^{(1)}\}, \{y^{(2)}\}, \dots, \{y^{(n)}\}$$

tasodifiy o'zgaruvchilar to'plamining matematik kutilishi juda kam farqlansa, u holda modellash tirish natijasida olingan statistik materialni bir turli deb hisoblash mumkin (ikki birinchi momentni

tengligi holatida). Bu esa barcha to'plamlarni bittaga birlashtirish imkonini beradi va tekshirilayotgan model xususiyatlari haqidagi ma'lumotni oshiradi va nihoyat tizimni ham. Smirnov va St'yudent kriteriyalaridan bu maqsadlar nol gipotezani tekshirish uchun jufti bilan foydalanish modellashtirishda ko'p sonli ajratmalar bo'lishi bilan bog'liq. Shuning uchun bu maqsadlar uchun dispersion tahlildan foydalaniladi.

Misol. Tizimni modellashtirishdagi natijalarni qayta ishlashda dispersion tahlil masalasini yechishni qaraymiz. Tasodifiy o'lchovli bosh to'plamlari $\{y^{(1)}\}, \{y^{(2)}\}, \dots, \{y^{(n)}\}$ normal taqsimotga ega va bir xil dispersiyali bo'lsin.

y ni qandaydir darajasida ajratmalar o'rtacha qiymatlari bo'yicha N_0 nol gipotezani, matematik kutilishlar tengligi haqida tekshirish zarur. Modellashtirish natijalariga ko'ra bir faktorli ta'sirini aniqlaymiz, ya'ni bir faktorli dispersion tahlilni qaraymiz.

Faraz qilaylik, X o'rganilayotgan faktorni Y tasodifiy o'lchov quyidagi ko'rinishdagi ajratmaga keltiriladi

$$y_1, y_2, \dots, y_k$$

X faktorni ta'sirini D tasodifiy bo'lmagan o'lchov bilan baholaymiz, buni faktor dispersiyasi deb ataymiz.

$$(y_i - \bar{y})/K \quad y = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_k}{K}$$

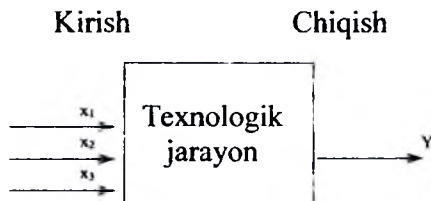
$$D_x = \sigma^2_x = \sum_{i=1}^k (y_i - y_0)/\bar{e}$$

bu yerda, $y_0 = Y$ o'lchovli o'rtacha arifmetik qiymat.

Agar $D[y]$ bosh dispersiya aniq bo'lsa, u holda kuzatuvlarning tasodifiy tarqalishini baholash uchun $D[y]$ ni s^2 ajratma dispersiyasi Fisher kriteriysidan foydalanib (F-taqsimlash) taqqoslash zarur. Agar F_e empirik qiymat kritik sohaga tushib qolsa, u holda x faktorni ta'sir qiymati deyiladi, x qiymatlarini tarqalishi esa tasodifiy deyiladi. Agar bosh dispersiya $D[x]$ model bilan mashina tajribalarini o'tkazguncha aniq bo'lsa, u holda uni modellashtirishdagi bahosini topish zarur.

8.2.Regression tahlil

Quyidagi masala muhim amaliy ahamiyat kasb etadi. $x_1, x_2, \dots, x_k$ o'zgaruvchilar va ularga bog'liq y o'lchov berilgan bo'lsin. Umuman olganda o'zgaruvchilar tasodifiy bo'lmashligi mumkin va biz ularning qiymatini o'z xohishimizga asosan berishimiz mumkin. Lekin y o'lchovga aniq tekshiruv va kuzatuvga bo'ysunmaydigan faktorlar ham ta'sir ko'rsatadi, va shuning uchun y o'lchov tasodifiy xarakterga ega. Bizni $x_1, x_2, \dots, x_k$ o'zgaruvchilarning y o'lchovga tajribalar orqali aniqlangan usullari qiziqtiradi. $x_1, x_2, \dots, x_k$ o'lchovlarni (faktorlarni) texnologik jarayonni kiruvchi o'lchovlari deb hisoblaymiz, y o'lchovni esa texnologik jarayonni chiquvchi o'lchovi deb qaraymiz. Buni chizma ko'rinishida quyidagicha tasvirlash mumkin:



5-rasm. Jarayon modeli.

$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ funksiyaning tashkil etuvchilardan tuzilgan bo'lib y $x_1, x_2, \dots, x_k$ faktorlarni o'zgarishi va ta'siriga asoslangan va ξ tashkil etuvchilardan tuzilgan bo'lib $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + \xi$ ko'rinishga ega.

ξ tashkil etuvchini tasodifiy o'lchov deb hisoblab, y nol matematik kutilishli normal taqsimotga ega. Bu holda funksiyaning (determinant ko'rinishda ham berilishi mumkin) tashkil qiluvchi $f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ y ni shartli matematik kutilish qiymatini $x_1, x_2, \dots, x_k$ faktorlarni berilgan qiymatida ko'rsatadi, ya'ni

$$f(x_1, x_2, \dots, x_k) = M(y: x_1, x_2, \dots, x_k) = y(x_1, x_2, \dots, x_k) = y(x)$$

bu yerda $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ kiruvchi o'zgaruvchilarning qiymatlar vektorini tashkil qiladi va bu k o'lchovli fazoda $x_1, x_2, \dots, x_k$ o'zgaruvchilarning faktor fazosi deb ataladi.

Regression tahlil masalasi $x_1, x_2, \dots, x_k$ kiruvchi o'zgaruvchilarining va chiquvchi y o'zgaruvchining o'zgarish xarakterini kuzatish yo'li bilan tajriba orqali regressiya koeffitsiyentlarini aniqlashdan iborat.

Bu maqsadlar uchun tajribaning passiv va aktiv usullari xizmat qiladi.

Passiv eksperiment obyektini normal ish davrida tekshirilayotgan parametrlarni hech qanday avvaldan ko'zda tutilgan o'zgarishlarsiz ro'yxatga olishga asoslangan.

Aktiv tajriba sun'iy o'zgartirishlarni rejalashtirilgan dastur, ya'ni modellash tirish tajribasiga o'zgartirishlar qilish orqali kiritishga asoslangan. Bu ikki usul o'zining ustun va kamchiliklariga ega. Aktiv tajribada sun'iy o'zgartirishlarni kiritilishi optimal ish rejimini yaratish, parametrlar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashni tezlashtirishga olib keladi. Yana shu bilan birga sun'iy o'zgarishlar normal texnologik jarayonni buzilishiga ham olib keladi.

Passiv tajribada ishlab chiqarish jarayoniga aralashilmaydi va tajriba o'tkazuvchi o'zini qiziqtirgan qonuniyatlarni tabiiy kechishini kutishiga to'g'ri keladi, bu esa tajribani cho'zilib ketishiga olib keladi.

Tajribalarni cheklangan sonida v_i regressiya koeffitsiyentlarini aniqlashtirish mumkin emas va shuning uchun bu koeffitsiyentlarni baholash bilan cheklanamiz.

$v_i = b_i$ va quyidagi regressiya tenglamasiga kelamiz:

$$y = v_1 x_1 = \theta_1 x_1$$

Bu esa matematik kutilishni emas, matematik kutilish bahosini aniqlaydi.

8.3. Tajribalarni rejalashtirishning 2^k usuli

Biz avval ko'rgan mavzularda tajribalarni rejalashtirishning matematik modeli ma'lum bir tajriba asosida olingan ma'lumotlar asosiga qurilar edi. Ammo texnikada uchraydigan juda ko'p tajribalar o'tkazilganda ma'lumotlar yetishmay qoladi. Ana shunday

paytlarda biz uchun tajribada qatnashayotgan faktorlarning eng kattasi va eng kichigi bo'lsa yetarlidir.

Bu mavzuni muhokamasini amaliy masaladan boshlaymiz.

Y mahsulotni chiqishi uchun 3 ta faktor ta'sir qiladi.

1. Temperatura $T - 100^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$ gacha.

2. Bosim $R - 20-60$ at .

3. Vaqt $t - 10 - 30$ min.

$2^3 = 8$, $k=3$

Bu berilganlar asosida markaziy nuqtalarni topamiz.

$$z_j^0 = (z_j^{\max} + z_j^{\min})/2 \quad (1)$$

$$\Delta z_j = (z_j^{\max} - z_j^{\min})/2, \quad j = 1, 2, 3, \dots, k \quad (2)$$

Biz real masalalarni kompyuterda yechganda har doim o'lchovli masshtabdan o'lchovsiz masshtabga o'tishimiz kerak.

$$x_j = (z_j - z_j^0) / \Delta z_j \quad (3)$$

1-jadval

N_0	z_1	z_2	z_3	X_1	X_2	X_3	Y_i
1	100	20	10	-1	-1	-1	2
2	200	20	10	1	-1	-1	6
3	100	60	10	-1	1	-1	4
4	200	60	10	1	1	-1	8
5	100	20	30	-1	-1	1	10
6	200	20	30	1	-1	1	18
7	100	60	30	-1	1	1	8
8	200	60	30	1	1	1	12

$$Z_1^0 = (200+100)/2=150$$

$$\Delta Z_1 = (200-100)/2=50$$

$$x_1 = (100-150)/50 = -1$$

$$y_i = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + b_3 x_{i3} \quad \text{masala modeli}$$

x_i	y_i	$x_i \cdot y_i$
-1	2	-2
1	6	6

-1	4	-4
1	8	8
-1	10	-10
1	18	18
-1	8	-8
1	12	12

$$b_1 = (1/8) * 20 = 2,5$$

x_i	y_i	$x_i * y_i$
-1	6	6
1	4	-4
1	8	8
-1	10	-10
-1	18	18
1	8	-8
1	12	12

$$b_2 = (1/8) * (-4) = -0,5$$

x_i	y_i	$x_i * y_i$
-1	6	-6
-1	4	-4
-1	8	-8
1	10	10
1	18	18
1	8	8
1	12	12

$$b_3 = (1/8) * 28 = 3,5$$

x_i	y_i	$x_i * y_i$
1	6	6
1	4	4
1	8	8
1	10	10
1	18	18
1	8	8
1	12	12

$$b_0 = (1/8) * 68 = 8,5$$

$$i=1, n, j=0,3$$

Masala modeli:

$$y = b_0 + b_1x_{i1} + b_2x_{i2} + b_3x_{i3}$$

$$y = 8.5 + 2.5x_1 - 0.5x_2 + 3.5x_3$$

Nazorat savollari:

1. Qayta ishlash usullarini tanlashdagi asosiy xususiyatlar nimalardan iborat?
2. Korrelatsion tahlil nima?
3. Regression tahlil nima?
4. Dispersion tahlil nima?
5. Faktor dispersiyasi deganda nima tushuniladi?

9. MATEMATIK DASTURLASH MASALALARI VA ULARNI YECHISH USULLARI

9.1. Matematik dasturlash usullari

Sodda masalalarda foydalilik ko'rsatkichini tanlash W amallarning maqsadli yo'nalishiga bog'liq, uning shartlari avvaldan ma'lum holda, foydalilik ko'rsatgichi faqat ikki guruh parametrlarga bog'liq bo'ladi, ya'ni

$$W = W(\alpha, x) \quad (13)$$

Berilgan α shartlar qatorida yechim elementlariga qo'yilgan chegaralar ham bor. Faraz qilaylik, x yechim n ta yechim elementlari to'plami tashkil qilsa

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

larni shunday qiymatini topish kerakki, y w ni qiymatini maksimum yoki minimumga aylantirsin. (matematikada bu ikki so'z ekstremum deb ataladi.) Bunday masalalar parametrlar qiymatini topish, funksiyaning ekstrimumni mavjud chegaralar bo'lgan holda ta'minlovchi masalalar matematik dasturlash masalasi deyiladi. Matematik dasturlash masalalarini yechishdagi qiyinchiliklar:

1) W funksiya yechim elementlari bilan bog'liqligini ko'rsatuvchi funksional;

2) Masala «o'lchovidan» ya'ni $x_1, x_2, \dots, x_n$ yechimlar sonidan, yechim elementlariga qo'yilgan chegaralar soni va ko'rinishiga bog'liqligi.

Matematik dasturlash masalalari ichida eng soddasi bu chiziqli dasturlash masalalari hisoblanadi. Ular uchun a) foydalilik ko'rsatkichi maqsad funksiya W yechim elementlari $x_1, x_2, \dots, x_n$ lar bilan chiziqli bog'liq. b) yechim elementlariga qo'yilgan talablar $x_1,$

$x_2, \dots, x_n$ yechim elementlariga nisbatan chiziqli tenglik yoki chiziqli tengsizlik ko'rinishda bo'ladi.

Bunday masalalar amaliyotda juda ko'p uchraydi, masalan. resurslarni taqsimlash, rejalashtirish, ishlab chiqarish, transport ishini tashkil qilish bilan bog'liq muammolarni yechishda va hokazo.

Matematik dasturlash masalalaridan yana biri dinamik dasturlash masalalaridir.

Matematik dasturlash masalasini umumiy ko'rinishi. Matematik dasturlash masalasini umumiy ko'rinishi $x_1, x_2, \dots, x_n$ o'zgaruvchilarni quyidagi m ta chegaralarni qanoatlantiruvchi

$$\varphi_k(x_1, x_2, \dots, x_n) \begin{cases} < \\ \leq \\ = \\ > \\ \geq \end{cases} b_k, k = \overline{1:m} \quad (14)$$

va quyidagi berilgan maqsad funksiyaning maksimallashtiruvchi yoki minimallashtiruvchi qiymatlarini topishdan iborat.

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min (\max) \quad (15)$$

bu yerda, b_k biror berilgan o'zgarmas sonlar, ya'ni const.

Matematik dasturlash masalasida quyidagi chegara albatta bajarilishi shart.

$$x_i \geq 0$$

9.2. Chiziqli dasturlash masalasining umumiy ko'rinishi.

Chiziqli dasturlash masalalariga doir misollar

Shunday x^* vektorni topish talab etiladiki, bu vektor quyidagi maqsad funksiyaning maksimum yoki minimum qiymatlarini quyidagi chegaralar asosida ta'minlashi kerak.

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \quad (16)$$

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{1n}x_n + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m \end{cases} \quad (17)$$

$$b_i \geq 0, \quad x_i \geq 0 \quad \forall f(x_1, x_2, x_n, \max(\min))$$

Chiziqli dasturlashning asosiy xususiyati. Chiziqli dasturlash masalasida qatnashayotgan noma'lumlar soni berilgan tenglamalar sonidan katta, ya'ni $n > m$.

Berilgan chegaralarni qanoatlantiruvchi x_i lar to'plami masalaning yechimini beradi. Shunday qilib, chiziqli dasturlash masalasining yechimi deb mumkin bo'lgan yechimlar to'plamidan shunday yechimni aniqlash kerakki, bu yechim maqsad funksiyaning maksimum yoki minimum qiymatini ta'minlashi kerak. Noma'lumlar soni n tenglamalar soni m .

Bu tenglamalar sistemasini yechish uchun $n-m=1$ noma'lumni qiymati nolga tenglanadi va berilgan tenglamalar sistemasining aniqlovchisi topiladi.

1. Agarda bu aniqlovchining qiymati nolga teng bo'lsa 1 ta noma'lum biron bir boshqa noma'lumlar bilan almashtiriladi.

2. Agarda tenglamalar sistemasining aniqlovchisi nolga teng bo'lmasa, bu mumkin bo'lgan yechimni beradi. Bu yerda $n-m=1$.

Bazis deb m ta o'zgaruvchilardan tashkil topgan o'zgaruvchilar to'plamiga aytiladi. Bu o'zgaruvchilar koeffitsiyentlaridan tashkil topgan matrisa aniqlovchisi nolga teng emas. Qolgan $n-m$ ta o'zgaruvchi esa bazis bo'lmagan yoki ozod o'zgaruvchilar deyiladi.

Bazis yechimni aniqlash: bazis yechimni topish uchun $n-m$ ta o'zgaruvchining qiymati nolga tenglanadi va hosil bo'lgan m ta o'zgaruvchini m ta o'zgaruvchili tenglamasi yechiladi.

Chiziqli dasturlash masalasini yechish uchun masalani kanonik forma keltiriladi. Kanonik forma keltirish prosedurasi quyidagilardan iborat:

1. Masala shartidagi tenglamalar o'zgarishsiz qoldiriladi.

2. Masala shartidagi tengsizliklar yangi o'zgaruvchilar kiritilishi natijasida tengliklarga almashtiriladi.

Chiziqli dasturlash masalalariga doir misollar. Chiziqli dasturlash masalalariga bir necha misol keltiramiz.

1-masala. Oziq-ovqat ratsioni haqida masala ferma tijorat maqsadida mollarni yechimini ishlab chiqaradi. Soddalik uchun faraz qilaylik, mahsulotning to'rt ko'rinishi mavjud bo'lsin: P_1, P_2, P_3, P_4 , Har bir mahsulotning o'lchov birligi mos ravishda S_1, S_2, S_3, S_4 , ga teng. Bu mahsulotlardan shunday oziq-ovqat ratsioni tuzish talab qilinadiki, u quyidagi shartlarni qanoatlantirsin.

Oqsillar – V_1 , o'lchov birlikdan kam bo'lmasin: uglevodlar – V_2 o'lchov birlikdan kam bo'lmasin: yog'lar V_3 o'lchov birlikdan kam bo'lmasin. P_1, P_2, P_3, P_4 , mahsulotlar uchun oqsillar, uglevodlar va yog'lar quyidagi jadvalda keltirilgan.

Qandaydir aniqlangan sonlar birinchi indeks mahsulot raqamini ko'rsatadi. Ikkinchi indeks element raqami (oqsillar, uglevodlar, yog'lar) shunday oziq-ovqat ratsionini tuzish talab qilinadiki, ya'ni shu ratsionga kiradigan P_1, P_2, P_3, P_4 , mahsulotlar soni belgilanadi, uglevodlar oqsillar va yog'lar bo'yicha shartlar bajarilsin va shu bilan birga ratsion tannarxi minimal bo'lsin.

2-jadval

Mahsulotlar	Elementlar		
	Oqsillar	Uglevodlar	Yog'lar
P_1	A_{11}	A_{12}	A_{13}
P_2	A_{21}	A_{22}	A_{23}
P_3	A_{31}	A_{32}	A_{33}
P_4	A_{41}	A_{42}	A_{43}

Matematik modelni tuzamiz (berilganlar aniq holda bu juda sodda). Ratsionga kiradigan P_1, P_2, P_3, P_4 , mahsulotlar sonini x_1, x_2, x_3, x_4 , belgilaymiz, Foydalilik ko'rsatkichini minimallashtirish talab qilinmoqda (ratsion bahosi α bilan belgilaymiz); ratsion bahosi yechim elementlari x_1, x_2, x_3, x_4 dan chiziqli bog'liq.

$$\alpha = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4$$

$$\text{yoki qisqacha } \alpha = \sum c_i x_i = 1.$$

Demak, maqsad funksiyaning ko‘rinishi ma’lum va u chiziqli.

Endi oqsillar, uglevodlar va yog‘lar bo‘yicha formulalar ko‘rinishida yozamiz P_1 mahsulotni bitta birlikda a_{11} birlik oqsil bor deb hisobga olsak, x_1 birlikda esa $a_{11} x_{11}$ oqsil bo‘ladi, P_2 mahsulotni x_2 birlikda $a_{21} x_2$ birlik oqsil va h.k. Shunday qilib, quyidagi uch tengsizlikni olamiz:

$$a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + a_{31}x_3 + a_{41}x_4 > v_1$$

$$a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + a_{32}x_3 + a_{42}x_4 > v_2$$

$$a_{13}x_1 + a_{23}x_2 + a_{33}x_3 + a_{43}x_4 > v_3$$

Bu chiziqli tengsizliklar x_1, x_2, x_3, x_4 yechim elementlariga qo‘yilgan chegaralarni ifodalaydi.

Demak, qo‘yilgan masala quyidagicha ifodalanadi: x_1, x_2, x_3, x_4 larni shunday manfiy bo‘lmagan qiymatlarini topish kerakki, ular chegaralarni qanoatlantirsin va bir vaqtning o‘zida

$$\alpha = \sum c_i x_i \Rightarrow \min i = \overline{1, n}$$

ya’ni bu o‘zgaruvchilarning chiziqli funksiyasini minimumga aylantirsin. Bu chiziqli programmalashning tipik masalasi. Bu masalani yechish usuli ustida to‘xtalmay yana masala keltiramiz.

2-masala. Ishlab chiqarishni rejalashtirish haqida masala. Korxona uch ko‘rinishdagi mahsulotni ishlab chiqaradi. V_1, V_2, V_3 har bir mahsulot ko‘rinishi bo‘yicha korxonaga reja belgilangan, shu rejaga muvofiq V_1 mahsulotdan v_1 dan kam bo‘lmagan birlikda, V_2 mahsulotdan v_2 dan kam bo‘lmagan dona va V_3 mahsulotdan v_3 dan kam bo‘lmagan dona ishlab chiqarishi kerak. Reja oshirib bajarilishi mumkin, lekin aniq chegaralarda; talab shartlari ishlab chiqarilgan har bir ko‘rinishi mahsulotni sonini chegaralaydi mos ravishda $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ birlikda.

Mahsulotlarni tayyorlash uchun xomashyo zarur. To'rt xil ko'rinishli xomashyo mavjud: S_1, S_2, S_3, S_4 va zaxiralar $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$, sonlar bilan mos ravishda chegaralangan.

Endi xomashyoning har bir ko'rinishidan qanday miqdorda har bir mahsulotni ishlab chiqarish uchun ketishini qaraymiz.

a_{ij} bilan $U_j (j=1,2,3)$ mahsulotni tayyorlash uchun ketadigan $S_i (i=1,2,3,4)$ ko'rinishli xomashyo miqdorini belgilaymiz.

a_{ij} da birinchi i indeks mahsulot indeksi; ikkinchi j indeks xomashyo indeksi; a_{ij} qiymatlar quyidagi jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Xomashyo	Mahsulotlar		
	U_1	U_2	U_3
S_1	a_{11}	a_{21}	a_{31}
S_2	a_{12}	a_{22}	a_{32}
S_3	a_{13}	a_{23}	a_{33}
S_4	a_{14}	a_{24}	a_{34}

U_1 mahsulot realizatsiya qilinganda korxonaga s_1 foyda keltiradi, U_2 mahsulot s_2 , U_3 mahsulot s_3 foyda keltiradi. Ishlab chiqarishni shunday rejalashtirish talab qilinadiki, reja bajarilsin yoki oshirib bajarilsin, foyda yig'indisi esa maksimum bo'lsin.

Masalani chiziqli dasturlash masalasi ko'rinishida yozamiz. Biz ishlab chiqaradigan U_1, U_2, U_3 mahsulotlarining miqdori yechim elementlari x_1, x_2, x_3 bo'lsin.

Rejani bajarilish majburiyatlari quyidagi uch chegara tengsizlik ko'rinishida quyidagicha yoziladi.

$$x_1 \geq b_1, x_2 \geq b_2, x_3 \geq b_3$$

Ortiqcha mahsulotning yo'qligi bizga quyidagi uch chegara tengsizlikni beradi.

$$x_1 \leq \beta_1, x_2 \leq \beta_2, x_3 \leq \beta_3$$

Bundan tashqari bizga xomashyo yetishi kerak. Mos ravishda xomashyoning to'rt ko'rinishiga to'rtta quyidagi chegara tengsizlik beriladi.

$$a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + a_{31}x_3 \leq \gamma_1$$

$$a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + a_{32}x_3 \leq \gamma_2$$

$$a_{13}x_1 + a_{23}x_2 + a_{33}x_3 \leq \gamma_3$$

$$a_{14}x_1 + a_{24}x_2 + a_{34}x_3 \leq \gamma_4$$

x_1, x_2, x_3 bilan keltiriladigan foyda

$$L = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3$$

Shunday qilib biz yana chiziqli dasturlash masalasiga keldik. x_1, x_2, x_3 o'zgaruvchilarning manfiy bo'lmagan va yuqoridagi chegaralarni qanoatlantiruvchi qiymatlarini topish va shu bilan birga ular shu o'zgaruvchilarning chiziqli funksiyasini maksimumga aylantirsin.

$$L = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 \Rightarrow \max$$

3-masala. Qurilmalarni band bo'lishi haqida masala.

Tikuv fabrikasida ikki turdagi stanok mavjud, ularda N_1 birinchi tur va N_2 ikkinchi tur stonoklari. Stanoklar uch xil mato ishlab chiqarishi mumkin: T_1, T_2, T_3 lekin turli ishlab chiqarish quvvatida. Stanoklarning a_{ij} ishlab chiqarish quvvatlari quyidagi jadvalda berilgan.

4-jadval

Stanok turi	Mato turi		
	T_1	T_2	T_3
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}

Birinchi indeks – stanok turi, Ikkinchi indeks – mato turi.

T_1 ko'rinishli matoning har bir metri fabrikaga c_1 foyda keltiradi, T_2 ko'rinishli matoning har bir metri fabrikaga c_2 foyda keltiradi, T_3 ko'rinishli c_3 foyda keltiradi.

Fabrika rejada belgilangan va bu rejaga ko'ra u har oyda v_1 metrdan kam bo'lmagan miqdorda T_1 ko'rinishli mato, v_2 metrdan kam bo'lmagan miqdorda T_2 ko'rinishli mato, v_3 metrdan kam bo'lmagan miqdorda T_3 ko'rinishli mato ishlab chiqarishi kerak. Har bir matoning metrlar o'lchami mos ravishda $\beta_1 \beta_2 \beta_3$ metrdan oshmasligi kerak.

Bundan tashqari barcha stanoklar band bo'lishi kerak.

T_1 , T_2 , T_3 matolarni ishlab chiqaradigan stanoklarning bandligini shunday taqsimlash kerakki, oylik yig'indi foyda eng katta, maksimal bo'lsin.

Bir qarashda qo'yilgan masala avvalgi masalani qaytarilayotganday tuyuladi, ya'ni T_1 , T_2 , T_3 matolarning miqdorini rejada x_1 , x_2 , x_3 bilan belgilab, $c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3$ yig'indi foydani maksimumini topish kerakdek. Lekin shu yerda shoshmang va o'zingizdan so'rang: qurilmalarning imkoniyatlari qani bu yerda?

Fikr yuritib, biz ko'ramizki, bu yerda yechim elementlari har bir ko'rinishli matoning miqdori emas, balki shu matolarni ishlab chiqaradigan har xil stanoklar soni.

Bu yerda yechim elementlarni ikki indeksli x harflari bilan belgilaymiz (birinchisi- stanok turi, ikkinchisi- mato turi). Hammasi bo'lib 6 ta yechim elementi bo'ladi. $x_{11} x_{12} x_{13}$, $x_{21} x_{22} x_{23}$

Bu yerda - x_{11} 1 turdagi T_1 ko'rinishli matoni ishlab chiqaradigan stanoklar soni. x_{12} - 1 turdagi T_2 ko'rinishli matoni ishlab chiqaradigan stanoklar soni va hokazo.

Demak, oldimizda yana bitta chiziqli dasturlash masalasi turibdi.

Avval x_{ij} yechim elementlariga qo'yilgan shart chegaralarni yozamiz. Avvalombor rejani bajarilishini ta'minlaymiz. Bu bizga quyidagi uch chegaraviy tengsizlikni beradi.

$$a_{11}x_{11} + a_{21}x_{21} \geq v_1$$

$$a_{12}x_{12} + a_{22}x_{22} \geq v_2$$

$$a_{13}x_{13} + a_{23}x_{23} \geq v_3$$

Shundan so'ng rejani oshirib bajarilishini chegaralaymiz. Bu ham bizga quyidagi uch chegaraviy tengsizlikni beradi.

$$a_{11}x_{11} + a_{21}x_{21} \leq \beta_1$$

$$a_{12}x_{12} + a_{22}x_{22} \leq \beta_2$$

$$a_{13}x_{13} + a_{23}x_{23} \leq \beta_3$$

Endi qurilmalar va ularning to'liq bandligi bilan bog'liq chegaralarni yozamiz.

Barcha matolarni ishlab chiqarish bilan band 1 turdagi stanoklarning yig'indi miqdori N_1 ga teng bo'lishi kerak, 2 turdagi stanoklarning soni N_2 .

Shu yerdan yana ikki shart kelib chiqadi, ya'ni:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = N_1$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = N_2$$

Endi barcha matolarning ishlab chiqarilishidan keladigan foyda yig'indini yozamiz.

Barcha stanoklarda ishlab chiqariladigan T_1 matoning miqdori $a_{11}x_{11} + a_{21}x_{21}$ va keltirgan foydasi $C_1(a_{11}x_{11} + a_{21}x_{21})$.

Shu xilda fikr yuritib, fabrikaning reja bo'yicha bir oylik yig'indi foydasini topamiz

$$L = C_1(a_{11}x_{11} + a_{21}x_{21}) + C_2(a_{12}x_{12} + a_{22}x_{22}) + C_3(a_{13}x_{13} + a_{23}x_{23})$$

yoki qisqacha

$$L = \sum_{j=1}^3 C_j \sum_{i=1}^2 a_{ij} x_{ij}$$

Xuddi shu 6 argumentni chiziqli funksiyani biz maksimumga aylantirishimiz kerak

$$L \Rightarrow \max.$$

Oldimizda yana chiziqli dasturlash masalasi: chiziqli dasturlashning bu masalasida 6 chegaraviy tengsizlik va 2 ta chegaraviy tenglik mavjud.

Nazorat savollari:

1. Chiziqli dasturlash masalasining asosiy xususiyati nimalardan iborat?
2. Bazis o'zgaruvchilar deganda nima tushuniladi?
3. Bazis yechim nima?
4. Ozod o'zgaruvchilar nima?

$$b_{ij} = a_{ij} a_{rs} - a_{is} a_{rj}$$

Jordan ko'chirish usulining algoritmi

Jordan ko'chirish usuli oltita qadamdan iborat:

1. Yangi jadval (20) da asosiy element birga teng.
2. Qolgan hamma elementlar b_{ij} quyidagi formuladan aniqlandi.

$$b_{ij} = a_{ij} a_{rs} - a_{is} a_{rj}$$

- 3 Asosiy ustun x_s elementlar o'zgarishsiz qoladi.
 - 4 Asosiy qator elementlari yangi jadvalda ishorasi o'zgartirilib, teskari ishora bilan yoziladi.
 - 5 Jadvalning hamma elementlari asosiy element a_{rs} ga bo'linadi.
 - 6 Uch o'zgaruvchi x_s o'zgaruvchi bilan almashtiriladi.
- Jordan ko'chirish usuli asosan tenglamalar sistemasini yechish uchun ishlatiladi.

10.2. Simpleks usul

Simpleks usuli quyidagidan iborat:

1. Yechimlar to'plamidan bazis yechim topiladi.
2. Bazis yechimdan boshqa bazis yechimga o'tib chiziqli dasturlash masalasini yechimi yaxshilanadi.

Simpleks usulini mohiyati shundan iboratki, har bir qadamda maqsad funksiyaning qiymati o'sadi (maksimumga qarab) yoki kamayadi (minimumga). Ma'lum chekli qadamdan so'ng chiziqli dasturlash masalasining optimal yechimi topiladi.

Tayanch yechimni topish

1. Hamma ozod o'zgaruvchilarga nol qiymati beriladi.

$$\begin{cases} x_i = 0, i = 1, l \\ x_j = a_j, j = 1, m \\ W = Q \end{cases} \quad (21)$$

Bu tayanch yechim bo'lad.

2. Ba'zi bir ozod o'zgaruvchilarning qiymati manfiy bo'lganda tayanch yechimni topish.

$$\begin{array}{ccccccc}
 & x_1 & x_2 & \dots & x_s & \dots & x_n \\
 y_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1s} & \dots & a_{1n} & b_1 \\
 y_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2s} & \dots & a_{2n} & b_2 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\
 y_r & a_{r1} & a_{r2} & \dots & a_{rs} & \dots & a_{rn} & b_r \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\
 y_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{ms} & \dots & a_{mn} & b_m
 \end{array} \quad (22)$$

$$W : c_1 \ c_2 \ \dots \ c_s \ \dots \ c_n \quad Q \quad (23)$$

Ozod hadlar ichida birortasini tanlab olaylik.

Masalan: a_r agar r chi qatordagi koeffitsiyentlar ichida manfiy koeffitsiyent bo'lmasa, bunday masala tayanch yechimga hamda chiziqli programmalash masalasi umuman yechimga ega emas.

3. Agar shu r chi qatordagi koeffitsiyentlar ichida manfiy koeffitsiyentlar mavjud bo'lsa, bu koeffitsiyent turgan qator tanlab olinadi. Bu ustun asosiy ustun deyiladi. Asosiy qator quyidagicha aniqlanadi. Buning uchun quyidagi nisbat aniqlanadi:

$$a_i/a_{is} \geq 0$$

Bu nisbatni kichkinasi qaysi qatorga mos kelsa, shu qator asosiy qator hisoblanadi.

Optimal yechimni topish algoritmi.

Buning uchun (18) chi jadvaldagi oxirgi qator (W) koeffitsiyentlarini ishorasi quyidagicha bo'lishi mumkin.

1. Bu qator hamma elementlari musbat ($c_1, c_2, \dots, c_s, \dots, c_n$)
2. Ba'zi bir elementlari manfiy.

Agarda bu qator (W) elementlari musbat bo'lsa, bu yechim chiziqli programmalash masalasini optimal yechimdir, bunga Q kirmaydi.

Misol:

1. Birinchi bosqichda mumkin bo'lgan bazis yechim topiladi.
2. Ikkinchi bosqichda esa bazis yechimni optimalligi tekshiriladi.

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 - 2x_2 + x_4 = 2 \\ x_1 + x_2 + x_5 = 5 \end{cases}$$

Shartlarda $F = x_1 - x_2 \rightarrow \max$ aniqlansin

Yechish: tizim matrisasi

$$\begin{pmatrix} -2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -2 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Rangi 3 ga teng.

Kengaytirilgan matrisani

$$\begin{pmatrix} -2 & 1 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 1 & -2 & 0 & 1 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

Rangi ham 3 ga teng.

Demak, tizimli tenglama birgalikda, shuning uchun 3 ta bazis o'zgaruvchilarni qolgan 2 erkin o'zgaruvchilari orqali ifodalash mumkin.

$$F = x_1 - x_2 \rightarrow \max$$

$$n=5, m=3; n-m=2$$

$$x_1=0, x_2=0$$

x_3, x_4, x_5 - bazis o'zgaruvchilar

$$F = 0 - (-x_1 + x_2)$$

$$x_3 = 2 - (-2x_1 + x_2)$$

$$x_4 = 2 - (x_1 - 2x_2)$$

$$x_5 = 5 - (x_1 + x_2)$$

bu yerda, x_1, x_2 – ozod o'zgaruvchilar

(0, 0, 2, 2, 5), bu holda chiziqli forma $F_1=0$ ga teng. Endi F kattalashtiramiz buning uchun 2 gacha o'zgartirish mumkin, ya'ni $x_1=2$ belgilaymiz x_3, x_4 va x_5 manfiy bo'lmaydi, bu holda $x_1=2, x_2=0, x_3=6, x_4=0, x_5=3$ (2, 0, 6, 0, 3). Bazis o'zgaruvchi elementlar x_1, x_3, x_5 tizimni birlik bazisga keltiramiz:

$$\begin{cases} x_1 = 2 - 2x_2 + x_4 \\ x_3 = 6 - 4x_2 + 2x_4 \\ x_5 = 3 + x_2 - x_4 \end{cases}$$

Chiziqli shakl F ni x_2 va x_4 orqali ifodalaymiz. $F_2 = x_1 - x_2 = 2 - 2x_2 + x_4 - x_2 = 2 - 3x_2 + x_4$ demak, $x_2 = x_4 = 0$ da $F_2 = 2$

$F_2 = 2 - 3x_2 + x_4$, x_2 – manfiy bo'lgani uchun uni oshirsak F_2 kamayadi, x_4 – oshirsak F_2 o'sadi, shuning uchun x_4 – oshiramiz, tenglamadan x_4 ni 3gacha oshirishimiz mumkin. x_1, x_3, x_5 manfiy bo'lmashligi uchun, x_2 va x_5 erkin o'zgaruvchi sifatida qabul qilamiz. Bular orqali x_1, x_3, x_4 ni aniqlaymiz:

$$\begin{cases} x_1 = 5 - x_2 - x_5 \\ x_3 = 12 - 2x_2 - 2x_5 \\ x_4 = 3 + x_2 - x_5 \end{cases}$$

$$F_2 = 5 - x_2 - x_5$$

Demak, $x_2=0, x_5=0$ da $F_2=5$ oxirgi chiziqli formada ikkala ozod had manfiy koeffitsiyentlar bilan qatnashyapti, shuning uchun F o'zining maksimal qiymatini $x_2=0$ va $x_5=0$ da erishadi. Bu esa (5, 0, 12, 3, 0) yechimni optimal yechimligini ko'rsatadi va $F_{\max}=5$.

10.3. Chiziqli dasturlashning transport masalalari

Transport masalasining qo'yilishi.

1. m ta jo'natish punktida biror bir mahsulotlar to'plangan. Bu mahsulotlarni n ta iste'mol punktlariga yetkazib berish kerak. Bu iste'mol punktlarini talablari quyidagicha

m	n
$a_1, a_2, \dots, a_m$	$b_1, b_2, \dots, b_n$
$a_1 - A_1$	$b_1 - B_1$
$a_2 - A_2$	$b_2 - B_2$
$\dots$	$\dots$
$a_m - A_m$	$b_n - B_n$

Bir birlik mahsulotni i jo'natish punktidan, j qabul qilish punktiga tashish sarf-xarajati c_{ij} bilan belgilaymiz

i jo'natish punktidan j qabul qilish punktiga yuborilgan mahsulotlarni x_{ij} bilan belgilaymiz. M_{xn} ta x_{ij} sonlarning to'plamiga reja (plan) deyiladi.

C_{ij} larni esa transport sarf-xarajatlari deyiladi. Reja mumkin bo'lgan reja deyiladi, agarda quyidagi shartlar bajarilsa:

- 1) $x_{ij} \geq 0$ (a)
- 2) $x_{i1} + x_{i2} + x_{i3} + \dots + x_{in} = a_i$ (b)
- 3) $x_{j1} + x_{j2} + x_{j3} + \dots + x_{jn} = v_j$ (d)

Agar $\sum a_i = \sum v_j$ bo'lsa, bunday masalalar yopiq turdagi masalalar deyiladi.

Agar $\sum a_i \neq \sum v_j$ bo'lsa, bunday masalani ochiq turdagi transport masalasi deyiladi.

$$Z = \sum_i \sum_k c_{ik} x_{ik} \rightarrow \min \text{ maqsad funksiya.}$$

Z -(umumiy sarf xarajat).

Transport masalasi quyidagi 3 ta xususiyatga ega.

1) transport masalasining (b) va (s) ko'rinishidagi chegaralari har doim tenglama ko'rinishida beriladi.

2) Har bir noma'lum x_{ij} faqat 2 ta tenglamada qatnashadi.

3) Har bir noma'lum x_{ij} oldidagi koeffitsiyenti 1 ga teng.

Transport masalasini yechishning potentsiallar usuli algoritmi 2 bosqichdan iborat.

1 chi bosqich boshlangan rejani tuzish.

2 chi bosqich boshlangan rejani optimalligini tekshirish va uni yaxshilash.

Yuk tashishni boshlang'ich rejasini tuzish.

Yuk tashish rejasi quyidagi jadval ko‘rinishida tasvirlanadi:

5-jadval

	V_1	V_2	...	V_n	
A_1	$x_{11} c_{11}$	$x_{12} c_{12}$	...	$x_{1n} c_{1n}$	a_1
A_2	$x_{21} c_{21}$	$x_{22} c_{22}$	...	$x_{2n} c_{2n}$	a_2
...	...	...	...	...	...
A_m	$x_{m1} c_{m1}$	$x_{m2} c_{m2}$	...	$x_{mn} c_{mn}$	a_m
			...		
	b_1	b_2	...	b_n	$\sum a_i = \sum b_j$

Quyidagi tushunchalarni ko‘rib chiqaylik.

1) Katakchalar to‘plami deb, ixtiyoriy kataklarni to‘plashga aytiladi.

2) Katakchalardan tuzilgan zanjir deb, quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lgan katakchalar ketma-ketligiga aytiladi.

$$(i_1, j_1), (i_1, j_2), (i_2, j_2), (i_2, j_3), \dots$$

yoki

$$(i_1, j_1), (i_2, j_1), (i_2, j_2), (i_3, j_3), \dots$$

Demak, zanjirning qo‘shni kataklari yoki bir qatorda yoki bir ustunda joylashgan bo‘ladi.

Agar zanjirni oxirgi katakchasi boshlang‘ich katakcha bilan bir qatorda yoki bir ustunda joylashsa, bunday zanjir sikl deyiladi.

Asiklik reja deb shunday mumkin bo‘lgan tashish rejasiga aytiladiki, bu reja bitta ham siklga ega emasdir.

Agarda asiklik rejaga to‘ldirilgan katakchalar soni $N=m+N-1$ ga teng bo‘lsa, bunday rejani tanlab olingan reja deyiladi.

Transport masalasining bosh rejasini tuzish qoidasi. (shimoliy- g‘arb usuli).

Bosh rejani tuzishda shimoliy g‘arb usulidan foydalaniladi. Eng avval X_{11} element aniqlanadi.

Bunda 3 ta hol bo‘lishi mumkin.

$$x_{11} = \min \{ a_1, b_1 \}$$

1) Agar $a_1 > b_1$, u holda $x_{11} = b_1$, $a_1 = a_1 - b_1$, $b_1 = 0$

2) Agar $a_1 < b_1$, u holda $x_{11} = a_1$, $b_1 = b_1 - a_1$, $a_1 = 0$

3) Agar $a_1 = b_1$, u holda $x_{11} = a_1$, $b_1 = 0$, $a_1 = 0$

Yuqorida to'ldirilgan rejada yuk tashishlar soni $N(m+n)$ dan katta emas. Ya'ni $N \leq m+n-1$

6-jadval

	V_1	V_2	B_3	V_4	a_i
A_1	100 3	5	7	11	100/0
A_2	50 1	80 4	6	3	130/80
A_3	5	40 8	80 12	50 7	170/130/0
b_j	150 /	120 /	80/	50 /	$\sum a_i = \sum e_j$
	50/ 40/	0	0	0	0

Agarda $N < m+n-1$ bo'lsa, bunday transport masalasini tug'ma tanlangan transport masalasi deyiladi.

Yuk tashish rejasini optimalligini tekshirish

Transport masalasini optimalligini tekshirish uchun optimallik belgisi ishlatiladi. Bu quydagilardan iborat: mumkin bo'lgan reja $X = \|x_{ij}\|$ optimal bo'lishligi uchun quyidagi shart bajarilishi zarur. Bu shart zaruriy va yetarlidir: bu reja uchun $(m+n)$ ta son topish talab etiladiki, bu sonlar quyidagi shartlarni qoniqtirish kerak.

$v_j - u_i \leq c_{ij}$ (1) hamma katakchalar uchun.

$v_j - u_i = c_{ij}$ (2) to'ldirilgan katakchalar uchun.

U_i va V_j sonlar jo'natish punktlarining va qabul qilish punktlarining potentsiallari deyiladi. 1 va 2 shartlarni potentsiallik shartlari deyiladi.

$U_1, U_2, \dots, U_m$ va $V_1, V_2, \dots, V_n$ noma'lum sonlarni quyidagi $m+n-1$ chiziqli tenglamalar sistemasidan topiladi.

$$V_j - U_i = C_{ij}$$

Bunday tenglamalar sistemasida noma'lumlar sonidan tenglamalar soni bitta ko'p. Shuning uchun biror bir ixtiyoriy noma'lumni nolga tenglaymiz. Bizning misolda $U_1=0$.

Aniqlangan $U_1, U_2, \dots, U_m$ qiymatlarini jadvalning chap tomonidagi ustunga yozamiz.

$V_1, V_2, \dots, V_n$ noma'lumlarni qiymatlarini esa jadvalning yuqori qismiga yozamiz.

Bizning misolda esa noma'lumlar U_i va V_j quyidagilarga teng.

$$V_1 - U_1 = 3; \quad V_2 - U_3 = 8; \quad U_1 = 0; \quad V_1 = 3; \quad U_3 = 2;$$

$$V_1 - U_2 = 1; \quad V_3 - U_3 = 12; \quad U_2 = 2; \quad V_3 = 10;$$

$$V_2 - U_2 = 4; \quad V_4 - U_4 = 7; \quad V_2 = 6; \quad V_4 = 5;$$

$$V_1 \quad V_2 \quad V_3 \quad V_4$$

7-jadval

		3	6	10	3
U_1	0	100 3	5	7	11
U_2	2	50 1	80 4	6	3
U_3	-2	5	40 8	80 12	50 7

To'ldirilgan reja optimalligini tekshirish uchun quyidagi shartni to'ldirilmagan katakchalar uchun bajarilishini tekshirish kerak.

$$V_j - U_i \dots C_{ij}$$

$$V_2 - U_1 = 6$$

O'zgartirishimiz mumkin va bu holda turli tanlovga ega bo'lamiz.

10.4. Dinamik dasturlash usullari. Ko'p qadamli amallarga misollar. Dinamik dasturlash masalasining umumiy ko'rinishi. Optimallik tamoyili

Dinamik dasturlash optimallashtirishning alohida usuli bo'lib, u ko'p qadamli amallarni amalga oshirishga mo'ljallangan.

Qandaydir qator ketma-ket qadamlarga ajratiladigan Q amalni faraz qilamiz, masalan, ishlab chiqarish korxonasining bir necha

xo'jalik yillaridagi faoliyati; yoki apparaturalarni tekshirishda qo'llaniladigan testlar ketma-ketligi; ba'zi bir amallar qadamlarga tabiiy ajraladi, ba'zi birlarida ajralishni sun'iy amalga oshirishga to'g'ri keladi, masalan, raketani maqsadga yo'naltirish jarayonini shartli ravishda har biri $v - t$ vaqt egallaydigan etaplarga bo'lish mumkin. Demak, m qadamdan iborat Q amalni qaraymiz. Amalning samaradorligi qandaydir W ko'rsatkich bilan xarakterlanadi va bu yerda biz qisqacha uni «yutuq» deb ataylik. Faraz qilaylik, W yutuq butun amal davomida alohida qadamlar yutuqlarining yig'indisidan iborat bo'lsin:

$$W = \sum_{i=1}^m w_i \quad (24)$$

w_i -i qadamdagi yutuq.

Agar W shunday xususiyatga ega bo'lsa, uni «additiv kriteriy» deb ataladi. Q amal boshqaruv jarayonini tashkil qiladi va biz uning yurishi hamda yechim natijasiga ta'sir qiladigan parametrlarni tanlashimiz mumkin va bu yerda har bir qadamda qandaydir yechim tanlanadi shu qadamdagi yutuq va butun amalni yutug'i bog'liq bo'ladi. Bu yechimni «qadam boshqaruvchisi» deb ataladi.

Barcha qadamlar boshqaruvchilari to'plami amalni boshqaruvini tashkil qiladi. Uni X deb, qadamli boshqaruvlarni $x_1, x_2, \dots, x_m$ deb belgilaymiz.

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (25)$$

bu yerda $x_1, x_2, \dots, x_m$ lar umumiy holda sonlar emas, vektorlar, funksiyalar bo'lishi mumkin. Shunday boshqaruvni topish talab qilinadiki, W yutuq maksimumga aylansin.

$$W = \sum_{i=1}^m w_i \Rightarrow \max \quad (26)$$

U holda X^* boshqaruv maksimumga erishiladigan boshqaruv bo'ladi. U optimal qadam boshqaruvlaridan tashkil topadi.

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*) \quad (27)$$

Shu boshqaruv natijasida erishiladigan maksimal yutuq W^* bilan belgilanadi.

$$W^* = \max\{W(x)\} \quad (28)$$

(28) formula shunday o'qiladi: W^* o'lchov x ning turli boshqaruvlarida $W(x)$ larning eng maksimumi.

Bu formula ko'rinishida quyidagicha yoziladi.

$$W^* = \max_{x \in X}\{W(x)\} \quad (29)$$

Ko'p qadamli amallarga misollar. Ko'p qadamli amallarning bir necha misollarini qarab chiqamiz va har biri uchun boshqaruv nima va yutuq qanday ekanligini (samaradorlik ko'rsatkichi W) aniqlaymiz.

1-misol: m xo'jalik yili uchun (m -yillik) $P_1, P_2, \dots, P_m$ ishlab chiqarish guruhi korxonalarni faoliyati rejalashtirilsin.

Yil boshida guruh rivojlanishi uchun M mablag' ajratilgan bo'lib, u korxonalar o'rtasida qandaydir taqsimlangan. Korxonalar ish jarayonida ularga ajratilgan mablag'larning bir qismi sarflangan (amortizatsiyalangan), bir qismi saqlangan va qaytadan taqsimlanishi mumkin. Har bir korxona bir yilda o'ziga qancha mablag' ajratilganiga qarab foyda keltiradi. Har bir xo'jalik yil boshida bor mablag'lar korxonalar o'rtasida qayta taqsimlanadi. Savol qo'yiladi: Har bir yil boshida har qaysi korxonaga qanday mablag' ajratilishi kerakki, m yillik foyda yig'indisi eng katta maksimal bo'lsin?

W yutuq (foyda) har bir alohida olingan qadam (yillar) dagi foydalar yig'indisini tashkil qiladi.

$$W = \sum_{i=1}^m w_i \quad (30)$$

demak, additivlik xususiyatiga ega.

x_i boshqaruv degani i - nchi qadamda i - nchi yil boshida har bir korxonaga $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ mablag' ajratilgan (1 -indeks – qadam nomeri, 2 -korxona nomeri) tushuniladi.

Shunday qilib, qadamli boshqaruv bu k ta tashkil qiluvchi vektorlardir:

$$X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}) \quad (31)$$

(30) formuladagi w_i o'lchovlar korxonalar ajratilgan mablag'larga bog'liq.

Barcha X amal boshqaruvi barcha qadamli boshqaruvlardan tashkil topadi.

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$$

Demak, mablag'larni korxonalarga va yillar bo'yicha shunday taqsimlanishi kerakki (optimal boshqarish x^* bo'lib) W kattalik maksimum bo'lsin.

Bu misolda qadamli boshqaruv vektorlardan iborat bo'ladi shuning uchun birmuncha qiyinroq yechiladi, soddaroq misolni qaraymiz, u sonlardan iborat.

2-misol: Kosmik raketa m zinadan tashkil topgan, uning orbitaga chiqish jarayoni shu m etapdan iborat deb va har bir etap oxirida foydalanilgan hisobga olinmaydi. Barcha zinalarga (kabinani «foydali» og'irligini hisobga olmagan holda) qandaydir umumiy og'irlik ajratilgan.

$$G = G_1 + G_2 + \dots + G_m$$

Bu yerda, G_1 - i -chi zina og'irligi.

i -etap natijasida (yonishi va i -zinani tashlab yuborilishi natijasida) raketa v_t tezlikka qo'shimcha tezlanish oladi, bu esa o'sha zina og'irligi va qolgan barcha zinalarni og'irliklarini kabina og'irligi bilan qo'shib hisoblanganiga bog'liq.

Talab qilinadi: G og'irlikni zinalar bo'yicha qanday taqsimlansa, raketa tezligi V raketa orbitaga chiqishida maksimal bo'ladi?

Bu holda samaradorlik ko'rsatkichi (yutuq)

$$V = \sum_{i=1}^M v_i \quad (32)$$

bu yerda, v_i - i qadamdagi yutuq (tezlikka qo'shimcha tezlanish).

X boshqaruv barcha G_i zinalarning og'irligi to'plamidan iborat.

$$X = (G_1, G_2, \dots, G_m) \quad (33)$$

Optimal boshqaruv x^* deb og'irlikni zinalar bo'yicha shunday taqsimlanishiga aytiladiki, unda V tezlik maksimal bo'ladi. Bu misolda qadamli boshqaruv bitta son, zining berilgan og'irligidir.

3-misol. Avtomashina egasi uni m yillardan beri haydaydi. Har bir yil boshida u quyidagi uch yechimdan birini qabul qilishi mumkin.

- 1) Avtomashinani sotishi va yangi mashina sotib olishi;
- 2) Avtomashinani ta'mir qildirish va yana haydashni davom ettirishi;

- 3) Ta'mirsiz haydashni davom ettirishi;

Qadamli boshqaruv – bu shu uch yechimdan birini tanlashdir. Ular bevosita sonlar bilan ifodalanmaydi, lekin ularga birinchisiga 1, ikkinchisiga 2, uchinchisiga 3 sonli qiymat berish mumkin. Demak, yillar bo'yicha shunday yechim (ya'ni 1,2,3 boshqaruvni qanday almashtirish kerak) qabul qilish kerakki, ekspluatatsiya xarajatlari yig'indisi, ta'mir va yangi mashina sotib olish xarajatlaridan minimal bo'lsin?

Samaradorlik ko'rsatkichi (ushbu holda «yutuq» emas, «yutqizish»)

$$W = \sum_{i=1}^M w_i \quad (34)$$

ga teng.

bu yerda, w_i - i yil xarajati.

W funksiyani minimumga aylantirish kerak?

Amalni boshqaruvi 1,2,3 sonlarni kombinatsiyasidan iborat, masalan:

$$X = (3, 3, 2, 2, 2, 1, 3, \dots),$$

Bu birinchi ikki yilda avtomobilni ta'mirsiz ekspluatatsiya qilinadi, keyingi uch yilda uni ta'mirlanadi, oltinchi yil boshida sotish va yangisini sotib olish mumkin.

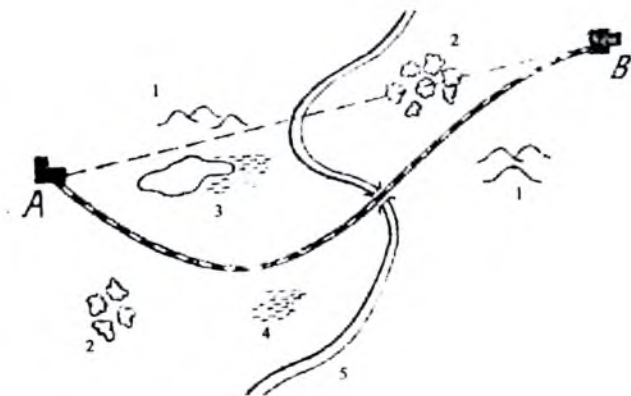
Ixtiyoriy boshqaruv quyidagi vektorlar to'plamidan tashkil topadi.

$$X = (j_1, j_2, \dots, j_m) \quad (35)$$

bu yerda, har bir ixtiyoriy son $j_1, j_2, \dots, j_m$ uch qiymatdan qabul qiladi.

Shunday (35) sonlar to'plamini tanlash kerakki, (34) o'lchov minimal bo'lsin.

4-misol. A va B punktlar oralig'ida temir yo'l qurilmoqda. Ko'priq qurishga mo'ljallangan joy o'rmon zonasi, do'ngliklar, botqoqliklardan iborat. A va B oralig'ida shunday yo'l qurish kerakki, uni qurilishiga sarflanadigan xarajatlar eng kam, ya'ni minimal bo'lsin.



6-rasm. Yo'l chizmasi.

1. tog'lar, 2. ko'lchalar, 3. ko'l va botqoqlik, 4. botqoqlik, 5. daryo.

Bu masalada, yuqoridagilardan farqli ravishda, qadamlarga tabiiy bo'linish yo'q, uni sun'iy ravishda kiritiladi, masalan, A B masofa m bo'lakka bo'linadi, bo'linish nuqtalari orqali A B ga perpendikular to'g'ri chiziqlar o'tkaziladi va bir nuqtadan ikkinchi

nuqtaga o'tishni «qadam» deb hisoblaymiz. Agar ularni bir-biriga juda yaqin o'tkazsak, u holda har bir qadamdagi yo'l sohasi to'g'richiziqli deb hisoblashimiz mumkin. i qadamdagi qadamli boshqaruv A B to'g'ri chiziq bilan φ_1 burchakni tashkil qiladi.

Barcha amal boshqaruvi qadamli boshqaruvlar to'plamidan tashkil topadi.

$$X = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m)$$

Shunday optimal X^* boshqaruvni tanlash talab qilinadiki, shu yo'lni qurish xarajatlari eng kam bo'lsin, ya'ni

$$W = \sum_{i=1}^m \sigma_i \Rightarrow \min. \quad (36)$$

Shunday qilib, biz ko'p qadamli masalalarning bir necha misolini ko'rib chiqdik. Endi shu kabi masalalarni qanday yechimini topish kerakligi haqida fikr yuritamiz.

Ixtiyoriy ko'p qadamli masalani turlicha yechishimiz mumkin: barcha m qadamdagi yechim elementlarini birdaniga qidirish mumkin. yoki optimal boshqaruvni qadamlab, har bir qadamda optimallashtirish hisob-kitobini qilish orqali;

Ko'pincha qadamlar ko'p bo'lgan holda ikkinchi usul birinchisiga nisbatan soddaroq. Shunday ketma-ket qadamli optimallashtirish g'oyasi dinamik dasturlash asosini tashkil etadi. Bir qadamni optimallashtirish, butun jarayonni optimallashtirishga ko'ra osonroq; chunki soddasini ko'p marta yechish, murakkab masalani bir marta yechishdan ko'ra yaxshiroq.

Birinchi qarashda bu masala juda soddasini va osondek ko'rinadi, chunki amalni butunligicha optimallashtirib bo'lmasa, uni bir necha qadamlarga bo'lib yechish kerakdek tuyuladi. Har bir qadam alohida optimallashtiriladi va bu juda ham qiyin emas. Shu qadamda shunday boshqaruvni tanlash kerakki, samaradorlik shu qadam bo'yicha maksimal bo'lsin. Shundaymi? Yo'q shunday emas. Dinamik dasturlash tamoyili har bir qadamni alohida optimallashtirilishini emas, balki qadamli boshqaruvni shunday tanlash kerakki,

barcha amal yig'indi optimalligi eng maksimal bo'lishi kerakligi tasdiqlansin.

Demak, ko'pqadamli amalni rejalashtira turib, har bir qadamda shunday boshqaruvni tanlash kerakki, (kelgusi qadamlarda ham) yuz beradigan to'siqlar ham hisobga olinishi kerak. i – qadamdagi boshqaruv, faqat shu qadamda yutuq maksimal bo'lishini emas, balki barcha qolgan qadamlar va shu qadam yutuqg'i yig'indisi bilan maksimal bo'lishini ta'minlab tanlanishi kerak. Lekin barcha qadamlar orasida bitta shunday qadam ham bo'lishi mumkinki, bu qadam kelajakka bashorat qilinmasdan rejalashtirilishi mumkin. Bu oxirgi qadam. Bu qadam barcha qadamlar ichida eng katta foyda keltiradigan qadamdir. Shuning uchun dinamik dasturlash jarayoni ko'pincha oxiridan boshiga qarab yuriladi, (o'griladi) ya'ni avvalo oxirgi m qadam rejalashtiriladi Endi uni qanday rejalashtiramiz, biz avvalgi qadamni qanday tugaganligini bilmaymizku? Ya'ni keyingi qatarga o'tish shartlari bizga noma'lum. Ana shu yerda asosiy masala boshlanadi. Oxirgi qadamni rejalashtira turib, undan oldingi $(m-1)$ qadam qanday tugaganligi haqida turli farazlar qilishimiz kerak va har bir farazimiz uchun shartli optimal boshqaruvni topishimiz kerak. Faraz qilaylik, biz m qadam uchun shartli optimal boshqaruv va unga mos shartli optimal yutuqni topdik deylik. Endi biz oxirigidan oldingi $(m-1)$ qadamdagi boshqaruvni optimallashtirishimiz mumkin. Yana $(m-2)$ qadam qanday tugaganligi haqidagi farazlarni qilamiz va har bir faraz uchun $(m-1)$ qadamdagi boshqaruvni topamiz va bu holda oxirgi ikki qadamdagi yutuq eng maksimal bo'lishi kerak. Shunday qilib, har bir faraz uchun $(m-2)$ qadamning shartli optimal boshqaruvini $(m-1)$ qadam uchun va shartli optimal yutuqni ikki qadam uchun topamiz. Shunday qilib, orqaga yurib, $(m-2)$ qadamdagi boshqaruvni va hokazo birinchi qadamga borguncha optimallashtiramiz.

Faraz qilaylik, barcha shartli optimal boshqaruvlar va shartli optimal yutuqlar barcha jaryon uchun bizga ma'lum bo'lsin. Bu biz uchun har bir qadamda va jarayon oxirida ham qanday boshqarishimiz kerakligini bilamiz degani. Demak, endi biz shartli optimal boshqaruvni emas, balki optimal boshqaruvni ko'ra olamiz va shartli optimal yutuqni emas, optimal yutuqni topa olamiz.

Shunday qilib, boshqaruv jarayonini dinamik dasturlash usuli orqali optimallashtirishda ko'p qadamli jarayon ikki marta keltiriladi: birinchi marta oxiridan boshiga va bunda shartli optimal boshqaruvlar va shartli optimal yutuqlar jarayonning qolgan qismi uchun topiladi; ikkinchi marta esa boshidan oxiriga qarab, tayyor ko'rsatmalarni o'qib chiqib shartsiz optimal boshqaruv x'ni topiladi.

Birinchi bosqich – shartli optimallashtirish nisbatan murakkab va ikkinchisiga qaraganda uzoqroq jarayon. Ikkinchi bosqich – qo'shimcha hisob-kitoblar talab qilmaydi hisob.

Dinamik dasturlash masalasining umumiy ko'rinishi. Optimallik tamoyili. Yuqoridagi ko'rilgan sodda dinamik dasturlash masalalari dinamik dasturlash usuli haqida umumiy shunday tushunchaga kelishga undaydi: qadamli optimallashtirish bir yo'nalishda «shartli» ikkinchi yo'nalishda «shartsiz». Dinamik dasturlash usuli juda qudratli va foydali optimal boshqaruv usuli hisoblanadi, uning uchun yechim butunligi ham, maqsad funksiyaning chiziqliqligi ham, yechimga qo'yiladigan chegaralar ko'rinishlari ham murakkab emas. Lekin chiziqli dasturlashdan farqli ravishda dinamik dasturlash qandaydir hisoblash prosedurasiga keltirilmaydi, u mos formulalar yozib bo'lingandan so'nggina mashinaga uzatilishi mumkin, lekin ko'pincha bu oson ish emas.

Bu ma'ruzada biz boshlovchilar uchun maslahatlar tariqasida, dinamik dasturlash masalalarini qanday qo'yish, ularni qanday tartibda yechish kabi umumiy ko'rsatmalarni keltiramiz.

Birinchi savol, S boshqarish tizimining holati har bir qadam oldidan qanday parametrlar bilan xarakterlanadi? Shu parametrlarning muvaffaqiyatli tanlovidan optimallashtirish masalasining muvaffaqiyatli yechimi bog'liq. Yuqorida ko'rgan misollarimizda tizimning holati juda ko'p bo'lmagan parametrlar soni bilan xarakterlanadi, ya'ni birinchi misolda ikkita koordinata orqali, ikkinchi va uchinchi misollarda bitta son bilan xarakterlanadi. Lekin hayotda bunday juda sodda misollar kam uchraydi.

Tizimlar ko'pincha juda ko'p parametrlar orqali xarakterlanadi va mos ravishda har bir qadam oldidan barcha variantlarni qarab chiqish va optimal shartli boshqaruv topish juda qiyinchilik tug'diradi. Ko'pincha dinamik dasturlash masalalari kompyu-

terlarda, EHM yechiladi, shuning uchun masalani to'g'ri qo'yilishi juda katta ahamiyatga ega.

Ikkinchi masala tizimni ifodalash va boshqaruvni tartiblashdan so'ng – bu qadamlarga bo'lishdir. Ba'zi hollarda bu masalaning qo'yilishida beriladi, masalan iqtisodiy masalalarda (xo'jalik yillari), lekin ko'pincha qadamlarga bo'lishni sun'iy ravishda kiritishga to'g'ri keladi. Bu yerda qadamlar soni ikkita holatni hisobga olgan holda bo'linadi: 1) qadam yetarli darajada kichik bo'lishi kerakki, qadamli boshqaruv sodda bo'lsin uchun; 2) qadam juda ham kichik bo'lishi kerak emas, chunki juda ko'p foydasiz, faqat optimal yechim prosedurasini murakkablashtiradigan, lekin maqsad funksiyaning optimumiga ta'sir ko'rsatmaydigan hisob-kitoblarni amalga oshirmaslik uchun;

Dinamik dasturlash masalalari asosida yotgan umumiy tamoyilni ifodalaymiz, uni ko'pincha optimallik tamoyili deb ataladi. Navbatdagi qadam oldidan S tizimning holati qanday bo'lishidan qat'i nazar, shu qadamda boshqaruvni shunday tanlash kerakki, shu qadamdagi yutuq va qolgan qadamlardagi optimal yutuqlar yig'indisi maksimal bo'lishi kerak.

Endi boshlovchilar uchun dinamik dasturlash masalalarini qo'yilishidagi bir necha amaliy ko'rsatmalarni beramiz:

1.S boshqaruv tizimining holatini xarakterlovchi parametrlarni har bir qadam oldidan tanlash.

2.Amalni etaplarga (qadamlarga) bo'lib chiqish.

3.Har bir qadam uchun x_i qadam boshqaruvlari to'plamini va ularga qo'yilgan chegaralarni aniqlash.

4.Agar tizim bundan oldin S holatda bo'lganda x_i qadam boshqaruvi i-qadamda qanday yutuq keltirishini aniqlash, ya'ni yutuq funksiyasini quyidagicha yozish:

$$w_i = f_i(S, x_i) \quad (37)$$

5.S tizimning holati x_i qadam boshqaruvida i-chi qadamda qanday o'zgarishini aniqlang. U yangi holatga o'tadi.

$$S'' = \varphi_i(S, x_i) \quad (38)$$

6. Dinamik dasturlashning asosiy shartli optimal yutuqni $W_i(s)$ ifodalaydigan rekkurent tenglamalarini (i-qadamdan oxirigacha) yozib chiqish.

$$W_i(s) = \max_x \{ f_i(S, x_i) + W_{i+1}(\varphi_i(S, x_i)) \} \quad (39)$$

7. Oxirgi (m) qadamning shartli optimumini S tizimning holatiga qarab har bir qadam uchun shartli optimallik yutuqni quyidagi formula bo'yicha hisoblab,

$$W_m(s) = \max_{x_m} \{ f_m(S, x_m) \} \quad (40)$$

maksimumga erishiladigan optimal shartli boshqaruv $x_m(S)$ topish.

8. (39) formula orqali (m-1), (m-2) qadamlarning shartli optimalini topish va $i=(m-1), (m-2), \dots$, deb har bir qadam uchun maksimumga erishiladigan $x_i(S)$ shartli optimal boshqaruvni ko'rsatish.

9. Har bir qadamda mos ko'rsatmalarni o'qib shartsiz optimal boshqaruvni topish. Birinchi qadamda topilgan optimal boshqaruv $x_1^* = x_1(S_0)$ olish; tizimning holatini (38) formula bo'yicha o'zgartirish; yangi topilgan holat uchun ikkinchi qadamda x_2^* optimal boshqaruvni topish va hokazo oxirigacha.

Hozirgi paytgacha biz dinamik dasturlashning additiv, ya'ni yutuq, barcha amal uchun alohida qadamlar yutuqlarining yig'indisiga teng bo'lgan masalalarini qarab chiqdik. Lekin dinamik dasturlash usulini multiplekativ kriteriyli, ya'ni quyidagi ko'paytirish ko'rinishidagi masalalarga ham tatbiq qilish mumkin.

$$W = \prod_{i=1}^M \omega_i \quad (41)$$

Nazorat savollari:

1. Chiziqli dasturlash masalasining Jordan ko'chirish usulining qanday yutuq va kamchiliklari mavjud?

1. Chiziqli dasturlash masalasining Simpleks usulining qanday yutuq va kamchiliklari mavjud?
2. Chiziqli dasturlash masalasining qanday yechish usullari mavjud?
3. Yopiq turdagi masalalar deganda qanday masala tushuniladi?
4. Ochiq turdagi masalalar deganda qanday masala tushuniladi?
5. Dinamik dasturlash usulining chiziqli dasturlash usulidan afzalliklari nimalarda ko'rinadi.
6. Dinamik dasturlash usulida «yutuq» tushunchasini qaysi ma'noda tushunamiz?
7. Optimal boshqaruv deganda nimani tushunamiz?
8. Optimal yechim deganda nimani tushunamiz?

11. STATISTIK NOANIQLIKDAGI TANLOV QONUNIYATLARINI TAHLIL QILISH

11.1. Statistik noaniqlikdagi tanlov. Statistik yechim qabul qilish masalalari. Statistik yechim qabul qilishning umumiy chizmasi

Tanlov masalalarining shunday sinfi mavjudki, ularning xarakterli xususiyatlari shundaki, bir talay kuzatuv va o'lchashlar o'tkazilgandan so'ng ham noaniqlik o'zgarmaydi. Gap shundaki, tajriba natijasida olingan natijalar, bizni qiziqtirayotgan holat bilan to'g'ridan-to'g'ri emas, bir qiymatli emas, balki biz tomondan nazorat qilinmayotgan faktorlar bilan bog'liq.

Statistik yechim tanlov sifatida. Faraz qilaylik, masalan qandaydir buyumning yuqori darajali og'irlik qiymatini bilish talab qilinsin. Uni analitik torozlarda bir necha marta tortish turli xil qiymatlarni beradi, chunki torozining ko'rsatkichiga faqatgina tortilayotgan buyumning og'irligi ta'sir qilib qolmasdan, balki silkinish, tayanch prizmaning geometrik ko'rinishning ideal emasligi, havoning oqim tezligi, issiqlik rejimi va h.k. ham ta'sir ko'rsatadi.

Bunday masalalarda tanlovning an'anaviy bo'lmagan muammosi yuzaga keladi va bizni qiziqtirayotgan o'lchovlardan qaysi qiymatni haqiqiy deb qabul qilish muammosi tug'iladi.

Xuddi shunday holat, ya'ni – statistik noaniqlik sharoitidagi tanlov – faqatgina qandaydir o'lchovlarnigina baholashda emas, balki obyektlarni klassifikatsiyasida ham uchraydi (masalan, bemor qanday kasal, agar uning holati analizlarning qandaydir natijalari bilan xarakterlansa? Qanday chuqurlikda suv va neft joylashgan? agar geofizik razvedka natijasida qandaydir sonlar to'plami olingan bo'lsa?). Shu bilan birga zarur hollarda hodisaning matematik modelini tanlashga to'g'ri keladi, (ya'ni qanday egri chiziqda yaxshiroq ifodalanadi bor eksperimental natijalar) va zarur hollarda qandaydir qonuniyatni topish qo'yilgan maqsadga muvofiq, (ya'ni quyosh aktivligi insonlar sog'ligiga ta'sir ko'rsatadimi?).

Barcha bunday masalalarda umumiy – tanlovni to‘g‘ri yoki bilvosita asosda, lekin albatta «shovqinli» berilganlarda o‘tkazishga to‘g‘ri keladi. Asosiy (markaziy) eng muhim xususiyat bu, bunday masalalarni yechishda olib borilayotgan statistik eksperimental. berilganlarni ham statistik deb tasavvur qilish hisoblanadi. Bu holda haqiqiy, lekin noaniq alternativa V (bu harf bilan ixtiyoriy qonuniyatni belgilaymiz) kuzatuvlar protokolida, buni O to‘plamga, ya’ni mumkin bo‘lgan qonuniyatlar to‘plamiga tegishli deb hisoblaymiz, bu to‘plamda tanlov o‘tkazishimiz kerak va $x_1, x_2, \dots, x_n$ kuzatuv natijalari adekvat ifodalanadi. Ehtimolliklar yoyilishi bilan (masalan, $G(x_1, \dots, x_n)$) yoki agar x - uzluksiz o‘lchovlarda, funksiya G differensialli bo‘lsa, ehtimollar zichligini beradi.

Boshqacha qilib aytganda, agar birinchidan, kuzatuvlar tanlovi barcha mumkin bo‘lgan statistik tanlovlar ansambliga tegishli bo‘lsa bunda ehtimolliklar yoyilishi berilgan, ikkinchidan, bu yoyilish turli birliklar uchun turlicha, ya’ni $x_1, x_2, \dots, x_n$ haqida V ma’lumot borligini ta’minlaydi. Savol qo‘yiladi, bu ma’lumotni qanday olish mumkin, ya’ni O to‘plamda qanday tanlov qilish mumkin yoki qanday statistik yechim qabul qilish mumkin.

Statistik yechim qabul qilish masalalari. Foyasi va usullari bo‘yicha o‘yinlar nazariyasiga yaqini statistik yechim qabul qilish nazariyasi hisoblanadi. O‘yinlar nazariyasidan u shu bilan farqlanadiki, noaniqlik holati qarama-qarshilikka ega bo‘lmaydi, hech kim hech kimga qarshi turmaydi; lekin noaniqlik elementi ko‘rinib turadi.

Statistik yechim qabul qilish masalalarida amalning noma’lum shartlari aniq harakat qiluvchi raqibdan emas, obyektiv haqiqatan ya’ni statistik yechim qabul qilish nazariyasida «tabiat» deb atalgan haqiqatga bog‘liq. Mos holatlarni ko‘pincha «tabiat bilan o‘yinlar» deb ataladi.

«Tabiat» qandaydir manfaatdor instansiya bo‘lib, uning «xulqi» noma’lum, lekin har holda yomonlik emas. O‘ylab qilingan harakatning yo‘qligi guyoki, yechim qabul qilish masalasini osonlashtiradiganday ko‘rinadi, lekin aslida esa murakkablashtiradi. To‘g‘ri «tabiat bilan o‘yin» da yechim qabul qiluvchiga muvaffaqiyat qozonish oson (chunki unga hech kim xalaqit bermaydi), lekin unga o‘z tanlovini asoslash «qiyinroq».

Mavjud raqib bilan o'yinda noaniqlik elementi shu bilan yo'q qilinadiki, biz raqib uchun «o'ylaymiz», u uchun yechim «qabul qilamiz» bu biz uchun eng noxush hol.

Tabiat bilan o'yinni qarab chiqaylik: Bizda (A tomon) m mumkin bo'lgan $A_1, A_2, \dots, A_m$ strategiyalar mavjud sharoitda n ta $P_1, P_2, \dots, P_n$ farazlar qilish mumkin. Ularni tabiat strategiyalari deb qarashimiz mumkin. $A_m P_n$ strategiyalar juftligidagi bizning a_{ij} yutuqlarimiz quyidagi matrisada berilgan.

8-jadval

$V_i A_1$	P_1	P_2		P_n
A_1	a_{11}	a_{12}		a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}		a_{2n}
.....				
A_m	a_{m1}	a_{m2}		a_{mn}

A o'yinchining boshqa strategiyalarga nisbatan foydaliroq bo'lgan strategiyasini (sof, aralash) tanlash talab qilinadi. Birinchi qadamda bu masala xuddi ikki A va V qarama-qarshi qiziqishga ega o'yinchilar o'yiniga o'xshab ketadi va o'sha usullar bilan yechish mumkindek ko'rinadi, lekin unday emas.

Tabiat tomonidan qarama-qarshilikni yo'qligi holatni butunlay boshqacha baholashga olib keladi. Keling masala ustida fikr yuritaylik. Tabiat bilan o'yinda eng sodda holat – bu qachonki, A o'yinchining qandaydir strategiyalardan biri boshqalaridan ustun, ya'ni ularni dominirlaydi, masalan, A_2 strategiya quyidagi jadvalda quyidagicha bo'ladi.

9-jadval

$V_i A_1$	P_1	P_2	P_3	P_4
A_1	1	2	3	5
A_2	7	4	4	5
A_3	3	4	4	1
A_4	7	4	2	2

Bu yerda A_2 strategiya tabiatning ixtiyoriy holatida boshqa strategiyalardan kichik emas, ba'zi birlarida katta, demak, hammasi tushunarli va shu strategiyani tanlash kerak. Agar tabiat bilan o'yin matrisasida bitta ham dominirlovchi bo'lmasa, u holda takrorlanuvchi strategiyalar bor yo'qligini qaraymiz. Lekin bu yerda biz faqat A o'yinchi strategiyalarini sonini kamaytiramiz xolos, tabiatni strategiyalar emas. Unga baribir biz ko'p yutamizmi? kam yutamizmi?

Berilgan strategiyalar bo'yicha tanlovni «muvaqqiyatli» yoki «muvaqqiyatsiz» ekanligini bilish maqsadida yechimlar nazariyasida «xavf» tushunchasi kiritiladi.

A o'yinchi A_1 strategiyadan foydalanishdagi P_j sharoitda r_{ij} xavfi deb yutuqlar orasidagi farq, ya'ni P_j sharoitni bilganimizda oladigan yutuq va ularni bilmay A strategiyani tanlab oladigan yutug'imiz orasidagi farq tushuniladi. Albatta, agar biz, ya'ni A o'yinchi P_j tabiatning holatini bilganimizda edi yutuq eng katta maksimal bo'lgan strategiyani tanlagan bo'lar edik. P_i ustunda maksimal yutuqni β_j bilan belgilaymiz. r_{ij} xavfni olish uchun β_j dan a_{ij} yutuqni ayirishimiz kerak:

$$r_{ij} = \beta_j - a_{ij}$$

Misol uchun a_{ij} yutuqlar matrisasini (10-jadval) olamiz va uning uchun xavflar matrisasini (11-jadval) quramiz.

10-jadval

$P_i \ A_1$	P_1	P_2	P_3	P_4
A_1	1	4	5	9
A_2	3	8	4	3
A_3	4	6	6	2
β_j	4	8	6	9

11-jadval

$P_i \ A_1$	P_1	P_2	P_3	P_4
A_1	3	4	1	0
A_2	1	0	2	6
A_3	0	2	0	7

Xavf matrisasini qaraganimizda «tabiat bilan o'yin»ni ba'zi bir qirralari aniqlanadi. Yutuqlar matrisasida (a_{ij}) ikkinchi qatorda birinchi va oxirgi elementlar biri biriga teng. $a_{21}=a_{24}=3$. Lekin bu yutuqlar strategiyani tanlash ma'nosida kuchli degani emas: tabiatning P_1 holatida biz eng katta 4 ni tanlashimiz mumkin va A_2 strategiya tanlovi juda yaxshi hisob, P_4 holatda esa A_1 strategiyani tanlab, 6 ga ko'proq bo'lgan yutuq olishimiz mumkin, ya'ni A_2 strategiyani tanlash ma'qul emas.

Xavf – bu ma'lumot yo'qligi uchun to'lovdir.

(11-jadval) da $r_{21} = 1$, $r_{24} = 6$

Yutuqlar bu ikki holda teng. Demak, oldimizda ikkita yechimni tanlovi haqidagi masala turibdi: birinchisi maksimal yutuqqa erishish; ikkinchisi- minimal xavfni topish masalasi.

Biz bilamizki, noaniqlikni eng sodda ko'rinishi – bu stoxastik noaniqlikdir, ya'ni tabiiy holatlari qandaydir $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ehtimolliklarga ega va ular bizga ma'lum. U holda tabiiy ravishda yutuqning qator bo'yicha o'rtacha qiymati maksimal bo'lgan strategiyani tanlash kerak.

$$a_i = \sum_{j=1}^n Q_j a_{ij} \Rightarrow \max$$

O'rtacha yutuqni maksimumga aylantiradigan strategiya o'rtacha xavfni minimumga aylantiradi.

$$r_i = \sum_{j=1}^n Q_j r_{ij} \Rightarrow \min$$

Shunday qilib, stoxastik noaniqlikda ikkala yo'nalish ham bitta optimal yechimni beradi.

Faraz qilaylik, $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ehtimolliklar mavjud, lekin bizga noma'lum bo'lsin. Ko'pincha, bu holda tabiatning barcha holatlarini teng ehtimolli deb hisoblanadi (bu Laplasning yetarli emas asos tamoyili deb ataladi). Lekin bunday qilishni maslahat berilmaydi. Chunki ehtimolliklarni $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ taxminiy qiymatlarini ekspert baholash usullaridan foydalanib topish mumkin.

Val'd maksimin kriteriyasi

Bu kriteriyga asosan, tabiat bilan o'yin agressiv raqib, ya'ni muvaffaqiyatga erishishimiz uchun barcha yo'llar bilan xalaqit berishga intiladigan raqib bilan olib boriladi.

Optimal strategiya deb, ixtiyoriy holatda «tabiat bilan o'yinning pastki bahosi» dan kichik bo'lmagan yutuqni kafolatlaydigan strategiyaga aytiladi.

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}$$

Sevidj xavfi minimaks kriteriyasi.

Bu kriteriya ham pessimistik, lekin optimal strategiyani tanlashdagi yutuqqa emas, xavfga mo'ljall qilishni maslahat beradi.

$$S = \min_i \max_j r_{ij}$$

Bu yo'nalishning mazmuni shundan iboratki, yechim qabul qilishda har tomonlama katta xavfdan qochish kerak.

Gurvis pessimistik-optimistik kriteriyasi.

Bu kriteriya yechim qabul qilishda chegaraviy pessimizm va chegaraviy optimizmdan foydalanmaslikni maslahat beradi. Shu kriteriyga asosan strategiya quyidagi shartlarga asosan tanlanadi.

$$N = \max_i \{ n \min_j a_{ij} + (1-n) \max_j a_{ij} \}$$

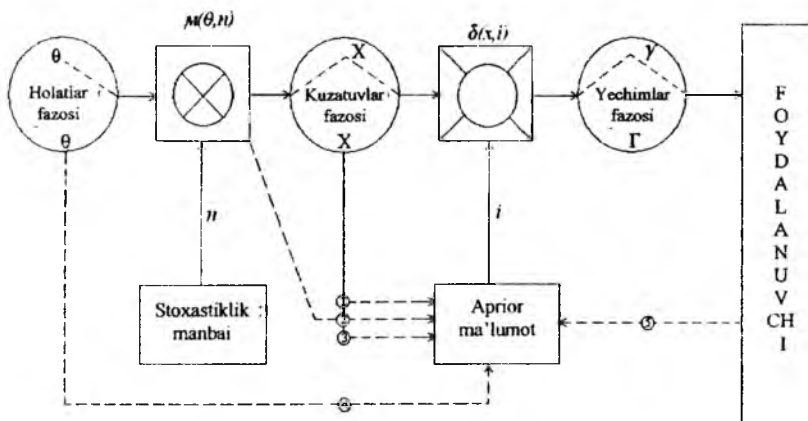
bu yerda $n - 0$ va 1 oralig'ida tanlanuvchi pessimizm koeffitsiyentidir.

$n=1$ holida Gurvis kriteriyasi Val'd kriteriysiga aylanadi.

$n=0$ holida chegaraviy optimizmga aylanadi, bu yerda shunday strategiya tanlanadiki, qator bo'yicha eng katta yutuq maksimal bo'ladi.

$0 < n < 1$ holida bular o'rtasidagi hol yuz beradi.

Statistik yechim qabul qilishning umumiy chizmasi.
 Quyidagi chizmada statistik yechim qabul qilishning umumiy chizmasi 7-rasmda keltirilgan.



7-rasm. Statistik yechim qabul qilishning umumiy chizmasi.

Bu chizmada $Q \in \theta$ nuqta orqali bizga noma'lum, lekin aniqlashimiz zarur bo'lgan narsa ifodalangan:

θ Q ga nisbatan barcha mumkin bo'lgan imkoniyatlar to'plami. $x \in X$ nuqta orqali tanlov (kuzatuvlar protokoli) $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ifodalangan: X – barcha mumkin bo'lgan tanlovlar to'plami.

Tanlovning qiymatiga bu yerda faqatgina Q qonuniyat ta'sir ko'rsatib qolmay, balki tasodifiy faktorlar to'plami, chizmada Q va tasodifiy ta'sir n ning aks ettirilishi natijasida X to'plamda $\mu: X = \mu(Q, n)$ operator yordamida berilgan kuch ham ta'sir ko'rsatadi. x ni bilgan holda biz Q ga nisbatan tanlov qilishimiz kerak, yechim qabul qilishimiz, ya'ni θ alternativlardan qaysinisini haqiqiy deb qabul qilishimiz kerak, qabul qilingan yechimni va Q «haqiqiy» holatni adashtirib yubormaslik uchun tanlov o'tkazilayotgan fazoni G bilan belgilaymiz. Ko'rinadiki, G da θ to'plamning barcha elementlari kiradi, lekin yana qo'shimcha yechimlar ham kirishi mumkin (masalan, tanlovdan voz kechish, kuzatuvlar sonini oshirishni talab qilish) holatlari. Tanlov prosedurasi δ operator

orqali ifodalangan x tanlov uchun, har bir x tanlovga hal qiluvchi funksiya deb ataluvchi bu operator mos ravishda $v = \delta(x, i)$ yechimni qo'yadi. Bu yerda I argument kiritilgan bo'lib, birinchidan bir tanlovni turlicha ishlab chiqish mumkinligini ta'kidlash uchun, turli sifatli yechimlar olgan holda va ikkinchidan yechim sifati faqatgina qanday protokol ishlatilayotgani emas, balki algoritm strukturasiga qanday aprior takliflar kirganiga ham bog'liqligini ta'kidlaydi. Demak, statistik proseduralarni sintezi muammosi (hal qiluvchi funksiyalarni qurish) va ularning sifatini tahlil qilish muammosi orasidagi v va θ yaqinlik darajasini baholash orqali, aprior ma'lumotlarning roli bilan juda qattiq bog'langan.

Endi aniqroq tushunchaga ega bo'laylik, ya'ni statistikada aprior ma'lumot deganda nimani tushunamiz. Unga ixtiyoriy ma'lumotlar, ya'ni biz yangi δ proseduralarni sintez qilganimizgacha bo'lgan ma'lumotlar, shu bilan birga kuzatuvlar tabiati haqidagi ixtiyoriy ma'lumotlar (lekin x tanlovni o'zi emas) kiradi.

Aniq aprior ma'lumotlar 1) θ holatlar fazosi: 2) n tasodifiy faktorlar: 3) Q va n o'zaro ta'sirini aniqlovchi operator μ : 4) X kuzatuvlar fazosi: 5) foydalanuvchini yechimlar sifatiga talablarni xarakterlaydi.

11.2. Statistikada texnika xavfsizligi qoidalari

Avvalgi mavzularda biz ko'rdikki, tanlov masalalarining ixtiyoriy varianti nazariy usullar amaliyotida qo'llanilsa murakkabliklar, paradokslar bilan, bir qatorda xavflarga ham bog'liq. Statistik noaniqlik sharoitidagi tanlov ham bundan holi emas. Statistik usullarni noto'g'ri yoki muvaffaqiyatsiz qo'llash quyidagi hazil fikrga olib kelgan. «Yolg'onning uch turi mavjud — oddiy yolg'on, o'ta yolg'on va statistika yolg'oni».

Statistik usullarni noto'g'ri qo'llanilishi sabablari ko'p emas va ularni bilish zarur. Statistik yechimlardan foydalanishda «statistik texnika «xavfsizligi»ni instruksiyasi deb qarashimiz mumkin.

1) Statistik xulosa o'z tabiatiga ko'ra tasodifiy, u yuqori umidlilikka va aniqlikka ega bo'lishi mumkin, lekin hech qachon absolyut aniq bo'la olmaydi.

2) Statistik proseduraning chiqishi natijasi (yechim) sifati uning kirishiga nima berilayotganiga bog'liq.

3) Keyingi murakkab hol – statistik kuzatuvlarga nisbatan adashuv mumkin.

Ko'pgina statistik ishlovda statistik tabiatga ega bo'lmagan berilganlar kirishiga bir necha misollarni keltirishimiz mumkin. Bu faktni ayniqsa katta bo'lmagan hajmlarda ham tekshirish murakkab.

4) Statistik yechimlarning kutilgan sifatli yechimlarni yo'qotish aprior ma'lumotlarning haqiqiy darajasiga mos tushmaydigan proseduradan foydalanish natijasi bo'lishi mumkin.

Agar aprior ma'lumotning «haqiqiy» darajasi juda aniq bo'lsa, u holda berilganlarni bir necha usullar orqali qayta ishlash foydali. Xulosalarning farqi ularni qidirish sababiga signal bo'lishi mumkin.

5) Statistikaga qaratilgan asoslanmagan qarshiliklarning sababi to'g'ri statistik xulosalarning noto'g'ri talqin qilinishidir.

Masalan, o'tgan asr ingliz statistik tekshiruvlardan birida kishilarning sog'ligi shlyapa kiyganlarining sog'ligi kepka kiyganlariga nisbatan yaxshiroq ekanini ko'rsatadi: boshqa holda esa hosildorlikka ta'sir qiluvchi bosh faktor bu qo'shni qishloqlardagi qari qizlar soniga bog'liq ekan.

Bunday to'g'ri xulosalarga butunlay turlicha ma'no berish mumkin. Statistik aloqalarning haqiqiy sabablari noaniq qolishi mumkin. Masalan, novosibirsklik statistlar don hosildorligi bilan tovuqlarning tuxum qilishi orasida juda kuchli statistik aloqa borligini ta'kidlaydilar. Bog'liqliklar interpretatsiyasi statistikadan tashqarida yotadi va noto'g'ri interpretatsiya uchun statistikani ayblash mumkin emas.

Nazorat savollari:

1. «Statistik texnika xavfsizligi» ning asosiy qoidalari qanday?
2. Statistik noaniqlik holatida tanlov qanday to'plamda amalga oshiriladi?

12. OPTIMALLIK G'OYALARINING YUTUQ VA KAMCHILIKLARI

12.1. Optimal yondashuvning chegaralari

Yuqorida ko'rgan barcha masalalarimizda tanlov muammosi berilgan to'plamdan eng yaxshi, eng optimal muqobillik topishdan iborat edi.

Optimallik g'oyasi kibernetikaning markaziy g'oyasi hisoblanadi. Optimallik tushunchasi matematik nazariyalarda qat'iy va aniq tasavvur hosil qiladi, texnik tizimlarni loyihalashtirish va ekspluatatsiyasida muhim rol o'ynaydi.

Optimallik g'oyasining foydasini ko'rganimiz holida tajribada u bilan juda ehtiyot bo'lib munosabatda bo'lish kerak. Bunday xulosa uchun asos bor.

1) Optimal yechim ko'pincha «juda nozik» bo'ladi va birinchi qarashda ko'zga ko'rinmas o'zgarishlar masala sharoitida katta o'zgarishlarga olib kelishi mumkin. Shu sababli optimallashtirish nazariyasida oxirgi paytda yechimlarga aniq turg'unlik berishga katta e'tibor berilmoqda.

2) Optimallashtirish har doim masalada qatnashayotgan kriteriyalar qo'yilgan maqsadni ifodalaydi degan taxminga tayanadi. Ammo shunday bo'lgan taqdirda ham, ko'pincha qaralayotgan tizim qandaydir katta tizimning bo'lagi hisoblanadi va u holda lokal optimallashtirish katta tizimning natijasiga mos kelishi shart emas. Bu tizimchanning kriteriyalarini tizim kriteriyalaridan uzib qo'yish zaruratini tug'diradi.

3) Optimallik kriteriysini maksimallashtirish ko'pincha maqsad bilan haqiqiylashtiriladi, lekin bu haqiqatda turli narsalar. Kriteriy va maqsad bir-biriga tegishli model va original kabi (bu yerdan kelib chiqadigan xususiyatlari bilan birga). Ko'pgina maqsadlarni sonli ifodalash qiyin va mumkin emas. Lekin zarur hollarda bu muvaffaqiyatli amalga oshiriladi. Masalan, yong'in komandasining ish darajasi chaqiruv holida yetib kelish tezligi bilan baholanadi.

YUNESKO standartiga mos ravishda aholiga tibbiy xizmat ko'rsatish darajasi bolalar o'limining ko'rsatkichiga qarab baholanadi. Bir qancha maishiy xizmat korxonalarining ish sifati aholidan tushgan buyurtmalar soniga qarab baholanadi. Ilmiy xodimning ish darajasi chiqargan maqolalarining hajmi va soniga bog'liq. Umumiy qilib aytganimizda kriteriy maqsadni gohida yaxshi, gohida yomon, lekin har doim taxminiy yaqinlikda ifodalaydi.

4) Optimallik tushunchasida kriteriyalardan tashqari chegaralar ham muhim rol o'ynaydi. Ularning kichik o'zgaruvi ham yechimga ta'sir ko'rsatadi. Yana turli effektga ega bo'lishimiz mumkin bir chegarani olib tashlab, o'rniga boshqasini qo'shib. Bu yerda xavf shundaki, zarur bo'lgan barcha chegaralarni bermay, biz bir vaqtda kerak bo'lmagan, istalmagan effektlarni olishimiz mumkin.

N. Vinerni fikri shundayki, murakkab tizimlarga nisbatan biz avvaldan barcha shart va chegaralarni aniqlashga qodir emasmiz (bizga kerak bo'lmagan istalmagan natijalarni yo'qotishni kafolatlaydigan) va bu jamiyatni kibernetizatsiyalashni katastrofik natijalarga olib kelishi mumkin degan xulosani keltirib chiqaradi. Shunday qilib, tizimli tahlil nuqtayi nazaridan optimallashtirish munosabatni quyidagicha ifodalash mumkin: bu kuchli effektivlikni oshirish quroli, lekin uni muammolarga qarab ehtiyotkorlik bilan qo'llanish kerak.

Quyida ehtiyotkorlik o'lchovlari bo'lishi mumkin.

- 1) Sezgirlikni tekshirish, turg'un proseduralardan foydalanish:
- 2) Pareto to'plamini ajratish va ularni siqish natijasida qo'shimcha ma'lumotlar hisobiga optimal alternativlarni qarash.

12.2. O'yinlar nazariyasida optimallik tushunchasi

O'yinlar nazariyasining umumiy tushunchalari.

O'yinlar nazariyasi qarama-qarshilik holatlarining matematik nazariyasidan iborat. Uning maqsadi qarama-qarshi qatnashchilarni xulqi o'z ko'rsatmalarini ishlab chiqishdir.

Har bir amaliyotdan olingan qarama-qarshilik holati juda murakkab va uni tahlili murakkab jarayon. Qarama-qarshilik

holatini matematik tahlil qilish uchun uning matematik modeli tuziladi. Bunday model o'yin deb ataladi.

Real qarama-qarshilik o'yini shu bilan farqlanadiki, u aniq qoidalar bo'yicha olib boriladi. Bu qoidalar qatnashchilarning «huquq va majburiyatlarini» ko'rsatadi va yana o'yin natijasi yutuq yoki yutqiziqni ko'rsatadi.

Yurish deb o'yinchi yoki qatnashchi tomonidan o'yin qoidalarida ko'zda tutilgan harakatlardan birini tanlash va amalga oshirishga aytiladi. Yurishlar shaxsiy va tasodifiy bo'ladi. Shaxsiy yurishda o'yinchi tushungan holda u yoki bu variantni tanlaydi va amalga oshiradi (masalan, shaxmatdagi ixtiyoriy yurish). Tasodifiy yurishda tanlov o'yinchining ixtiyori bilan emas, balki qandaydir mexanizmni tasodifiy tanlovi bilan amalga oshiriladi (tangani tashlash, kartani chiqarish va h.k.). Ba'zi bir o'yinlar faqatgina tasodifiy yurishlardan tashkil topadi va ular bilan o'yinlar nazariyasi shug'ullanmaydi. Ularning maqsadi o'yinchining o'yindagi yurishlarini optimallashtirishdir. Bunday o'yinlar strategik o'yinlar deb ataladi. O'yinchining strategiyasi deb harakatlar variantlarini aniqlashtiruvchi qoidalar to'plamiga aytiladi. Strategiya mashina avtomatga dastur ko'rinishida berilishi ham mumkin (kompyuterda shaxmat o'yini shunga misol bo'lishi mumkin).

O'yin strategiyalarining soniga qarab «chekli» va «cheksiz» strategiyalar bo'lishi mumkin. O'yin «chekli» deyiladi, agar har bir o'yinchi ixtiyorida chekli strategiyalar soni bo'lsa, aks holda o'yin «cheksiz» deb ataladi.

O'yinchining optimal strategiyasi deb shu o'yinda unga eng maksimal yutuqni ta'minlaydigan strategiyaga aytiladi.

O'yinlar nazariyasining maqsadi o'yinchilarning optimal strategiyasini aniqlashdan iborat.

Masalani turli aniqlashtirishlarda, masala turli ma'noga ega bo'ladi va turli yechim usullarini talab qiladi. Birinchi bo'lib sun'iy o'yin masalalari formallashtirilgan, shu tufayli barcha terminalo-giyaga yengilroq nom berilgan. O'zaro harakatlanayotgan tomonlar «o'yinchilar» deb, ular tanlagan alternativalar «yurishlar», tanlov qoidasi «strategiya», qij o'lchovlar «yutuqlar» va barcha nazariya «o'yinlar nazariyasi» deb ataladi.

Masalalarning bir sinfi «tabiatga qarshi o'yinlar» deb ataladi. Bunday masalalarda yechimlar $\gamma_1, \dots, \gamma_m$ bu «tabiat holati»ni mumkin bo'lganlari hisoblanadi. Har bir x_i alternativning xohlash imkoniyati uning tabiat holatiga bog'liq, lekin buni biz faqat tanlov qilganimizdan so'ng bilamiz. Masalalarning boshqa sinfida esa Y natijalar –bu ikkinchi o'yinchi tanlov o'tkazadigan alternativalar to'plami. «qo'rqmas» tabiatdan farqli ravishda ikkinchi uchinchi o'zining maqsadini ko'zlaydi. Bu holda holatlarni baholash matrisasi.

$$Q = \|q_{ij}\|$$

G , x ni tanlovchi o'yinchi nuqtayi nazardan barcha o'yinni ifodalash uchun yetarli emas. Shuning uchun ikkinchi $U = \|U_{ij}\|$ matrisani, ya'ni ikkinchi o'yinchi nuqtayi nazarning ifodalovchi matrisani beramiz x, y, a va u ni berilishi o'yinni normal formasi deyiladi.

Q va U matrisalarni o'rtasidagi farqlanish o'yinchilarni qarama-qarshilik darajasini aniqlaydi. Agar $a_{ij} + u_{ij} = \text{const}$ barcha i va j uchun u holda raqobat qat'iy deb ataladi.

$Q_{ij} + U_{ij} = 0$ hamda nolli yig'indili o'yinga ega bo'lamiz. Yana shunday o'yinlarni ta'savvur qilishimiz mumkinki, yutuq va mag'lubiyat chiziqli bog'lanmagan va bu tomonlarni kuchayishi yoki kuchsizlanishini aks ettiradi.

Noaniqlik sharoitida tanlov masalalarini turlichaligi noaniqlik xarakterining turlichaligi tufayli ham ma'lum darajada ko'payadi.

Masalan, «tabiatda qarshi o'yin» o'yinida tabiatni holatini «umuman noma'lum» deb hisoblash mumkin va u to'plamda ehtimollik o'lchovini kiritishimiz mumkin, bu esa natijalar orasidagi farqni kuchaytirishga asos bo'ladi, bunday masalaning qo'yilishi ularning turlicha yechimga ham olib keladi.

Antagonistik matrisa o'yinlari.

O'yin nol yig'indili o'yin deb ataladi, agar barcha o'yinchilarning yutuqlar yig'indisi nolga teng bo'lsa. Eng sodd holat – yig'indisi nolli juft o'yin antagonistik deb ataladi. Shunday ikki o'yinchi A va V ishtirok etayotgan G o'yinni qaraymiz. O'yinchilar qarama-qarshi qiziqishga ega va birining yutug'i ikkinchisining yutqizig'iga teng. Shunday qilib A o'yinchining

yutug'i V o'yinchining yutug'iga teskari ishora bilan teng. Biz A o'yinchining a yutug'i bilan qiziqamiz va uni A o'yinchi maksimallashtirishga V o'yinchi esa minimallashtirishga urinadi. Soddalik uchun A o'yinchini «biz» deb ataymiz va V o'yinchini «raqib» deb ataymiz. Faraz qilaylik bizda m mumkin bo'lgan strategiyalar $A_1, A_2, \dots, A_m$ mavjud bo'lsin. Raqibda esa n mumkin bo'lgan strategiyalar $V_1, V_2, \dots, V_n$ mavjud bo'lsin (bunday o'yin m X n o'yin deb ataladi). a_{ij} bilan bizning yutug'imizni A_i strategiyadan foydalansak belgilaymiz, raqibimiz esa V_j strategiyadan foydalansa belgilaydi. Faraz qilaylik har bir juft A_i, V_j strategiya uchun yutuq a_{ij} ligi bizga ma'lum. U holda strategiyalar va mos yutuqlar keltirilgan to'g'riburchakli quyidagi jadvalni tuzishimiz mumkin.

12-jadval

A_i, V_j	V_1	V_2		V_n
A_1	a_{11}	a_{12}		a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}		a_{2n}
.....				
A_m	a_{m1}	a_{m2}		a_{mn}

Bunday jadval tuzilsa u holda G o'yin matrisa ko'rinishiga keltirildi deyiladi. Va bu holda ko'pyurishli o'yin bir yurishli o'yin-ga keltirildi, ya'ni o'yinchidan bitta yurish qilish va strategiya tan-lash talab etiladi. O'yin matrisasini qisqacha (a_{ij}) deb belgilaymiz.

O'yinga misol tariqasida G(4x5) matrisa ko'rinishini qaraymiz.

Bizning imkoniyatimizda to'rtta strategiya raqibimizda esa besh imkoniyat - strategiya mavjud. O'yin matrisasi quyidagi jadvalda berilgan.

13-jadval

A_i, V_j	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
A_1	3	4	5	2	3
A_2	1	8	4	3	4
A_3	10	3	1	7	6
A_4	4	5	3	4	8

Keling o'ylab ko'raylik, qanday strategiyadan foydalanishimiz kerak? Jadvalda 10 qiymatli yutuq bor va bizni albatta unga tortishi tabiiy, lekin raqibimiz ham ahmoq emas. Agar biz A_3 strategiyani tanlasak, u bizga jo'rttaga V_3 strategiyani tanlaydi va biz bor yo'g'i qandaydir 1 yutuqqa erishamiz. Shuning uchun A_3 strategiyani tanlamaymiz. O'yinlar nazariyasining ehtiyotkorlik tamoyili bo'yicha shunday strategiyani tanlashimiz kerakki, unda bizning minimal yutug'imiz maksimal bo'lsin. Bu minimaks tamoyili deb ataladi. Shunday yo'l tutishimiz kerakki, raqibning biz uchun eng yomon yurishida biz maksimal yutuq olishimiz kerak. Jadvalni qaytadan o'ng tomonga yangi ustun qo'shib har bir qatordagi yutuqning minimal qiymatini yozamiz va uni α_1 bilan belgilaymiz.

14-jadval

$A_i V_j$	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	α_1
A_1	3	4	5	2	3	2
A_2	1	8	4	3	4	1
A_3	10	3	1	7	6	1
A_4	4	5	3	4	8	3
β_j	10	8	5	7	8	

α_1 larning barcha qiymatlari ichida eng katta qiymat 3. Unga A_4 strategiya mos keladi. Bu strategiyani tanlab biz eng kamida 3 yutuqqa ega bo'lamiz. Bu o'lchov bizning kafolatli yutug'imiz. Bu yutuq o'yinning pastki bahosi deb ataladi. Uni α bilan belgilaymiz. Demak bizda $\alpha=3$.

Endi raqibimiz nuqtayi nazaridan qarab ko'raylik. Strategiyani tanlab u albatta kam yutuq berishni o'ylaydi. Agar u V_1 strategiyani tanlasa, biz unga A_3 bilan javob beramiz va u 10 yutuqni bizga beradi. Agar V_2 ni tanlasa, biz A_2 bilan javob beramiz va u 8 ni beradi va h.k. Jadvalni pastiga qo'shimcha qator qo'shib β_j lar maksimumlarini yozib chiqamiz.

Ehtiyotkor raqib shunday strategiyani tanlashi kerakki, unda shu o'lchov minimal bo'lsin va shunday qilib bu 5. Bu o'lchov o'yinning yuqori bahosi deb ataladi. Demak $\beta=5$.

$A_i V_j$	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	α_i
A_1	3	4	5	2	3	2
A_2	1	8	4	3	4	1
A_3	10	3	1	7	6	1
A_4	4	5	3	4	8	3
β_j	10	8	5	7	8	

Yana ehtiyotkorli tamoyilidan kelib chiqib, biz A_4 ni tanlaymiz, raqibimiz esa V_3 . Bunday strategiyalar minimaks strategiyalar deb ataladi.

Ikkala tomon ham o'z minimaks strategiyalariga sodiq qolgunlarga qadar yutuq $a_{43}=3$ qoladi.

Endi faraz qilaylik, raqibimiz V_3 strategiyani yurdi. Biz A_1 ni yuramiz va 5 yutuqni olamiz. Endi raqibimiz ham bizning strategiyamiz A_1 ekanligini bilib qoldi deylik, u ham shoshilinch V_4 ni yuradi va yutuqni 2 ga tushiradi. Bu misolda o'yinchilarning minimaks strategiyalari turg'un emas.

Endi quyidagi jadvaldagi misolga qaraylik.

$A_i V_j$	V_1	V_2	V_3	V_4	α_i
A_1	2	4	7	5	2
A_2	7	6	8	7	6
A_3	5	3	4	1	1
β_j	7	6	8	7	

Bu misolda pastki va yuqorigi o'yin baholari teng. Bu degani o'yinchilarning minimaks strategiyalari turg'un degani. Ikkala o'yinchi strategiyalari turg'un xolatda yutuq 6 ga teng. Endi agar biz raqibimizni V_2 strategiyani qabul qilmokchiligini bilib qoldik deylik. Bunda hech nima o'zgarmaydi, chunki ixtiyoriy A_2 strategiyadan chetlanish bizning xolatimizni faqat yomonlashtiradi. Xuddi shunday raqibimizni ham bunday ma'lumot V_2 strategiyasidan chetlanishga majbur qilmaydi A_2 va V_2 strategiyalar tengkuchli xususiyatga ega, va ular matrisaning egarsimon nuqtasi deb ataladi.

Egarsimon nuqtaning mavjudligi belgi va strategiyalar juftligini tengkuchlilik belgisi – bu pastki va yuqorigi bahoning teng bo'lishidir, α va β umumiy qiymati o'yin bahosi deb ataladi. Uni v bilan belgilaymiz.

$$\alpha = \beta = v$$

Yutuqqa erishiladigan A_i B_j strategiyalar optimal toza strategiyalar deb ataladi. Ularning yig'indisi esa o'yin yechimi deb ataladi.

Egarsimon nuqtaning mavjud bo'lishi bu qoida emas, balki cheklanishdir. Ko'pgina o'yinlar egarsimon nuqtaga ega bo'lmaydi. Shunday o'yinlar borki, ular har doim egarsimon nuqtaga ega bo'ladi va har doim toza strategiyalarda yechiladi. Bular to'liq ma'lumotga ega bo'lgan o'yinlardir. To'liq ma'lumotga ega bo'lgan o'yinlar deb shunday o'yinlarga aytiladiki, ularda har bir o'yinchi har bir shaxsiy yurishda o'yinning butun tarixini biladi, ya'ni shaxsiy va tasodifiy natijalarni ham yaxshi biladi. Bunday o'yinlarga misol bo'lib shashka, shaxmat o'yinlarini ko'rsatishimiz mumkin.

Endi o'yin egarsimon nuqtaga ega bo'lmasa, ya'ni

$$\alpha \neq \beta$$

bo'lganda aralash strategiyalardan foydalaniladi. Bu holda o'yin ko'p bor takrorlanadi va o'yinning har bir partiyasi oldidan yurish belgilanganda u tasodifiy tanlov qiladi. Ya'ni o'yinlar nazariyasida aralash strategiyalar o'zgaruvchan uslubga ega va hech qaysi o'yinchi raqibining qanday strategiyani yurishini oldindan bilmaydi.

Aralash strategiyalar haqida gaplashamiz. A va V o'yinchilarining aralash strategiyalarini mos ravishda

$S_a = (r_1, r_2, \dots, r_m)$ va $S_v = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ bilan belgilaymiz, bu yerda $r_1, r_2, \dots, r_m$ lar A o'yinchining $A_1, A_2, \dots, A_m$ strategiyalarni qabul qilish ehtimolliklari, $q_1, q_2, \dots, q_n$ lar esa V o'yinchining $V_1, V_2, \dots, V_n$ strategiyalarni qabul qilish ehtimolliklari. Xususiyl holda barcha ehtimolliklar bittasidan tashqari nolga teng bo'lsa, bu bitta o'lchov va aralash strategiya toza strategiyaga aylanadi.

O'yinlar nazariyasining asosiy teoremasi mavjud. Ixtiyoriy ikki shaxsning nol yig'indili tugallangan o'yini hech bo'lmaganda bitta yechimga ega, ya'ni juft optimal strategiyaga. umumiy holda aralash (S_a^* , S_v^*) strategiyalar va ularga mos v bahoga ega.

O'yin yechimini tashkil etuvchi optimal strategiyalar juftligi (S_a^* , S_v^*) quyidagi xususiyatlarga ega bo'ladi: Agar o'yinchilardan biri o'zining optimal strategiyasida qat'iy tursa, ikkinchisiga ham o'z strategiyasidan voz kechish ham samarasiz. Bu juftlik strategiyasi o'yinda turg'unlik holatini yuzaga keltiradi: ya'ni bir o'yinchi yutuqni maksimumga aylantirishga intilsa, ikkinchi o'yinchi minimumga aylantirmoqchi bo'ladi hamda har bir o'yinchi o'z tomoniga tortadi muvozanat va turg'un yutuq v o'rnatiladi. Agar $v > 0$ bo'lsa, u holda o'yin biz uchun qulay, agar $v < 0$ bo'lsa, - raqib uchun qulay. $v = 0$ bo'lganda ikkala qatnashchi uchun foydali va qulay bo'ladi.

Egarsimon nuqtasi bo'lmagan o'yinga misol qaraymiz va uning yechimini keltiramiz. O'yin qoidasi quyidagicha:

A va V o'yinchi bir vaqtda va bir-biri bilan kelishmagan holda bir, ikki yoki uch barmog'ini ko'rsatadi. Yutuqni barmoqlarni umumiy soni hal qiladi; agar u juft bo'lsa, A o'yinchi yutadi va V o'yinchidan shu songa teng summani oladi; agar toq bo'lsa, u holda teskarisi, ya'ni A o'yinchi V ga shu summani to'laydi.

O'yinni matrisasini tuzamiz. Bitta partiyada har bir o'yinchida uchta strategiya bor: bitta barmoq, ikkita barmoq yoki uchta barmoq ko'rsatish. 3×3 matrisa quyidagi jadvalda keltirilgan. Qo'shimcha o'ng tomondagi ustunda qator minimumlari keltirilgan, pastdagi qo'shimcha qatorda esa qator maksimumlari keltirilgan.

17-jadval

$A_i V_j$	V_1	V_2	V_3	α_i
A_1	2	-3	4	-3
A_2	-3	4	-5	-5
A_3	4	-5	6	-5
β_j	4	4	6	

O'yinning pastki bahosi $\alpha = -3$ va A_1 strategiyaga mos keladi. Buni o'ylab o'ynasak, 3 dan ortiq yutqizmaymiz degani. Lekin -5

dan ko'ra tuzukroq. Raqibimiz holati bundan ham yomon. O'yinning pastki bahosi $\beta=4$ ya'ni u o'ylab o'ynagan holda bizga minimum 4 ni beradi. Demak, ikkala tomon uchun ham judayam yaxshi holat emas. Lekin qaraymiz, holatni yaxshilash mumkin emasmikan? Mumkin ekan. Agar har bir tomon bitta sof strategiyani emas, balki aralash masalan, bir va uchinchi strategiyalarni ehtimollik bilan, ikkinchisi $\frac{1}{2}$ ehtimollik bilan qabul qilsa,

$$S_a^* = (1/4, 1/2, 1/4), \quad S_v^* = (1/4, 1/2, 1/4)$$

u holda o'rtacha yutuq nolga teng bo'ladi va o'yin ikkala tomon uchun foydali bo'ladi.

S_a^* , S_v^* strategiyalar o'yin yechimini ifodalaydi, o'yinning bahosi esa $v = 0$. Buni qanday topdik. Bu endi boshqa savol va uni keyingi ma'ruzada qarab o'tamiz.

Tugallangan o'yinlarni yechish usullari. $m \times n$ o'yinni yechimini topishdan avval, uni ortiqcha strategiyalarini qisqartirish hisobiga soddalashtirishga urinish kerak.

Dominirlash tushunchasini kiritamiz. A o'yinchining A_i strategiyasi A_k strategiyasi ustidan dominirlangan deb ataladi, agar A_i qatorda A_k qatordagi mos katakchadagiga nisbatan kam bo'lmagan yutuq turgan bo'lsa.

Agar A_i qatorning barcha yutuqlari A_k qatorning mos yutuqlariga teng bo'lsa, u holda A_i strategiya A_k qatorni takrorlovchi strategiya deb ataladi.

Mos ravishda V o'yinchi uchun ham dominirlangan va takrorlanuvchi strategiyalar aniqlanadi. Dominirlangan deyiladi, agar bir qatordagi yutuqlar ikkinchi bir qatordagi yutuqdan katta bo'lmasa, juda bo'lmaganda ulardan biri albatta kichik bo'ladi, takrorlanish esa bir ustunning ikkinchisi bilan to'lik mos tushishi degani.

Demak. agar qaysidir strategiya uchun dominirlangan strategiya mavjud bo'lsa, u holda bu strategiyani tashlab yuborsak ham bo'ladi, xuddi shunday takrorlanuvchi strategiyalar ham tashlab yuboriladi.

Aytilganlarni misolda ko'ramiz. 5×5 o'yin quyidagi matrisa ko'rinishida berilgan.

18-jadval

$A_i V_j$	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
A_1	4	7	2	3	4
A_2	3	5	6	8	9
A_3	4	4	2	2	8
A_4	3	6	1	2	4
A_5	3	5	6	8	9

Bu yerda A_5 va A_2 strategiyalar takrorlanuvchi, ulardan ixtiyoriysini tashlab yuborishimiz mumkin. A_5 ni tashlab yubora turib A_1 dagi yutuqlar A_4 dagi mos yutuqlardan katta yoki teng ekanligini ko'ramiz, demak, A_1 A_4 ustidan dominirlangan. A_4 ni tashlab yuboramiz va 3×5 quyidagi matrisaga kelamiz.

19-jadval

$A_i V_j$	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
A_1	4	7	2	3	4
A_2	3	5	6	8	9
A_3	4	4	2	2	8

Bu endi hammasi emas. Jadvalga qarab, V o'yinchining ba'zi bir strategiyalari boshqalarni domirilashini ko'ramiz: masalan, V_3 V_4 lar V_5 ustidan, V_1 esa V_2 ustidan (esdan chiqarmaylik V o'yinchi kamroq yutuq berishga intiladi). V_2 , V_4 , V_5 qatorlarni tashlab yuborib 3×2 quyidagi o'yinni olamiz.

20-jadval

$A_i V_j$	V_1	V_3
A_1	4	2
A_2	3	6
A_3	4	2

Bu jadvalda A_3 qator A_1 ni takrorlayapti, demak, uni ham tashlab yuborish mumkin.

Endi 2×2 o'yinga ega bo'lamiz.

$A_i V_j$	V_1	V_3
A_1	4	2
A_2	3	6

Endi ko'rinib turibdiki, bu o'yinni boshqa soddalashtirib bo'lmaydi. Yechishga to'g'ri keladi. Yo'l-yo'lakay egarsimon nuqtali o'yinda takrorlanuvchi va samarasiz strategiyalarni tashlab yuborish bilan biz sof strategiyali yechimga kelamiz. Lekin egarsimon nuqta bor-yo'qligini tezda tekshirib ko'rish osonroq. Faraz qilaylik, $m \times n$ egarsimon nuqtasiz o'yin a_{ij} matrisa bilan berilgan bo'lsin.

22-jadval

$A_i V_j$	V_1	V_2		V_n
A_1	a_{11}	a_{12}		a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}		a_{2n}
.....				
A_m	a_{m1}	a_{m2}		a_{mn}

Faraz qilaylik a_{ij} matrisaning barcha yutuqlari musbat bo'lsin (bunga har doim matrisaning hamma a'zolariga M katta sonini qo'shish orqali erishish mumkin, bundan o'yin bahosi M ga oshadi, yechimlar S_a^* , S_v^* esa o'zgarmaydi). Agar barcha a_{ij} musbat bo'lsa, u holda o'yin bahosi, ya'ni o'rtacha foyda optimal strategiyada musbat $v > 0$

Biz o'yinning yechimini topishni xohlaymiz, ya'ni ikkita optimal ikkala tomonga maksimal mumkin bo'lgan o'rtacha foydani beradigan quyidagi aralash strategiyalarni topish kerak

$$S_a^* = (p_1, p_2, \dots, p_m) \quad S_v^* = (q_1, q_2, \dots, q_n)$$

Avval S_a^* ni topamiz. Biz bilamizki, agar o'yinchilardan bittasi, ya'ni A o'zining optimal strategiyasini qo'llasa, u holda V o'zining holatini yaxshilay olmaydi. Raqib V o'zining optimal strategi-

$$L = x_1 + x_2 + \dots + x_m \Rightarrow \min \quad (45)$$

Endi qarshimizda chiziqli dasturlash masalasi turibdi. Shunday qilib, $m \times n$ o'yinni yechimi n chegara tengsizlik va m o'zgaruvchili chiziqli dasturlash masalasiga keltiriladi.

$x_1, x_2, \dots, x_m$ o'zgaruvchilarni bilgan holda (43) formulalardan $r_1, r_2, \dots, p_m$ ni topamiz va S_a^* optimal strategiya hamda v o'yin bahosini topamiz.

V o'yinchining optimal strategiyasi ham xuddi shunday topiladi, faqat V da foyda minimallashtiriladi, demak, $\frac{1}{v}$ o'lchovni maksimumga aylantiriladi va chegara tengsizliklarda $\geq$ belgilar o'rniga $\leq$ belgilar turadi.

Chiziqli dasturlashning (S_a^*, S_v^*) optimal strategiyalari topiladigan masalalar juftligi chiziqli dasturlashning ikkilamchi juftligi masalasi deb ataladi (bir chiziqli funksiyaning maksimumi ikkinchi chiziqli funksiyaning minimumiga teng, demak, o'yin bahosini turli qiymatini olmaymiz). Shunday qilib, $m \times n$ o'yin yechim chiziqli dasturlash masalasiga ekvivalent. Xuddi shunday ixtiyoriy chiziqli dasturlash masalasiga ekvivalent o'yinlar nazariyasi masalasi ko'rilishi mumkin. Shuning uchun o'yinlar yechimini topadigan yaqinlashuvchi sonli usullar mavjud bo'lib, ba'zi bir hollarda chiziqli dasturlashning klassik usullaridan ko'ra soddaroq va samaraliroqdir.

Sodda sonli o'yinlar nazariyasining usullaridan biri – yaqinlashuv usuli (Braun-Robinson usuli) deb ataladi. Uning g'oyasi quyidagicha:

A va V o'rtasida bir-biriga navbatma-navbat o'z strategiyasini ko'proq yutish maqsadida qo'llaydigan «xayoliy tajriba» o'tkaziladi. Tajriba o'yinning qator «partiyalaridan» tuziladi. O'yinchilardan biri masalan A ixtiyoriy o'z strategiyasidan birini A_i ni tanlaydi. raqib ham unga javob sifatida V_j ni tanlaydi.

A uchun eng yomon, ya'ni uning yutug'ini A_i strategiyada minimalga aylantiradi. Keyin yana A esa V ga A_k strategiya bilan javob berib, raqibning V_j strategiyasida maksimal yutuqni beradi. Keyin yana raqib navbati. U yana bizga o'zining strategiyasi, ya'ni biz qo'llagan A_k strategiya uchun emas, balki A_i, A_k aralash strategiyalar uchun eng yomon bo'lgan strategiyasini qo'llab javob

beradi va hokazo: Yaqinlashuv jarayonining har bir qadamida har bir o'yinchi raqibining navbatdagi yurishiga o'z strategiyasi, ya'ni raqibining aralash strategiyasiga nisbatan o'zi uchun optimal bo'lgan o'z strategiyasini yurish bilan javob beradi. Har safar o'rtacha yutuqni hisoblagandan ko'ra, avvalgi yurishlardan «yig'ilgan» yutuqlardan foydalanib, va shu yutuqlardan eng kattasi maksimumga erishiladigan strategiyani tanlash mumkin. Bunday usulni yaqinlashuvi isbotlangan: «partiya» lar sonini oshishida bitta partiyaning o'rtacha yutug'i o'yin bahosiga intiladi, strategiyalarni qo'llanishi soni esa o'yinchilarning aralash strategiyadagi ehtimolliklariga intiladi.

Nazorat savollari:

1. Optimizatsion yondashuvning chegaralari nimalarda ko'rinadi?
2. Tizimli tahlilda optimizatsiya masalalarini roli va o'rnini ko'rsating.
3. Nazariy o'yin modeli ramkasiga mos keladigan haqiqatga yaqin hayotiy hodisani o'ylab toping. Va bu yerda qanday soddalashtirishlar va qo'shimchalarga yo'l qo'yilganligini tahlil qiling.
4. Yechim noaniq bo'lgan holdagi tanlovni o'yin sifatida qarash nimani beradi?
5. O'lchash – bu nima degani?
6. Nima uchun ba'zi bir shkala kuzatuvlarida ixtiyoriy emas, balki ba'zi mumkin bo'lgan amallarnigina bajarish mumkin?
7. Ehtimolli noaniqlik qanday ifodalanadi?
8. Kuzatuvlarning real protokollari biz xohlagan protokollardan farqining asosiy xossalari qanday?

13. YECHIMLAR QABUL QILISHDA EKSPERT USULLARI VA BASHORATLASH ELEMENTLARI

13.1 Tanlovning ekspert usullari haqida umumiy ma'lumotlar. Ekspert ishiga ta'sir qiluvchi faktorlar

Murakkab tizimlarni tekshirishda formal matematik masalalarni qo'yilishidan chetga chiqadigan muammolar tug'iladi. Bu hollarda ekspertlar xizmatidan foydalanishga to'g'ri keladi.

Ekspert tizimlarga bo'lgan katta qiziqish uch asosiy sabablarga bog'liq. Birinchidan, ular ifodalanmagan soha masalalarini yechishga mo'ljallangan, ya'ni ularga yaqin-yaqinlargacha hisoblash texnikasini qo'llash imkoniyati yo'q hisoblanar edi. Ikkinchidan, ekspertlar tizimiy dasturlash sohasini bilmaydigan mutaxassislar uchun mo'ljallangan bo'lib, ular hisoblash texnikasidan foydalanishni kengaytiradi. Uchinchidan, ekspert tizimlar amaliy masalalarni yechishga mo'ljallangan va shu bilan birga ekspert –inson oladigan natijalarga ko'ra aniqroq natijalar olish imkonini beradi.

70-yillar o'rtalarida ekspert tizimlar yo'nalishi vujudga keldi. Ekspert tizimlar bo'yicha tekshirishdan maqsad bu ekspert –inson uchun qiyin masalalarni yechimini topishda, ekspert-inson xulosasidan sifat va foydalilikdan qolishmaydigan natija beradigan dasturlarni ishlab chiqishdan iborat.

Ko'pgina hollarda ekspert tizimlar qiyin ifodalanadigan masalalarni yoki umuman algoritmik yechimga ega emas masalalarni yechadi.

Hozirgi paytda ekspert tizimlarni turli sohalarda (tibbiyot, hisoblash texnikasi, geologiya, matematika, qishloq xo'jaligi, boshqaruv, elektronika, huquqshunoslik) qo'llanilmoqda.

Ekspert tizimlarni amaliyotda muvaffaqiyatli qo'llanilishini sabablari shundaki, ularni qurishda avvalgi shu sohadagi ko'p tekshiruvlardan chiqarilgan xulosalar hisobga olinadi. Bu xulosalarni quyidagi uch tamoyil ko'rinishida ifodalaymiz.

1) Ekspert tizimning quvvati birinchi navbatda bilimlar bazasi va uning to'ldirilish imkoniyatiga va faqat ikkinchi navbatda u foydalanadigan usullarga asoslangan.

2) Ekspert (yoki ekspert tizimga) sifatli va foydali yechim olishga imkon beradigan bilimlar evristik, eksperimental, aniqlanmagan, haqiqatga o'xshash deya baholanadi va bilimlar individual xarakterga ega bo'lib aniq odamga tegishli bo'ladi. Yana shuni ta'kidlash lozimki, ekspertlar bilimi individual xarakterga ega bo'lib, aniq shu soha mutaxassisga tegishli bo'ladi.

3) Yechilayotgan masalalarning ifodalanmaganligini hisobga olib, foydalanilayotgan bilimlarning evristik, shaxsiy xarakterini hisobga olib, foydalanuvchi ekspert tizim bilan dialog ko'rinishidagi o'zaro muloqotda bo'lishi kerak. Ekspert tizimlari tizim bilimlarni o'zlashtirish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.

Bilimlarni o'zlashtirishni uchga bo'lish mumkin:

1) bilimlarni ekspertlardan olish;

2) tizimni foydali ishlashini ta'minlaydigan bilimlarni tashkil qilish;

3) bilimlarni tizimda tushunarli ko'rinishda ifodalanishi.

Ekspert usullarning asosiy g'oyasi shundaki, mutaxassislarning intellektidan, qobiliyatidan yechimlarni topishida va qidirishda foydalanishdi. Mutaxassislarning intellektual faoliyati ko'p hollarda ichki va tashqi holatlarga bog'liq. Shuning uchun ekspert baholash uslubi yatida maxsus e'tibor ekspertlarni ishlashida ta'sir qiluvchi faktorlarga qaratilgan bo'lib, ularning ishlashi uchun zarur sharoitlar tashkil qilinadi.

Ekspert ishiga ta'sir qiluvchi faktorlar. Ekspertlar ishida psixologik faktorlar juda muhim rol o'ynaydi. Avvalom bor ekspertlar ekspertiza natijalaridan foydalanish javobgarligidan ozod bo'lishlari kerak. Gap shundaki, yechim qabul qilayotgan kishi javobgarlikni boshqalarga yuklashi kerak emas, balki javobgarlikni o'zi tanlovga psixologik chegaralar yuklaydi, bu esa o'z navbatida alternativlarni baholashda xalaqit beradi. Bu hali hammasi emas, ekspert tomonidan berilgan baho o'zaro shaxsiy munosabatlarga ham bog'liq bo'lishi mumkin va gohida ekspertning shaxsiy qiziqishi, ya'ni uning neobyektivligi hamda boshqa sifatlari ham ta'sir qilishi mumkin. Boshqa tomondan, ko'pincha muammoning

murakkabligi bir odam imkoniyatlari darajasidan chiqib ketadi. Va bu yerda ekspertlarni ishiga jamoa faoliyati qo'shimcha imkoniyatlar ochadi. Shu bilan birga ekspertlarning o'zaro harakati ularning faoliyatini qo'llab-quvvatlash bilan birga, ularga salbiy ta'sir ko'rsatishi ham mumkin. Shuning uchun turli ekspertiza usullaridan foydalaniladi: anonim va ochiq so'rovlar va anketa to'ldirish, majlislar, diskussiyalar, sudlar, ilmiy sovetlar. Ekspert tanlovining tipik ko'rinishlarini qarab chiqamiz.

13.2. Ekspert fikrlariga ishlov berish usullari. «DELFI» usuli

Eng sodda variant quyidagicha: ekspertlarga berilgan alternatalarni baholash uchun anketalar tarqatiladi. To'ldirilgan anketalarni yig'ib olinadi, qayta ishlanadi va olingan ma'lumot umumiyashtirilgan ko'rinishda yechim qabul qiluvchi kishiga beriladi. Amaliyotda ko'pincha qator savollar tug'iladi, aniq holda qaysi ekspertlar fikrini ishlash usulidan foydalanish kerak.

Faraz qilaylik, masalan, ekspertlar alternatalarni sonli shkalalarda baholashsin. $q_j(x_i)$ - alternativani j -ekspertni bahosi ($i=\overline{1,m}$ muammo bo'yicha $j=\overline{1,n}$ ekspert bahosi desak $q_1(x_i), \dots, q_n(x_i)$) baholarni «haqiqiy xususiyatni» $q(x_i)$ ni «o'lchovi» deb $q_j(x_i) - q(x_i)$ -cheklanishni tasodifiy deymiz. Yaqinlashuv sifatida quyidagi statistikani olamiz.

$$qq(x_i) = qq(q_1(x_i), \dots, q_n(x_i))$$

Umumiy bahosi sifatida o'rtacha

$$qq(x_i) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n q_j(x_i); \text{ yoki } \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n$$

Alternatalarni bitta son bilan baholash mumkin bo'lmagan holda, ekspertlarga har bir ko'rsatkich bo'yicha baho berish taklif qilinadi. Masalan, ishlab chiqarilayotgan buyum sifatini bahosi quyidagi baholardan yig'iladi: sotsial belgilar bahosi (talab darajasi), funksional belgilar bahosi (belgilanishiga mos kelish darajasi), iqtisodiy, estetik va h.k. Bu holda quyidagi sonlar to'plamiga ega bo'lamiz. $q_{jk}(x_i)$ - bu yerda k -belgi nomeri. Bu sonlardan tashqari ekspertlardan muhimlik darajasini baholash so'raladi. Har bir ko'rsatkichni v_{jk} belgilasak u holda

$$qq(x_i) = \frac{1}{n} \sum_j \sum_k v_{jk} q_{jk}(x_i)$$

Keyingi aniqlashtirishlar ekspertlar guruhining turliligida kiritiladi. Ekspertlar fikrini turli kvalifikatsiyada berish kerak, ya'ni turli kvalifikatsiya v_j kompetentni aniqlash koeffitsiyenti j -ekspertni ekspertlarni o'ziga topshirish mumkin. Har bir (l -chi) boshqasini kompetentligini $0 \leq l_{ij} \leq 1$ sonlar oralig'ida baholasin (shu bilan birga o'zini ham).

O'rtachasi:

$$\alpha_j = \sum_i \left(\frac{\alpha_{i,j}}{\sum_s \alpha_{i,s}} \right)$$

Natijada yig'indi bahoni olamiz.

$$qq(x_i) = \sum_j \sum_k \alpha_j v_{jk} q_{jk}(x_i)$$

Ba'zi hollarda, ya'ni ekspertlar alternativlarni faqat tartibga solgan hollardagina chin, ya'ni tartib shkalasidan foydalangan holda arifmetik operatsiyalar qilinmaydi.

«**DELFI**» usuli. Bu usulning asosiy g'oyasi shundaki. ekspertga tanqid yaxshi ta'sir qiladi, agar u shaxsiy masalalar bilan psixologik bog'liq bo'lmasa. Shuning uchun alternativlarni baholashni bir necha turda o'tkazsak, har bir turdan keyin to'liq xulosa va qatnashchilar anonimligini saqlagan holda, u holda ekspertlar faqatgina tanqid qilib qolmasdan, balki o'zlari ham tanqidga uchraydilar. Bu yerda quyidagi to'rt etapni o'tish yetarli:

- 1) Anketalarni tarqatish, baholarni yig'ish, ularni umumlashtirish;
- 2) Xulosalarni xabarlash, va individual chetlanish sababini tushuntirishga so'rov berish (o'rtacha yoki mediana baholashdan).
- 3) Barcha tushuntirishlarni xabar qilish va ularga kontrargumentlarni so'roqlash.
- 4) E'tirozlarni xabarlash va yangi alternativlarni baholashga so'rov berish, agar ekspert ularni o'zgartirishni istasa: oxirgi xulosani topish.

Barcha ishlar alohida boshqaruvchi guruh rahbarligida o'tkaziladi unga tizimli analitik va yechim qabul qiluvchi shaxs kiradi. Ekspertlar anonimligi ish oxirigacha saqlanadi (agar ekspert xohlasa undan so'ng ham).

13.3. Tanlov va INSON – MASHINA tizimlari. Tanlovni amaliy dasturlar paketi. Ekspert tizimlar va bilimlar bazasi. Yechimlarni qo'llab-quvvatlash tizimlari

Tizimli tahlil fanining paydo bo'lishining asosiy sababi bu murakkab tizimlarni boshqarish muammolarni yechish, zarurati tug'ilganligidir.

Murakkablikni qanday tushunishimizdan qat'i nazar, oddiylik bir xilda tushuniladi: sodda hol bu qachonki tashqaridan yordam kerak bo'lmasa. Murakkab hollarda esa albatta ekspertlar yordami kerak bo'ladi. Ekspertlar yordami bu juda katta yordam: har bir harbiy boshliq o'z shtabiga ega, oliy ukuv yurtini rektori yoki ilmiy tekshirish instituti direktori-ilmiy sovetga, vazir-kollegiyaga va alohida hollarda ekspertlar guruhi tashkil qilinadi.

Lekin inson qobiliyatlari ham cheklangan, shu bilan yana uning psixologik va fiziologik sabablari ham ta'sir qiladi. Shu va shunga o'xshash sabablarga ko'ra kompyuter imkoniyatlari inson imkoniyatlaridan ustun. Lekin hamma hollar uchun umumiy bo'lgan bitta universal tizimni tashkil qilib bo'lmaydi. Amaliyotda bu muammoni hal qilishni bir necha yo'nalishlari mavjud.

Tanlovning – amaliy dasturlar paketi Birinchi yo'nalishda dasturlar va aniq tanlov masalalari uchun dasturlar paketlari tashkil qilingan. Misol uchun, kompyuter matematik ta'minoti berilganlarni statistik qayta ishlash uslubi yaratilgan bo'lib bunday paketlar Toshkent va MDH davlatlarida mavjud.

Ekspert tizimlar va bilimlar bazasi Ikkinchi yo'nalish – bilimlar bazasini tashkil qilish va ekspert tizimlarini yaratish. Bu holda kompyuter bazasiga ekspert tajribasiga asoslangan bilimlar kiritilib, so'ngra u kerak paytda kerakli shaklda variantlar tanlash imkoniyatini yaratadi.

Bunday intellektual xususiyatlar ekspert tizimlarning ikki quyidagi xususiyatiga asoslanadi:

1) Inson (ekspert) dan olingan bilimlarning faktlar (bilimlar) to'plami formasida va evristik (empirik qoidalar) usullarni mashinaga kiritilganligiga.

Bu yerda asosiy format «Agar shart, u holda harakat».

Bu yerda harakat berilganlar bazasini o'zgarishi bilan o'zgarishi mumkin.

2) Avvalgi davr mashinalaridan farq qilib hozirda faqatgina «berilganlar» bilangina emas, balki tabiiy til terminlarida ham ishlash imkoniyatiga ega. Oxirgi yillarda «Prolog» maxsus tili ishlab chiqilgan bo'lib, uning operatsiyalari berilgan elementlar va operator qoidalar ham hisoblanadi.

Yechimlarni qo'llab-quvvatlash tizimlari Bu yo'nalishda tizimlar shaxsni funksiyasini avtomatlashtirishga mo'ljallanmagan, balki unga yaxshi yechim qabul qilishda yordam berishga asoslangan. Shuning uchun bunday tizimlarda asosiy e'tibor dialogga va uning, yechim qabul qiluvchiga qaratiladi.

Real holatlarda tanlov bir necha operatsiyalarni bajarishni talab qiladi va bu operatsiyalardan ba'zi birini inson, boshqalarini mashina bajaradi. Ularning yutuqlarini birlashtirish bu inson – mashina tizimlarini maqsadidir. Shuning uchun oxirgi yillarda ekspert tizimlar va yechimlarni qo'llab-quvvatlash tizimlarini tashkil qilishga ahamiyat kuchaymoqda.

Nazorat savollari:

1. Ekspert usullarning asosiy g'oyasi qanday?
2. Ekspertlar ishiga qanday faktorlar ta'sir ko'rsatishi mumkin?
3. Ekspert tizimlarni amaliyotda muvaffaqiyatli qo'llanilishini asosiy sabablari nimada?
4. Ekspert tizimlarni amaliyotda muvaffaqiyatli qo'llanilayotgan qanday usullarini bilasiz?
5. Tanlovning «inson–mashina» tizimlari qanday ustunliklarga ega?
6. Turli formadagi ekspert proseduralar darajasi va turli sharoitlarda kerakligi bo'yicha solishtiring.
7. Bilimlar bazasi va yechimlarini quvvatlash tizimlari o'rtasidagi farqni tahlil qiling.
8. Ekspert tizimlarning intellektual xususiyatlar qanday xususiyatlarga asoslanadi.

Tizim tushunchasi – tizimlar nazariyasini aniq dunyoni o‘zaro aloqalar va ularni o‘zaro bog‘liqliklarini nazariy asosda ifodalash uchun tartiblash sifati. Tizim tushunchasini bir necha ta’riflari mavjud ular shartli 3 guruhga bo‘linadi.

Tizim ifodasi – bu butun bir tushuncha bo‘lib, o‘zaro aloqalardan o‘zaro birlikda harakatlanuvchi qismlarni o‘z ichiga olib, uning xususiyatlari tizimga bog‘liq.

Tizim obektlari – bu kirish, chiqish, jarayon, aks ta’sir, mezon va qo‘yiladigan chegaralar.

Kirish bu jarayon manbai, obyektga nisbatan tashqi hodisa, obyektga ta’sir etuvchi.

Kiruvchi – bu ikki ko‘rinishdan iborat asosiy ishchi kiruvchi va asosiy bo‘lmagan ishchi kiruvchi. Asosiy bo‘lmagan ishchi kiruvchi bu qayta ishlashga kirmagan.

Kibernetika – bu tizimli yondashuv boshqarishda shakllangan, ya’ni bir tomonlama aniq jarayonlarni tekshirishda mutaxassislarni o‘zaro muloqotlari, ikkinchi tomondan esa umumiy tizim nazariyasini rivojlanishi, avtomatik boshqarish va sozlash masalalari. G‘oyalarni keyingi rivojlanishini tizimiy tahlili.

Tizimli uslubiyat – bu yuqori darajada tartiblangan ishonchli asosga ega, tizim komponentlarini ochish va tahlil qilish, o‘zaro aloqada murakkab harakatlarni boshqarish imkoniyatlari.

Boshqaruvda tizimli yondashuv – qismlardan iborat obyekt (har bir tizim mustaqil maqsadga ega) tizimlarni tashkil qilishni ifodalaydi. Qo‘yilgan umumiy maqsadga erishishda uni faqat bir butun tizim sifatida qaralgandagina erishishdir.

Dinamik tizim – bu tizim o‘z holati elementlari o‘zaro aloqada va tashqi muhit bilan munosabatda vaqt bo‘yicha o‘zgarganda. Dinamik tizim qaytariluvchi yoki qaytarilmas bo‘lishi mumkin. O‘zgaruvchan ijtimoiy tizimda tushunchasi bir necha murakkab masalalarni ifodalaydi.

Bilish jarayoni bu tizimiy tasavvurlar vujudga kelishini obyektiv sabablari, rivojlanishning omillari va mos usullar va nazariyalarni tahlil qilish; bilish jarayonning o‘zi tizimiyligiga.

Model – tabiat hodisalarini aniqlab tajribalar o'tkazish imkoniyatini beradigan yoki mulohazalarini qisqartiruvchi mantiqiy tuzilmalar va mantiqiy qurilmalar.

Obyekt – bu haqiqiy o'rinbosari, orginal xususiyatlarni o'rganishni ta'minlovchi.

Modellashtirish – bir obyekt boshqa bir obyekt bilan almashtirish obyekti – obyekt orginalni eng asosiy xususiyatlari to'g'risida axborot olish. Demak, model ustida tajribalar o'tkazib obyekt ustida eng zaruriy axborotlarni olish.

Adekvat – model tajribalardan olingan natijalarni to'g'riligi tasdiqlansa va bu jarayonni bashorat qilish imkoniyatini bersa. Model adekvatlilik maqsadidan va qabul qilish mezoniga bog'liq.

Avtomatik boshqarish – obyekt boshqarish prosesi; bunda berilgan boshqarish maqsadiga erishishni ta'minlaydigan operatsiyalarni odam ishtirokisiz ishlaydigan sistema avvaldan berilgan algoritmg muvofiq bajaradi. A.b. avtomatik boshqarish sistemalarida qo'llaniladi.

Tadqiqot operatsiya – ilmiy izlanishni yo'nalishi sifatida jarayonlarni va hodisalarni o'rganishda matematik modellashtirishdan foydalaniladi. Tadqiqot operatsiya usullardan tizimli yondashuv doirasida foydalanish tizimli tashkiliy o'rganish optimal yechimlarni qabul qilish.

Sun'iy tizim – bu maqsadga erishish quroli, tadqiqotchi tomonidan tuziladigan jarayonni matematik ifodalanishi. Misol tariqasida Qora quti modelini ko'rish mumkin.

Tizim – so'zi yunoncha bo'lib, qonuniy jihatdan bir-biriga bog'langan ko'plab unsurlarning ma'lum bir yaxlitligini ifodalanishi

Unsurlar – murakkab yaxlit narsaning tarkibiy qismi, elementlar, model va modellashtirish strukturalar. Tizim unsurlari doimo o'zaro ta'sir ostida bo'lib, bu jarayon tizim unsurlari o'rtasidagi bog'liqlik.

Borliqlik – obyektiv dunyoning eng muhim xususiyatlardan biridir. Borliq mavjudligi tufayli dunyo hodisalarining betartib yig'indisi emas, balki qonuniy harakat jarayonidan iboratdir.

Tizim strukturasi – tarkib va struktura modellarini hammasi birgalikda bir modelni hosilasi. Struktura umumiylikka ega bu

matematik tadqiqotlarni alohida obyekt sifatida qarashiga olib kelishi.

Tizim kostruksiyasi – tizimning struktura sxemasining moddiy realizatsiyalanishini belgilash struktur sxemada tizimning hamma ahamiyatli bog‘lanishlar va ba’zi elementlarning atrof-muhit bilan bog‘lanishlari kiradi.

Graf – bu cho‘qqi deb ataladigan istalgan tabiat elementlari bog‘lanishlari va yoy deb ataluvchi ular orasidagi bog‘lanishlarni belgilanishlardan tarkib topishi.

Tizim belgisi – uning strukturaliligi uning elementlari orasidagi aloqalarni maqsadli bo‘lishi tabiat obyektini real strukturasi.

Evolutsion shakl – mahsulot sifatini boshqarishda tizimiy yondashuv natijasi ishni yakka tartibda tashkil qilishdan to sifat ishni tizimiy tashkil qilishni qo‘llash bilan tugallash.

Optimallas – bu tizimli yondashuvda yechimlar ichidan qo‘yilgan maqsadni to‘la qanoatlantiruvchi yechimni ajratish va qaror qabul qilish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Гайдес М.А. Общая теория систем (системы и системный анализ). – ГЛОБУС-Пресс, 2005, 202 с.

2. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ. Киев, 2003, 363 с.

3. Теоретические основы системного анализа. Под ред. Новоселнова В.И. – Москва, 2006, 591с.

4. Антонов А.Б. Системный анализ. Учебник для ВУЗ ов, – Москва: «Высшая школа», 2004, 454 с.

5. Хейди А. Тха введение в исследование операции = оператион

Ресеарч;ан Интродустион-7 изд. – М.: Вильямс, 2007, 195 с.
141.-ИСБН 0-13-032374-8

6. Томас Х., Кармен И. др. Алгоритмы построения и анализ =INTRODUCTIONTO ALGORITHMS. 2изд.-М.: Вильямс.

2006- с. 1296 ИСБН 5-8459-0857-4

7. Перегудов Л.В., Гулямов С.С. Основы системного подхода в науке и технике. – Т.: Молия, 2002, 120 с.

Internet saytlari

1 .[www. Medlinus. ru/news/213.htm](http://www.Medlinus.ru/news/213.htm)

2.www.ziyonet.uz

3. www/soft.susya.ru/r18/index.php?un=19735

4. www.biblus.ru/Default.aspx?book=58966g0

5. www/nature. Ru/db/msg.html?med=11936668&S=110

MUNDARIJA

Kirish.....	3
1. FANNING MAQSADI, ASOSIY TUSHUNCHALAR	
1.1. Tizimli tahlil tushunchasi.....	5
1.2. Yechimlar qabul qilish haqida umumiy tushunchalar. Yechimlar qabul qilishni bosqichlari	9
Mashqlar. Nazorat savollari.....	15
2. TIZIMLI TAHLILNING USUL VA MODELLARI	
2.1. Tizimli tahlilning usullari, modellari va sinflari	16
2.2. Tizimni modellashtirish tamoyillari. Modellashtirish tizimlarining turlari	21
2.3. Tizimiy modellar. Tizimning ta'rif. «Qora quti» modeli tizim tarkibi sifatida.....	30
2.4. Tizimning ikkinchi ta'rif. Tizimiy modellar. Tizimning strukturaviy sxemasi.....	34
2.5. Tizimlarning turli tasniflari. Katta murakkab tizimlar haqida tushuncha.....	37
2.6. Mahsulot sifatini boshqarishda tizimiy yondashuvni qo'llash.....	39
Mashqlar. Nazorat savollari	44
3. YECHIMLAR QABUL QILISH USULLARI	
3.1. Kriteriya tilining asosiy tushunchalari. Ko'p kriteriyali masalani bir kriteriyaliga keltirish.....	45
3.2. Shartli maksimum usuli. Berilgan xususiyatlarga ko'ra alternativni aniqlash Pareto to'plamini topish	49
Mashqlar. Nazorat savollari.....	54
4. BINAR MUNOSABATLAR TILIDA TANLOVNI ANIQLASH	
4.1. Binar munosabatlar tilining asosiy tushunchalari.....	55
4.2. Ekvivalentlik, strukturasi va dominirlash munosabatlari...	57
Mashqlar.....	59

5. TIZIMLI TAHLILDA TANLOVNI ANIQLASH FUNKSIYASINING TILI

5.1. Tanlovni matematik funksiyasida obyekt tushunchasi. Tanlov funksiyalarida chegaralanishlar	60
5.2. Guruhli tanlov. Guruhli tanlovni ifodalash. Ovoz berish paradokslari	62
5.3. Noaniqlikni matrisalar yordamida berish. Noma'lum natijalar alternativlarni taqqoslash kriteriysi	68
Mashqlar.	70

6. TIZIMLAR TAHLILIDA AXBOROTLI YONDASHISH

6.1. Tizim modellari orqali hisoblashni rejalashtirish. Tajriba- larni rejalashtirish nazariyasining asosiy tushunchalari	71
6.2. Hisoblash tajribalarini tizimli va taktik rejalashtirish.	74
Nazorat savollari.....	79

7. MA'LUMOTLAR TAHLILI JARAYONI, NATIJALARNI ANIQLASH VA ISHONCHLILIGINI TA'MINLASH MUAMMOLARI

7.1. Ma'lumotlar tahlili jarayoni.....	80
7.2. Belgining tarqalish qatorini qurish. Tarqalish qatorining sonli xususiyatlari. Tarqalish qatorini chizma usulida ifodalanishi.....	81
7.3. Ma'lumotlarning dastlabki tahlili qilish.....	84
Nazorat savollari.....	86

8. TAJRIBA NATIJALARINING KORRELATSION, REGRESSION VA DISPERSION TAHLIL QILISH USULLARI

8.1. Tizimlarni modelashtirish natijalarini statistik ishlab chiqarish xususiyatlari	87
8.2. Regression tahlil	90
8.3. Tajribalarni rejalashtirishning 2 ^k usuli.....	91
Nazorat savollari.....	94

9. MATEMATIK DASTURLASH MASALALARI VA ULARNI YECHISH USULLARI

9.1. Matematik dasturlash usullari.....	95
9.2. Chiziqli dasturlash masalasining umumiy ko‘rinishi. Chiziqli dasturlash masalalariga doir misollar	96
Nazorat savollari.....	104

10. CHIZIQLI DASTURLASH MASALASLARI VA ULARNI YECHISH USULLARI

10.1. Chiziqli dasturlash masalasida Jordan ko‘chirish usuli.....	105
10.2. Simpleks usul.....	106
10.3. Chiziqli dasturlashning transport masalalari.....	109
10.4. Dinamik dasturlash usullari. Ko‘p qadamli amallarga misollar. Dinamik dasturlash masalasining umumiy ko‘rinishi. Optimallik tamoyili.....	113
Nazorat savollari.....	123

11. STATISTIK NOANIQLIKDAGI TANLOV QONUNIYATLARINI TAHLIL QILISH

11.1. Statistlik noaniqlikdagi tanlov. Statistlik yechim qabul qilish masalalari. Statistlik yechim qabul qilishning umumiy chizmasi.....	125
11.2. Statistikada texnika xavfsizligini qoidalari.....	132
Nazorat savollari.....	133

12. OPTIMALLIK G‘OYALARNING YUTUQ VA KAMCHILIKLARI

12.1. Optimal yondashuvning chegaralari.....	134
12.2. O‘yinlar nazariyasida optimallik tushunchasi.....	135
Nazorat savollari.....	148

13. YECHIMLAR QABUL QILISHDA EKSPERT USULLARI VA BASHORATLASH ELEMENTLARI

13.1. Tanlovning ekspert usullari haqida umumiy ma’lumotlar. Ekspert ishiga ta’sir qiluvchi faktorlar	149
13.2. Ekspert fikrlariga ishlov berish usullari. «DELFI» usuli ...	151

13.3. Tanlov va INSON – MASHINA tizimlari. Tanlovni amaliy dasturlar paketi. Ekspert tizimlar va bilimlar bazasi.	
Yechimlarni qo‘llab-quvvatlash tizimlari	153
Nazorat savollari.....	154
Glossariy.....	155
Foydalanilgan adabiyotlar.....	158

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение....	3
1. ЦЕЛЬ ПРЕДМЕТА. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ	
1.1. Понятие системного анализа.....	5
1.2. Общие понятия о принятии решений. Этапы определения принятия решений	9
Упражнения. Контрольные вопросы.....	15
2. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	
2.1. Методы, модели и классы системного анализа.....	16
2.2. Принципы моделирования системы. Разновидность системы моделирования.....	21
2.3. Системные модели. Определение системы. Модель «Черного ящика» в качестве структуры системы	30
2.4. Второе определение системы. Системные модели. Структурная схема системы	34
2.5. Различные определения системы. Понятие о больших сложных системах	37
2.6. Применение системного подхода к управлению качеством продукции	39
Упражнения. Контрольные вопросы.....	44
3. МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	
3.1. Основные понятия языка критерий. Приведение многокритериальной задачи к однокритериальной	45
3.2. Метод условного максимума. Нахождение альтернативы по заданному свойству. Нахождение множества Парето	49
Упражнения. Контрольные вопросы.....	54
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБОРКИ НА ЯЗЫКЕ БИНАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ	
4.1. Основные понятия о языке бинарных отношений.....	55
4.2. Отношения эквивалентности, структуризации и доминирования.....	57

Упражнения. Контрольные вопросы.....	59
--------------------------------------	----

5. ЯЗЫК ФУНКЦИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫБОРКИ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ

5.1. Понятие объекта в математической функции выборки. Ограничения в функциях выборки	60
---	----

5.2. Групповая выборка. Определение групповой выборки. Парадоксы голосования	62
--	----

5.3. Задание неопределенности с помощью матрицы. Критерии сравнения альтернативы при неизвестном результате	68
---	----

Упражнения. Контрольные вопросы.....	70
--------------------------------------	----

6. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ИНФОРМАЦИОННОМ ПОДХОДЕ..

6.1. Планирование эксперимента с помощью системных моделей. Основные понятия теории планирования эксперимента	71
---	----

6.2. Стратегическое системное планирование вычислительного эксперимента. Тактическое планирование вычислительного эксперимента.....	74
---	----

Упражнения. Контрольные вопросы.....	79
--------------------------------------	----

7. ПРОЦЕСС АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ

7.1. Процесс анализа информации.....	80
--------------------------------------	----

7.2. Построение ряда распределения знаков. Числовые характеристики распределения ряда. Описание графического метода распределения ряда	81
--	----

7.3. Предварительный анализ материалов.....	84
---	----

Упражнения. Контрольные вопросы.....	86
--------------------------------------	----

8. МЕТОДЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО, РЕГРЕССИОННОГО И ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА.

8.1. Свойства статистической обработки результатов моделирования систем.....	87
8.2. Регрессионный анализ.....	90
8.3. Планирование эксперимента методом 2^k	91
Упражнения. Контрольные вопросы.....	94

9. ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

9.1. Методы математического программирования. Общий вид задачи математического программирования	95
9.2. Общий вид задачи линейного программирования. Примеры для задачи линейного программирования	96
Упражнения. Контрольные вопросы.....	104

10. ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

10.1. Метод переноса Жордана в задаче линейного программирования.....	105
10.2. Симплекс-метод	106
10.3. Транспортные задачи линейного программирования..	109
10.4. Методы динамического программирования. Примеры для многоступенчатых операций. Общий вид задачи динамического программирования. Свойства оптимальности	113
Упражнения. Контрольные вопросы.....	123

11. АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЫБОРКИ ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

11.1. Выборка при статистической неопределенности. Задачи статистического принятия решений. Общая линия принятия статистического решения	125
11.2. Правила техники безопасности в статистике.....	132
Упражнения. Контрольные вопросы.....	133

12. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИНЯТИЕ ОПТИМАЛЬНОСТИ

12.1. Границы в оптимизационном подходе.....	134
12.2. Понятия оптимальности в теории игр.....	135
Упражнения. Контрольные вопросы.....	148

13. ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ И ЭЛЕМЕНТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

13.1. Общие сведения об экспертных методах выборки. Действующие факторы на работу эксперта	149
13.2. Методы обработки мышления эксперта. Метод «Delphi».....	151
13.3. Выборка и система «ЧЕЛОВЕК-МАШИНА». Пакет практического программирования выборки. Экспертные системы и базы знаний. Системы поддержки решений	153
Упражнения. Контрольные вопросы.....	154
Глоссарий.....	155
Литература.....	158

TABLE OF CONTENTS

Introduction	3
1. THE PURPOSE OF THE SUBJECT. BASIC CONCEPTS	
1.1. Concept of system analysis	5
1.2. General concepts of decision-making. Steps in determining decisions	9
Exercise. Test questions	15
2. METHODS AND MODELS FOR SYSTEM ANALYSIS	
2.1. Methods, models and classes of system analysis	16
2.2. Principles of modeling system. Variation of the system modeling	21
2.3 System models. Definition of the system. The Black Box model as the structure of the system.....	30
2.4. The second definition of the system. System models. Block diagram of the system.....	34
2.5. Different definition of the system. The concept of complex systems.....	37
2.6. Application of the system approach to product quality management.....	39
Exercise. Test questions	44
3. DECISION-MAKING METHODS	
3.1. Basic concepts of language criteria. Bringing multiobjective problem to a one-criterion.....	45
3.2. Method of conditional maximum. Finding alternatives to the specified property. Finding the Pareto set	49
Exercise. Test questions	54
4. DETERMINATION OF SAMPLE IN THE LANGUAGE OF BINARY RELATIONS	
4.1. Basic concepts of the language of binary relations	55
4.2. Equivalence relations, structuring and domination	57
Exercise. Test questions	59

5. LANGUAGE FUNCTIONS IN THE SAMPLING SYSTEM ANALYSIS ..

5.1. Concept of an object in a mathematical function sample. Limitations in sampling functions	60
5.2. Fetching. Definition of the group sample. Paradoxes of voting	62
5.3. Job uncertainty using the matrix. Criteria for comparing alternatives with unknown result	68
Exercise. Test questions	70

6. SYSTEM ANALYSIS APPROACH IN INFORMATION

6.1. Planning computing experiment using the system models. Basic concepts of the theory of experiment planning	71
6.2. Strategic planning system computing experiment. Tactical planning computing experiment	74
Exercise. Test questions	79

7. THE PROCESS OF ANALYZING THE INFORMATION, AND DETERMINATION OF RESULTS RELIABILITY PROBLEMS

7.1. The process of analyzing information	80
7.2. Construction of a number of signs distribution. Numerical characteristics of distribution of a number. Graphic description of the method of distribution of a number	81
7.3. Preliminary analysis of materials	84
Exercise. Test questions	86

8. METHODS OF CORRELATION, REGRESSION AND VARIANCE ANALYSIS OF THE EXPERIMENTAL RESULTS

8.1. Properties of statistical processing of the simulation results system.....	87
8.2. Regression analysis	90
8.3. Experiment planning method 2 ^k	91

Exercise. Test questions	94
9. MATHEMATICAL PROGRAMMING PROBLEMS AND METHODS OF DECISION	
9.1. Methods of mathematical programming. General view of mathematical programming problems	95
9.2. General view of a linear programming problem. Examples of the linear programming problem	96
Exercise. Test questions	104
10. LINEAR PROGRAMMING PROBLEM, AND THEIR METHODS OF SOLUTION	
10.1. Jordan transfer method in linear programming problem ...	105
10.2. Simplex method	106
10.3. Transportation problem of linear programming	109
10.4. Dynamic programming methods. Examples of multi-step operations. General view of the problem of dynamic programming. Properties optimality	113
Exercise. Test questions	123
11. ANALYSIS OF SAMPLES WITH A STATISTICAL REGULARITIES UNCERTAINTY	
11.1. Sample with a statistical uncertainty. Statistical decision problem. General line statistical decisions	125
11.2. Safety Regulations Statistics	132
Exercise. Test questions	133
12. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF OPTIMALITY IDEAS	
12.1. Border in the optimization approach	134
12.2. Optimality concepts in game theory	135
Exercise. Test questions	148
13. EXPERT METHODS OF DECISION-MAKING AND ELEMENTS FORECASTING	
13.1. General information about the expert sampling methods. Factors acting on the work of the expert	149

13.2. Methods of processing thinking expert. Method «Delphi».....	151
13.3. Sample and the system «man-machine». Package practical programming sample. Expert systems and knowledge bases. System support solutions	153
Exercise. Test questions	154
Glossary	155
Literature	158

T.M. MAGRUPOV, B.M. MIRSHAXODJAYEV

TIZIMLI YONDASHUV ASOSLARI

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2019

Muharrir:

M.Hayitova

Tex. muharrir:

A.Moydinov

Musavvir:

V.Umarov

Musahhih:

Sh.Mirqosimova

Kompyuterda

sahifalovchi:

N.Rahmatullayeva

E-mail: tipografiyacent@mail.ru Tel: 71-245-57-63, 71-245-61-61.

Nashr.lits. AI №149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi 14.06.2019.

Bichimi 60x84 ¹/₁₆. «Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog'i 10,25. Nashriyot bosma tabog'i 10,75.

Tiraji 50. Buyurtma № 107.

**«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi» da chop etildi.
100066, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.**

FAN VA
TEXNOLOGIYALAR



ISBN 978-9943-5678-7-0



9 789943 567870