

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

TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI

F.M. Shamsiyeva

IQTISODIYOTDA QAROR QABUL QILISHNING MATEMATIK USULLARI

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi
tomonidan bakalavriat ta‘lim yo‘nalishlarida tahsil olayotgan talabalar
uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan

TOSHKENT – 2021

UO‘K: 330.115

KBK 65.23

SH 66

SH 66

F.M.Shamsiyeva. Iqtisodiyotda qaror qabul qilishning matematik usullari. – T.: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2021. - 180 bet.

ISBN 978-9943-7660-6-8

Ushbu qo‘llanmada iqtisodiyotda qaror qabul qilishning mazmuni va muhimligi, turli vaziyatlarda matematik usullar yordamida qaror qabul qilish nazariyalari yoritilgan. Shu bilan birga matematik dasturlash usullaridan foydalangan holda iqtisodiyotda optimal qaror qabul qilish, qaror qabul qilishga tizimli yondashuvlar va mezonlar, iqtisodiy va boshqaruv qarorlarini qabul qilishning matematik modellari hamda aniqlik, tavakkalchilik, noaniqlik sharoitlarida o‘yinlar nazariyasi asosida qarorlar qabul qilish, qaror qabul qilishning matematik masalalarini yechishda axborot texnologiyalaridan foydalanish masalalari batafsil ifodalangan. O‘quv qo‘llanmada iqtisodiy qarorlarni qabul qilishning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan bo‘lib, u bakalavriatning “Ekonometrika” ta’lim yo‘nalishi talabalariga “Iqtisodiyotda qaror qabul qilishning matematik usullari” fanidan o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etiladi.

Данное учебное пособие охватывает содержание и важность принятия решений в экономике, теории принятия решений с использованием математических методов в различных ситуациях. В то же время подробно описаны вопросы оптимального принятия решений в экономике с использованием методов математического программирования, систематические уступки и критерии принятия решения, математические модели принятия экономических и управленческих решения, а также принятия решения в условиях неопределенности на основе теории игр. В учебном пособии освещены теоретические и практические аспекты принятия экономических решений и рекомендуется студентам образовательного направления "Эконометрика" бакалавриата в качестве учебного пособия по дисциплине "Математические методы принятия решений в экономике".

This tutorial covers the content and importance of decision-making in economics, the theory of decision-making using mathematical methods in various situations. At the same time, the issues of optimal decision-making in the economy using mathematical programming methods, systematic concessions and decision-making criteria, mathematical models of economic and managerial decision-making, as well as decision-making in conditions of uncertainty based on game theory are described in detail. The textbook covers the theoretical and practical aspects of economic decision-making and is recommended to students of the educational direction “Econometrics” of the bachelor's degree as a textbook on the discipline “Mathematical methods of decision-making in economics”.

Taqrizchilar:

S.X.Fayzullayev - t.f.n., dotsent;

A.Abdullayev - i.f.n., dotsent.

UO‘K: 330.115

KBK 65.23

ISBN 978-9943-7660-6-8

© «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2021.

KIRISH

Bizning butun hayotimiz bir qator muammolardan iborat. Har kuni biror-bir qaror qabul qilish lozim. Ularning soni shunchalik ko'pki, ulardan birortasini qabul qilish uchun turli variantlarni ko'rib chiqish lozim. Eng muhim va qiyin qarorlar muayyan mavzuga aylanadi.

Har bir muammo bo'yicha qaror qabul qilish uchun ishonchli va yetarli sondagi ma'lumotlar to'planadi, ular saralanadi va mumkin bo'lgan qarorlar orasidan maqbuli tanlanadi. Biznesda ham, ilmda ham qaror qabul qilish har bir inson tomonidan o'zlashtirilishi lozim bo'lgan boshqaruv funksiyasidir. Hayotda va ish jarayonlarida maqbul bo'lmagan qarorlarni qabul qilish imkoniyatlar va resurslarni sezilarli darajada kamaytiradi. Vaziyat qanchalik murakkab bo'lsa, yo'qotishlar ham shunchalik katta bo'ladi.

Qaror qabul qilish nazariyasi hozirgi kunda tez rivojlanayotgan fandır. Amaliyotda boshqaruv qarorlarini qabul qilish bilan alohida bo'linma yoki korxonalaridan tortib, davlatlar va xalqaro tashkilotlar shug'ullanadi.

Qaror qabul qilish jarayonlari, bir necha mumkin muqobil qarorlardan birini tanlash sifatida tushunilib, barcha insonlar duch keladilar. Ko'pgina qarorlar oldindan tahlil qilmasdan, rejalashtirmasdan va ko'pincha oqibatlar haqida o'ylamasdan qabul qilinadi, chunki ko'p yillar davomida mutaxassislar tomonidan ishlab chiqilgan aniq yo'nalishlar va xatti-harakatlar algoritmi mavjud. E'tiborga olinmagan va o'ziga xos ahamiyat berilmagan holatlarda qabul qilinishi lozim bo'lgan qarorlar mavjud bo'lib, bu holat yuzasidan hamma ham qarorni amalga oshirish haqida fikr yuritib ulgurmaganlar. Va, nihoyat, qarorni tanlash natijasida muammolar yuzaga kelishi mavjud bo'ladiki, bu holda qaror qabul qiluvchi shaxs ikkilanishga duch keladi. Qoida tariqasida, bunday muammolar alohida va noyob tabiatga ega bo'lganliklari bois, bir qator muqobil qarorlarni muhokama qilishni, ko'rib chiqishni talab etadi.

I BOB. QAROR QABUL QILISH NAZARIYASINING ASOSIY TUSHUNCHALARI

1.1. Qaror tushunchasi va mohiyati.

1.2. Qaror nazariyasini rivojlantirish bo'yicha qisqacha tarixiy ma'lumot.

1.3. Qarorlarning tasnifi.

1.4. Qaror qabul qilish mezonlari va muqobil qarorlar.

1.1. Qaror tushunchasi va mohiyati

Butun inson hayoti ishlab chiqilgan, qabul qilingan va amalga oshiriladigan qarorlar zanjiridan iborat. Bizning har bir harakatlarimiz ularning natijasidir. Biz har kuni qarorlar qabul qilamiz – odatiy yoki nostandart, muhim ahamiyatga ega yoki biznes, shaxsiy va jamoat ishlari bilan bog'liq uzoq muddatli oqibatlarga olib keladigan. Ko'pincha ular sezgi va kamroq ongli tahlil va maqbul alternativni izlashga asoslanadi.

Iqtisodiyotda qaror qabul qilish nazariyasining eng samarali vositalaridan biri – intellektual vositalardir. Avtomobilni qaysi turini ishga tushirishni tanlash qaror qabul qilish nazariyasi uchun aniq misol bo'la oladi. Qarorlarni kim qabul qiladi? Qaror qabul qilish nazariyasida maxsus qaror qabul qiluvchi atamasi mavjud. U qisqacha qaror qabul qiluvchi shaxs (QQQSh) deyiladi. Bu shaxs qabul qilingan qarorning ijrosi uchun javobgar bo'lgan, qaror ifodalangan buyruqqa yoki boshqa hujjatga imzo chekadigan shaxsdir. Odatda, u kompaniya kengashi bosh direktori yoki raisi, harbiy qism qo'mondoni, shahar hokimi yoki bir so'z bilan aytganda, mas'ul xodimdir. Lekin, misol uchun "UzAvto" kompaniyasining direktorlar kengashi yoki O'zbekiston Respublikasi Oliy majlisi kabilarda QQQSh sifatida jamoa bo'lishi mumkin. Qaror loyihasi "QQQSh apparati" mutaxassislari tomonidan, ko'pincha boshqa tashkilotlar xodimlari bilan birgalikda tayyorlanadi. Agarda QQQSh o'zining yordamchilariga ishonsa, u matnni o'qimasdan imzo qo'yishi mumkin. Lekin qaror ijrosi uchun nafaqat QQQSh, balki qarorni tayyorlashda ishtirok etgan xodimlar ham javobgar bo'ladilar. Amaliy ishlarda qaror qabul qilish bosqichida turli qarorlarni ko'rib chiqish,

ularni tahlil qilish bosqichlaridan keyin qabul qilingan qaror muhokama qilinmaslik muhim ahamiyatga ega.

Qaror (nizom)ni tayyorlash tartibi. Qaror qabul qilishdagi mas'uliyati bo'yicha menejerlar o'rtasida kim nima uchun javobgar, kim qanday ishni bajarishi lozimligi bo'yicha tez-tez turli to'qnashuvlar bo'lib turishi mumkin. Shuning uchun ish tartibini belgilovchi nizomning bo'lishi juda muhimdir. Har qanday majlis, majlis raisining, kotibining va kun tartibi korxonaga yoki jamoa birlashmasining faoliyati uning nizomida tasdiqlangan bo'ladi.

Har bir qaror bir yoki bir necha maqsadlarga erishishga qaratilgan bo'ladi. Masalan, "UzAvto" kompaniyasi direktorlar kengashi o'z oldiga quyidagi maqsadlarni qo'ygan: 1. Kompaniya o'z missiyasini davom ettirishi. 2. Maksimal foyda olish maqsadida yoqilg'ini tejoychi yangi avtomobillarni ishlab chiqarish. Bu ikki maqsadga bir vaqtda erishish mumkin. Biroq, har doim ham shunday emas. Misol uchun, ishlab chiqarishda ko'p ishlatiladigan "eng kam xarajat eng yuqori foyda" iborasida ichki qarama-qarshiliklar mavjud. Ish bajarilmaganda eng kam xarajat ham eng yuqori foyda ham "0" ga teng bo'ladi. Agar foyda katta bo'lsa, xarajatlari ham katta bo'ladi, chunki ikkalasi ham ishlab chiqarish hajmi bilan bog'liqdir. Siz belgilagan xarajat foydani maksimallashtirishi mumkin yoki belgilangan foydadan xarajatlari kam bo'lishi mumkin, lekin siz "eng kam xarajat eng yuqori foyda"ga erishishingiz mumkin emas. Bu maqsadga hayotda turli yo'llar bilan erishish mumkin.

Resurslar. Har bir qaror ma'lum resurslardan foydalanishni o'z ichiga oladi. Misol uchun, "UzAvto" kompaniyasi direktorlar kengashi "Tico" va "Damas" tipidagi avtomobillarni ishlab chiqarishni yo'lga qo'ymoqchi. Bunda, birinchi navbatda, ishlab chiqarish imkonini beruvchi korxonani mavjudligidan kelib chiqiladi. Bundan tashqari, har ikki turdagi avtomobillarni ishlab chiqarish uchun kompaniyaning yetarli moliyaviy resurslarga, moddiy va inson resurslariga ega ekanligini hisobga olish lozim. Shuningdek, bunday ishlab chiqarishni tashkil qilish uchun malakali ishchi kuchining mavjudligini, ularning malakasini oshirish, xom ashyo va butlovchi qismlar hamda tayyor mahsulotlarni sotib olish va sotish bozorlarining mavjudligini, bu resurslarning qancha miqdorda, qanday narxlarda sotib olish bo'yicha qarorlar qabul qilinadi. Bu yerda qanday resurslarni sotib olish bizni

hamyonimizga bog‘liq. Amalda qaror qaror qabul qilish bo‘yicha qaror loyihasini ishlash jarayonida quyidagini takrorlab turish lozim, ya‘ni “Biz nimaga erishmoqchimiz? Buning uchun qanday resurslardan foydalanishga tayyormisiz?”.

1.2. Qaror nazariyasini rivojlantirish bo‘yicha qisqacha tarixiy ma‘lumot

Tashkiliy boshqaruv bilan bog‘liq bo‘lgan matematik fanlar to‘plami qarorlar qabul qilish nazariyasi yoki operatsiyalarni o‘rganish nazariyasining asosini tashkil etadi. Amaliyot tadqiqotlari fan sifatida ikkinchi jahon urushi davrida shakllangan va rivojlangan, garchi bu atama – 1939-yilda paydo bo‘lgan bo‘lsa-da, qarorlar qabul qilish nazariyasi bo‘yicha birinchi ilmiy ish Buyuk Britaniya havo hujumi mudofaasini tashkil qilish bilan bog‘liq bo‘lib, u mamlakatning mudofaasini tashkil qilish bo‘yicha operatsiyalarni rejalashtirish bilan bog‘liq edi.

Urush tugagandan so‘ng, OLIMP mutaxassislari (operatsiyalarni tadqiq qilish sohasidagi mutaxassislari) armiyani tark eta boshladilar, ya‘ni ularga ehtiyoj qolmagan edi. Lekin o‘sha davrda sanoatning rivojlanishi harbiy sohadagidan kam bo‘lmagan darajadagi masalalarning yechimini topishni talab qila boshladi. Shu tufayli, u mutaxassislarga bo‘lgan talab kamaymadi. Endi ulardan ishlab chiqarish bilan bog‘liq bo‘lgan iqtisodiy masalalarni yechishda foydalanildi.

Qadimgi Misrda va Qadimgi Yunonistonda, Qadimgi Rimda va O‘rta asr Yevropasida ko‘plab mutafakkir va faylasuflar boshqaruv masalalarini o‘rganishdi. Ammo boshqaruv nazariyasining shakllanishi va jadal rivojlanishi ilmiy jamiyatning sanoatning jadal rivojlanishiga, tashkiliy va boshqaruv tuzilmalarining murakkabligiga tabiiy munosabati sifatida XX asrda boshlandi.

Kitobga muvofiq A.A. Dulzon [6] qarorlar ishlab chiqish nazariyasining rivojlanishi haqida qisqacha tarixiy ma‘lumot beradi.

Qaror qabul qilish jarayonlarini tadqiq qilish XVIII asrning birinchi yarmida boshlangan. 1738-yilda Daniel Bernoulli pulning foydali funksiyasi chiziqli emasligini aniqladi. Keyin Per-Simon Laplas (Marquis de Laplas) bu funksiya logarifmik shaklga ega ekanligini ko‘rsatdi. 1928-yilda Jon fon Neumann o‘yinlarning matematik

nazariyasi bo'yicha fundamental ishini nashr etdi. U ko'plab o'yinlarni ehtimollik nazariyasi yordamida oqilona hal qilish mumkinligini isbotladi. 1939-yilda akademik L.V. Kantorovich (1975-yildagi Nobel mukofoti) «Tashkil etish va ishlab chiqarishni rejalashtirishning matematik usullari» kitobida birinchi marotaba chiziqli dasturlashning haqiqiy muammosini aniqladi va uni yechish uchun algoritmi ishlab chiqdi. Yigirmanchi asrning murakkab harbiy strategik vazifalarini hal qilish zarurati bilan bog'liq operatsiyalar bo'yicha tadqiqotlar O'rta Osiyoda ham, AQSH va Buyuk Britaniyada ham jadal rivojlandi.

Buyuk Britaniyada o'tgan asrning 40-yillari boshlarida bir guruh olimlarga fuqaro mudofaasi obyektlarini maqbul joylashtirish, pozitsiyalarni o'qqa tutish, suv osti suvlariga qarshi bomba portlashi va transport karvonlari kolonnasini chuqurlashtirish masalalarini hal qilish vazifasi yuklatildi. Qarorlarni qabul qilishga kibernetik yondashuv «Qaror qabul qilish nazariyasi» deb nomlangan asar batafsil ishlab chiqilgan. Kelajakda ushbu nazariya konsalting firmalar tarmog'i orqali iqtisodiy menejment sohasiga tarqaldi.

1994-yilda uchta olim Jon Nash, Reynxard Selten va Jon Xarsanyi o'yin nazariyasini rivojlantirishda muvaffaqiyatlari uchun Iqtisod bo'yicha Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi. So'nggi 20 yil ichida qarorlar tavsifini va tavsifini birlashtirishga imkon beradigan qarorlar nazariyasini rivojlantirishda sezilarli yutuqlarga erishildi. Psixofiziologiya, neyroxirurgiya yutuqlari, miya funksiyalarini o'rganishda erishilgan yutuqlar, bir tomondan kompyuter texnologiyalari va sun'iy intellektni yaratish sohasidagi ishlarning jadal rivojlanishi, ikkinchi tomondan, kompleks yechimlarni ishlab chiqish nazariyasi va texnologiyasini yangi bosqichga ko'tarish imkonini berdi.

1.3. Qarorlarning tasnifi

Har qanday fanda tasniflash masalasi asosiy masalalardan biri bo'lsa-da, qarorlarning universal umumqabul qilingan tasnifi mavjud emas. Qarorlar quyidagi asosiy maqsadning ahamiyati bo'yicha: strategik, taktik, tezkor mezonlar bo'yicha tartiblanishi mumkin.

Uzoq muddatli (5-10 yil yoki undan ko'proq) muddatga yo'naltirilgan strategik qarorlar sezilarli noaniqliklarga olib keladi, chunki ular nazoratsiz tashqi omillarni hisobga oladi va muhim

manbalarni jalb qilish bilan bog'liq o'ta jiddiy, uzoq muddatli oqibatlarga olib kelishi mumkin. Tashkilotdagi strategik qarorlar direktorlar, kompaniya vitse-prezidentlari, o'rinbosarlar, ishlab chiqarish bo'linmalari rahbarlari darajasida qabul qilinadi.

Taktik qarorlar – strategik qarorlarni amalga oshirish vositasi bo'lib, qisqa muddatga (odatda bir yil ichida) ishlab chiqiladi. Hukumatning eng yuqori va o'rta darajalarida qabul qilingan. Taktik maqsadlar strategik maqsadni belgilaydi va shunga mos ravishda bu maqsadga erishish uchun taktik qarorlar talab qilinadi.

Operatsion yechimlar mavjud muammolarni hal qilishga qaratilgan. Qoida tariqasida, vaqt o'tishi bilan ular bir oydan oshmagan davr uchun hisoblanadi. Tashkilotda tezkor qarorlar boshqaruvning o'rta va quyi bo'g'inlarida qabul qilinadi, to'g'ridan-to'g'ri ijrochilarning ishini tashkil etish bilan bog'liq bo'lib, ularning bajarilishi rahbariyat tomonidan doimiy monitoringni talab qiladi.

Rasmiylashtirish darajasiga qarab:

- vaziyat elementlari o'rtasidagi bog'liqlikni son jihatdan aniqlanganda yaxshi tuzilgan;
- sifati past va tarkibiy, ham miqdoriy, ham sifat elementlari mavjud;
- miqdoriy munosabatlar noma'lum bo'lsa tuzilmagan.

Vaziyatni standartlashtirish darajasiga qarab:

- odatdagi dastur tomonidan qabul qilingan tartib;
- tanlangan, mumkin bo'lgan javoblar soni ma'lum bo'lganda va rahbarning vazifasi to'g'ri tanlov qilish;
- moslashuvchan, kutilmagan qiyinchiliklarga mo'ljallangan va shaxsiy tashabbuskorlik va ijodkorlikni talab qiladigan;
- murakkab muammolarni hal qilish uchun zarur bo'lgan innovatsion.

Qaror qabul qiluvchiga ko'ra: individual, kollektiv, kollegial.

Shaxsiy qarorlar faqat tegishli vakolatlarga ega bo'lgan shaxs tomonidan qabul qilinadi.

Kollektiv (demokratik) qarorlar tashkilotning ko'pchilik xodimlari, mehnat jamoasi yoki kichik guruh tomonidan birgalikda qabul qilinadi. Kollejdand farqli o'laroq, demokratik qarorlar mehnat jamoasi aksariyat a'zolarining irodasi ifodasidir. Ular ekspert baholash usullaridan foydalangan holda yashirin ovoz berish jarayonida qabul qilinadi.

Bunday usullardan foydalanish xodimlarning yuqori darajadagi motivatsiyasi, demokratik yetakchilik uslubidan foydalanish, korporativ madaniyatning rivojlanishi va shaffofligi bilan mumkin.

Kollegial qarorlar ularni qabul qilishda teng huquqlarga ega bo'lgan shaxslar guruhi tomonidan qabul qilinadi. Parlament vakolatlari parallel vakolatlarga ega yoki ma'muriy hujjatlarda «kelishilgan» deb yozilgan majburiy tasdiqlash usulidan foydalanadi. Majburiy tasdiqlash bilan, muhim qarorlarni qabul qilish uchun javobgarlik qisman bunday vakolatga ega bo'lgan menejerlarga yuklanadi. Qaror qabul qilish nazariyasini rivojlanishining hozirgi bosqichida tez-tez muhokama qilinadigan bir nechta muammolarni ko'rib chiqaylik. Bular qaror qabul qilishga tizimli yondashuv, qaror qabul qilishning zamonaviy usullari va strategik qarorlarni qabul qilish muammolaridir.

1.4. Qaror qabul qilish mezonlari va muqobil qarorlar

Harakat variantlari muqobil qarorlar (alternativalar) deb nomlanadi. Shu bilan bir qatorda qarorlar qabul qilish muammosining ajralmas qismidir: agar tanlash kerak bo'lsa, unda tanlov yo'q. Shuning uchun, qaror qabul qilish muammosini shakllantirish uchun kamida ikkita alternativa kerak. Alternativalar mustaqil va bog'liqdir. Mustaqil ravishda boshqa alternativalarining sifatiga ta'sir ko'rsatmaydigan har qanday harakatlar (ko'rib chiqishdan olib tashlash, tanlash eng yaxshisi sifatida) bu alternativalaridir. Bog'langan alternativalarda, ularning ba'zilarini baholash boshqalarning sifatiga ta'sir qiladi. Turli xil qaramlik alternativolari mavjud. Eng oddiy va eng ravshan – bu to'g'ridan to'g'ri guruhga bog'liqlik: agar guruhdan kamida bitta alternativani ko'rib chiqishga qaror qilinsa, unda butun guruhni ko'rib chiqish kerak. Shunday qilib, shaharni rivojlantirishni rejalashtirishda tarixiy markazni saqlab qolish to'g'risida qaror uni amalga oshirishning barcha variantlarini ko'rib chiqishni talab qiladi.

Qaror qabul qilish vazifalari qaror qabul qilish va qaror qabul qilish paytida alternativalarining mavjudligiga qarab sezilarli darajada farq qiladi. Barcha alternativalar allaqachon belgilangan, allaqachon aniqlangan bo'lsa, muammolar mavjud va siz shunchaki ushbu to'plamdan eng yaxshisini tanlashingiz kerak. Masalan, biz mavjud

kompaniyalardan eng samarali kompaniyani qidirib topamiz, eng yaxshi universitetni, eng yaxshi yaxtalarni va boshqalarni aniqlaymiz.

Ushbu vazifalarning xususiyati yopiq, kengaytirilmaydigan alternativalar to'plami. Ammo har xil turdagi ko'plab vazifalar mavjud, ularda barcha alternativalar yoki muhim qismi asosiy qarorlar qabul qilingandan keyin paydo bo'ladi. Masalan, tashkilotlar yoki jismoniy shaxslar uchun bankda ssudalar ochish qoidasini ishlab chiqish kerak. Bu yerda alternativalar (muayyan tashkilotlar yoki shaxslar) faqat qoidalarni ishlab chiqish va e'lon qilishdan keyin paydo bo'ladi. Agar alternativalar ko'p bo'lsa (yuzlab va minglab), qaror qabul qiluvchi ularning har biriga e'tiborni qaratishi mumkin emas. Bunday vaziyatlarda aniq tanlash qoidalariga, mutaxassislardan foydalanish tartib-qoidalariga va izchil va izchil siyosatni amalga oshirishga imkon beradigan qoidalar to'plamiga ehtiyoj ortib bormoqda.

Bularning barchasiga ehtiyoj bor, hatto alternativalar soni oz bo'lsa ham (20 tagacha). Masalan, siyosiy kompaniyalar rejasini tanlash, gaz quvurlari yo'nalishini tanlash, shaharni rivojlantirish rejasini tanlash kabi vazifalarda tanlovni boshlash uchun nisbatan kam alternativalar mavjud.

Ammo ular mumkin bo'lgan yagona narsa emas. Ko'pincha, ularning asosida tanlov jarayonida yangi alternativalar paydo bo'ladi. Birlamchi, asosiy alternativalar tanlov jarayoni ishtirokchilarini har doim ham qoniqtirmaydi. Biroq, ular aniq nima etishmayotganini, muayyan vaziyatda nima mumkin va nima yo'qligini tushunishga yordam berishadi. Ushbu vazifalar sinfini qurilgan alternativalariga ega vazifalar deb atash mumkin.

Qaror qabul qilishning zamonaviy ilm-fanida qarorlar variantlari qaror qabul qiluvchilar uchun jozibadorligining turli ko'rsatkichlari bilan tavsiflanadi deb ishoniladi. Ushbu ko'rsatkichlar mezonlar deb ataladi. Biz tanlov jarayonida ishtirokchilar uchun ularning jozibadorligini (yoki jalb qilmaydigan) alternativ ko'rsatkichlarini baholash mezonlarini chaqiramiz.

Kasbiy faoliyatda mezonlarni tanlash ko'pincha ko'p yillik amaliyot, tajriba bilan belgilanadi. Tanlov muammolarining aksariyat qismida yechim variantlarini baholash uchun ko'plab mezonlar mavjud. Ushbu mezonlar mustaqil yoki bog'liq bo'lishi mumkin. Boshqa mezonlarga ko'ra alternativ baho (aniq yoki katta ehtimollik bilan)

aniqlaydigan mezonlarga bog‘liqdir. Shunday qilib, yuqori sifatli hashamatli kvartira odatda boshqacha bo‘lishini kutishimiz mumkin. Mezonlar orasidagi bog‘liqlik tanlov jarayonida har bir ishtirokchi uchun ma’lum semantik tarkibga ega bo‘lgan alternativalarining yaxlit tasvirlarining paydo bo‘lishiga olib keladi.

Qaror qabul qilish vazifalarining murakkabligi qator mezonlarga bog‘liq. Kam sonli mezonlar (ikki yoki uchta) bilan ikkita alternativani taqqoslash vazifasi juda sodda va shaffof, mezonlarning sifatleri to‘g‘ridan to‘g‘ri taqqoslanishi va murosaga kelish mumkin. Ko‘p sonli mezonlar bilan, vazifa noma’lum bo‘lib qoladi. Yaxshiyamki, ko‘plab mezonlar bilan, ularni odatda ma’lum bir ma’noga va nomga ega bo‘lgan guruhlariga birlashtirish mumkin. Mezonlarning tabiiy guruhlanishi uchun asos alternativalarining ijobiy va salbiy tomonlarini, ularning afzalliklari va kamchiliklarini (masalan, xarajat va samaradorlik) ta’kidlash qobiliyati hisoblanadi. Bunday guruhlar odatda mustaqil. Turli mezonlar bo‘yicha tuzilmani aniqlash qarorlarni qabul qilish jarayonini yanada mazmunli va samarali qiladi. Alternativalarni baholash uchun mezonlardan foydalanish sifatni aniqlashni talab qiladi: eng yaxshi, eng yomon va oraliq baholar. Boshqacha qilib aytganda, baholash mezonlari mavjud. Qaror qabul qilishda uzluksiz va diskret reytinglar shkalasi, miqdoriy va sifatli reyting shkalalarini farqlash odatiy holdir. Shunday qilib, «xarajat» mezoni uchun doimiy miqdoriy baholash ko‘lamidan foydalanish mumkin (pul birligida).

Nazorat savollari

1. Qaror tushunchasining iqtisodiy mazmunini tavsiflab bering.
2. Qaror qabul qilishning fan sifatida rivojlanish tarixi to‘g‘risida nimalar bilasiz?
3. Qaror qabul qilishda qo‘llaniladigan asosiy tushunchalar nimalardan iborat?
4. Qarorlarning tasniflanishi.
5. Iqtisodiyotda qarorlarning muqobil variantlarini misollar bilan tushuntib bering.
6. Qaror qabul qilishning qanday mezonlarini bilasiz?

II BOB. KO‘P MEZONLAR ASOSIDA QAROR QABUL QILISHNING NAZARIY ASOSLARI

- 2.1. Qarorni ishlab chiqish bosqichlari.**
- 2.2. Ikkilamchi taqqoslashning iterativ usuli.**
- 2.3. Ekspert xulosalarining muvofiqligini hisoblash.**

2.1. Qarorni ishlab chiqish bosqichlari

Qaror qabul qilish darhol amalga oshiriladi, deb o‘ylamaslik kerak. Ko‘pincha bu juda uzoq va og‘riqli jarayon. G. Simon undagi uchta bosqichni aniqlaydi: ma’lumot qidirish, alternativani izlash va eng yaxshi alternativani tanlash. Biror-bir hayotiy masalaning yechimi bo‘yicha qaror qabul qilish alohida bir martalik harakat emas. Bu muayyan vaqt davomida bajariladigan bir necha bosqichdan iborat jarayondir. Tabiatdagi har qanday jarayon, xoh fizik, xoh kimyoviy, xoh ijtimoiy, xoh aqliy yoki boshqa jarayonlar bo‘lsin ularning har biri o‘ziga xos muayyan qonunlar asosida rivojlanadi hamda davom etadi. Lekin tabiatdagi hamma jarayonlar o‘zaro bog‘liq bo‘lgani uchun ularning o‘zgarishiga boshqa jarayonlar ta’sir etadi, bu esa har bir jarayonni dastlabki rivojlanishidan chetga chiqishiga olib keladi. Endi uning rivojlanishi turli omillar (ya’ni ichki va tashqi omillar) ta’sirida davom etadi.

Tashqi ta’sirlar tasodifiy va boshqarilishi mumkin bo‘lgan ta’sirlarga bo‘linadi. Tasodifiy ta’sirlar ko‘rib chiqilayotgan jarayonlarni o‘zaro ta’sirining natijasidir. Boshqarish natijasida o‘z yo‘nalishini o‘zgartiradigan jarayon boshqariladigan jarayon deyiladi. Buning uchun tizimli ravishda nazorat tadbirlarini ishlab chiquvchi organ bo‘lishi lozim. (Bular, mamlakat miqyosida, har bir mamlakatning Vazirlar mahkamasi, vazirliklar, qo‘mitalar va boshqalar). Bunday tuzilma odatda, boshqaruv tizimi deyiladi.

Umuman olganda, tizim – tabiat va jamiyatdagi bir-biri bilan qonuniy bog‘liq bo‘lgan obyektlar va hodisalarning obyektiv birligidir. Bunday tizimning xususiyatlari tizimni tashkil etuvchi elementlarning xususiyatlari bilan hamda ular orasidagi munosabatlarning xususiyatlari bilan belgilanadi. Tizim faoliyatining sifati va samaradorligi qabul qilingan mezonlar asosida aniqlanadi. Kerakli maqsadga erishish uchun

qabul qilinadigan qarorlarni tanlashda muammolar kelib chiqishi mumkin.

Boshqaruv tizimida muayyan qarorlar qabul qilishda belgilangan chora-tadbirlarni ta'minlash, nazorat qilish uchun resurslar bo'lishi kerak. Demak, iqtisodiy tizimlarda ishlab chiqarishning sifati va samaradorligini oshirish uchun qo'shimcha manbalar – moddiy, moliyaviy va boshqa manbalar talab etiladi. Boshqaruv tizimining o'zi boshqaruv qarorlari to'plamidan optimal qarorni tanlashi uchun muayyan manbalardan foydalanadi.

Qaror qabul qilishning dastlabki nazariyalari "iqtisodiy shaxs" tushunchasiga asoslangan bo'lib, uning asosiy sharti shundaki, barcha insonlar ma'lum vaziyatda mavjud bo'lgan muqobil qarorlarni va ular keltirib chiqaradigan oqibatlarni bilishlaridadir. Iqtisodiy shaxs nazariyasida tanlovlarning har qanday qiymatini maksimal darajaga ko'tarish uchun odamlar muayyan talablarga rioya etishlari lozim. Tabiiyki, qaror qabul qiluvchi shaxs har doim ham o'zini talab darajasida tuta olmaydi, shuning uchun chegaralangan ratsionallik taomili iqtisodiy shaxs nazariyasiga kiritilgan. Inson ongining murakkab muammolarni shakllantirish va hal qilishdagi imkoniyatlari cheklangandir.

Qaror qabul qilish jarayoni qaror qabul qilayotgan shaxsning qanday holatda yoki vaziyatda ekanligini tushunib yetishdan boshlanadi. Qarorlar qabul qiluvchi davlat qarorlar qabul qilish jarayoni qanday vaziyatda amalga oshirilayotganligidan xabardor bo'lishi kerak. Shuning uchun ham qabul qilinayotgan qaror dastlabki bosqichdagi qaror deyiladi. Bunda tizimning holatini qoniqarli yoki qoniqarsiz ekanligi aniqlanadi. Ikkinchi bosqichda esa tizimning, ya'ni boshqarish tizimining qabul qilinayotgan qarorining maqsadi belgilanadi. Uchinchi bosqich – maqsadga erishish uchun barcha mumkin bo'lgan usullarni aniqlash hamda keragini tanlashdan iborat. Bu yerda qabul qilinishi mumkin bo'lgan qarorlarning boshlang'ich variantlarini tanlash, tahlil qilish, so'ngra ularning oxirgi qarorlarini to'liqligini tanlash muhimdir. Bunda samarasiz qarorlarni qabul qilishning oldi olinadi. To'rtinchi bosqich – ba'zi tanlov qoidalariga rioya qilgan holda, oxirgi yoki haqiqiy qarorni qabul qilishda turli boshlang'ich qarorlarni muayyan talab asosida saralash muhimdir. Ushbu bosqich oldingi bosqichlarning davomchisi hamda qaror qabul qilish uchun samarali natijani topish

bosqichidir. Biror masala bo'yicha butun qaror qabul qilish jarayoni beshinchi bosqich – qarorni amalga oshirish bilan yakunlanadi.

Qaror qabul qilishda talab qilinadigan mezonning son qiymatlarini aniqlash uchun obyektiv ma'lumotlar yetarli bo'lmagan hollarda subyektiv baholardan, subyektiv bahoni ishlab chiqishda ishtirok etgan mutaxassislarining to'plagan tajribasi, bilimlari, g'oyalari, fikrlari va taxminlaridan foydalanish mumkin. Obyektiv baholardan foydalanish quyidagi umumiy qoidalarga asoslanadi:

1. Ko'pchilikning fikri asosli deb da'vo qiladigan xolislik aksiomasiga. 2. Subyektiv baholarning tranzitiv ekanligini ko'rsatadigan tranzitivlik aksiomasiga.

Bulardan kelib chiqqan holda, shuni ta'kidlash lozimki, subyektiv baholash sifatining o'lchovi ularni tarqalishi hisoblanadi. Shaxs tomonidan subyektiv baholashni o'ziga xos xususiyatlari bilan tanishish uchun bir qator misollarni ko'rib chiqamiz:

Masalan sport turlari gimnastika, suvga sho'ng'ish, figurali uchish natijalarini ekspert sudyalardan tomonidan baholash; sharob, choy, atir navlarining sifatini baholash muayyan mutaxassislar tomonidan amalga oshiriladi. Hozirgi kunda maqbul bo'lgan qarorlar vaqt o'tishi bilan nomaqbul bo'lishi mumkin. Empirik yondashuv har bir shaxs tomonidan qaror qabul qilish usullarini o'rganishda, ma'lum tajriba to'plashda qo'l keladi.

- Insonning xulq-atvoridan kelib chiqqan holda qaror qabul qilish bo'yicha yondashuv. Bunda u yoki bu qarorni qabul qilishda insonning xulq-atvorini o'rganuvchi fanlarning mavjud va rivojlanayotgan nazariyalaridan, usullari va uslublaridan foydalanish lozim. Ushbu yondashuv qarorni inson foydasiga qabul qilinishidan iborat. Qaror qabul qiluvchi nazariyotchi va amaliyotchining fikrlarini birlashtirishi lozim.

- Ijtimoiy tizim manfaatlarini amalga oshirish nuqtai nazaridan yondashuv. Boshqaruv bo'yicha qaror qabul qilishda nafaqat individumlar manfaatlarini, balki jamiyat manfaatlarini o'zgarish dinamikasini hisobga olish lozim.

Tizimlarning ikki turi mavjud: birinchisi yopiq, ya'ni atrof-muhit ta'siridan holi, ikkinchisi ochiq, ya'ni atrof-muhitning doimo ta'sirida bo'lgan turi.

- Qaror qabul qilish uslubi. Bu uslub ta'siri tizimga yo'naltirilgan har qanday omilni tavsiflash va hisobga olishga asoslangan.

Iqtisodiyotda turli vazifalarni uch jihatdan hisoblash mumkin: ishlab chiqarish, kishilar bilan munosabatlar, ma'muriyat. Matematik modellar har qanday muammolarni hal qilishning universal vositalaridan biridir. Operatsion tadqiqotlarda modellar tizimlarning xatti-harakatlarini tavsiflaydi, ular ko'p hollarda ma'lum bir ratsional yo'l tutadigan va yetarli darajada tavsiflanishi mumkin bo'lgan kishilar jamoalarini o'z ichiga oladi. Optimallashtirish mezonlari yoki obyektiv funksiyalar deb nomlanadigan muqobil variantlarni taqqoslash mezonlari yagona va aniq mezon sifatida qabul qilinadi.

Qarorlarni ishlab chiqishda eng muhim mezonlardan biri bu aniq sharoitlar va ijrochilarga bog'liq bo'lgan ularning maqsadga muvofiqligi. Buni faqat qarorni amalga oshirish jarayonida aniqlash mumkin, chunki qaror vaziyatning rivojlanishini bashorat qilishga asoslangan bo'lib, u har doim ham voqealarning asl yo'nalishiga to'g'ri kelmaydi. Ushbu moment innovatsion yechimlarni ishlab chiqishda ayniqsa dolzarb bo'lib qoladi, ularni ishlab chiqish hech qanday o'xshashlikka asoslanmaydi.

2.2. Ikkilamchi taqqoslashning iterativ usuli

Bir predmet sohasi obyektlari o'rtasida o'zaro munosabatlarni o'rnatishda ba'zi hollarda ekspertlarga ularni raqamli ravishda ifodalash qiyin. Ya'ni, ma'lum bir sabab (obyekt)ning ma'lum bir natijaga ta'siri darajasini aniqlash qiyin. Agar bunday narsalar ko'p bo'lsa, psixologik jihatdan qiyin. Biroq, ekspertlar tomonidan juft taqqoslash muammosini hal qilish oson. Ushbu vazifa, barcha mumkin bo'lgan juftliklarni taqqoslashda ekspert obyektlarining afzalliklarini belgilashdan iborat. Ya'ni, ekspert barcha mumkin bo'lgan juftliklarni ko'rib chiqib, ularning har birida, uning fikriga ko'ra, tergovga katta ta'sir ko'rsatadigan sababni aniqlaydi. Savol, bir guruh ekspertlar tomonidan o'tkazilgan juft taqqoslash natijalari asosida obyektlarning butun sonini qanday aniqlash mumkin?

m ekspertlarining har biriga raqamli baho berib, barcha juft obyektlarning natijalariga ta'sirini baholaydigan bo'lsak, (2.1.)dan foydalanamiz:

$$r_{ij}^h \begin{cases} 1, \text{ agar } Q_i \text{ ob'ekt } Q_j \text{ dan muhimroq bo'lsa} \\ 0,5, Q_i \text{ va } Q_j \text{ teng huquqlarga ega bo'lsa} \\ 0, \text{ agar } Q_i \text{ ob'ekt } Q_j \text{ dan muhimroq bo'lmasa} \end{cases} \quad (2.1)$$

bu yerda $h=1,2, \dots, m$ - ekspertning raqami, $i, j=1,2, \dots, n$ - ekspertiza paytida ko'rilgan obyektlarning soni. Ya'ni, tekshiruv natijalariga ko'ra bizda m - jadvallar (matritsalar) mavjud (2.1-jadval).

2.1.- jadvalda juft yo'nalishli taqqoslash ishlarining ketma-ketligi shundan iboratki, mutaxassislarning juft yo'nalishli taqqoslash jadvallari asosida barcha juft obyektlarni baholash uchun matematik taxminlar matritsasi tuziladi. Keyin ushbu matritsa yordamida obyektlarning nisbiy ahamiyatli koeffitsiyentlari vektori hisoblab chiqiladi.

2.1-jadval

Juftlikni taqqoslashga ishlov berish ketma-ketligi

		R_m	O_1	...	O_j	...	O_n											
	R_2	O_1	...	O_j	...	O_n				O_1	...	O_j	...	O_n				K
R_1	O_1	...	O_j	...	O_n					O_1								K_1
O_1										...								...
...								\Rightarrow	O_i									$\Rightarrow K_i$
O_i					r_{ij}^j					...								...
...										O_n								K_n
O_n																		

Agar ekspertlarning umumiy sonidan O_{ij} juftligini baholaganda, m_i O_i , m_j mutaxassislari O_j foydasiga va m_p bu obyektlarni teng deb hisoblasalar, diskret tasodifiy o'zgaruvchan r_{ij} ning matematik kutilish qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$x_{i,j} = M[r_{i,j}^h] = 1 \frac{m_i}{m} + 0,5 \frac{m_p}{m} + 0 \frac{m_j}{m}, h = \overline{1..m} \quad (2.2)$$

Chunki ekspertlarning umumiy soni

$$m = m_i + m_p + m_j \quad (2.3)$$

keyin m_p ni shu yerdan aniqlaymiz va uni yuqoridagi ifoda bilan almashtiramiz:

$$x_{i,j} = \frac{m_i}{m} + 0,5 \left(\frac{m - m_i - m_j}{m} \right) = \frac{1}{2} + \left(\frac{m_i - m_j}{2m} \right) \quad (2.4)$$

Shubhasiz,

$$x_{i,j} + x_{j,i} = 1 \quad (2.5)$$

X_{ij} qiymatlar to'plami $n \times n$ o'lchamdagi matritsani hosil qiladi, uning asosida barcha obyektlarning reytingini tuzish va obyektlarning nisbiy ahamiyatligi koeffitsiyentlarini, ya'ni vektorni aniqlash mumkin:

$$k = [k_1, k_2, \dots, k_n]^T \quad (2.6)$$

k vektor elementlarining qiymatlarini aniqlashning bu usulini iterativ algoritmi:

1. Boshlang'ich shart $t=0$

$$k^0 = [1, 1, \dots, 1]^T \quad (2.7)$$

2. Takrorlanish koeffitsiyentlari

$$k^t = \frac{1}{\lambda^t} \cdot X \cdot k^{t-1}$$
$$\lambda^t = [1, 1, \dots, 1] \cdot X \cdot k^{t-1}, t = (1, 2, \dots, n) \quad (2.8)$$

bu yerda X - obyektlar juftligini taxmin qilish matritsasi, k^{t-t} obyektlarning nisbiy ahamiyat koeffitsiyentlari vektori.

Normallashtirish holati

$$\sum_{i=1}^m k_i^t = 1 \quad (2.9)$$

3. Tugatish belgisi

$$|k^t - k^{t-1}| < E \quad (2.10)$$

Agar X matritsa manfiy bo'lmagan va bo'linmaydigan bo'lsa (ya'ni satrlar va ustunlarni qayta tartiblash orqali uni uchburchaklar shaklida qisqartirish mumkin bo'lmasa), u holda $t \rightarrow \infty$ tartibining oshishi bilan qiymat X matritsaning maksimal qiymatiga aylanadi, ya'ni:

$$k = \lim_{t \rightarrow \infty} k^t, \sum_{i=1}^n k_i = 1 \quad (2.11)$$

Bu o'z navbatida Perron-Frobenius teoremasidan kelib chiqib, yuqorida keltirilgan algoritmnining mos kelishini isbotlaydi.

2.3. Ekspert xulosalarining muvofiqligini hisoblash

Muqobillarni (ranjirlash) tartiblash bu har qanday obyektiv ko'payib borish (yoki kamayish) tartibida tartibga solishdir.

Satrlarni juftlashgan taqqoslash uslubining ustunlik matritsasidan olish mumkin. Buning uchun ustunlik matritsasining har bir qatorining elementlarini qo‘shish va ularga muvofiq darajalarni belgilash kerak.

2.2-jadval

Imtiyozlar matritsasi asosida alternatalarga darajalar berish

Ustunlik matritsasi	Jami	Rangi
Ekspert1 $= \begin{pmatrix} 0,5 & 1 & 1 \\ 0 & 0,5 & 0 \\ 0 & 1 & 0,5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 2,5 \\ 0,5 \\ 1,5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$

Shunday qilib, qator elementlarining eng ko‘p miqdori bilan alternativa 1, keyingi o‘rin 2 va hokazolarni oladi. Barcha (n) alternativaga har bir parametr uchun berilgan S_r darajalarining yig‘indisi bo‘lishi kerak:

$$S_r = \frac{n(n + 1)}{2} \tag{2.12}$$

Bu shundan iboratki, mutaxassis ikki yoki undan ortiq alternativalarining ketma-ketligini ko‘rsatolmaydi va ularga teng darajali martabalar tayinlaydi, natijada unvonlar yig‘indisi shartga javob bermaydi (11). Bunday hollarda alternativalar standartlashtirilgan darajaga ega bo‘ladi. Buning uchun standart darajalarning umumiy soni m ga teng deb qabul qilinadi va bir xil darajadagi obyektlarga standart darajadagi darajalar beriladi, ularning qiymati bir xil darajadagi obyektlarga bo‘lingan joylar yig‘indisining o‘rtacha qiymatidir.

Masalan, oltita alternativaga quyidagi darajalar berilgan:

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6
<i>x_i</i>	1	2	3	3	2	3

Keyin ikkinchi va uchinchi o‘rinlarni almashadigan 2 va 5-o‘rinlarga standart daraja beriladi.

$$S = \frac{2 + 3}{2} = 2.5,$$

3, 4 va 6-sonli alternativalar standart darajadagi 4, 5 va 6-o‘rinlarni baham ko‘rishdi

$$S = \frac{4 + 5 + 6}{3} = 5.$$

Olingan darajalar R matritsasiga yoziladi, unda satrlar (ekspert) va ustunlar kesishganida i parametridagi alternativ j daraja ($r_{j,i}$) darajasi (2.3-jadval).

2.3-jadval

R darajadagi matritsa

Ekspert	Alternativlar					
	1	2	...	j	...	m
1	$r_{1,1}$	$r_{2,1}$	...	$r_{1,j}$	...	$r_{1,m}$
2	$r_{1,2}$	$r_{2,2}$	...	$r_{2,j}$	...	$r_{1,m}$
...
i	$r_{i,1}$	$r_{i,2}$	...	$r_{i,j}$	...	$r_{i,m}$
...
n	$r_{n,1}$	$r_{n,2}$	...	$r_{n,j}$	...	$r_{n,m}$

Qachonki, ikkitadan ko‘p ekspertlarning reytinglaridagi izchillikni aniqlash zarur bo‘lganda, kelishuv koeffitsiyenti deb ataladigan - n ekspertlar guruhi uchun umumiy daraja korrelatsiyasi koeffitsiyenti: R darajadagi matritsadan konkordatsiya (moslik, muvofiqlik) koeffitsiyentini hisoblash uchun, S kvadratik og‘ishlarning yig‘indisi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$S = \sum_{i=1}^m \left[\sum_{j=1}^n \left(r_{i,j} - \frac{m(n+1)}{2} \right)^2 \right] \tag{2.13}$$

Keyin S ning ma’lum qiymati bilan W muvofiqlik koeffitsiyenti Kendall formulasi bo‘yicha hisoblanadi

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} \tag{2.14}$$

W koeffitsiyenti 0 dan 1 gacha o‘zgarib turadi. Uning tengligi birlikka tengligini anglatadi, barcha mutaxassislar obyektlarga bir xil darajalarni berishgan. Bu koeffitsiyent nolga qanchalik yaqin bo‘lsa, ekspert baholari shunchalik mos keladi. Konkordatsiya (muvofiqlik) koeffitsiyentini hisoblash misoli quyida keltirilgan.

Konkordatsiya (muvofiqlik) koeffitsiyentini hisoblash

Alternativ (muqobil)	Ekspertlar					Ranglar yig'indisi	O'rtacha miqdordan og'ish	Kvadratik og'ish
	1	2	3	4	5			
1	1	1	2	3	1	8	-12	144
2	2	2	1	1	2	8	-12	144
3	6	7	6	5	6	30	10	100
4	4	6	4	6	4	24	4	16
5	7	3	7	4	5	26	6	36
6	3	5	5	7	7	27	7	49
7	5	4	3	2	3	17	-3	9
Σ								498

(2.14) formula bo'yicha quyidagi natijani olamiz:

$$W = \frac{12 \cdot 498}{5^2(7^3 - 7)} = 0,711.$$

W ning bu qiymati bizga mutaxassislarning fikrlarida tasodifiy izchillik mavjud degan xulosaga kelishimizga imkon beradi.

Nazorat savollari

1. Iqtisodiyotda qaror qabul qilish bosqichlarini yoritib bering.
2. Qaror qabul qilishda obyektiv va subyektiv baholash to'g'risida nimalar bilasiz?
3. Qaror qabul qilish usullari nimalardan iborat?
4. Qaror qabul qilishda qanday mezonlar qo'llaniladi?
5. Qaror qabul qilishda ekspert baholashdan foydalanish tartibi qanday?
6. Ekspert xulosalarining mazmunini so'zlab bering.

III BOB. MATEMATIK DASTURLASH USULLARI ASOSLARI

3.1. Matematik dasturlashning umumiy qoidalari.

3.2. Iqtisodiyotda qaror qabul qilishda matematik dasturlash usullarini qo'llanilishi.

3.3. Matematik dasturlash masalalarining umumiy ko'rinishi.

3.1. Matematik dasturlashning umumiy qoidalari

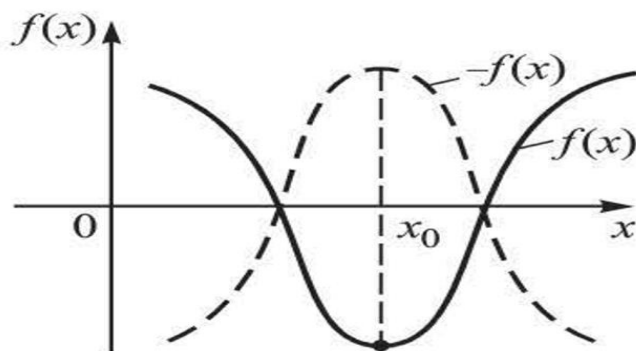
Hozirgi kunda matematik dasturlash usullari qo'llanilmaydigan amaliy va ilmiy faoliyat sohasini topish qiyin. Aynan iqtisodiyotda ulardan foydalanish sohalari: ishlab chiqarishni rejalashtirish; mineral resurslar va mehnat resurslaridan foydalanishni boshqarish; obyektlarni rejalashtirish va joylashtirish; jihozlarni ta'mirlash; loyihani rejalashtirish va taqvim rejalashtirish; tizimlarni qurish: hisoblash, axborot, shahar xizmatlari, sog'liqni saqlash, elektr energiyasi, harbiy, transport; turizm, sport va o'yin-kulgini tashkil etish va boshqalar.

Shuning uchun matematik dasturlashda «yechim» atamasi bilan birga «reja», «strategiya», «boshqaruv», «muhit» atamaları ham xuddi shu ma'noda qo'llaniladi. Jismoniy shaxslar va jamoalarning faoliyati, qoidaga ko'ra, optimal natijalarni olish imkonini beradigan qarorlarni tanlash bilan bog'liq: oilaviy ro'zg'orga kamroq pul sarflash, korxonaning maksimal daromadiga erishish, sportda eng yaxshi natijalarga erishish va hokazolar. Biroq, har bir aniq vaziyatda, bu muammoni hal qilish uchun mavjud real sharoitlarni hisobga olish kerak. Misol uchun, oziq-ovqat xarajatlarini hisoblashda organizmni kerakli yog'lar, oqsillar, uglevodlar va boshqalar bilan to'yintiradigan mahsulotlarning narxini va ularning miqdorini hisobga olish kerak; agar xom ashyoning real zaxiralarini, uning bahosi va boshqa bir qator omillarni hisobga olinmasa, korxonaning maksimal daromadiga erishish mumkin bo'lmaydi; sportda eng yaxshi natijaga erishish uchun sportchilarni tayyorlashni malakali tashkil qilish, mavjud texnik vositalar va inshootlardan optimal foydalanish hamda jamoani to'g'ri shakllantirish zarur. Biror narsani hisoblash uchun masalani shakllantirish kerak, ya'ni o'rganilayotgan hodisaning matematik modelini tuzish kerak, chunki matematik usullarni faqat matematik modellarga qo'llash mumkin. Ushbu modellar real vaziyatlarni adekvat

aks ettirganda va yetarli darajada mukammal bo'lgandagina matematik modellarni tadqiq qilish natijalari amaliy qiziqish uyg'otadi.

Keltirilgan misollar ularning matematik modellarida maqsadni ajratib olish va maqsad funksiyani (mezoni optimallashtiruvchi): minimal xarajatlar, maksimum foyda,- hamda chegaraviy shartlarni: uglevod, oqsil, yog'lar hajmining zaruriy miqdori; xom ashyo zaxiralari va ularning qiymati; sport maydonchalari imkoniyatlari va jamoalar tarkibi uchun turli xil variantlar kabilarni shakllantirishga imkon beradi.

Ma'lum bir funksiyaning minimumini topish masalasi $f(x)$ manfiy ishora bilan olingan shu funksiyaning maksimumini topish masalasiga ekvivalentdir (3.1-rasm) va aksincha.



3.1-rasm. $-f(x)$ va $f(x)$ funksiyalarning maksimum va minimumlarining joylashishi.

Minimum va maksimumlarni topishda tub farqlar bo'lmagani uchun maqsad funksiyalarning optimal yoki ekstremal qiymatlari haqida so'z yuritamiz. Shunday qilib, real masalalarda shakllantirilgan talablarni miqdoriy mezonlar bilan ifodalash va matematik ifodalar ko'rinishida, ya'ni masalaning shartlarini matematik tarzda yozish va masalaning matematik bayonini olish mumkin. Matematik masalani tuzish va uni yechish jarayoni yetarlicha murakkabdir. Bu jarayonni quyidagi bosqichlar sifatida ifodalash mumkin:

1. Obyektni o'rganish. Obyektning faoliyati xususiyatlarini tahlil qilish; unga ta'sir etuvchi omillarni (ularning soni va ta'sir etish darajasini) aniqlash; turli sharoitlarda obyektning tavsiflarini o'rganish; optimallashtiriladigan mezoni (maqsad funksiyani) tanlash.

2. Tavsifiy modellashtirish. Optimallashtiriladigan mezonga ko'ra jarayon yoki hodisaning tavsiflari o'rtasidagi asosiy munosabatlar va bog'liqliklarni o'rnatish hamda aniqlash.

3. Matematik modellashtirish. Tavsifiy modelni matematik formulalar bilan yozish. Barcha shartlar tenglamalar va tengsizliklarning mos tizimi ko‘rinishida, optimallashtirish mezoni esa funksiya ko‘rinishida yoziladi. Masala matematik shaklda yozilgandan so‘ng, uning aniq qo‘yilishi olingan natijalarning tahlili amalga oshirilgunga qadar bizni qiziqitirmaydi. Aslida, ularning fizik ma‘nosi bilan farq qiladigan muammolar ko‘pincha bir xil matematik ko‘rinishda keltirilishi mumkin.

4. Yechim usulini tanlash yoki yaratish. Masalaning olingan matematik ko‘rinishi asosida ma‘lum bo‘lgan yechish usuli yoki ma‘lum usulning biror modifikatsiyasi tanlanadi yoki yangi yechish usuli ishlab chiqiladi. Dastlabki yechim masalada qo‘yilgan chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi istalgan miqdorlar (o‘zgaruvchilar) qiymatlari to‘plamidir. Masalaning yechimi esa maqbul yechimlar to‘plamidagi maqsad funksiya o‘zining eng katta (eng kichik) qiymatiga erishadigan yechim bo‘ladi.

5. Axborot texnologiyalari yordamida masalani yechish uchun kerakli dasturni tanlash. Maqsad funksiyasi va chegaraviy shartlardan iborat bo‘lgan hamda real obyektlarning xatti-harakatlarini tavsiflaydigan masalalar, odatda, ko‘p o‘zgaruvchilarga va ular orasida ko‘p bog‘liqliklarga (bog‘liqlik tenglamalariga) ega. Shuning uchun, oqilona vaqt ichida, ular faqat axborot texnologiyalari yordamida yechilishi mumkin. Kompyuter dasturi masalani yechishning tanlangan usulini amalga oshiradi.

6. Masalani kompyutyerda yechish. Masalani yechish uchun kerakli ma‘lumotlar dastur bilan birga kompyuter xotirasiga kiritiladi. Dasturga muvofiq, kompyuter kiritilgan qiymatli axborotni qayta ishlaydi, yechimni oladi va foydalanuvchiga o‘zi ko‘rsatgan shaklda beradi.

7. Olingan yechimni tahlil qilish. Yechimning tahlili matematik va mazmuni bo‘lishi mumkin. Matematik tahlilda olingan yechim qurilgan matematik modelga muvofiqligi tekshiriladi, ya‘ni boshlang‘ich ma‘lumotlar to‘g‘ri kiritilganligi, dasturning to‘g‘ri ishlashi va boshqalar tekshiriladi. Mazmunli tahlil davomida olingan yechimning modellashtirilgan real obyektga mos kelishi tekshiriladi. Mazmunli tahlil natijasida modelga (mazmunan va matematik) o‘zgarishlar kiritilishi mumkin, keyin ko‘rib chiqilgan butun jarayon takrorlanadi.

8. Yechim barqarorligi tahlili. Analitik yoki sonli usullar yordamida yechimning natijalari manba ma'lumotlaridagi ayrim (mumkin bo'lgan xatolar yoki noaniqliklar chegarasida) o'zgarishlar uchun tekshiriladi.

3.2. Iqtisodiyotda qaror qabul qilishda matematik dasturlash usullarini qo'llanilishi

Faqatgina tahlil to'liq yakunlanganidan so'ng hisoblash uchun ushbu modeldan foydalanish mumkin. Mazmunli tahlilning ahamiyatini ta'kidlash uchun quyidagi misolni keltiramiz. Oziqlanish muammosi birinchi marta ko'rib chiqilganida, optimallashtirish omili sifatida xarajatlarni minimallashtirish va chegaraviy shartlarga esa oziq-ovqatning kaloriya tarkibiga bo'lgan talab kiritilgan edi. Masalaning yechimi quyidagicha edi: har qanday oziq-ovqatning tarkibiy qismi bo'lgan sirka iste'mol qilinsa, bu holda kaloriya miqdori ta'minlanadi va xarajatlar minimal bo'ladi. Oziqlanish masalasining matematik modelini tuzaylik.

Faraz qilaylik, bir oilaning ratsioni uch xil ozuqa moddalarini o'z ichiga oladi va mos ravishda kamida b_1, b_2, b_3 birliklarni talab qiladi. Do'konda c_1, c_2, \dots, c_5 narxida besh xil mahsulot sotiladi. i -ta ko'rinishdagi mahsulot birligi j ta ozuqaviy moddalari bo'lgan a_{ij} mahsulot birligini tashkil etadi, ya'ni masalan, a_{23} shuni ko'rsatadiki, ikkinchi mahsulot birligida uchinchi ozuqaviy moddaning a_{23} birligi mavjud. Mahsulotlar narxi minimal va oilaviy ratsionda kerakli barcha oziq moddalar yetarli miqdorda bo'lishi uchun x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 turdagi mahsulotlarning har bir turidan qancha miqdorda sotib olish kerak?

Bu masalaning maqsad funksiyasi x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 lar bo'yicha mahsulot narxini minimallashtirishdan iborat:

$$c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 + c_5x_5 = \sum_{i=1}^5 c_i x_i \rightarrow \min_{x_1, \dots, x_5} . \quad (3.1.)$$

Masalaning chegaraviy shartlari quyidagicha: birinchi ozuqa miqdori kamida B_1 bo'lishi kerak, ya'ni

$$a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + a_{31}x_3 + a_{41}x_4 + a_{51}x_5 = \sum_{i=1}^5 a_{i1}x_i \geq b_1. \quad (3.2.)$$

Xuddi shunday, boshqa ozuqa moddalar uchun quyidagi tengsizliklarni olamiz:

$$\begin{aligned} a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + a_{32}x_3 + a_{42}x_4 + a_{52}x_5 &= \sum_{i=1}^5 a_{i2}x_i \geq b_2, \\ a_{13}x_1 + a_{23}x_2 + a_{33}x_3 + a_{43}x_4 + a_{53}x_5 &= \sum_{i=1}^5 a_{i3}x_i \geq b_3. \end{aligned} \quad (3.3.)$$

Shubhasiz, mahsulotlar soni manfiy emas:

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0, \quad x_4 \geq 0, \quad x_5 \geq 0. \quad (3.4.)$$

Shunday qilib, matematikaning qadimgi masalalaridan birini ko‘rib chiqamiz:

Agar bitta quyoning og‘irligi – a_1 , bitta o‘rdakning og‘irligi – a_2 , bitta g‘ozning og‘irligi – a_3 , bitta quyoning narxi – c_1 , bitta o‘rdakning narxi – c_2 , bitta g‘ozning narxi – c_3 ekanligi va sotuvchi P kilogramm og‘irlikdan ko‘p ko‘tara olmasligi ma‘lum bo‘lsa, maksimum foyda olishi uchun sotuvchi do‘konga sotish uchun nechta quyon, o‘rdak va g‘oz olib borishi kerak? Sotish uchun olib boriladigan quyon, o‘rdak va g‘ozlarning sonini mos ravishda x_1 , x_2 , x_3 lar bilan belgilasak, masalaning maqsad funksiyasi sotuvdan olinadigan maksimum foyda quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 = \sum_{i=1}^3 c_i x_i \rightarrow \max_{x_1, x_2, x_3} \quad (3.5.)$$

Sotuvchining do‘konga olib borishi mumkin bo‘lgan tovar og‘irligi quyidagi chegaraviy shartlar bilan aniqlanadi:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 = \sum_{i=1}^3 a_i x_i \leq P \quad (3.6.)$$

Matematikada qadimiy masalalar orasida mashhur matematik L.Eyler (1707-1783) tomonidan shahardagi ko‘priklar to‘g‘risida 1736 yilda shakllantirilgan va yechilgan masala uchraydi: har bir ko‘prikdan bir marta o‘tgan holda shaharni Pregel daryosi bilan bog‘laydigan shaharning barcha 7 ta ko‘priklaridan aylanib o‘tish mumkinmi? Bu masala ham matematik dasturlash masalasidir.

Matematik dasturlashning asosi bo‘lgan optimallashtirish nazariyasining asosiy natijalari matematik tahlilning shakllanish davridayoq olingan. Shu munosabat bilan, fransuz matematigi P.Ferma (1601–1665)ning shartsiz optimallashtirish masalasi ekstremumining zarur shartlari to‘g‘risidagi teoremasi va yana bir fransuz matematigi

J.Lagranj (1736–1815) ning tenglamalar ko‘rinishidagi chegaraviy shartlarga ega bo‘lgan masalaning ekstremumini zaruriy shartlarini ko‘rsatuvchi shartli ekstremumlar nazariyasi borasidagi tadqiqotlarini ta’kidlash lozim. J.Lagranj bu masalalarni yordamchi funksiyaning shartsiz ekstremumi masalalariga jalb qilishdan iborat, keyinchalik Lagranj funksiyasi deb atalgan shartli ekstremumda masalani yechish usulini (1797-y.) taklif qilgan. Usulning o‘zi esa Lagranj ko‘pligi (noaniq) usuli deb nom olgan. Lagranj funksiyasi variatsion hisoblash va matematik dasturlash masalalarini o‘rganishda ham qo‘llaniladi.

Funksiyalarning ekstremum nuqtalarini topish uchun qo‘llaniladigan matematik tahlil usullarining tabiiy rivojlanishi variatsion hisoblash va matematik dasturlash kabi matematik fanlarning paydo bo‘lishiga olib keldi. Variatsion hisoblash matematikaning bir yoki bir necha funksiyalarni tanlashga bog‘liq bo‘lgan funksiyalarning ekstremal (eng katta va eng kichik) qiymatlarini topish usullarini o‘rganadigan bo‘limi. Variatsion hisoblashga oid mashhur masalalardan biri I.Bernulli tomonidan shakllantirilgan (1696-y.): qisqa vaqt ichida og‘ir nuqtaning boshlang‘ich tezlikka ega bo‘lmagan va faqat bitta kuch og‘irligi ta’siri ostida yuqori joylashuvdan quyi joylashuvga o‘tishining vertikal yuzadagi egrilik shaklini aniqlashdan iborat. Bu masalani ko‘rib chiqish natijasida quyidagi formula orqali y_x funksiyaning minimumini ta’minlashga erishiladi:

$$T(y) = \int_a^b \frac{\sqrt{1 + (dy/dx)^2}}{\sqrt{20y(x)}} dx \quad (3.7.)$$

bu yerda a va b yuqori va quyi nuqtalarning absissasi. Matematik dasturlashning bunday erta kelib chiqishiga qaramay, uning rivojlanishi XX asrning 30-yillari oxirlariga to‘g‘ri keladi. Matematik dasturlash boshqaruv va rejalashtirish masalalarini yechish nazariyasi va usullariga bag‘ishlangan fan sifatida, so‘ngra 50-yillarda paydo bo‘lgan operatsiyalar tadqiqoti fanining tizimli tahlil deb nomlangan uslubiy vositalar to‘plamini yaratishda bo‘lim sifatida rivojlandi.

Matematik dasturlashning eng rivojlangan tarmog‘i chiziqli dasturlash bo‘lib, unda optimallik mezonlari noma’lumlariga chiziqli bog‘liq bo‘lgan hamda chegaraviy shartlari esa chiziqli tengliklar va tengsizliklardan iborat bo‘lgan ekstremal masalalarni yechish nazariyasi va usullarini o‘z ichiga oladi. Chiziqli dasturlashning rivojlanishi

boshqarish va rejalashtirish vazifalari bilan chambarchas bog‘liqdir. Chiziqli dasturlash bo‘yicha birinchi nashrlar L.V.Kantorovichga tegishli bo‘lib, amerikalik olim T. Kupmans bilan birga resurslarni taqsimlash nazariyasining rivojlanishiga qo‘shgan hissalar uchun 1975 yilda Nobel mukofotiga sazovor bo‘lganlar.

Matematik dasturlash hisoblash texnologiyasini takomillashtirish va ilmiy tadqiqotlarda kompyuterlardan foydalanish bilan birga tez rivojlana boshladi. Kompyuterlarning rivojlanishi boshqaruvning ko‘p bosqichli masalalarini yechishni avtomatlashtirilishiga hamda matematik, asosan chiziqli, dasturlashdan foydalangan holda dastlabki ma’lumotlar asosida iqtisodiy masalalarni yechishning ketma-ketlik algoritmini ishlab chiqishni ta’minlaydigan yangi maxsus matematik usullarning ishlab chiqilishiga katta turtki bo‘ldi.

Ikkinchi Jahon urushi davrida harbiy amaliyotlarni rejalashtirish uchun matematik dasturlash usullaridan foydalanildi va bir vaqtning o‘zida rivojlanib bordi. Ikkinchi Jahon urushi boshlanishidan oldin ham Buyuk Britaniyada, so‘ngra boshqa mamlakatlarda harbiy mutaxassislar tomonidan matematik dasturlash yordamida harbiy tizimlarni tahlil qilish usullari qo‘llanilgan. AQSH va Kanadada harbiy amaliyotlarni tahlil qilish uchun maxsus bo‘linmalar tashkil etilgan. 1938-yili AQSHda Air Ministry Research Station tashkiloti tomonidan tashkil etilgan hamda davlatning mudofaa tizimida qurilmalardan optimal foydalanish masalalariga oid harbiy tahlil ishlarini bajaradigan g‘ayrioddiy tadqiqot guruhi faoliyat turini tavsiflash uchun “operatsiyalar tadqiqoti” termin kiritilgan. Bu tahlil tegishli qaror qabul qilishga buyruq berish uchun asos bo‘ldi. Keyinchalik operatsiyalarni tadqiq qilish ilmiy yo‘nalishga aylandi.

Operatsiyalar tadqiqoti optimal qarorlar qabul qilishda matematik modellarni qurish, ishlab chiqish va foydalanishdir. Operatsiyalarni tadqiq qilishning har qanday vazifasi tavsifiga yechimning tarkibiy qismlari (omillari), ularga qo‘yilgan cheklashlar va maqsadlar tizimi ta’riflari kiradi. Maqsadlarning har biri maqbul yechimlar majmuyi bo‘yicha belgilangan va maqsadning qiymatini belgilaydigan maqsad funksiyasiga mos keladi.

Dastlabki ikki masalani yechish uchun eng unumli bo‘lgan dasturlash usullaridan foydalaniladi. Oxirgi o‘n yillikda ilm-fan va texnikaning turli sohalarida (iqtisodiyot, savdo va sanoat, xodimlarni

tayinlash, zaxiralarni boshqarish va hokazo) qaror qabul qilish va resurslarni taqsimlashda qo'llaniladigan usullar jadal rivojlanib bormoqda. Matematik dasturlash masalalarining muhim sinfi tarmoq (oqim) masalalari deb atalib, ular bo'yicha chiziqli dasturlash masalalari shakllantirilishi mumkin.

Misol sifatida F.L.Xitchkok tomonidan yechilgan birinchi oqim masalalaridan biri bo'lgan transport masalasini ko'rib chiqamiz. Ikkita zavod va uchta ombor bo'lsin. Zavodlar mos holda ikki birlikdagi s_1 va s_2 mahsulotlarni ishlab chiqarsa, ombor sig'imi d_1, d_2, d_3 birliklarda bo'lsin, ya'ni $s_1 + s_2 = d_1 + d_2 + d_3$. Masalaning maqsadi – mahsulotlarni zavodlardan omborlarga tashish xarajatlar minimumiga erishish.

x_{ij} i-inchi zavoddan j-inchi omborga tashiladigan mahsulot hajmi, c_{ij} esa i-inchi zavoddan j-inchi omborga mahsulot birligini tashish xarajatlari bo'lsin. Bunda masalaning maqsadi transport xarajatlarini minimallashtirishdir:

$$c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + c_{13}x_{13} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + c_{23}x_{23} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min \quad (3.8.)$$

Har bir zavoddan barcha mahsulotlarni tashilishi shartlari quyidagi shaklda yoziladi:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} &= \sum_{j=1}^3 x_{1j} = s_1 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &= \sum_{j=1}^3 x_{2j} = s_2 \end{aligned} \quad (3.9.)$$

Ushbu ikkita tengliklarni qisqacha quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\sum_{j=1}^3 x_{ij} = s_i, i=1,2 \quad (3.10.)$$

Omborlarni to'ldirish shartlari quyidagicha:

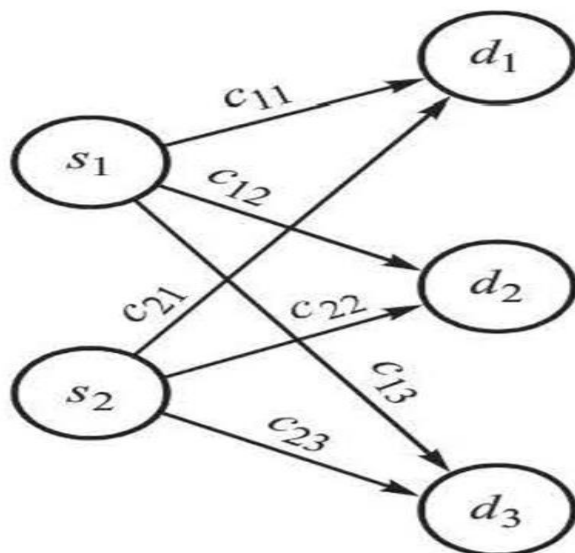
$$\sum_{i=1}^2 x_{ij} = d_j, j=1,2,3, \text{ bunda } x_{ij} \geq 0, i=1,2; j=1,2,3. \quad (3.11.)$$

Bu modelni tarmoq yordamida ham ifodalash, ya'ni agar tarmoqning tugunlari zavod va omborlar bo'lsa, yoylari esa yuk tashish uchun mavjud bo'lgan yo'llar deb faraz qilib, tasvirlash mumkin (3.2-rasm).

Shakllantirilgan transport masalasi tarmoqdagi minimal xarajatlar oqimini topish muammosining alohida holatidir. Tarmoq vazifalaridan

yirik va murakkab tizimlarni loyihalash va takomillashtirishda hamda ularni qo'llashning eng samarali yo'llarini izlashda foydalaniladi. Avvalo, bu tarmoqlar yordamida tizimning modelini qurish juda oson. Bundan tashqari, tarmoqlardan foydalanishni kengaytirish tarmoqni tahlil qilish usullari:

1) oddiy tizimlar majmuyi sifatida murakkab tizim modelini qurish;



3.2.- rasm. Transport masalasi uchun tarmoq tasviri.

2) tizimning sifat xususiyatlarini aniqlashning rasmiy protseduralarini shakllantirish;

3) asosiy xususiyatlaridan foydalanib, nazorat tizimi tarkibiy qismlarini o'zaro ta'sir mexanizmini belgilash;

4) tizimni o'rganish uchun qanday ma'lumotlar zarurligini aniqlash;

5) nazorat tizimini o'rganish va uning tarkibiy qismlarini dastlabki jadvalini tuzish.

Tarmoqli yondashuvning asosiy afzalligi shundan iboratki, tadqiqotchi tarmoq modelini aniq tuza oladigan bo'lsa, uni deyarli har qanday muammoni hal qilishda muvaffaqiyatli qo'llashi mumkin. Tarmoq modellaridan foydalanishning afzalliklarini quyidagicha aytib o'tish mumkin:

1) tarmoq modellari ko'pgina real dunyo tizimlarini aniq tasvirlay oladi;

2) ilmiy ish bilan shug'ullanuvchi emas odamlar uchun, tarmoq modellari operatsiyalar tadqiqot ishlatiladigan har qanday boshqa

modellar ko‘ra, ehtimol yanada tushunarli (foydalanuvchi mavhum formulalardan ko‘ra tarmoq diagrammasini tushunish uchun osondir);

3) tarmoq algoritmlari ba’zi katta tizimlarni o‘rganish paytida eng samarali yechimlarni topish imkonini beradi;

4) boshqa yondashuvlarga nisbatan, tarmoq algoritmlari ko‘pincha katta tarkibdagi o‘zgaruvchilar va cheklovlar ishtirok etadigan masalalarni hal qilish imkonini beradi.

3.3. Matematik dasturlash masalalarining umumiy ko‘rinishi

Maqsad funksiya va chegaraviy shartlarni (shartli ekstremumdagi masalalar) o‘z ichiga olgan masalalarni yechish usullarini ishlab chiqish matematikaning **matematik dasturlash** deb nomlangan bo‘limida amalga oshiriladi.

Matematik dasturlash – bu tenglamalar va tengsizliklar ko‘rinishidagi chiziqli va chiziqsiz cheklashlar asosida to‘plamlar ustida funksiyalarning ekstremumlarini aniqlashga oid masalalarni yechish nazariyasi va usullarini o‘rganuvchi matematik fandır.

“Matematik dasturlash” nomi masalalarni yechishning maqsadi amallar dasturini tanlash bilan bog‘liq. Ba’zi bir matematik dasturlash masalalari va ularni yechish usullari bir necha yillar avvaldan ma’lum.

Matematik dasturlashdan foydalangan holda operatsiyalarni tadqiq qilish usullari yordamida yechiladigan masalalarga quyidagilar misol bo‘lishi mumkin:

1) insonlar faoliyatining yuqori samaradorligini yetarlicha ta’minlaydigan texnikani boshqarish usullarini ishlab chiqish;

2) qo‘yilgan vazifani minimal xarajatlar bilan yoki maksimal samarali bajarilishini ta’minlaydigan insonlar tasarrufidagi mavjud texnikalardan foydalanish usullarini ishlab chiqish;

3) insonlar faoliyatining umumiy strategiyasi doirasida yaratilishi yoki sotib olinishi kerak bo‘lgan texnika va materiallarning zaruratini ishlab chiqish.

Yuqorida muhokama qilingan misollardan ko‘rinib turibdiki, matematik dasturlash masalasining optimumi aniqlanishi kerak bo‘lgan ma’lum bir obyektiv funksiya va masalaning shart-cheklovlarini tasvirlovchi tengliklar va tengsizliklar tizimi bo‘lishi kerak. Matematik dasturlashning umumiy vazifasi x^* vektorni $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ koordinatalari

bilan aniqlash bo‘lib, u quyidagi masalaning yechimidir: funksiyani optimallashtirish:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3.12.)$$

Quyidagi chegaraviy shartlarda:

$$\begin{aligned} g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &\geq 0, \\ g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) &\geq 0, \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \quad (3.13.)$$

$$\begin{aligned} g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) &\geq 0, \\ h_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0, \\ h_2(x_1, x_2, \dots, x_n) &= 0, \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \quad (3.14.)$$

$$h_p(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0,$$

$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ haqiqiy sonlarning tartibli to‘plami sifatida vektor tushunchasidan foydalanamiz (geometriyada ma’lum bo‘lgan erkin vektordan farqli ravishda fazoda o‘zining asl holatiga parallel ko‘chirish mumkin bo‘lgan yo‘naltirilgan segment). So‘ngra (1.1)-(1.3) ifodalarni yanada ixchamroq ko‘rinishda yozish mumkin: chegaraviy shartlar ostida $f(x)$ funksiyani optimallashtirish:

$$\begin{aligned} g_i(x) &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; \\ h_j(x) &= 0, \quad j = 1, 2, \dots, p. \end{aligned} \quad (3.15.)$$

Joriy i va j indeksleri mos ravishda 1 dan m va p gacha bo‘lgan barcha butun sonli qiymatlarni qabul qiladi.

X vektorning koordinatalari ko‘pincha satr ko‘rinishida emas, balki ustun ko‘rinishida yozilishi kerak. Buning uchun Excel dasturidagi “transponirovanie” operatsiyasidan foydalaniladi – satr elementlari mos holda ustun elementlariga aylanadi va aksincha. Bu operatsiya yuqori indeks "t" bilan belgilanadi:

$$(x_1, x_2, \dots, x_n)^T \equiv \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} \quad (3.16.)$$

Matematik dasturlashning umumiy masalasi optimallashtirilishi kerak bo‘lgan funksiya ko‘rinishidan va masalaning o‘zgaruvchilari shaklida kiritiladigan chegaraviy shartlardan iborat masalani yechish algoritmidan iborat bo‘ladi. Agar (1.1)-(1.3) ifodalarda $f(x)$, $g_i(x)$, $h_j(x)$

funksiyalar chiziqli bo'lsa, u holda natijaviy masala chiziqli dasturlash masalasi deyiladi.

Agar $f(x)$, $g_i(x)$, $h_j(x)$ funksiyalaridan kamida bittasi chiziqsiz bo'lsa, u holda (1.1) - (1.3) ifodalar chiziqsiz dasturlash masalasi deyiladi. O'z navbatida chiziqsiz dasturlash masalalari to'plami xususiy nomlarga ega bo'lgan to'plamostilarga bo'linadi. Demak, agar $f(x)$ – kvadrat funksiya va chegaraviy shartlar chiziqli bo'lsa, u holda kvadrat dasturlash masalasi olinadi.

Nazorat savollari

1. Matematik dasturlashning rivojlanishi hamda umumiy iqtisodiy mazmunini so'zlab bering.

2. Matematik dasturlash funksiyalarining umumiy ko'rinishi va uning iqtisodiy mazmuni nimalardan iborat?

3. Matematik dasturlashning qanday usullarini bilasiz?

4. Matematik dasturlashda optimallashtirish nazariyasining asosiy natijalari nima?

5. Matematik dasturlash masalalarining qo'yilishi va yechish usullari.

IV BOB. OPTIMAL QAROR QABUL QILISHNING MATEMATIK USULLARI

- 4.1. Qaror qabul qilishda modellashtirish.**
- 4.2. Qaror qabul qilish modelini ishlab chiqish bosqichlari.**
- 4.3. Qaror qabul qilishning umumlashtirilgan matematik modeli.**

4.1. Qaror qabul qilishda modellashtirish

Nafaqat iqtisodiyotda, balki barcha sohalarda qaror qabul qilish vaziyatning rasmiylashtirilgan ifodasiga, ya'ni matematik modelga asoslanadi. Inson faoliyatida real voqelik yoki tafakkur obyektlarini aks ettirish usuli sifatida modellashtirish qadimdan qo'llanib kelingan. Shu bilan birga, boshqarish amaliyotiga abstrakt matematik modellarni keng joriy etish elektron hisoblash texnologiyasi rivojlanishining muvaffaqiyati bilan bog'liq holda boshlandi. Hozirgi vaqtda matematik modellashtirish tizimli ko'p modeli tadqiqot xususiyatlarini tobora egallab bormoqda, model tushunchasining o'zi esa uning rivojlanishi jarayonida umumilmiy, tizimli-kibernetik tushunchaga aylandi.

Model tushunchasi juda murakkab tushunchalardan biri ekanligi nuqtai nazari mavjud, shuning uchun uni aniqlash o'rniga, modellashtirish ilmiy bilimning turli sohalarida qanday amalga oshirilishini ko'rsatish kerak. Shu nuqtai nazardan muayyan asosiy fanlarda modellashtirishni dastlabki bosqichlarini o'rganishga ko'nikish mumkin. Bunday fanlarga, jumladan, iqtisodiy kibernetika kabi fanlarga kelsak, «model» va «modellashtirish» tushunchalarini har tomonlama tushunish ular uchun asosiy ahamiyat kasb etadi, chunki u zamonaviy sharoitlarda iqtisodiyotni o'rganishning asosiy vositasi bo'lgan modeldir. Keng ma'noda model tushunchasi turli ta'riflarga kiritilgan xususiyatlarni umumlashtirish asosida berilishi mumkin.

Model – bu boshqa tizim haqida ma'lumot olish uchun tadqiqot vositasi bo'lib xizmat qiladigan tizimdir. Bu yerda modelning ikkita asosiy xususiyati ta'kidlanadi: birinchisi – uning tizim sifatida namoyon bo'lishi (modellashtirishga tizimli yondashuvni yanada kengaytirishning sharti bo'lgan); ikkinchisi – uning muayyan tizim haqida ma'lumot olish

vositasi sifatida asosiy ko'rsatmasidir. Bu umumlashgan ta'rif bilan bir qatorda modelga batafsil tavsif berish maqsadga muvofiqdir.

Model quyidagi asosiy xossalarga ega bo'lgan hamda ma'lum oraliq yordamchi tizim (tabiiy yoki sun'iy, moddiy yoki mavhum)dir:

- a) o'rganilayotgan obyektga muvofiq holda bo'ladi;
- b) ma'lum jihatdan tadqiq qilinayotgan tizimni o'rnini bosadi;
- d) modelni tadqiq qilish va model tizimga o'tishning tegishli qoidalari asosida olinadigan tizim haqida ma'lumot beradi.

Modellar bilan ishlashga asoslangan tizimlarni ilmiy tadqiq qilish usuli modellashtirish deb ataladi. Boshqa tomondan, modellashtirish ko'pincha modelni ishlab chiqish jarayoni deb ham ataladi.

Faoliyat jarayonida tizimlar holatidagi o'zgarishlarni tasvirlovchi modellarga nisbatan qaror qabul qilish modellarining muhim xususiyati shundaki, ular qarorni tanlashga, ma'lum tanlash algoritmidan foydalanishga qaratilgan. Bu esa vaziyatlarni tasvirlashning rasmiy (matematik) usullariga qo'shimcha talablarni qo'yadi. Odatda, matematik tanlash nazariyalarining rivojlanmaganligi tufayli qaror qabul qilish modellari tizimlarning faoliyatini tavsiflovchi modellarga qaraganda ancha umumlashgan bo'ladi.

Rasmiy ravishda nazariy to'plam nuqtai nazardan M modeli to'plamlarni hosil qiluvchi m oila bo'yicha aniqlangan munosabat (munosabatlar to'plami) bilan ifodalanadi, ya'ni

$$M = (X_1, X_2, \dots, X_m, R), \quad (4.1.)$$

bu yerda $R \subseteq X_1 * X_2 * \dots * X_m$ munosabatlar jadvali.

Qaror qabul qilish modelini ishlab chiqish bir necha bosqichda amalga oshiriladi.

4.2. Qaror qabul qilish modelini ishlab chiqish bosqichlari

1. Konseptual modelni ishlab chiqish. U yoki bu mazmun jihatdan zaruriy to'liq nazariy materiallar bilan aks ettiriladigan va mantiqiy jihatdan tabiiy tilda yoziladigan model konseptual model deyiladi. Konseptual modelni ishlab chiqishda qaror qabul qilishning asosiy xususiyatlarini ixcham shaklda taqdim etishga imkon beruvchi nazariy instrumentlardan foydalanish juda keng tarqalgan. Jumladan, graflar nazariyasidan keng foydalaniladi.

2. Qaror qabul qilish holatini tavsiflovchi xususiyatlarni ajratish. Bu bosqichda quyidagi o'zgaruvchilar ajratiladi:

– qaror qabul qilish modelini tavsiflashda ishlatiladigan o'zgaruvchilar; ularni ushbu qarorning tarkibiy qismlari sifatida talqin qilinadigan qarorni tavsiflovchi noma'lum o'zgaruvchilarga; va modelning matematik tavsifida foydalaniladigan ma'lum o'zgaruvchilar – parametrlar;

– qaror qabul qilish muhitini tavsiflashda foydalaniladigan o'zgaruvchilar.

Shunday qilib, o'zgaruvchilar xususan S tizimga va Q muhitga bo'linadi, u holda $R = S * Q$ bu yerda

$$S = (X_1, \dots, X_n, \Omega, S_g),$$

$$\text{bunda } S_g \subseteq X_1 * X_2 * \dots * X_n * \Omega,$$

$$Q = (\Omega, X_{n+1}, \dots, X_m, Q_g),$$

$$\text{bunda } Q_g \subseteq \Omega * X_{n+1} * X_{n+2} * \dots * X_m$$

S tizimga Q muhitning ta'siri Ω dagi o'zgaruvchilar orqali tavsiflanadi.

Avvalo, bu yerda «qaror» tushunchasi ayrim matematik algoritm shaklida yaratiladi. Qoidaga ko'ra, qaror taqdim etishning uch asosiy shakllari mavjud:

1) qaror ochiq-oydin berilgan va bevosita hal etilayotgan masalalarning mazmuni bilan bog'liq xususiyatlar to'plamini ifodalaydi;

2) qaror vektor ko'rinishida, ya'ni qarorning mohiyatini masala yechimining iboralarida ifodalaydigan o'zgaruvchilarning tartibli to'plami orqali tavsiflanadi;

3) qaror vaqt funksiyasi bilan ta'riflanib, u vaqt o'tishi bilan masalani o'zgaruvchilarining o'zgarishini tasvirlaydi.

Shuni yodda tutish kerakki, modelning soddaligi, uning shaffofligi va, binobarin, uni keyingi tahlil qilish va foydalanishning qulayligi qarorni tavsiflovchi o'zgaruvchilarni muvaffaqiyatli tanlashga bog'liq.

3. Qaror qabul qilish muhitini tavsiflovchi parametrlar haqida mavjud ma'lumotlarni tahlil qilish.

Qaror qabul qilish muhitini bilish darajasiga qarab muhitning quyidagi modellarini ajratamiz:

– deterministik – muhit parametrlari va ularning qaror qabul qilish jarayoniga ta'siri haqida to'liq ma'lumotlar mavjud;

– deterministik bo‘lmagan – muhitning aniq holati ma’lum emasligi bilan xarakterlanadi. Bu yerda muhitlarning quyidagi turlari farqlanadi:

– stoxastik – muhit ta’sirining ommaviy ko‘rinishlarida muhitning ayrim holatlari paydo bo‘lishining barqarorligi (statistik barqarorlik xususiyati) kuzatiladi:

- maqsadli – tizimga aniq ta’siri ma’lum emas, lekin bu ta’sirning maqsadi ma’lum;

- noma’lum. Bu bosqich natijalari modelning turini aniqlaydi va asosan qaror tanlash algoritmining navbatdagi tanloviga ta’sir ko‘rsatadi.

4. Maqbul qarorlar to‘plami qabul qilinadigan qarorlarning mumkin bo‘lgan variantlarini tavsiflovchi rasmiylashtirilgan modelni ishlab chiqish.

Qabul qilinadigan qarorga qo‘yiladigan talablarni, ularni qanoatlantiradigan cheklashlar ko‘rinishida shakllantirish. Umumiy ko‘rinishda bunday cheklashlar maqbul muqobil qarorlar to‘plamini, ya’ni qaror tanlanadigan to‘plamni belgilaydi. Shu bilan birga, barcha chegaraviy shartlar modelga kiritilganligiga ishonch hosil qilishingiz kerak va masalaning shartlarida qo‘yiladigan talablardan ortiq bo‘lmasligi lozim.

Matematik dasturlash masalalarida qaror ma’lum vektor bilan, maqbul qarorlar to‘plami esa funksional tengsizliklarni (tengliklarni) o‘zida aks ettiruvchi cheklanishlar bilan beriladi. Tegishli qaror qabul qilish modellari odatda statik deb ataladi.

Optimal boshqaruv masalalarida qaror vaqt (holat, natija) funksiyalari bilan ta’riflanadi. Bu kabi qaror qabul qilish modellari dinamik deb ataladi.

5. Maqsad funksiyalari va chegaraviy shartlar shaklidagi tanlanma qoidalarini rasmiylashtirish.

Qabul qilinadigan qarorga qo‘yiladigan talablar shakliga qarab, quyidagi tanlash usullariga ajratiladi:

– qondirish (qaror ayrim chegaraviy shartlarni qondiradi);

– optimallashtirish (eng ma’qul bo‘lgan qaror tanlanadi).

Ko‘rib chiqilgan bosqichlarning amalga oshirilishi natijasida qaror qabul qilishning matematik modeli ishlab chiqiladi. Iqtisodiyotda qaror qabul qilish xususiyatlarini tahlil qiladigan bo‘lsak, bu jarayonda uchta asosiy element o‘zaro aloqaga ega:

- tadqiqotchi – qaror qabul qiluvchi shaxs;
- qaror qabul qilinadigan tizim (jarayon);
- qaror qabul qilinayotgan muhit, atrofdagi voqelik.

Bu holda qaror qabul qilishda ushbu elementlar bilan bog‘liq modellashtirish muammolarini belgilovchi omillar quyidagilardir, xususan, bu:

- iqtisodiy jarayonlarda qaror qabul qiluvchi shaxsga qo‘yiladigan turli talablar boshqaruv jarayonining baholash sifatini ko‘payishiga olib keladi, bu esa qabul qilinadigan qaror sifatini bir necha ko‘rsatkichlarini (qarorni tanlashning bir necha mezonlarini) talab qiladi;

- qaror qabul qilinayotgan tizim juda murakkab bo‘lishi va iqtisodiyotda turli bo‘ysunish munosabatlarini aks ettiruvchi keng iyerarxik strukturaga ega bo‘lishi mumkin, bu tizimlarda qaror qabul qilish jarayonida muayyan murakkablikni keltirib chiqaradi va qaror qabul qilish uchun maxsus modellar va algoritmlarni ishlab chiqishni talab qiladi;

- tizimning maqsadli faoliyati va iqtisodiyotni boshqarish jarayoniga muhitning ta’siri, odatda, qaror qabul qilish jarayonida qo‘shimcha qanday murakkabliklarni keltirib chiqarishi yetarlicha ma’lum bo‘lmaydi.

O‘rganilayotgan jarayonga mos modellashtirish muammolari bilan nafaqat iqtisodiyotda, balki barcha sohalarda qaror qabul qilishda duch kelish mumkin. Zamonaviy kibernetik tadqiqotlarda ko‘rsatilgan muammolarni hal etiladigan ikkita asosiy tamoyil mavjud. Bular bo‘linish va jamlanish tamoyillaridir.

Bo‘linish tamoyili – tizimni o‘rganish quyi tizimlarni tadqiqot qilish asosida amalga oshirilishi mumkin holda modellashtirilayotgan tizimni qismlarga (kichik tizimchalarga) ajratadi, bunda, kichik tizimlarning o‘zaro ta’sirini hisobga olgan holda bu tizimlarga ta’sir etish orqali modelning adekvatligi ta’minlanadi. Xususan, bu tamoyil asosida tizimning o‘zi qaror qabul qilinayotgan muhit bilan qaror qabul qilish jarayonlariga ta’sir etuvchi muhit ajralib turadi.

Jamlash – u yoki bu ma’nolarda tadqiqot maqsadlari bilan bog‘liq bo‘lgan tizimni umumlashtirishdir. Jamlangan tizim tadqiqotchi qiziqishlari asosidagi dastlabki tizimga mos keladi. Jamlash modellashtirishning konseptual asosidir, chunki model har doim

tizimning umumlashgan ko‘rinishi bo‘lib, tadqiqotchining kutayotgan natijalarini asosiy xususiyatlari aks etadi.

4.3. Qaror qabul qilishning umumlashtirilgan matematik modeli

Iqtisodiyotda bir qator masalalarni yagona konseptual asosda ko‘rib chiqish, tegishli tasniflarni tuzish va turli sinflarga oid masalalar o‘rtasidagi aloqalarni o‘rnatishda qaror qabul qilish masalalarini umumiy qo‘yilishida matematik-tuzilmaviy yondashuvdan foydalanish tavsiya etiladi. Muayyan modelni qurishda, birinchi navbatda, qaror qabul qilish masalasining matematik tavsifini ushbu yechim amalga oshirilayotgan muhit bilan mos kelishiga erishish talabini yodda tutish zarur.

Tanlanmaning (qaror qabul qilish masalasining qo‘yilishining) matematik tuzilishi umumiy ko‘rinishi quyidagicha:

$$(Q(s), \Delta, \{r_i, i \in C\}, \{f_j, j \in G\}) \quad (4.2.)$$

Bu yerda $Q(s)$ - tanlanmaning dastlabki tuzilmasi (modeli); s – tuzilma turi. $Q(s)$ tuzilmasi tarmoqlar, algebraik tenglamalar (statik modellar), dinamik sistemalar uchun differensial tenglamalar va hokazolar orqali belgilangan u yoki bu tuzilmaviy cheklashlar bilan bog‘liq qarorni tanlash masalalarini qo‘yish imkonini beradi.

Δ – muqobillar (qarorlar) fazosi. Boshlang‘ich qaror tanlovi tuzilishining turiga qarab, bu vektorlarning chekli-o‘lchovli fazosi yoki vektor funksiyalar fazosi, qarorlar (muqobillar)ning tuzilishini tavsiflaydigan alohida element bo‘lib, qarorning tarkibiy qismlari va ma‘nosi yechilayotgan masalaning mohiyati bilan belgilanadi.

$\{r_i, i \in C\}$ – tanlovni cheklovchi munosabatlar to‘plami; C – tanlovni cheklovchi munosabatlar indeksleri to‘plami. Bu munosabatlar Δ ga beriladi va bevosita qaror tanlovi masalalarini qo‘yilishi jarayonida joriy etiladi hamda ular iqtisodiy jarayonlar bilan bog‘liq asosiy makonzamon, iqtisodiy va texnik cheklovlarni aks ettiradi. Chegaralovchi munosabatlar ko‘pincha tengliklar yoki tengsizliklar sifatida namoyon bo‘ladi, bu esa qaror tanlashning alohida masalalarini qo‘yilishi bilan matematik dasturlash yoki optimal boshqarish masalalari bilan bog‘lashga imkon beradi.

$\{f_j, j \in G\}$ – Δ bo‘yicha belgilangan va eng yaxshi qarorga qo‘yiladigan turli talablarni aks ettiruvchi imtiyozli munosabatlar

to‘plami; G – imtiyozli munosabatlar indeksleri to‘plami. $f_j, j \in G$ ning o‘ziga xos aniq turiga qarab, kardinal, nokardinal yoki ordinal tanlanmaga bo‘linadi. $f_j, j \in G$ agar $f_j : \Delta \rightarrow R$ bo‘lsa, u holda bunday masalalar kardinal tanlov masalalari deyiladi. $f_j, j \in G$ agar $f_j : \Delta \rightarrow N$ bo‘lsa, bu yerda N – natural sonlar to‘plami (ya’ni, har bir muqobilga aniq ballar soni mos keladi), u holda nokardinal masalalari to‘g‘risida so‘z yuritiladi. $f_j, j \in G$ agar $f_j \subseteq \Delta \times \Delta$ munosabatni o‘zida aks ettirsa, ordinal (guruhli) tanlov to‘g‘risida so‘z yuritiladi.

Masalaning qo‘yilishini ushbu matematik tuzilmasi, uning doirasida qaror qabul qilishning turli masalalarini ko‘rib chiqish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Bu yerda muhokama qilingan elementlar har doim bevosita yoki bilvosita eng maqbul qarorni tanlashda ishtirok etadilar. Shu bilan birga, ko‘pgina hollarda eng muhim jihatlarni qoldirgan holda ko‘rib chiqilgan masalaning qo‘yilishini soddalashtirish maqsadga muvofiqdir. Shunday qilib, Δ muqobillar to‘plamini bevosita tanlanmaning matematik modeli bilan bog‘lash mumkin va uni Δ_s deb, hamda ushbu to‘plamdan tanlovni cheklovchi munosabatlarni qanoatlantiruvchi muqobillar to‘plamostisini ajratib olgan holda $\Delta_{sr} \subseteq \Delta_s$ maqbul muqobillar to‘plamini hosil qilish mumkin. Aynan Δ_{sr} to‘plamdan afzallik munosabatlariga muvofiq eng yaxshi qarorni tanlash kerak, zero bunday munosabatlar bitta $|G|=1$ bo‘lgan holdagina qaror qabul qilishning nisbatan soddaroq vaziyati yuzaga keladi. Bu holda tanlanmaning ko‘rib chiqilgan matematik tuzilmasi nisbatan sodda shaklga ega bo‘ladi: (Δ_{sr}, f) .

Bundan tashqari, odatda, Δ_{sr} soddaroq bo‘lishi uchun Δ deb belgilanadi. Shunda optimal qarorni tanlash masalasi x^* ni quyidagicha yozish mumkin:

$$x^* = \arg \underset{x \in \Delta}{opt} f(x) . \quad (4.3.)$$

Bu yerda $opt f(x)$ – optimal qaror tanlash mezoni (qoidasi) bo‘lib, aniq masalalarda $\max f(x)$ yoki $\min f(x)$ ko‘rinishiga ega bo‘ladi;

\arg – $opt f(x)$ funksiyaning qandaydir argumentini ajratish mazmuniga (\arg dan farqli o‘laroq, optimal qarorlar to‘plamining butun to‘plamini ajratishga) mos keladi;

$f(x)$ – maqsad funksiyasi, bu funksiyaning aniq qiymati $a = f(x)$ ko‘p hollarda x qarorning sifati ko‘rsatkichi deb ataladi;

Δ – maqbul muqobillar to‘plami (dastlabki modeldagi tanlov va munosabatlar chegarasi ma’nosidagi maqbullik ma’nosida).

U holda qaror qabul qilish masalasi (1.2.) ni qisqacha (Δ, f) juftligi bilan ifodalash mumkin, bu yerda Δ – maqbul muqobillar to‘plami; f – qaror tanlash qoidasi (mezoni).

Δ va f elementlari qanday belgilanganligiga qarab, turli matematik modellar va qaror qabul qilish masalalari ajratiladi. Xususan, agar qaror ma’lum vektor bilan tasvirlansa, unga mos modellar statik deb ataladi. Eng yaxshi qaror algoritmlarini tanlashda matematik dasturlash usullaridan foydalaniladi, agar qaror vaqt funksiyasi bilan tasvirlansa, modellar dinamik deb ataladi hamda algoritmlarni ishlab chiqish optimal boshqarish usullariga asoslanadi.

Nazorat savollari

1. Tizimli kibernetik tadqiqotlarning zaruriyati nimada?
2. Iqtisodiyotda qaror qabul qilish masalalarining o‘rni qanday?
3. Qaror qabul qilishda qanday muammolar mavjud va ular qanday tamoyillardan foydalanib hal etiladi?
4. Qaror qabul qilish masalasining matematik bayonnomasi o‘z ichiga olishi kerak bo‘lgan asosiy elementlar nimalardan iborat? Ularning roli qanday ?
5. Statik va dinamik modellarda qarorni qanday matematik konstruksiyalar tasvirlaydi?
6. Statik qaror qabul qilish modellaridan foydalanishda qanday optimallashtirish usullari qo‘llaniladi?
7. Dinamik qaror qabul qilish modellaridan foydalanishda qanday optimallashtirish usullaridan foydalaniladi ?

qanoatlantiradigan va maqsad funksiyasi (5.3.)ni minimallashtiradigan koordinatalarini topish lozim.

Biz chiziqli dasturlashning asosiy masalasini ifodalovchi muayyan ta'rifda to'xtadik, ya'ni rejalashtirishning biror-bir matematik modelida chiziqli tengsizliklar mavjud bo'lsa, ularni qo'shimcha manfiy bo'lmagan noma'lumlar bilan almashtirish mumkin. Bundan tashqari, aniq bir masalada biror-bir chiziqli funktsiyani $u = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ chiziqli cheklashlarni qanoatlantiruvchi o'zgaruvlarni shunday qiymatini topish mumkinki, unda chiziqli u funktsiyani unga teskari bo'lgan $v = -c_1x_1 - c_2x_2 - \dots - c_nx_n$ funktsiya bilan almashtirish yetarli, u holda v funktsiya o'zgaruvchilarning muayyan qiymatlarida eng katta qiymatga ega bo'lishi, bunda u funktsiya o'zgaruvchilarning shu qiymatlarida eng kichik qiymatga ega bo'lishi mumkin.

Yana shunday holat ham bo'lishi mumkinki, aniq bir masalani matematik modelida ba'zi bir o'zgaruvchilar mazmunlariga ko'ra manfiy qiymatlarni ham qabul qilishlari mumkin. U holda shunday har bir o'zgaruvchi X_j uchun ikkita $x_j = x_j' - x_j''$ manfiy bo'lmagan x_j' va x_j'' o'zgaruvchilar kiritiladi hamda X_j ni cheklovlar tizimida va maqsad funksiyasida $x_j = x_j' - x_j''$ bilan almashtiriladi, shundan so'ng masala standart ko'rinishga ega bo'ladi.

Hamma vaqt ham chiziqli dasturlash masalasi (5.1.)-(5.3.) ni bunday ifodalash qulay bo'lavermaydi. Xususan, chiziqli tenglamalar tizimi (5.1.)ni o'rniga ba'zi hollarda chiziqli tengsizliklarni qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Chiziqli tenglamalar tizimidan chiziqli tengsizliklar tizimiga o'tishda $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n = b_i$ tenglamani ikkita tengsizlikdan iborat tizimga, ya'ni

$$\begin{cases} a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i, \\ a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \geq b_i. \end{cases} \quad (5.4.)$$

ga tengligini ko'rish mumkin.

Boshqa tomondan, agar muayyan masalaning matematik modelida maqsad funksiyasining o'zgaruvchilarini bog'lovchi shartlar chiziqli algebraik tengsizliklar tizimiga o'xshash bo'lsa, uni noma'lumlar ko'p bo'lgan chiziqli algebraik tenglamalar tizimi bilan almashtirish va masalani chiziqli dasturlashning asosiy masalasi uchun qabul qilgan

shaklga keltirish mumkin. Shuning uchun chiziqli dasturlash masalasi ko‘pincha cheklashlar ostida chiziqli funksiyani (5.3) minimallashtirish yoki maksimallashtirish muammosi sifatida shakllantiriladi:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j &= b_i, \quad i=1, 2, \dots, m_1, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j &\leq b_i, \quad i=m_1+1, m_1+2, \dots, m_2, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j &\geq b_i, \quad i=m_2+1, m_2+2, \dots, m, \\ x_1 &\geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0. \end{aligned} \quad (5.5.)$$

Masalani bu tartibda yozilishi chiziqli dasturlashning umumiy masalasini ifodalaydi. (3.1.1.) tenglamalar tizimining A matritsasini, noma'lumlar vektori va ozod hadlarni – x va b bilan belgilaymiz.

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}, \quad (5.6.)$$

Shuningdek, ko‘rish uchun n o‘lchovli $c = (c_1 \ c_2 \ \dots \ c_n)$ vektorni kiritamiz.

Bu vektorning tashkil etuvchilari (5.3.) chiziqli funksiyaning koeffitsiyentlari va n o‘lchovli nol-vektor $\Theta = (0 \ 0 \ \dots \ 0)$ bo‘ladi. U holda (5.3.) chiziqli funksiyani

$$z = cx \quad (5.7.)$$

ko‘paytma ko‘rinishida tasavvur qilish mumkin. Chiziqli tenglamalar tizimini bitta matritsali tenglama $Ax = b$ bilan, (5.2.) shartlarni $x \geq 0$ (3.6.) ko‘rinishda yozish mumkin.

Shuning uchun ko‘p hollarda chiziqli dasturlashning asosiy masalasini, qisqacha, (5.7.) chiziqli funksiyani, (5.5.)-(5.6.) chiziqli chegaralashlardagi minimallashtirish masalasi ko‘rinishida qisqacha yoziladi.

5.2. Chiziqli dasturlash masalasini yechishning simpleks usuli

Chiziqli dasturlashning asosiy masalasini o‘zgaruvchilari chiziqli tenglamalar tizimi bilan bog‘liq bo‘lgan va manfiy bo‘lmaslik shartiga bo‘ysunadigan chiziqli funktsiyani minimallashtirish masalasi sifatida ifodaladik. Eng avvalo, chiziqli dasturlash masalasini xususiy, qachonki maqsad funktsiyasi maksimallashtiriladi, tenglamalar tizimi afzal ko‘rinishga ega bo‘ladi, barcha tenglamalarni o‘ng tomonlari manfiy bo‘lmagan holini ko‘rib chiqamiz.

Chiziqli funktsiya

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (5.8)$$

Quyidagi shartlarda maksimallashtirish talab etiladi:

$$\begin{cases} x_1 & + g_{1,m+1}x_{m+1} + \dots + g_{1n}x_n = h_1, \\ x_2 & + g_{2,m+1}x_{m+1} + \dots + g_{2n}x_n = h_2, \\ \vdots & \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ x_m & + g_{m,m+1}x_{m+1} + \dots + g_{mn}x_n = h_m \end{cases} \quad (5.9.)$$

$$\text{va } x \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5.10.)$$

Bunday masalani yechish uchun chiziqli dasturlashning simpleks usuli qo‘llaniladi.

Chiziqli dasturlash masalasini mumkin bo‘lgan yechimlaridan biri (5.9.) tizimni manfiy bo‘lmagan bazaviy yechimi bo‘ladi.

$$x_1 = h_1, x_2 = h_2, \dots, x_m = h_m, x_{m+1} = 0, \dots, x_n = 0 \quad (5.11.) ,$$

chunki biz $h_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m.$ bo‘lishini ko‘zda tutdik.

Unga maqsad funktsiyasini quyidagi

$$z_0 = c_1h_1 + c_2h_2 + \dots + c_nx_n + c_{m+1}0 + \dots + c_n0 = \sum_{i=1}^m c_ih_i$$

qiymati to‘g‘ri keladi (5.12.).

(5.11.) yechim optimal bo‘lishi mumkinligini, ya‘ni (5.12.) qiymat (5.8.) maqsad funktsiyasini mumkin bo‘lgan qiymatlari ichidan, (5.9.) tizimni manfiy bo‘lmagan yechimlariga javob beradigan eng katta bo‘lishini o‘rganamiz.

(5.9.) tenglamalar tizimi maqbul ko‘rinishga ega bo‘lishini hisobga olgan holda, u uchun umumiy yechimni topamiz:

$$x_i = h_i - g_{i,m+1}x_{m+1} - \dots - g_{in}x_n, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (5.13.)$$

Erkin noma'lumlar uchun manfiy bo'lmagan qiymatlarni bergan holda, (5.9.) tizimning turli yechimlarini ola boshlaymiz, bular ichidan bizni faqat manfiy bo'lmaganlari qiziqtiradi. Bu manfiy bo'lmagan yechimlarning tarkibiy qismlarini maqsad funksiyasiga (5.8.) almashtirsak, maqsad funksiyasining tegishli qiymatlarini olamiz. Maqsad funksiyasining o'zini tutishini kuzatishni yengil bo'lishi uchun, uni faqat erkin noma'lumlar orqali ifodalash maqsadga muvofiqdir.

Buning uchun maqsad funksiyaga (5.8.) bazis, noma'lumlari o'rniga erkin o'zgaruvchilar orqali, ularning ifodalarini qo'yish mumkin, lekin yaxshisi o'sha natijaga olib keladigan boshqa yo'l tutish mumkin. Ko'rinib turibdiki, agarda (5.8.) ifodani quyidagi ko'rinishda

$$-z + c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n + c_{m+1}x_{m+1} + \dots + c_nx_n = 0 \quad (5.14.)$$

Qayta yozib chiqsak, u holda bazis noma'lumlarni (5.14.) dan olib tashlash uchun (5.9.) tizimning birinchi tenglamasini c_1 ga, ikkinchisini c_2 ga, ..., m -e sini c_m ga ko'paytirish, hosil bo'lgan ko'paytmalarni qo'shish va natijadan (5.14.) tenglamani ayirib tashlash o'z-o'zidan ko'rinib turibdi.

Quyidagiga ega bo'lamiz:

$$z = \Delta_{m+1}x_{m+1} + \dots + \Delta_nx_n = z_0 \quad (5.15.)$$

Bu yerda

$$\Delta_j = c_1g_{1j} + c_2g_{2j} + \dots + c_mg_{mj} - c_j = \sum_{i=1}^m c_i g_{ij} - c_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5.16.)$$

z_0 esa (3.2.5.) tenglik orqali aniqlanadi. Qayd etish mumkinki, ko'rish uchun quyidagi vektorni kiritish maqsadga muvofiqdir:

$$\tilde{c} \begin{pmatrix} c_1 & c_2 & \dots & c_m \end{pmatrix}.$$

Bu vektorning koordinatalari maqsad funksiyasi (5.8.) ning noma'lumlarini koeffitsiyentlari bo'lib, ular tenglamalar tizimi (5.9.) da bazis bo'lgan, tegishli tenglamalar tizimida tegishli tartibda yozilgan. U

$$\text{holda } \Delta_j = \tilde{c} g_j - c_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad z_0 = \tilde{c} h,$$

bunda $g_j \begin{pmatrix} g_{1j} \\ g_{2j} \\ \vdots \\ g_{mj} \end{pmatrix}$ (3.2.2.) tenglamalar tizimidagi X_i noma'lumning

vektor koeffitsiyentlaridir. Quyidagilar esa (5.9.) tenglamalar tizimidagi ozod hadlarning vektorlaridir:

$$h \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \\ \vdots \\ h_m \end{pmatrix}.$$

Bu hisoblashlarni bajarish uchun odatda tenglamalar tizimining matritsasini (5.9.) yozib, unga chiziqli funksiyaning barcha koeffitsiyentlari (5.8.) ning c satrini, har bir qatorga qarshi chap tomonga mos bazis noma'lum va uning uchun koeffitsiyent maqsad funksiya dan, ya'ni, \tilde{c} vektor va quyida noma'lumlar uchun koeffitsiyentlar va tenglamaning ozod hadi (5.15.) ni belgilash orqali jadval tuziladi. Bunday jadval birinchi simpleks jadval deyiladi (5.1. jadval).

5.1.-jadval

Simpleks jadvalning umumiy ko'rinishi

\tilde{c}	Базис	h	c_1	c_2	...	c_m	c_{m+1}	...	c_j	...	c_n
			x_1	x_2	...	x_m	x_{m+1}	...	x_j	...	x_n
c_1	x_1	h_1	1	0	...	0	$g_{1,m+1}$	...	g_{1j}	...	g_{1n}
c_2	x_2	h_2	0	1	...	0	$g_{2,m+1}$	...	g_{2j}	...	g_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	\vdots		\vdots		\vdots
c_m	x_m	h_m	0	0	...	1	$g_{m,m+1}$	...	g_{mj}	...	g_{mn}
		$z_0 - z$	0	0	...	0	Δ_{m+1}	...	Δ_j	...	Δ_n

(5.9.) tizimga (5.15.) tenglamani kiritish orqali chiziqli tenglamalarning yordamchi tizimini yaratish foydalidir:

$$\begin{cases} x_i + \sum_{j=m+1}^n g_{ij}x_j = h_i, & i=1, 2, \dots, m, \\ z + \sum_{j=m+1}^n \Delta_j x_j = z_0. \end{cases} \quad (5.17.)$$

U holda birinchi simpleks jadvalni yuqoridagi qo‘shimchalar bilan chiziqli tenglamalar tizimining kengaytirilgan matritsasi (5.17.) deb qarash mumkin.

Endi yordamchi tizimning oxirgi tenglamasiga to‘g‘ri keladigan (5.15.) tenglamadan (5.17.) chekli tizimning umumiy yechimi (5.13.) bilan birga Z maqsad funksiyaning ifodasini faqat erkin noma‘lumlar nuqtai nazaridan olamiz:

$$z = z_0 - \Delta_{m+1}x_{m+1} - \dots - \Delta_n x_n \quad (5.18.)$$

Bu ifoda yordamida biz asosiy mumkin bo‘lgan yechimni optimallikka tekshiramiz va agar u optimal bo‘lmasa, qanday yo‘l tutish kerakligini aniqlaymiz.

5.3. Chiziqli dasturlash masalasining asosiy mezonlari

Chiziqli dasturlashning asosiy yechimini optimallik mezonlari. (5.11.) asosiy yechim chiziqli dasturlashni (5.8.) – (5.10.) optimal yechimi bo‘ladi faqat shundaki, qachonki barcha

$$\Delta_j \geq 0, \quad j=1, 2, \dots, n. \quad (5.19.)$$

Isbotlash. Haqiqatda ham, agarda umumiy yechim (5.13.) da biz erkin noma‘lumlariga turli manfiy bo‘lmagan qiymatlarni shunday berishimiz kerakki, tegishli asosiy noma‘lumlar ham manfiy bo‘lmagan qiymatlarni qabul qilsalar, u holda cheklovlar tizimining manfiy bo‘lmagan qisman yechimlari bilan bir vaqtda (5.18.) ifodaga ko‘ra, maqsad funksiyasining mos qiymatlarini olishimiz lozim. Xususan, erkin noma‘lumlarining nol qiymatlarida asosiy yechim (5.11.) va maqsad funksiyasining mos (5.12.) qiymati olinadi. Yordamchi tizim (5.17.) ni oxirgi tenglamasidagi noma‘lumlar oldidagi koeffitsiyentlarni birortasi, misol uchun, Δ_{m+1} , manfiy, u holda biz mos erkin noma‘lum x_{m+1} ga $x_{m+2} = \dots = x_n = 0$ saqlagan holda umumiy yechimda qandaydir musbat qiymat berishimiz orqali va maqsad funksiyasini katta qiymatli xususiy manfiy bo‘lmagan yechimini olishimiz mumkin.

Chiziqli dasturlash masalasining asosiy optimal yechimini yagonalik mezoni. Optimallik sharti bajarilganida (5.19.) asosiy yechim (5.11.) agar yordamchi tizimning (5.17.) oxirgi tenglamasidagi erkin noma'lumlarning barcha $\Delta_{m+1}, \Delta_{m+2}, \dots, \Delta_n$ koeffitsiyentlari musbat bo'lsa, chiziqli dasturlash (5.8.)-(5.10.) masalasining yagona optimal yechimi bo'ladi.

Isbotlash. Misol uchun $\Delta_{m+1}=0$ bo'lsin. U holda biz umumiy yechimdagi (5.13.) erkin noma'lum X_{m+1} ni uning manfiy bo'lmagan o'zgarishlar sohasida $x_{m+2} = \dots = x_n = 0$ bo'lganda, maqsad funksiyasi (5.18.) bittagina qiymatni (5.12.) saqlaydi. Shunday qilib, (5.8.)-(5.10.) masalani optimal yechimi bitta emas ekan.

Faraz qilaylik, (5.11.) asosiy yechim optimal bo'lmasin, ya'ni Δ_1 koeffitsiyentlar ichida kamida bittasi manfiy bo'lsin. Bitta erkin noma'lum o'zgargan, boshqa erkin noma'lumlar, asosiy yechimda egallagan nol qiymatlarini, saqlagan hollarda maqsad funksiyasining holatini kuzatish oson.

Eslashimiz mumkinki, boshqa erkin noma'lumlarni nolga teng qiymatlarida, har bir erkin noma'lum o'zini manfiy bo'lmagan o'zgarish sohasiga ega bo'ladi. Sohaning quyi chegarasi hamma vaqt nolga teng, yuqori chegarasi esa, berilgan noma'lumlar uchun tenglamalar tizimining mos afzallik formasida kamida bitta musbat koeffitsiyent bor-yo'qligiga qarab, chekli yoki cheksiz bo'lishi mumkin. Chiziqli dasturlash masalasini o'rganishda oxirgi holat muhim ahamiyat kasb etadi.

Chiziqli dasturlash masalasining yechilmaslik mezoni. Agarda tenglamalar tizimining oxirgi tenglamasi (5.17.) da bitta bo'lsa ham Δ_j koeffitsiyenti manfiy bo'lgan erkin o'zgaruvchi bo'lsa, o'sha (5.17.) tizimning birinchi m tenglamalardagi $g_{1j}, g_{2j}, \dots, g_{mj}$ koeffitsiyentlar ichida esa birorta ham musbati bo'lmasa, u holda chiziqli dasturlash (5.8.) – (5.10.) masalasi maqsad funksiyasini (5.8.) cheklashlar tizimidagi (5.9.) manfiy bo'lmagan yechimlar to'plamida cheklanmaganligi sababli yechilmaydi.

Isboti. Masalan, $\Delta_n < 0, g_{1n} \leq 0, g_{2n} \leq 0, \dots, g_{mn} \leq 0$ bo'lsin. U holda biz cheklashlar tizimining umumiy yechimi (5.13.) da X_n o'zgaruvchini cheklanmagan holda, $x_{m+1} = \dots = x_{n-1} = 0$ qo'yib, oshirishimiz mumkin va unda (5.18.) ifodadan ko'rish mumkinki, maqsad funksiyasi

chegaralanmagan holda o'sadi. Shundan kelib chiqqan holda optimal yechim mavjud emas.

Endi faraz qilaylik, (5.11.) asosiy yechim optimal emas va har qanday erkin, Δ_j musbat koeffitsiyentli noma'lum X_j uchun boshqa erkin noma'lumlarni nolga teng qiymatlarida uni manfiy bo'lmagan chegaralangan sohasini ko'rsatish mumkin, bu holda qanday qilib optimal yechimni qidirish mumkin?

Eng avvalo, shuni ta'kidlaymizki, maqsadli funksiya Z ni bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchi X_j ga nisbatan boshqa erkin o'zgaruvchilarni nolga teng qiymatlarida o'zgarish tezligi, (5.18.) dan ko'rish mumkinki, $\partial = / \partial x_j = -\Delta_j$ xususiyl hosilasi bilan aniqlanadi. Demak, maqsad funksiyasi yordamchi tenglamalar tizimining oxirgi tenglamasida (5.17.) modul o'yicha Δ_j ning eng katta koeffitsiyenti mavjud bo'lgan erkin o'zgaruvchi ortishi bilan eng tez ortadi. Bunday koeffitsiyent Δ_s bo'lsin, ya'ni

$$\min_{j=1,2,\dots,n} (\Delta_j) = \Delta_s \quad (5.20.)$$

Noma'lum X_s boshqa erkin noma'lumlarning nol qiymatlarida cheksiz o'sa olmas ekan va maqsad funksiyasini maksimallashtirmoqchi bo'lganimizda, noma'lum X_s ga umumiy yechimdan (5.13.) chegaraviy shartlar tizimining manfiy bo'lmagan yechimi (5.9.) ni izohlab, olishi mumkin bo'lgan eng katta qiymatni beramiz. Bilamizki, bu ekstremal yechim tizimning yangi afzallik shakliga (5.9.) mos keluvchi yangi asosiy manfiy bo'lmagan yechimga to'g'ri keladi, buning uchun noma'lum X_s ni echuvchi deb qabul qilish kifoya va tizimni (5.9.) simpleks qayta o'zgarishga bo'ysundiradi. Agar

$$\min_{i=1,2,\dots,m} \left(\frac{h_i}{g_{is}} \right) = \frac{h_r}{g_{rs}} \quad (5.21.)$$

U holda, bu qayta o'zgarishda yechim tenglamasi uchun r -inchini olishimiz kerak bo'ladi. Chegaraviy shartlar tenglamalar tizimining yangi bazis musbat, ya'ni chiziqli dasturlash masalasining yangi qabul qilinadigan yechimini (5.8)—(5.9) olshimiz bilanoq, bu yechimning optimalligini darhol tekshirishimiz kerak bo'ladi. Buning uchun maqsad funksiyani yangi erkin noma'lumlar bo'yicha ifodalashimizga to'g'ri keladi, ya'ni (5.15.) tenglamadan asosiy songa o'tadigan noma'lum X_s larni chiqarib tashlaymiz. Shuning uchun barcha tenglamalardan r -inchidan tashqari noma'lum X_s larni istisno qilgan holda (5.17.) butun

yordamchi tenglamalar tizimini o'zgartiramiz. Bunda tizim (5.17.) quyidagi shaklga aylanadi:

$$\begin{cases} x_i + g'_{ir}x_r + \sum_{j=m+1}^{n(j \neq s)} g'_{ij}x_j = h'_i, & i \neq r, \\ x_s + g'_{rr}x_r + \sum_{j=m+1}^{n(j \neq s)} g'_{rj}x_j = h'_r, \\ z + \Delta'_r x_r + \sum_{j=m+1}^{n(j \neq s)} \Delta'_j x_j = z'_0, \end{cases} \quad (5.22.)$$

(5.22) tenglamalar tizimining noma'lumlar koeffitsiyentlari va ozod hadlari (5.17) tizimning koeffitsiyentlari va ozod hadlariga bog'liq holda hosil bo'ladigan formulalari:

$$\begin{cases} g'_{ij} = g_{ij} - g_{is} \frac{g_{rj}}{g_{rs}}, & i \neq r, \\ g'_{rj} = \frac{g_{rj}}{g_{rs}}, \\ \Delta'_j = \Delta_j - \Delta_s \frac{g_{rj}}{g_{rs}}, & z'_0 = z_0 - \Delta_s \frac{h_r}{g_{rs}}. \end{cases} \quad (5.23)$$

(5.22) tizimning birinchi m tenglamalari bilan aniqlanadigan asosiy musbat yechim

$$\begin{aligned} x_1 = h'_1, x_2 = h'_2, \dots, x_{r-1} = h'_{r-1}, x_r = 0, x_{r+1} = h'_{r+1}, \dots, x_m = h'_m, \\ x_{m+1} = 0, \dots, x_{s-1} = 0, x_s = h'_r, x_{s+1} = 0, \dots, x_n = 0 \end{aligned} \quad (5.24.)$$

Chiziqli dasturlash masalasining (5.8.)—(5.10) maqbul yechimlaridan biri hisoblanadi. Maqsad funksiyaning mos qiymati sistemaning oxirgi tenglama (5.22.) ning o'ng tomoni z'_0 ga teng.

(5.21.) tizimning eng oxirgi tenglamasidan maqsad funksiyasining yangi erkin noma'lumlardan iborat ifodasini olamiz:

$$z = z'_0 - \Delta'_r x_r - \Delta'_{m+1} x_{m+1} - \dots - \Delta'_{s-1} x_{s-1} - \Delta'_{s+1} x_{s+1} - \dots - \Delta'_n x_n,$$

hamda uning yordamida (5.24.) yechimni, ifodalangan mezonlar yordamida optimallik uchun tekshirish mumkin.

Aytish mumkinki, chiziqli dasturlash masalasini yechish (5.17.) yordamchi tenglamalar tizimini tuzishga hamda uni (5.22.) ko'rinishga

aylantirish va hokazo. Yuqorida ko'rsatilgan qo'shimchalar bilan (5.22.) tizimning kengaytirilgan matritsasini o'z-o'zidan ikkinchi simpleks jadval deb atash mumkin, xuddi shunday uchinchi simpleks jadval aniqlanadi va hokazo. Chiziqli dasturlash aniq bir masalasining yechimini topish birinchi simpleks jadvalni tuzishga va uni rekkurent formulalar (5.23.) yordamida o'zgartirishdan iborat bo'ladi, ya'ni odatdagi chiqarib tashlash formulalari orqali faqat shunday o'ziga xoslik bilanki, endi muayyan qoidalar bo'yicha hal qiluvchi element tanlanadi. Yechish jarayoni simpleks jadvallar ketma-ketligi ko'rinishida yoziladi.

Qayd etishimiz kerakki, hisoblashlarni nazorat qilish imkoniyati bor. Chiqarib tashlash qoidalariga ko'ra oldingisidan navbatdagi simpleks jadval olingandan so'ng, o'sha birinchi simpleks jadvalni oxirgi qatori elementlari hisoblangan qoidalar asosida oxirgi qator elementlarini yana bir bor hisoblash mumkin.

Ta'kidlaymizki, har bir simpleks jadval ortidan qandaydir chiziqli tenglamalar tizimini ko'rish zarur, ulardan birinchi m tasi tenglamalar tizimining afzal turlaridan birini aniqlasa, $(m+1)$ tenglamadan maqsad funksiyaning erkin noma'lumlar orqali ifodalangan ko'rinishi oson hosil bo'ladi.

Shunday qilib, yangi va yangi yechimlarga o'tish jarayoni optimal yechim olinmaguncha yoki chiziqli funksiyani (5.8.), chegaraviy shartlar tizimining (5.9.), (5.10.) yechimlari to'plamida cheklanmaganligi isbotlanmaguncha davom etaveradi. Lekin bu tasdiq ko'rilyotgan masalani xos bo'lmagan, ya'ni yechish jarayonining birorta ham bosqichida tenglamalar tizimining (5.9.) ozod hadlarining birontasi nolga aylanmagan sharoitidagina o'rinlidir.

$h_r \neq 0$ da (5.23.) dan kelib chiqib, maqsad funksiyasining yangi qiymati oldingisidan kichikdir va ma'lum qadamlardan so'ng biz optimal yechimga kelamiz yoki masalani yechilmasligini isbotlaymiz, chunki qadamlar soni asosiy yechimlar C_n^m sonidan katta bo'lishi mumkin emas, ular ichida manfiy bo'lmaganlari ancha kamdir.

Xos bo'lgan holatda esa bitta yoki bir nechta bosqichda yechish tenglamasining ozod hadi nolga teng bo'lgan holat bo'lishi mumkin va maqsad funksiyasini qiymati keyingi mumkin bo'lgan asosiy yechimga o'tishda o'zgarmaydi. Ko'p qaytariladigan, ya'ni bir yechimga ko'p qaytadigan asosiy yechimlar ketma-ketligini tanlash imkoniyati paydo bo'ladi.

Chiziqli dasturlash masalasini yechishdagi “ko‘p qaytarilish” imkoniyatini bartaraf etishning turli usullari ma’lum, ularning mohiyati xos bo‘lgan, ya’ni matritsaga tegishli bo‘lgan tizimdagi hal qiluvchi tenglamani tanlashda vujudga keladigan birxilmaslikni bartaraf etishdir va bundan kelib chiqqan holda, asosiylar qatoridan chiqarib tashlanadigan tenglama. Lekin biz ularni ko‘rmaymiz, chunki shu vaqtga qadar birorta amaliy masala “ko‘p qaytarilishga” olib kelmagan, mashina yordamidagi hisoblashlarda, odatda, noaniqlik holatida, garchi ulardan birortasini olish mumkin bo‘lsa ham echuvchi sifatida mumkin bo‘lganlar ichidan eng kichik raqamga ega bo‘lgan tenglama qabul qilinadi.

Misol. Chiziqli funktsiyaning maksimum qiymatini topish talab etiladi.

$$z = -3x_1 + 4x_2 - 5x_3 + 17x_4 - x_5 \rightarrow \max \quad (5.25.)$$

Quyidagi shartlarda

$$\begin{cases} x_1 + x_3 - 2x_4 + 4x_5 = 5 \\ x_2 - x_3 + 3x_4 + x_5 = 1 \end{cases} \quad (5.26.)$$

$$\text{Va } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0 \quad (5.27.)$$

Yechim. Chiziqli dasturlash masalasining (5.25.)-(5.27.) mumkin bo‘lgan yechimlaridan biri (5.26.) tizimning manfiy bo‘lmagan asosiy yechimi bo‘ladi.

$$x_1 = 5, x_2 = 1, x_3 = 0, x_4 = 0, x_5 = 0.$$

Unga maqsad funksiyasining $z_0 = -3 \cdot 5 + 4 \cdot 1 - 5 \cdot 0 + 17 \cdot 0 - 0 = -11$ ga teng bo‘lgan qiymati to‘g‘ri keladi. (5.26.) tenglamalar tizimi afzalroq ko‘rinishga ega, undan umumiy yechimni topish oson:

$$\begin{cases} x_1 = 5 - x_3 + 2x_4 - 4x_5, \\ x_2 = 1 + x_3 - 3x_4 - x_5 \end{cases}$$

Agar maqsad funksiyasini quyidagi ko‘rinishda qayta yozib chiqsak, ravshanki

$$-z - 3x_1 + 4x_2 - 5x_3 + 17x_4 - x_5 = 0 \quad (5.28.)$$

Bu holda maqsad funksiyasi uchun ifodadan asosiy noma’lumlarni chiqarib tashlash uchun, (5.26.) tizimning birinchi tenglamasini – 3 ga, ikkinchisini esa 4 ga, hosil bo‘lgan ko‘paytmalarni qo‘shish va natijadan (5.28.) maqsad funksiyasi uchun oxirgi ifodani ayirish yetarlidir.

$$z - 2x_3 + x_4 - 7x_5 = -11$$

(5.2.) jadvalda birinchi simpleks jadval ko'rsatilgan. (5.9.) jadvalni oxirgi qatorining elementlari (5.12.) va (5.16.) formulalar yordamida hisoblangan, bunda shu hisobga olinganki, Δ_1 va Δ_2 lar asosiy noma'lumlarga mos keluvchilar sifatida nolga tengdir.

$$z_0 = (-3,4)(5,1) = -3 \cdot 5 + 4 \cdot 1 = -11;$$

$$\Delta_3 = (-3,4)(1,-1) - 5 = -3 \cdot 1 + 4 \cdot (-1) - 5 = -2;$$

$$\Delta_4 = (-3,4)(-2,3) - (-17) = -3 \cdot (-2) + 4 \cdot 3 + 17 = 1;$$

$$\Delta_5 = (-3,4)(4,1) - 1 = -3 \cdot 4 + 4 \cdot 1 - 1 = -7;$$

5.2.-jadval

Chiziqli dasturlashning birinchi simpleks jadvali

\bar{c}	Базис	h	-3	4	-5	17	-1
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
-3	x_1	5	1	0	1	-2	4
4	x_2	1	0	1	-1	3	1
	$z_0 - z$	$-11 - z$	0	0	-2	1	-7

Birinchi simpleks jadvalni chiziqli tenglamalar tizimining kengaytirilgan matritsasi sifatida ko'rish mumkin.

$$\begin{cases} x_1 + x_3 - 2x_4 + 4x_5 = 5, \\ x_2 - x_3 + 3x_4 + x_5 = 1, \\ z + 2x_3 - x_4 + 7x_5 = -11. \end{cases} \quad (5.29.)$$

Bunda $z = -11 + 2x_3 - x_4 + 7x_5$.

Hosil bo'lgan asosiy yechim optimal emas, chunki maqsad funksiyasi X_3 erkin noma'lumni $x_4 = x_5 = 0$ saqlangan holda, hamda o'sganida ham, shuningdek, X_5 ni o'sganida ham, agar qolgan erkin noma'lumlar x_3, x_4 ning qiymatlarini nolga tengligi saqlangan holda kamayadi.

Simpleks jadvalning oxirgi qatorida, x_3 va x_5 erkin o'zgaruvchilarda $\Delta_3 = -2$ va $\Delta_5 = -7$ manfiy koeffitsiyentlar mavjud va tenglamalar tizimida shu noma'lumlarni har qanday birini mavjudligida hech bo'lmaganda bitta musbat koeffitsiyent bor.

X_5 ni hal qiluvchi noma'lum deb qarab, (5.26.) tenglamalar tizimini o'zgartiramiz. (5.26.) tenglamalar tizimining erkin a'zolarini X_5 o'zgaruvchining mos ijobiy koeffitsiyentlariga nisbatini tuzgan va $\min\{5/4;1/1\}=1/1$ topgan holda yechuvchi sifatida (5.26.) tizimning ikkinchi tenglamasi olinishi lozimligini aniqlaymiz. X_5 noma'lumni (5.29.) yordamchi tizimning barcha tenglamalaridan, ikkinchi tenglamadan tashqari, Jordan-Gauss usulining odatiy qoidalari bo'yicha chiqarib tashlaymiz. X_5 o'zgaruvchi asosiyga, X_2 ozod hadga aylanadi. (5.30.) tizim quyidagi ko'rinishga aylanadi:

$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 + 5x_3 - 14x_4 & = 1, \\ x_2 - x_3 + 3x_4 + x_5 & = 1, \\ z - 7x_2 + 9x_3 - 22x_4 & = -4. \end{cases} \quad (5.30)$$

Bu tizimning birinchi ikkita tenglamasi bilan aniqlanadigan manfiy bo'lmagan asosiy yechim

$$x_1 = 1, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 0, x_5 = 1,$$

Chiziqli dasturlash (5.25.) – (5.27.) masalasining mumkin bo'lgan yechimlaridan biri bo'ladi, unga maqsad funksiyasining qiymati javob beradi

$$z = -4 - 7x_2 + 9x_3 - 22x_4$$

Bu yechim ham optimal emas va maqsad funksiyasi X_3 ni o'qishida o'sadi, agar $x_2 = x_4 = 0$ deb olinsa, X_3 noma'lumni yechuvchi deb qabul qilamiz va (5.30.) tizimning birinchi ikkita tenglamasini simpleks qayta tuzilishiga keltiramiz. Yechuvchi birinchi tenglama bo'lib, (5.30.) tizimning birinchi tenglamasidan tashqari barcha tenglamalaridan X_3 ni chiqarib tashlaymiz hamda cheklovlar tizimining uchinchi asosiy yechimini va unga mos maqsad funksiyasining qiymatini ifodalovchi yangi qo'shimcha chiziqli tenglamalar tizimini olamiz.

Yechish jarayoning to'liq ko'rinishi 5.3-jadvalda keltirilgan.

To'rtinchi simpleks jadvalda Δ_j orasida birorta ham manfiy yo'q. Shuning uchun, to'rtinchi asosiy yechim $x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 17, x_4 = 6, x_5 = 0$ optimal bo'ladi, maqsad funksiyasining eng katta qiymati 17 ga teng.

5.3.-jadval

Chiziqli dasturlash masalasini yechish jarayonining to'liq ko'rinishi

\bar{c}	Базис	h	-3	4	-5	17	-1
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
-3	x_1	5	1	0	1	-2	4
4	x_2	1	0	1	-1	3	1
	$z_0 - z$	$-11 - z$	0	0	-2	1	-7
-3	x_1	1	1	-4	5	-14	0
-1	x_5	1	0	1	-1	3	1
	$z_0 - z$	$-4 - z$	0	7	-9	22	0
-5	x_3	1/5	1/5	-4/5	1	-14/5	0
-1	x_5	6/5	1/5	1/5	0	1/5	1
	$z_0 - z$	$-11/5 - z$	9/5	-1/5	0	-16/5	0
-5	x_3	17	3	2	1	0	14
17	x_4	6	1	1	0	1	1
	$z_0 - z$	$17 - z$	5	3	0	0	16

Nazorat savollari:

1. Qaror qabul qilishda chiziqli dasturlash masalasini tavsilab bering.
2. Maqsad funksiyasi deganda nimani tushunasiz?
3. Masalaning chegaraviy shartlarini izohlab bering.
4. Chiziqli dasturlash masalasi yechimining qanday mezonlari bor?
5. Chiziqli dasturlash masalasining asosiy optimal yechimini yagonalik mezoni to'g'risida nimalar bilasiz?
6. Qaror qabul qilishda chiziqli dasturlash masalasining yechilmaslik mezoni qanday mazmunga ega?
7. Chiziqli dasturlashning simpleks usuli to'g'risida nimalarni bilasiz?

VI BOB. CHIZIQLI DASTURLASHDA IKKILANGANLIK MASALALARI

- 6.1. Ikkilanganlik masalasining ta'rifi.**
- 6.2. Ikkilangan masalalarning matematik modellari.**
- 6.3. Ikkilanganlikning asosiy teoremlari.**
- 6.4. Ikkilangan masalaning optimal yechimi.**

6.1. Ikkilanganlik masalasining ta'rifi

Ta'rif. Chiziqli dasturlashning boshlang'ich masalasi to'g'ri masala deyiladi. Chiziqli dasturlashni har bir masalasiga berilgan tartibda ikkilanganlik masalasini mos ravishda (boshlang'ichga nisbatan ikkilanganlik) qo'yish mumkin. Bu ikki masala o'zaro bir-biri bilan chambarchas bog'liq bo'lib, ikkilanganlik masalalarining bir butun juftligini tashkil etadi.

Boshlang'ich va ikkilanganlik masalalari o'rtasidagi bog'liqlik shundayki, ulardan birining yechimini ikkinchisining yechimidan olish mumkin.

Boshlang'ich masalaning modelini tuzilishiga qarab ikkilanganlik masalalari simmetrik, simmetrik bo'lmagan va aralash masalalarga ajratiladi. Ular cheklovlarning turlari \leq, \geq eku = belgilar bilan aniqlanadilar, o'zgaruvchilarning belgilari (manfiy bo'lmagan yoki belgi bo'yicha ixtiyoriy) va optimallashtirishning turi (maqsad funksiyasini maksimallashtirish va minimallashtirish) bo'yicha farqlanadilar.

Ikkilanganlik masalalarining tavsiflari:

1. Bir masalada maqsad funksiyasining maksimumi izlanadi, ikkinchisida esa minimumi.

2. Masalalardan birining maqsad funksiyasi o'zgaruvchilarini narxlari boshqa masalani cheklovlar tizimining erkin a'zolari hisoblanadi.

3. Maqsad funksiyasini maksimumini topish masalasida cheklovlar tizimining barcha tengsizliklari " \leq " ishoraga ega, minimallashtirish masalasida esa " \geq " ishorasiga ega bo'ladi.

4. To'g'ri masalani m cheklovining har biriga ikkilangan masalani o'zgaruvchisi mos keladi.

5. To'g'ri masalani n o'zgaruvchisining har biriga ikkilanganlik masalasini cheklovi mos keladi.

6. Bir masalaning cheklashlar sistemasi o'zgaruvchilari uchun sonli koeffitsiyentlar matritsasi boshqa masalaning cheklashlar sistemasi o'zgaruvchilari uchun sonli koeffitsiyentlar matritsasiga nisbatan ko'chadi.

6.2. Ikkilangan masalalarning matematik modellari

Simmetrik ikkilangan masalalar.

6.1.-jadval

Simmetrik ikkilangan masalalar ko'rinishlari

Turi	To'g'ri masala: $X_{opt} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ toping	Ikkilangan masalalar: $Y_{opt} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ toping
I turi	$L = C \cdot X \rightarrow \max, \begin{cases} A \cdot X \leq B, \\ x_j \geq 0 \end{cases}$	$S(Y) = B \cdot Y \rightarrow \min, \begin{cases} A^T \cdot Y \geq C, \\ y_i \geq 0 \end{cases}$
II turi	$L = C \cdot X \rightarrow \min, \begin{cases} A \cdot X \leq B, \\ x_j \geq 0 \end{cases}$	$S(Y) = B \cdot Y \rightarrow \max, \begin{cases} A^T \cdot Y \geq C, \\ y_i \geq 0 \end{cases}$

Simmetriklikning tavsiflari

1. Ikkala masala (boshlang'ich va ikkilangan) standart hisoblanadi (cheklovlar tizimi faqat tengsizliklardan iborat, (6.1.-jadval)).

2. Cheklovlarning har ikkala tizimida o'zgaruvchilarning manfiy emaslik shartlari mavjud (6.1.-jadval).

Nosimmetrik ikkilangan masalalar.

6.2.-jadval

Nosimmetrik ikkilangan masalalar ko'rinishlari

Turi	To'g'ri masala: $X_{opt} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ni toping	Ikkilangan masalalar: $Y_{opt} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ ni toping
I turi	$L = C \cdot X \rightarrow \max, \begin{cases} A \cdot X = B, \\ x_j \geq 0 \end{cases}$	$S(Y) = B \cdot Y \rightarrow \min, A^T \cdot Y \geq C$
II turi	$L = C \cdot X \rightarrow \min, \begin{cases} A \cdot X = B, \\ x_j \geq 0 \end{cases}$	$S(Y) = B \cdot Y \rightarrow \max, A^T \cdot Y \leq C$

Nosimmetriklikning tavsiflari:

1. Masalalardan biri (boshlang‘ich) asosiy hisoblanadi (cheklovlar tizimi faqat tenglamalardan iborat), boshqasi (ikkilangan) – standart (cheklovlar tizimi faqat tengsizliklardan iborat) (6.2.-jadval).

2. Cheklovlar tizimi va tengsizliklar tizimida ikkilangan masala uchun (standart) o‘zgaruvchilarning manfiy bo‘lmaslik sharti mavjud emas.

Aralash ikkilangan masalalar.

To‘g‘ri masalaning matematik modeli tenglik va tengsizlik ko‘rinishidagi chegaraviy shartlardan iborat bo‘ladi (umumiy ko‘rinishdagi masala). Ikkilangan masalani tuzishda simmetrik va nosimmetrik masalalarga o‘tish qoidalarini bajarish zarur. 6.3.-jadvalda optimallashtirish va cheklashlarning turi, ikkilangan masalani o‘zgaruvchilarining belgisini aniqlovchi qoidalar berilgan.

6.3.-jadval

Ikkilangan masalaning optimallashtirish va chegaraviy shartlarining turlari, o‘zgaruvchilarning belgilarini aniqlovchi qoidalar

To‘g‘ri masala		Ikkilangan masala		
Maqsad funksiyasi	Chegaraviy shartlar turlari	Maqsad funksiyasi	Chegaraviy shartlar turlari	O‘zgaruvchilar
Maksimallashtirish	\leq	Maksimallashtirish	\geq	Manfiy bo‘lmagan
	$=$			Ozod hadlar
Minimallashtirish	\geq	Minimallashtirish	\leq	Manfiy bo‘lmagan
	$=$			Ozod hadlar

6.3. Ikkilanganlikning asosiy teoremlari

1-teorema. (nosimmetrik ikkilangan masalalar jufti uchun 1-ikkilanganlik teoremasi).

Agar juft ikkilangan masalalarning biri optimal yechimga ega bo‘lsa, u holda boshqasi ham optimal yechimga ega bo‘ladi,

shuningdek, to'g'ri va ikkilangan masalalarni har qanday optimal yechimlari X_{opt} va Y_{opt} uchun quyidagi tenglik bajariladi:

$$L(X_{opt}) = S(Y_{opt})$$

Agar masalalardan biri chegaralanmagan maqsad funksiyasiga ega bo'lsa, u holda boshqasi yechilmaydi, ya'ni mumkin bo'lgan yechimlarga ega emas.

2-teorema. (simmetrik ikkilangan masalalar juftligi uchun ikkinchi teorema).

Ikkilangan masalani optimal rejasining musbat komponentlari berilgan nosimmetrik masalaning maqsad funksiyasini, uning optimal yechimini asosiy bo'lmagan o'zgaruvchilari orqali ifodalangan bahosini optimal qiymatlariga teng.

Natija. Boshlang'ich masalaning optimal yechimini musbat (asosiy) komponentlariga ikkilangan masalaning optimal yechimini nolga teng komponentlari mos keladi.

3-teorema. (qo'shimcha qat'iy emaslik to'g'risida).

Juft ikkilangan masalalar $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ ning mumkin bo'lgan yechimlari optimal bo'lishi uchun, ular quyidagi tenglamalar tizimini qondirishlari zarur va yetarli:

$$x_j \cdot \left(\sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot y_i - c_j \right) = 0, \quad \forall j = \overline{1, n},$$

$$y_i \cdot \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j - b_i \right) = 0, \quad \forall i = \overline{1, m}.$$

Teoremadagi tenglamalar tizimini tahlil kilamiz:

$$y_i \cdot \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j - b_i \right) = 0 \Rightarrow \begin{cases} y_i > 0 & \Rightarrow \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j = b_i, \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j < b_i & \Rightarrow y_i = 0. \end{cases} \quad (6.1.)$$

$$(6.2.)$$

$$(6.3.)$$

$$x_j \cdot \left(\sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot y_i - c_j \right) = 0 \Rightarrow \begin{cases} x_j > 0 & \Rightarrow \sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot y_i = c_j, \\ \sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot y_i > c_j & \Rightarrow x_j = 0. \end{cases} \quad (6.4.)$$

Xulosa:

(6.1.) – Agar y_i komponent musbat bo‘lsa, u holda i – resursdan to‘liq foydalaniladi.

(6.2.) – agar i resursdan to‘liq foydalanilmasa, u holda y_i komponent nolga teng.

(6.3.) – agar mahsulotning j turi optimal rejaga kirgan bo‘lsa, u holda ikkilangan baholashlarda zarar (yo‘qotish) bo‘lmaydi (ya’ni, uni ishlab chiqarish uchun ketadigan harajatlar foydaga teng).

(6.4.) – agar mahsulotning j turi foydasiz (zararli) bo‘lsa, boshlang‘ich masalaning optimal rejasiga kirmaydi.

6.4. Ikkilangan masalaning optimal yechimi

To‘g‘ri va ikkilangan masalalar bir-birlari bilan shunchalik o‘zaro bog‘liqdirlarki, bir masalaning optimal yechimi boshqa masalaning optimal yechimini ifodalovchi

Simpleks jadvaldan (qo‘shimcha hisob-kitoblarsiz) bevosita olish mumkin. Bu ko‘rsatkichni olish usullarini ko‘rsatamiz.

1-usul. Agar to‘g‘ri masalaning optimal yechimida musbat $x_j > 0$ komponent mavjud bo‘lsa, u holda 3-teoremaga ko‘ra ikkilangan masalaning mos j -inchi cheklovi teng ko‘rinishida bajariladi. Bunday holat ikkilangan masalaning optimal yechimini topish uchun tenglamalar tizimini tuzishga imkoniyat beradi.

Agar X_{opt} komponentni to‘g‘ri masalaning komponentlar tizimiga qo‘yilishida j -inchi chegaraviy shart qat’iy tengsizlik sifatida bajarilsa, u holda 3-teoremaga ko‘ra ikkilangan masalaning mos o‘zgaruvchisi nolga aylanadi, ya’ni $y_i = 0$.

2-usul. Ushbu usul simpleks jadvallar va 1-teoremadan foydalanishga asoslangan.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Иккиланга} \\ \text{ўзгарувчиларни} \\ \text{оптимал} \\ \text{кийматлари} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Тугри масалани оптимумидæи} \\ \text{асосий узгарувчиларини максад} \\ \text{функциясини бошлангич коэффициент} \\ \text{ларини вектор – катори} \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{Тугри масалани} \\ \text{оптимумидæи} \\ \text{тескари матрица} \end{array} \right\}$$

Maqsad funksiyasining berilgan koeffitsiyentlarini vektor-qatori elementlari, simpleks jadvaldagi asosiy o'zgaruvchilar asosiy ustunda qanday tartibda keltirilgan bo'lsa, shunday tartibda keltirilgan bo'lishi kerak.

3-usul. Bu usul o'zgaruvchilar o'rtasidagi (2-teoremadan kelib chiqadi) o'zaro bir qiymatli moslikka asoslanadi. To'g'ri masalaning asosiy o'zgaruvchilariga ikkilangan masalaning balans o'zgaruvchilari to'g'ri keladi va aksincha (6.4.-jadval).

Ikkilangan masalaga nisbatan ikkilangan masala to'g'ri masala bo'lganligi sababli, bu usullar to'g'ri va ikkilangan masalalar uchun simmetrikdir. Bunday holat hisob-kitoblarni xuddi shunday masala (to'g'ri yoki ikkilangan) bo'yicha amalga oshirish mumkinligini ifodalaydi, bu hisoblash resurslarini kam talab etadi (kam sondagi cheklovlardan iborat masala kam hajmdagi hisob-kitoblarga ega).

6.4.-jadval

To'g'ri va ikkilangan masalalardagi o'zgaruvchilar to'g'risida ma'lumot

To'g'ri masala											
Asosiy o'zgaruvchilar						Balans o'zgaruvchilar					
x_1	x_2	...	x_j	...	x_n	x_{n+1}	x_{n+2}	...	x_{n+i}	...	x_{n+m}
↓	↓	...	↓	...	↓	↓	↓	...	↓	...	↓
y_{m+1}	y_{m+2}	...	y_{m+j}	...	y_{m+n}	y_1	y_2	...	y_i	...	y_m
Balans o'zgaruvchilar						Asosiy o'zgaruvchilar					
Ikkilangan masala											

Yechilayotgan masalaning optimal yechimi topilgandan so'ng teskari masalaning optimal yechimi yuqorida keltirilgan usullardan biri orqali aniqlanadi.

Agar yechish jarayonida sun'iy bazis usuli qo'llanilgan bo'lsa, u holda simpleks jadvalda sun'iy o'zgaruvchilardan xalos bo'lmaslik kerak.

Nazorat savollari:

1. To'g'ri masala va ikkilangan masalalarga ta'rif bering.
2. Ikkilangan masalaning maqsad funksiyalari va chegaraviy shartlarini izohlab bering?
3. Ikkilangan masalaning yechish usullari to'g'risida nimalar bilasiz?
4. Simpleks usulining mazmuni qanday?
5. Ikkilangan masalaning qanday asosiy teoremlarini bilasiz?
6. Simmetrik ikkilangan masalalarning mazmunini yoritib bering.
7. Nosimmetrik ikkilangan masalalar qanday mazmunga ega?
8. Ikkilangan masalalarning maqsad funksiyasi va chegaraviy shartlariga qo'yiladigan talablar nimalardan iborat?
9. Ikkilangan masalalarning optimal yechimining mazmunini tavsiflab bering.

VII BOB. TIZIMLI YONDASHUV VA IQTISODIY TIZIMLARNI MODELLASHTIRISH

7.1. Qaror qabul qilishga tizimli yondashuv.

7.2. Qaror qabul qilishning eng yaxshi alternativ usullari.

7.3. Iqtisodiy tizimlarni modellashtirish.

7.1. Qaror qabul qilishga tizimli yondashuv

Qaror qabul qilish muammolarini muhokama qilishda ko‘pincha tizimli yondashuv va tizimli tahlil to‘g‘risidagi muammolar ko‘p gapiriladi. Biz muammoni to‘laligicha ko‘rib chiqish, muhokama uchun qandaydir muhim xususiyatga ega bo‘lmasa-da, uni muhokamadan “chiqarib tashlash” kerak emasligi haqida gaplashamiz. Xonadonning har bir kvadrat metrini narxi ommaviy qurilayotgan uylarning umumiy narxidan kelib chiqqan holda hisoblash kerak.

Masalan, plastik kartochkalarni tarqatishga mas’ul bo‘lgan bank boshqaruvchisi reklamaga katta e’tibor berishi mumkin. Ayni paytda unga “bank – kartochka egalari” tizimidan “bank – tashkilot rahbarlari – kartochka egalari” tizimiga o‘tish ma’quldir. Chunki, plastik kartochkalar bilan ish haqi to‘lash to‘g‘risida buyruq bergan muassasa rahbari bilan tuzilgan bitim bank boshqaruvchisiga qimmat, doimo beriladigan reklamadan ko‘ra kartochka egalarining sonini ko‘paytirish imkonini beradi.

«Tizim» tushunchasining o‘nlab turli ta’riflari mavjud. Ularning umumiyliigi shundaki, tizim uning elementlari orasidagi bog‘lanishlarga ega bo‘lgan to‘plam sifatida gapiriladi. Tizimning yaxlitligi va uning atrof-muhitdan «ajralib chiqishi» tizim ichidagi munosabatlarning tizim ichida joylashgan har qanday element bilan har qanday elementning aloqasidan ancha kuchli bo‘lishi bilan ta’minlanadi. Rossiya Fanlar Akademiyasi to‘liq a’zosi N. N. Moiseev ta’rifi bilan: «tizimlari tahlil – turli muhitda murakkab axborotlarni tahlil etishni talab qiladigan muqobil variantlarni tanlash sharoitida qaror qabul qilish muammolari bilan shug‘ullanuvchi fandır»¹.

¹ В.И.Малыхин, С.И.Моисеев. «Математические методы принятия решений», учебное пособие, Воронеж, 2009г.

Qaror qabul qilishning zamonaviy usullari. Yuqorida aytib o‘tilgan yoki qisqacha muhokama qilingan usullardan tashqari, avvalo ekspert usullari, qaror qabul qilishda zamonaviy amaliy matematika usullarining butun majmuasidan foydalaniladi. Ular vaziyatni baholash va maqsadlarni tanlashda bashorat qilish, turli xil qarorlarni ishlab chiqish va ulardan eng yaxshisini tanlash uchun ishlatiladi. Avvalo optimallashtirishning mumkin bo‘lgan barcha usullarini (matematik dasturlash) nomlash kerak. Ko‘p mezonlar bilan ishlashda mezonlarni konvertatsiya qilishning turli usullari, shuningdek, inson kompyuter muloqoti jarayonida qarorni ishlab chiqishga imkon beruvchi interaktiv kompyuter tizimlari qo‘llaniladi. Qaror qabul qilishda kompyuter tizimlariga asoslangan va “Agar, bo‘lsa, natija.....?” savoliga javob beradigan imitatsion modellashtirish, statistik sinov (Monte-Karlo) usuli hamda ishonchlilik modellari qo‘llaniladi. Ko‘pincha, jumladan, tanlanma tekshiruv usullaridan, statistik (ekonometrik) usullarga ehtiyoj tug‘iladi. Qaror qabul qilishda ehtimollik-statistik modellar kabi, ma’lumotlar tahlili usuli ham qo‘llaniladi.

Bizning ba’zi bir rivojlanmagan ishlab chiqarish bilan bog‘liq tijorat firmalarimiz rejalashtirish bilan bog‘liq muammolarning yechimi bo‘yicha qarorlar qabul qilishda yuqorida keltirilgan nazariyalardan foydalanmaydilar, chunki ko‘pincha qabul qilinishi lozim bo‘lgan qarorlar oldindan aniq. Bunday hollarda biznesni boshqarishga tizimli yondashuvni qo‘llash katta qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Ishlab chiqarish rivojlangan korxonalarda uning rahbari yoki ish boshqaruvchisi mustaqil ravishda qaror qabul qila olmaydi, chunki korxonadagi mavjud bo‘limlarning ish faoliyati bir tizimga solinmagan. Bu bo‘limlar tomonidan qabul qilinayotgan qarorlar bir-birini to‘ldirmaydi, ko‘pincha bir-biriga ziddir. Shulardan kelib chiqqan holda, qaror qabul qilish nazariyasini korxonalarining samaraadorligini oshirish nuqtai nazaridan o‘rganish lozim.

Amaliyot nazariyasi kibernetika fanining tarkibiga kiradi, shuning uchun operatsion kibernetika deb ataladi. Amaliyot nazariyasini ifodalashda quyidagi iboralar ko‘p ishlatiladi: maqbul qarorlar nazariyasi, qaror qabul qilish nazariyasi. Ushbu nazariyaning vazifalarini bir necha sinflarga bo‘lish mumkin (7.1.-jadval): izlash, taqsimlash, boshqarish, xizmat ko‘rsatish, rejalashtirish, tanlash.

7.1-jadval.

Masalalar sinflari va ularni yechish usullari

Masalalar sinflari	Yechish usullari
Izlash	Chiziqsiz dasturlash
Taqsimlash	Chizikli dasturlash
Zaxiralarni boshqarish	Zaxiralarni boshqarish nazariyasi
Ommaviy xizmat ko'rsatish	Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi
Kalendar rejalashtirish	Jadval nazariyasi (teoreya raspisaniya)
Tanlash	O'yinlar nazariyasi

Muammo nimalar sodir bo'lishi mumkin va nima bo'layotganligi o'rtasidagi farqdan iborat. Shuning uchun ham qaror qabul qilish uchun muammoni batafsil ifoda etish lozim. Muammoni hal qilish uchun bir necha bosqichlarni o'z ichiga olgan quyidagi yondashuvlarni taklif etish mumkin:

- 1) muammoni shakllantirish;
- 2) muammoni yechish uchun amalga oshiriladigan ishlarni tahlil qilish;
- 3) maqsadli shakllantirish;
- 4) istalmagan vaziyatning mumkin bo'lish sabablarini o'rganish;
- 5) nomaqbul vaziyat vujudga kelishining asosiy sabablarini belgilash;
- 6) muqobil qarorlarni aniqlash;
- 7) muqobil qarorlarni yakuniy qaror qabul qilish uchun kerak bo'lgan variantlarini o'rganish va muayyan mezon asosida taqqoslash;
- 8) qaror qabul qilish;
- 9) amalga oshirilishi lozim bo'lgan ishlarni rejalashtirish.

Turli muqobil qarorlardan yakuniy qarorni tanlashda qarorlarni qabul qilishning psixologik jihatlariga ham e'tibor berish, shaxsiy maqsadlarga erishishdan foyda olishga harakat qilish, tizimli yondashuvdan foydalanib, maqsadlarning aniqligi va ravshanligiga e'tibor qaratish lozim.

Qaror qabul qilishning hozirgi vaqtda eng ko'p qo'llaniladigan yondashuvlari: muayyan mavjud vaziyatlardan qat'i nazar, qaror bo'lishi mumkiligini asoslovchi empirik yondashuv. Juda samarali bo'lishi mumkin bo'lgan matematik yondashuv. Matematika boshqaruv va qaror qabul qilish vositasidir. Operatsion yondashuv menejment

faoliyatini baholashga va eng yaxshi natijalarga olib keladigan har qanday ma'lumot yoki nazariy bilimlardan foydalanishga intiladi.

7.2. Qaror qabul qilishning eng yaxshi alternativ usullari

ELECTRE usullari guruhi (ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III) 60-yillarning oxirlarida professor Bernard Roy² boshchiligidagi fransuz olimlari jamoasi bo'lib, ular foydali mezonlar nazariyasiga asoslanmagan ko'p mezonli alternativlarni juft-juft taqqoslash bo'yicha yondashuvni taklif qildilar. Har bir alternativaning bahosi nisbiy (boshqa alternativa bilan solishtirganda).

ELEKTRE usullari allaqachon aniqlangan ko'p mezonli alternativalar bilan bog'liq muammolarni yechishga qaratilgan. Iyerarxiyani tahlil qilish usulidan farqli o'laroq, ELECTRE usullari har bir alternativaning sifat ko'rsatkichini aniqlamaydi, faqat bitta alternativaning boshqasidan ustunligi shartini belgilaydi.

Model amalga oshirilishini alternativa sifatida, qurilgan gidrodinamik modeldagi parametrlarning hisob-kitoblar uchun haqiqiy ma'lumotlardan foydalangan holda standart algoritmlardan foydalangan holda hisoblash natijasida olingan qiymatlardan nisbiy og'ishlarini hisobga olgan holda, biz haqiqiy ma'lumotlarga yaqinroq bajarilishini aniqlash uchun ELECTREI usulini qo'llaymiz.

ELECTREI usulini qo'llashning birinchi bosqichida alternativalar baholanadigan har bir mezonga uning ahamiyatini tavsiflovchi \mathcal{W}_k raqamli qiymati beriladi, bu mezonning og'irligi deb nomlanadi.

Og'irlikni, \mathcal{W}_k ni aniqlagandan so'ng, ushbu mezonlarga ko'ra alternativlarni baholash va $r_{i,k}$ ni k- chiparametr bo'yicha i-chi alternativaning bahosi matritsasini tuzish kerak (7.2-jadval).

Ikkala alternativa juftligi uchun (i, j) alternativ i alternativ j-dan ustun degan faraz ilgari surilgan. N mezonlardan iborat K to'plami uchta pastki qismga bo'linadi:

- K^+ mezonlar to'plami, ular bo'yicha j afzal ko'riladi;
- K^- mezonlar to'plami, unga ko'ra, iga;
- J uchun i afzal bo'lgan K^- mezonlar to'plami.

²Экспертная оценка качества гидродинамических моделей методом ELECTRE Р.Я. Кучумов, Ж.М. Колев // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2012. – № 11. – С. 44–48.

R matritsani baholash

Модель	Параметр					
	1	2	...	k	...	n
1	$r_{1,1}$	$r_{2,1}$		$r_{1,k}$		$r_{1,n}$
2	$r_{1,2}$	$r_{2,2}$		$r_{2,k}$		$r_{2,n}$
...
i	$r_{i,1}$	$r_{i,2}$		$r_{i,k}$		$r_{i,n}$
...
m	$r_{m,1}$	$r_{m,2}$		$r_{m,k}$		$r_{m,n}$

Keyingi bosqichda, alternativ i j dan ustun ekanligi haqidagi gipoteza bilan kelishuv indeksleri C matritsasini tuzamiz. Rozilik indeksini $c_{i,j}$ hisoblash formulalar bo'yicha mezonlarning og'irliklariga asoslanadi:

$$c_{i,j} = \frac{\sum_{k \in K^+, K^-} (w_k)}{\sum_{k \in K} (w_k)}, \quad (7.1)$$

ELECTRE2 usulida:

$$c_{i,j} = \frac{\sum_{k \in K^+} (w_k)}{\sum_{k \in K^-} (w_k)} \quad (7.2)$$

ko'rinishda bo'ladi.

D matritsasi, i dan ustunligi haqidagi gipoteza bilan kelishmovchilik indeksleri $k \in K^-$ - mezoni asosida qurilgan bo'lib, j ning darajasi i dan kattaroq. Agar parametrlar uchun alternativlarni baholash uchun turli xil shkalalar ishlatilgan bo'lsa, u holda kelishmovchilik indeksleri matritsasini qurishda o'lchovlarning uzunligini hisobga olish kerak. D matritsasining elementlari quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$d_{i,j} = \max_{k \in K^-} \left| \frac{r_{j,k} - r_{i,k}}{L_k} \right|, \quad (7.3)$$

bu yerda L_k - k parametr o'lchovining uzunligi

Mos indeksi quyidagi xususiyatlarga ega:

1. $0 \leq c_{i,j} \leq 1$,
2. $c_{i,j} = 1$, agar K^+ va K^- pactki qismlar bo'sh bo'lsa.
3. $c_{i,j}$ har qanday mezoni bir nechta mezonlarga almashtirishda o'zgarmaydi, ularning umumiy og'irligi asl mezonning og'irligiga teng.

Qarama-qarshi indeks xususiyatlari:

1. $0 \leq d_{i,j} \leq 1$,

2. $d_{i,j}$ bir xil uzunlik uchun k mezoniga muvofiq yanada batafsil shkala kiritilishi bilan o'zgarmaydi.

Ustunlik koeffitsiyenti kelishuv s_1 va kelishmovchiliklar d_1 tomonidan berilgan. Agar $c_{i,j} \geq s_1$ va $d_{i,j} \geq d_1$ bo'lsa, u holda alternativ j alternativdan yaxshiroq deb e'lon qilinadi. Agar ushbu darajalarda muqobillarni taqqoslab bo'lmaydigan bo'lsa, ular taqqoslanmaydigan deb e'lon qilinadi. Muqobillarni taqqoslash mumkin bo'lgan kelishuv va kelishmovchilik darajalari tahlil vositasi bo'lib, ushbu darajalarni rozilik koeffitsiyentining talab qilinadigan darajasini asta-sekin pasaytirib, kelishmovchilik koeffitsiyentining zarur darajasini oshirgan holda, mavjud alternativalar to'plami o'rganilmoqda. Berilgan darajalar uchun alternativalar to'plami nomutanosiblik yoki ekvivalentlik jihatidan dominant bo'lmagan elementlarning yadrosini ajratib turadi. Darajalar o'zgarganda, ma'lum yadrodan kichikroq yadro ajratiladi va hokazo. Oxir-oqibat, bitta yaxshiroq alternativani yoki alternativalar guruhini olish mumkin.

7.3. Iqtisodiy tizimlarni modellashtirish

Hozirgi kunga kelib, jahonning eng muvaffaqiyatli kompaniyalari o'z faoliyatini aynan iqtisodiy-matematik usullar hamda zamonaviy kompyuter texnologiyalari asosida tahlil qilib, bozor konyunkturasini o'rganish orqali o'z sotish hajmini oshirishga va raqobatchilaridan ancha ilgari ketishga erishmoqdalar.

Iqtisodiy tahlilda qo'llanilayotgan matematik usullar rivojlanib borayotgan bozor iqtisodiyotining talablariga mos ravishda shakllanayotgan iqtisodiyotning turli muammolarini to'g'ri va aniq yechishga qaratilgan bo'lib, boshqarish, rejalashtirish, tijorat, buxgalteriya hisobi va statistika hamda bashorat qilishda va boshqa ko'p yo'nalishlarda foydalanilmoqda. Matematik dasturlash va matematikaning boshqa usullarini ko'pgina iqtisodiy va injenerlik xarakteriga ega bo'lgan masalalarni yechishda foydalanish hisoblash texnikasi paydo bo'lishi bilan imkoniyat tug'ildi va samarali foydalanilmoqda. Murakkab iqtisodiy masalalarni zamonaviy hisoblash texnikasisiz to'g'ri yechishning imkoniyati yo'q. Shuning uchun zamonaviy kompyuter texnikasidan keng foydalanish zamon talabidir. Kompyuter texnikasi bugungi kunda matematika va statistika fanining mavjud barcha

usullaridan foydalanish imkoniyatini beruvchi elektron jadvallar va dasturlar bilan ta'minlangan. Izlanuvchi iqtisodchilar, katta muvaffaqiyatlarni ko'zlagan biznesmen va menejerlar o'z faoliyatlarida bu usullardan kengroq foydalanishlari uchun ularni chuqurroq o'rganishlari kerak.

Har bir zamonaviy ishlab chiqarish korxonasida eng yuqori foyda olishga intilib, chegaralangan ishlab chiqarish resurslaridan optimal foydalanish yo'llari qidirib topilmoqda. Natijada esa ishlab chiqarishga sarflanayotgan xarajatlar miqdori kamayish evaziga, sof foyda miqdori oshib bormoqda. Ko'plab korxonalar rahbarlariga va menejerlarga ishlab chiqarish ko'rsatkichlarining kelgusidagi holati qanday bo'lishi muhim hisoblanadi. Chunki bozordagi noaniqlik va tavakkalchilik ularni maksimal foyda olish uchun qaysi resursdan qancha miqdorga ega bo'lishini, bozor baholarining holati qanday o'zgarishini oldindan bilishga majbur etadi. Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish matematika fani bilan kuchli bog'langan. Matematikani iqtisodiy izlanishlarda va hisob-kitoblarda qo'llash birinchi navbatda o'zaro funksional munosabatlar bilan bog'langan o'zgaruvchi qiymatlar sohasida keng tarqaldi. Matematikada burilish nuqtasi bo'lgan Dekartning o'zgaruvchi qiymat tushunchasidir. Shu tufayli matematikaga harakat va shu bilan dialektika kirib keldi, differensial va integral hisoblarga zaruriyat tug'ildi.

O'zgaruvchi qiymatlarni o'rganish bir o'zgaruvchi qiymatni boshqalardan bog'langanligini o'lchash funksiya qiymatini aniqlashga olib keladi. O'zgaruvchi qiymatlar o'rtasidagi bog'lanish matematikada funksional tenglamalar ko'rinishida ifodalanadi. Masalan, ikki o'zgaruvchining funksional bog'lanishi tenglamasi umumiy ko'rinishda quyidagicha bo'ladi: $y = f(x)$, bunda y - argument x ning funksiyasi hisoblanadi. Funksional tenglamalarga, mohiyati bilan differensial va integral tenglamalar kiradi.

Iqtisodiy jarayonlarni tahlil qilishda har qadamda o'zgaruvchi qiymatlar bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi. Iqtisodiy o'zgaruvchilar sifat va miqdoriy xususiyatlarga ega bo'lib, bir-biridan funksional bog'lanish ko'rinishida bo'lishi mumkin. Iqtisodiy ko'rsatkichlarning miqdoriy munosabatlari va funksional bog'lanishlarini o'rganish matematikaning asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi.

Ammo iqtisodiy hodisalar va ko'rsatkichlar o'rtasidagi bog'lanishlar hamma vaqt ham funksional ko'rinishda ifodalanishdan yiroq bo'lishi mumkin. Bunday holda ko'pincha korrelatsiya bog'lanishlari bilan ishlashga to'g'ri keladi. Bunday bog'lanish shunisi bilan xarakterlanadiki, ushbu ko'rsatkichga o'rganilayotgan asosiy omillardan tashqari boshqa, qo'shimcha omillar ham ta'sir ko'rsatadi, ularni ajratish va ko'rsatayotgan ta'siri harakatini uslubiy ajratish (izolyatsiya) imkoniyati doimo ham bo'lavermaydi. Bunday bog'lanishlar korrelatsiya va regressiya tahlili yordamida o'rganiladi.

Korrelatsiya tahlilining zaruriy asosi bo'lib ommaviylik hisoblanadi: yagona yoki bir nechta ma'lumotlar asosida u yoki bu qonuniyatlarni, asosiy omillarning ta'siri aniqlashning iloji yo'qdir. Faqat yetarli darajada katta hajmdagi ma'lumotlarga tayangan holda o'rganilayotgan ko'rsatkichdagi asosiy omillar ta'siri ostida o'zgarishlarni kuzatish mumkin, bunda boshqa omillar o'zgarmaydi deb taxmin qilinadi. Haqiqatda esa ular o'z navbatida o'zgaradilar, bu esa u yoki bu darajada olingan natijalarda o'z ifodasini ko'rsatadi. Buning oqibatida o'rganilayotgan ko'rsatkichlar o'rtasidagi bog'lanishlarni to'la ifodalab bo'lmasligi mumkin.

Korrelatsiya tahlili katta matematik apparatga asoslanadi. Masalan, to'g'ri chiziqli korrelatsiya normal tenglamalar tizimi yechimiga asoslanadi, egri chiziqli korrelatsiya - ikkinchi tartibli, uchinchi tartibli va n - tartibli parabolaga, giperbola tenglamalariga va boshqa turdagi egri chiziqlarga asoslanadi.

Korrelatsiya tahlili faqat shunday hollarda haqiqiy natijalarga olib kelishi mumkin, qachonki uni tuzish nazariy to'g'ri xulosalardan kelib chiqqan bo'lsa. Shunday ekan, bu yerda iqtisodiy nazariyaning ustunligi saqlanib turadi. Faqat iqtisodiy hodisaning dastlabki sifatli tahlili izlanish o'tkazilayotgan ko'rsatkichlarni aniq belgilash, asosiy va qo'shimcha omillarni tanlash, obyektiv mavjud munosabatlarning miqdoriy qiymatlarini aniqlash va anglab olish imkonini beradi. Iqtisodiyotda matematikani qo'llash iqtisodiy-matematik modellashtirish ko'rinishida amalga oshiriladi. Iqtisodiy-matematik modellashtirish yordamida u yoki bu haqiqiy iqtisodiy jarayon ifodalanadi. Bunday model faqat iqtisodiy jarayonni mohiyatini chuqur nazariy izlanishlar va tushunib etish asosida tuzilishi mumkin. Faqat shundagina matematik model haqiqiy iqtisodiy jarayonga to'g'ri kelishi, uni obyektiv ifodalashi mumkin.

Nazorat savollari

1. Iqtisodiy qaror qabul qilishda qanday yondashuvlar qo‘llaniladi?
2. Tizimli yondashuv bosqichlari to‘g‘risida nimalar bilasiz?
3. Tizimli yondashuv asosida qaror qabul qilishning maqbul muqobillari...
4. Iqtisodiy tizimlarni modellashtirishda qanday o‘zgaruvchilardan foydalaniladi?
5. Iqtisodiy tizimlarni modellashtirishning matematik ko‘rinishi va uning iqtisodiy mazmuni.

VIII BOB. DINAMIK MODELLAR ASOSIDA QAROR QABUL QILISH

8.1. Dinamik dasturlash.

8.2. Dinamik optimallashtirish modellari.

8.3. Dinamik dasturlash masalalarini yechish bosqichlari.

8.1. Dinamik dasturlash

Dinamik dasturlash – matematik dasturlashning bir bo‘limi bo‘lib, unda qaror qabul qilish jarayonini alohida bosqichlarga bo‘lish mumkin. Ba’zi S – dinamik sistemani ko‘rib chiqamiz.

k – bosqichda ($k=1,2,\dots,n$) sistema $X^k=(x_1^k, x_2^k, \dots, x_m^k)$, sonlar to‘plami ko‘rinishida belgilanadi, nazorat yo‘nalishini amalga oshirish natijasida olinadigan U_k , bu tizim S ning X^{k-1} holatdan – X^k holatga o‘tishini ta’minlaydi. X^k X^{k-1} va U_k ga bog‘liq va sistemaning X^{k-1} – holatiga qanday kelib qolganligiga bog‘liq emas deb faraz qilamiz (natijasiz xususiyatlar).

$W_k(X^{k-1}, U_k)$ – k – bosqichni amalga oshirish natijasida olingan daromad (daromad) bo‘lsin. U holda umumiy daromad $F = \sum W_k(X^{k-1}, U_k)$ (maqsad funksiyaning additivlik xossasi)ga teng deb qabul qilinadi.

S sistema amalga oshirish natijasida x_0 boshlang‘ich holatdan X^n yakuniy hodotga o‘tadi va (bir vaqtning o‘zida) F funksiya n -bosqichda $U^*=(u_1^*, u_2^*, \dots, u_n^*)$, boshqaruv elementlari to‘plami eng katta qiymatni oladi, optimal boshqarish strategiyasi deb ataymiz.

Bellmanning optimallik tamoyili. Keyingi bosqichdan oldin tizimning holati qanday bo‘lishidan qat’i nazar, boshlang‘ich qadamda nazoratni tanlash kerak, shunda boshlang‘ich qadamdagi daromad va keyingi barcha qadamlardagi optimal daromad maksimal bo‘ladi.

Avvval oxirgi n – bosqichda, so‘ngra oxirgi ikkinchi qadamda va hokazo birinchi qadamgacha optimal boshqarish strategiyasini topish orqali optimal strategiyani olish mumkin. Shunday qilib, oxirgi, n -bosqichda optimal yechimni aniqlab, dinamik dasturlash masalasini yechishni boshlash tavsiya etiladi. Ushbu yechimni topish uchun siz oldingi bosqich qanday tugashi mumkinligi haqida barcha taxminlarni qilishingiz kerak va bu bilan $W_k(X^{k-1}, U_k)$ funksiyasining maksimal

qiymatini ta'minlaydigan nazorat u_n^0 ni tanlang. Oldingi bosqichning qanday yakunlanganligi haqida ma'lum taxminlar ostida tanlangan bunday u_n^0 nazorat shartli optimal deyiladi.

Bellmanning optimallik tamoyili har bir bosqichda oldingi bosqichning mumkin bo'lgan natijalari uchun shartli ravishda optimal boshqaruvlarni topishni talab qiladi.

S sistemaning x_0 boshlang'ich holatdan x^n yakuniy holatga o'tish paytida $n - k$ bosqichda olingan maksimal daromadni $F_n(x_0)$ bilan $F_{n-k}(x^k)$ esa - x^k dan x^n ga o'tishni va oxirgi $n-k$ bosqichda optimal boshqarishni bir xil deb belgilaylik.

Bunda

$$F_n(x_0) = \max_{u_k} [W_1(x_0, u_1) + W_2(x_1, u_2) + \dots + W_n(x^{n-1}, u_n)],$$

$$F_{n-k}(x^k) = \max_{u_{k+1}} [W_{k+1}(x^k, u_{k+1}) + F_{n-k-1}(x^{k+1})], \quad k = \overline{0, n-1}.$$

Oxirgi munosabat optimallik tamoyilining matematik formulasi bo'lib va u Bellmanning asosiy funksional tenglamasi deb ataladi.

$k = n - 1$ deb olsak, bunda

$$F_1(x^{n-1}) = \max_{u_n} [W_n(x^{n-1}, u_n) + F_0(x^n)], \quad (8.1.)$$

bu yerda $F_0(x^n)$ ni ma'lum deb olinadi.

(*)dan foydalangan holda hamda tizimning $(n-1)$ bosqichdagi $X_1^{n-1}, X_2^{n-1}, \dots, X_l^{n-1}, \dots$ larning qabul qilishi mumkin bo'lgan barcha holatlarini ko'rib chiqqan holda

$u_n^0(x_1^{n-1}), u_n^0(x_2^{n-1}), \dots, u_n^0(x_l^{n-1}), \dots$ ning shartli-optimal boshqarish yechimlarini hamda (4.1.) $F_n^0(x_1^{n-1}), F_n^0(x_2^{n-1}), \dots, F_n^0(x_l^{n-1}), \dots$ funksiyaning mos qiymatlarini topamiz.

Shunday qilib, $n - k$ bosqichda sistemaning $(n - 1)$ - bosqichdan keyingi har qanday ruxsat etilgan holati uchun shartli optimal boshqaruvni topamiz. Shunday qilib, $(n + 1)$ bosqichdan keyin tizim qanday holatda bo'lishidan qat'i nazar, biz $n - k$ bosqichda qanday qaror qabul qilish kerakligini bilamiz. Funksiyaning (4.1) ga mos qiymati ham ma'lum.

$k = n - 2$ holatdagi funksional tenglamani ko'rib chiqamiz:

$$F2(X^{n-2}) = \max_{u_{n-1}} [W_{n-1}(X^{n-2}, U_{n-1}) + F1(X^{n-1})]. \quad (8.2.)$$

$F2$ ning X^{n-2} qabul qiladigan barcha qiymatlarini aniqlash uchun $W_{n-1}(X^{n-2}, U_{n-1})$ va $F1(X^{n-1})$ ni aniqlash lozim.

Lekin $F1(X^{n-1})$ biz uni oldingi bosqichda aniqladik. Shuning uchun, zarur hisob-kitoblarni amalga oshirish uchun $W_{n-1}(X^{n-2}, U_{n-1})$ uchun ma'lum bir majmuyi maqbul qadriyatlar (X^{n-2})-va tegishli nazorat U_{n-2} . Bu hisoblashlar har (X^{n-2}) uchun shartli optimal nazorat U_{n-1}^0 -ni aniqlash imkonini beradi. Bu nazorat har bir, birgalikda nazorat allaqachon so'nggi bosqichda tanlangan bilan, oxirgi ikki bosqichda maksimal daromad qiymatini beradi.

Ushbu takroriy jarayonni doimiy ravishda amalga oshirib, nihoyat birinchi bosqichga erishamiz. Keyingi barcha bosqichlarda qabul qilingan shartli optimal boshqaruvlarni hisobga olgan holda eng yaxshi boshqaruvni tanlash kerak, buning uchun endi tizimning qabul qilinadigan holatlari haqida taxmin qilish talab qilinmaydi.

Shunday qilib, barcha bosqichlarning oxiridan boshigacha ketma-ket o'tishi natijasida n ta bosqichda yutuqning maksimal qiymatini aniqlaymiz va ularning har biri uchun shartli optimal nazoratni topamiz. Optimal nazorat strategiyasini topish, ya'ni masalaning istalgan yechimini aniqlash uchun endi butun qadamlar ketma-ketligini bosib o'tishimiz kerak, faqat bu safar boshidan oxirigacha, ya'ni: birinchi qadamda optimal nazorat u_1^* kabi shartli ravishda topilgan optimal nazorat U_1^0 ni qabul qilamiz. Ikkinchi bosqichda x_1^* holatini topamiz, unda boshqaruv tizimi u_1^* ga o'tkaziladi. Endi u optimal u_2^* deb hisoblanadi, bu holat shartli ravishda optimal boshqaruvni $U_2^0(x_1^*)$ belgilaydi. u_2^* ni bilib, $x_2^* = u_2^*(x_1^*)$ ni topamiz buning uchun $u_3^* = U_3^0(x_2^*)$ ni aniqlaymiz va hokazo. Natijada, muammoning yechimini mumkin bo'lgan maksimal daromad va U^* optimal boshqaruv strategiyasi shu jumladan alohida bosqichlarda optimal boshqaruvlarni o'z ichiga olgan $(u_1^0, u_2^*, \dots, u_n^*)$ topamiz.

Shunday qilib, dinamik dasturlash masalasining yechimini umumiy tarzda topishni ko'rib chiqdik. Bu jarayon juda noqulay, shuning uchun odatda kompyuterdan foydalaniladi.

Cheklangan resurslarni ajratish, tarmoqlardagi yo'llarni optimallashtirish, sathni o'rash va h.k. muammolar uchun dinamik

dasturlash g'oyalarning tatbiqlari mavjud, agar hal qilinadigan masalaning matematik formulasi belgilangan formulalardan biriga kamaytirilsa foydalanish mumkin. Cheklangan resurslarni ajratish muammolari uchun dinamik dasturlash usulining qo'llanilishini ko'rib chiqamiz.

n -ta turli korxonalar (obyektlar, ishlar va h.k.) o'rtasida taqsimlanishi lozim bo'lgan ma'lum miqdordagi resurslar X mavjud bo'lsin. p.) qilib tanlangan taqsimot usulidan maksimal foyda olish.

x_i - i - korxonaga ajratilgan resurslar soni, ($i=1, n$);

$g_i(x_i)$ - i - korxonadan x_i resursdan foydalanishdan olingan daromad;

$f_k(X)$ - k - korxonalar X - resurslaridan foydalanib olinadigan eng yuqori daromad.

Shunda masalaning matematik modeli

$$F_n(X) = \sum_{i=1}^n g_i(x_i) \rightarrow \max$$

va shartlarda quyidagi shaklga ega bo'ladi:

$$F \sum_{i=1}^n x_i \rightarrow X,$$

$$x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, n}.$$

Masalani yechish uchun takrorlanuvchi munosabatlarni yozamiz.

x_k - k - usuli ishlatilgan resurs miqdori bo'lsin, keyin ($k-1$) usullar uchun $(X - x_k)$ - resursdan foydalanish qoladi.

k - chi va birinchi ($k-1$) usullardan umumiy daromadni maksimallashtirish uchun x_k ni shunday tanlash kerakki, quyidagi munosabatlar bajarilsin:

$$f_1(X) = g_1(X)$$

$$f_n(X) = \max \{g_k(x_k) + f_{k-1}(X - x_k)\} \quad k = \overline{2, n}.$$

8.2. Dinamik optimallashtirish modellari

Ishlab chiqarishni boshqarish vazifalarida boshqaruvning o'zi ishlab chiqarish vazifalari, moliyalar va hokazolarni taqsimlashdan iborat. Bunday holda rejalashtirish bosqichi (vazifa yechimi) vaqt davri (yil, oy, kun va boshqalar.), ya'ni rejalashtirish va boshqarish vazifalari dinamik.

$\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_k$, bir qator ishlab chiqarish birliklarini o‘z ichiga olgan assotsiatsiya ishi rejalashtirilgan deb faraz qilaylik, $t=1,2,\dots,T$ davri uchun. Davr boshida tizim ma’lum miqdordagi asosiy vositalar, mehnat resurslari bilan tavsiflanadi (s_0 holtda). Assotsiatsiyani rivojlantirish uchun K - qo‘shimcha mablag ajratilib, u s_0 tizimining yakuniy holatini belgilaydi. Qo‘shimcha mablag‘larni yillar va ishlab chiqarish bo‘linmalari bo‘yicha shunday taqsimlash kerakki, « T » davr oxiriga kelib birlashmaning umumiy daromadi W maksimal bo‘lsin.

Boshqariluvchi o‘zgaruvchilar sifatida i – korxonaga t – yiliga ajratilgan mablag‘lar miqdorini x_{it} deb olaylik. $t(x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{kt})$ yilda ishlab chiqarish bo‘linmalari bo‘yicha mablag‘larning taqsimlanishi t – bosqichdagi boshqarishni tavsiflaydi: U_t bo‘limlarning yil bo‘yicha jamlanmasi quyidagi tizim orqali ifodalanadi:

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1(x_{11}, x_{21}, \dots, x_{k1}) \\ U_1(x_{12}, x_{22}, \dots, x_{k2}) \\ \dots \dots \dots \\ U_t(x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{kt}) \\ \dots \dots \dots \\ U_T(x_{1T}, x_{2T}, \dots, x_{kT}) \end{array} \right\},$$

Yillar davomida mablag‘larning har bir taqsimoti ma’lum bir daromadga w mos keladi va T yil davomida jami daromad boshqaruvlar to‘plami W ga bog‘liq:

$$W = f(U_1, \dots, U_t, \dots, U_T) = \sum_{t=1}^T w_t = w_1 + w_2 + \dots + w_T. \quad (8.3.)$$

Shunday qilib, umumiy daromadni maksimal darajaga ko‘tarish uchun har bir bosqichda boshqaruvni aniqlash kerak. Butun masalaning optimal yechimini topish uchun $t=1,2,\dots,T$ (har yili) har bir bosqichda optimal boshqaruvni topimiz.

Umuman olganda dinamik optimallashtirish masalasi quyidagicha shakllantiriladi. Ba’zi S sistema boshlang‘ich holatda $s_x \in \overline{s_0}$ bo‘lsin, bu yerda $\overline{s_0}$ sistemaning boshlang‘ich holatlari maydoni. Tizimning holati parametrlar (mablag‘lar, resurslar, zaxiralar va boshqalar mavjudligi bilan tavsiflanadi.), *sistemaning koordinatalari* deyiladi. Sistemaning holati u – o‘lchovli fazodagi nuqta bilan aniqlanadi, bu yerda n – parametrlar soni. Vaqt o‘tishi bilan nazorat ta’siri ostida tizim $s_k \in \overline{s_k}$

holatiga keladi, bu yerda \bar{s}_k – tizimning yakuniy holatlarining maydoni. Sistemaning bir holatdan ikkinchi holatga o'tishi nuqta harakatining trayektoriyasini tanlash bilan bog'liq bo'lib, barcha trayektoriyalar sistemaning maqbul holatlari oralig'ida bo'lishi kerak. Turli trayektoriyalar turli samaradorliklarga mos keladi. Tizimni boshlang'ich holatdan yakuniy holatga o'tkazish trayektoriyasini shunday tanlash kerakki, samaradorlik mezonini o'ta katta qiymatga erishsin. Shunday qilib, dinamik muammolarda maqbul nazoratlar to'plamidan $(U_1, \dots, U_t, \dots, U_T)$, optimallik mezon W maksimumga yoki minimumga erishishi uchun tizim boshlang'ich holatdan s_0 ning oxirgi holat s_k ga o'tadigan optimal holni topish kerak.

Additiv mezon bilan dinamik optimallashtirish masalasining umumiy matematik formulasini quyidagicha yozish mumkin:

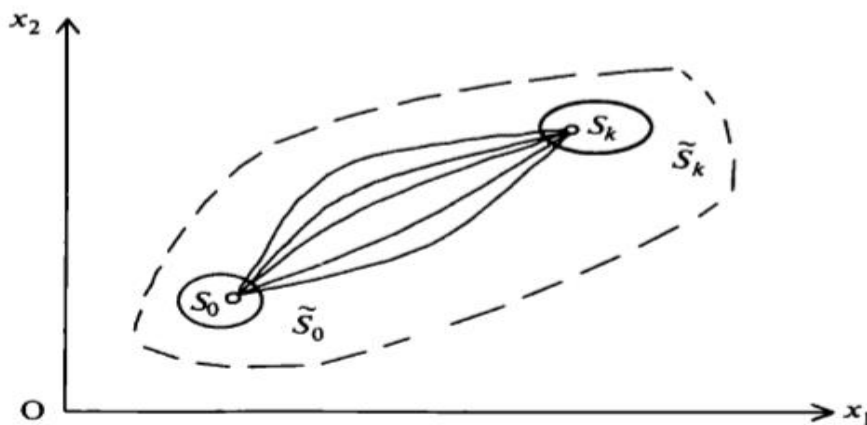
$$W = w(x_1 u_1) + \dots + w(x_t u_t) + \dots + w(x_T u_T) \rightarrow \max.$$

$$x_{t+1} = f(x_t u_t), \quad t = \overline{1, T}$$

$$\{x_t, u_t\} \in \tilde{S}_t, \quad t = \overline{1, T}$$

bu yerda x_t – vektor, u_t – boshqarish vektori.

(8.3.) ifoda shundan dalolat beradiki, keyingi holat x_{t+1} dan oldingi x_t bilan belgilanadi va bu bosqichda "u" nazorat qilinadi. Chegaraviy shartlar u_t nazorat vektoriga, va x_t vektoriga cheklashlar bo'ladi. Agar sistemaning holati ikkita koordinatalar (x_1, x_2) bilan aniqlansa, dinamik dasturlash masalasining geometrik talqini berilishi mumkin (8.1.-rasm). Sistemaning mumkin bo'lgan holatlari maydoni $x_1 O x_2$ tekislikning bir qismidir (8.1-rasmda punktir chiziq sifatida ko'rsatilgan).



8.1.-rasm. Dinamik dasturlash masalasining geometrik tasviri.

Nazorat s nuqtasi dastlabki holat s_0 dan yakuniy holat s_k ga o'tadigan chiziq bilan ifodalanadi. Harakatlanuvchi nuqta s ning bunday trayektoriyalari ko'p. Ular orasidan jarayonning samaradorligini belgilovchi mezon maksimallashtirilgan (yoki minimallashtirilgan) birini tanlash lozim.

8.3. Dinamik dasturlash masalalarini yechish bosqichlari

Optimallashtirish masalalarini yechishda dinamik dasturlash bosqichma-bosqich optimallashtirishga asoslangan, ya'ni optimal boshqaruv bosqichma-bosqich topiladi. Bu esa nafaqat masalalar yechishni soddalashtirish, balki boshqa matematik usullarga tatbiq etib bo'lmaydigan masalalarni yechish imkonini ham beradi. Yechimni soddalashtirishga o'rganilayotgan variantlar sonini kamaytirish orqali erishiladi, chunki murakkab ko'p o'zgaruvchili masalani yechish o'rniga bosqichma-bosqich rejalashtirish usuli oddiyroq muammolarga bir nechta yechimlarni taklif etadi. Shunday qilib, matematik programmalashning boshqa usullaridan farqli ravishda dinamik programmalash usuli ko'p pog'onali jarayonlarni optimallashtirish usuli bo'lib, optimal yechim bosqichlarda topiladi. Jarayonlarni bosqichlarga ajratishning eng tabiiy usuli ularni vaqt o'tishi bilan ko'rib chiqishdir. Jarayonni bosqichlarga bo'lishning boshqa variantlari ham mavjud: kuchning o'zgarishi, resurslar va hokazo.

Jarayonning har bir bosqichida, ma'lum bir qaror qabul qilish uchun uning natijasi ta'sir qilishi mumkin. Bosqichlarida yechimlari uyg'unligi va bir butun sifatida jarayonni nazorat beradi. Dinamik dasturlashning kamchiligi katta o'lchamli masalalarni yechishning murakkabligidir. Dinamik programmalash muammolari optimallik mezoni additiv bo'lganda yechiladi, ya'ni alohida bosqichlar uchun ishlash ko'rsatkichlari yig'indisidir. Jarayonni bosqichma-bosqich optimallashtirishda har bir qadamdagi boshqaruv kelgusi bosqichlardagi istiqbol va oqibatlarni hisobga olgan holda, ya'ni umuman jarayon manfaatlarini hisobga olgan holda tanlanishi lozim. Chindan ham har bir bosqichda (boshqa bosqichlardagi oqibatlarni hisobga olmagan holda) mustaqil optimallashtirish natijasida lokal optimal yig'indisi global maqbullikni bermaydi.

Biroq, har bir jarayon istiqbolni hisobga olmasdan rejalashtirilishi mumkin bo‘lgan bosqich mavjud, chunki bu haqda qaror qolganlarga ta’sir qilmaydi. Bu oxirgi bosqich. Shuning uchun qaror faqat shu bosqich tamoyillari asosida, ya’ni maksimal samara olish pozitsiyasidan kelib chiqqan holda qabul qilinadi.

Oxirgi T – bosqich rejalashtirilgandan so‘ng unga $(T-1)$ chi bosqichni qo‘shish mumkin, unga $(T-2)$ chi bosqich keyin qo‘shiladi va hokazo boshlang‘ich qismgacha. Shuning uchun vazifa oxiridan boshigacha hisoblanadi.

Oxirgi qadamdagi nazorat oldingi bosqichning natijasi (oxirgi bosqichning boshida tizimning holati haqida) haqidagi turli taxminlarga asoslangan holda tanlanadi. Keyingi $(T-1)$ bosqichni rejalashtirish uchun $(T-2)$ bosqichning natijasi haqida taxminlar qilish kerak va hokazo. Optimal bosqich nazorati bosqich boshida tizimning mumkin bo‘lgan holatlarining har biri uchun topiladi. Bunday nazorat shartli optimal deyiladi.

Shunday qilib, agar jarayon T bosqichga bo‘linsa, u holda $S_{T-1}^{(1)}, S_{T-1}^{(2)}, \dots, S_{T-1}^{(k)}$ oldingi bosqichdagi sistemaning holatlari haqida taxminlar qilamiz va ularning har biri uchun shartli optimal boshqaruv $u_T^{(1)}, u_T^{(2)}, \dots, u_T^{(k)}$ ni topamiz. Oxirgi T bosqichda rejalashtirish yakunlandi. Keyingi $(T-2)$ bosqich natijasi haqida taxminlar qilamiz va oxirgi T bosqichdagi topilgan shartli optimal boshqaruvlarni hisobga olgan holda har bir davlat $S_{T-2}^{(1)}, S_{T-2}^{(2)}, \dots, S_{T-2}^{(m)}$ shartli optimal $u_{T-1}^{(1)}, u_{T-1}^{(2)}, \dots, u_{T-1}^{(m)}$ elementlari belgilaymiz, va hokazo. Sistemaning boshlang‘ich holatigacha xuddi shunday qilamiz. Agar ma’lum bo‘lsa, birinchi bosqich uchun tizimning mumkin bo‘lgan holatlari haqida taxminlar qilmaymiz.

Shunday qilib, oxirgi bosqichdan birinchisiga ketma-ket o‘tib, shartli optimal boshqaruvlar (amallar) to‘plamini olamiz:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_T^{(1)}, u_T^{(2)}, \dots, u_T^{(k)}, \\ u_{T-1}^{(1)}, u_{T-1}^{(2)}, \dots, u_{T-1}^{(m)}, \\ \dots \dots \dots \\ u_t^{(1)}, u_t^{(2)}, \dots, u_t^{(n)}, \\ \dots \dots \dots \\ u_1^{(1)}, u_1^{(2)}, \dots, u_1^t. \end{array} \right.$$

Topilgan shartli optimal boshqarishlar tizimning har qanday holati uchun jarayonning optimal davom etishini aniqlashga imkon beradi. Shuning uchun s_0 ning boshlang'ich holatidan boshlab har bir bosqichda shartli ravishda optimal emas, balki optimal nazoratni aniqlash mumkin. Buning uchun boshlang'ich holat s_0 uchun topilgan shartli optimal nazoratdan foydalanib, shunday tizim boradigan holat s_1 ni olamiz. Berilgan holat uchun shartli optimal nazoratni qo'llab, sistemaning yangi holatini topamiz. Asta-sekin eng yuqori samara beradi W uchun har bir qadamda optimal boshqarishlar to'plamini va jarayonni butunligicha $(U_1, \dots, U_t, \dots, U_T)$ optimal boshqarishni topamiz.

Buning uchun dinamik dasturlash yordamida biror masalani yechishda hisoblashlar avval oxirgi bosqichdan boshlang'ichgacha, so'ngra teskari yo'nalishda bajariladi. Hisob-kitoblarning birinchi bosqichida har bir bosqichda shartli optimal nazoratlar va samaradorlik mezonining tegishli qiymatlari topiladi. Ikkinchi bosqichda asta-sekin optimal bosqichma-bosqich boshqarish tizimi shakllanadi.

Dinamik dasturlash tushunchasi R.Bellmanning shartli ekstremumda muammolarni hal qilish uchun optimalligi tamoyiliga asoslanadi: optimal nazorat dastlabki holatdan va birinchi daqiqada qabul qilingan qarordan qat'i nazar, keyingi qarorlar dastlabki qaror natijasida olingan davlatga nisbatan optimal bo'lishi kerak.

Rasmiy ravishda dinamik dasturlash usulini quyidagicha yozish mumkin:

$W_t(S)$ – t bosqichdan jarayon oxirigacha bo'lgan shartli optimal nazorat tizim dastlab s holatda bo'lganida belgilaymiz;

$u_t(S)$ – t bosqichda shartli ravishda optimal boshqarish;

w_t – t bosqichda daromad (foyda);

w_t – dastlabki bosqichga ushbu bosqichdagi nazoratga bog'liq.

Nazorat ta'siri ostida t bosqichdagi u_t tizim s holatdan s' holatga o'tadi, u holda $s' = f(S, u)$.

$W_t(S)$ ko'rinishidagi shartli-optimal foyda quyidagicha aniqlanadi:

$$W_t(S) = w_t(S, u_1) + W_{t+1}(S')$$

$$\text{yoki } W_t(S) = w_t(S, u_1) + W_{t+1}(f(S, u_t))$$

Birinchi termin bu bosqichda mezonning qiymatini, ikkinchisi keyingi bosqichdan jarayonning oxirigacha ifodalaydi. Har bir

bosqichda erishilgan foyda uchun shunday S nazoratni tanlash kerak bunda u_t shartli optimal daromad maksimallashtiriladi. Bunda R. Bellmanning asosiy funksional tenglamasi takrorlanuvchi munosabat shakliga ega:

$$W_t(S) = \max[w_t(S, u_t) + W_{t+1}(f(S, u_t))]$$

Yuqoridagi munosabat $W_{t+1}(S')$ tartibli funksiya ma'lum bo'lsa, $W_t(S)$ funksiyani aniqlashga imkon beradi. Dastlab oxirgi bosqichda shartli optimal daromad $W_t(S)$ ni va tegishli shartli optimal nazorat u_t ni topamiz:

$$W_T(S) = \max\{w_t(S, u_T)\}$$

$W_T(S)$ va u_T ni bilgan holda yuqoridagi tenglamadan foydalanib, W_{T-1} ni va u_{T-1} topamiz. u_T boshqarish shartli-optimal hisoblanadi. Ushbu qoida birinchi bosqichga qadar takrorlanadi. Keyin $(U_1, \dots, U_t, \dots, U_T)$ optimal boshqarishni topamiz.

Birinchi bosqichdan boshlang. Boshlang'ich holat s_0 uchun $W_{\max} = W_1(S_0)$ sistemani $s_1 = f(S_0, U_1)$ holatga qo'yadigan nazorat $U_1(S_0)$ aniqlanadi. s_1 holatini bilgan holda, ular ikkinchi bosqichda $U_2(S_1)$ keyin $s_2 = f(S_1, U_2)$ optimal boshqaruvni topadilar va shu tariqa quyidagi zanjir bo'ylab tizimning bosqichma-bosqich optimal boshqaruvlari va keyingi qadam-qadam holatlarini olishadi:

$$S_0 \rightarrow U_1(S_0) \rightarrow S_1 \rightarrow U_2(S_1) \rightarrow \dots \rightarrow S_{T-1} \rightarrow U_T(S_{T-1}) \rightarrow S_T$$

Dinamik dasturlash masalasining yechimi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Tizimni tavsiflovchi parametrlarni tanlash va uni bosqichlarga bo'lish.

2. $W_t(S, u_t)$ mezonning t bosqichdagi qiymatlarini nazorat u_t -ga qarab hisoblash.

3. u_t boshqarish ta'siri ostida $S: S' = f(S, u)$ holatdan o'tish paytida sistemaning holatini o'zgartirish funksiyasini yozish.

4. Funksional tenglama tuzish:

$$W_t(S) = \max[w_t(S, u_t) + W_{t+1}(f(S, u_t))]$$

5. Mezonning oxirgi bosqichdagi qiymatini topish:

$$W_T(S) = \max\{w_t(S, u_T)\}$$

6. Mezonning oxirgi qadamdagi qiymatini bilish va Bellman tenglamasidan foydalanib, mezonning qiymatlarini ketma-ket va keyingi bosqichlardagi shartli optimal boshqarishni topamiz:

$$U_{T-1}(S), U_{T-2}(S), \dots, U_1(S)$$

7. Boshlang'ich holat s_0 uchun demak, optimal daromad $w_1(s_0)$ va undan keyingi zanjir bo'ylab optimal boshqarishlar tizimi topiladi.

Nazorat savollari

1. Dinamik dasturlash matematik dasturlashning bir qismi sifatida qanday tushunchalarga egasiz?
2. Belmanning optimallik tamoyili mazmunini so'zlab bering.
3. Belman tenglamasining ko'rinishi va tavsifi qanday?
4. Qaror qabul qilishda dinamik modellashtirish masalalari maqsad funksiyasi va chegaraviy shartlarini tavsiflang.
5. Dinamik dasturlash qanday bosqichlar orqali amalga oshiriladi?
6. Qaror qabul qilishning dinamik dasturlash masalalari iqtisodiy ahamiyati nimada?

IX BOB. STOFASTIK MODELLAR ASOSIDA QAROR QABUL QILISH

- 9.1. Stoxastik tahlil tushunchalari va uning asoslari.
- 9.2. Stoxastik muhitda qaror qabul qilish.
- 9.3. Stoxastik modellashtirishda determinatsiya usullari.
- 9.4. Imitatsion optimallashtirish usullari.

9.1. Stoxastik tahlil tushunchalari va uning asoslari

Stoxastik tahlil bilvosita aloqalarni o'rganishga yo'naltirilgan, ya'ni ta'siri to'g'ri bo'lmagan, boshqalar orqali ta'sir etadigan (uzluksiz zanjir bo'yicha to'g'ri aloqalarni aniqlash imkoni bo'lmaganida) omillarni aniqlashga qaratilgan. Bundan determinallashtirilgan va stoxastik tahlil o'rtasidagi munosabat (nisbat) haqida muhim xulosa kelib chiqadi: to'g'ri bog'lanishlarni birinchi navbatda o'rganish kerakligi uchun, stoxastik tahlil yordamchi xarakter kasb etadi. Stoxastik tahlil omillar bo'yicha determinallashtirilgan model tuzib bo'lmaganida, ularni chuqur determinallashtirilgan tahlilni o'rganish quroli sifatida foydalaniladi.

Xo'jalik faoliyatining ba'zi bir tomonlarini o'zaro bog'lanishlarini hamda qaror qabul qilishni omilli tahlilining stoxastik modellashtirish xo'jalik faoliyati omillari va natijalarining miqdoriy xarakteristikalari iqtisodiy ko'rsatkichlarning qiymatlarini tebranish qonuniyatlarini umumlashtirishga tayanadi. Bog'lanishlarning miqdoriy parametrlari xo'jalik obyektlari to'plami yoki davrlarida o'rganilayotgan ko'rsatkichlarning qiymatlarini qiyoslash (solishtirish) asosida aniqlanadi. Shunday qilib, stoxastik modellashtirishning **birinchi asosi** bo'lib, kuzatishlar to'plamini tashkil eta olish, ya'ni bir hodisa parametrini turli sharoitlarda qaytadan o'lchash imkoniyatlari hisoblanadi.

Determinallashtirilgan omilli tahlilda o'rganilayotgan obyektning modeli xo'jalik obyektlari va davrlari bo'yicha o'zgarmaydi (negaki, mos keluvchi asosiy kategoriyalarning nisbati barqarordir). Alohida xo'jaliklar yoki bir xo'jalikni turli, alohida davrlardagi faoliyatlari natijalarini qiyoslash zaruriyati tug'ilganida model asosida aniqlangan miqdoriy analitik natijalarni qiyoslash haqida savol tug'ilishi mumkin.

Stoxastik tahlilda modelning o'zi empirik ma'lumotlar to'plami asosida tuzilgani uchun haqiqiy modelni hosil qilishning asosi bo'lib barcha dastlabki kuzatishlar bo'yicha bog'lanishlarning miqdoriy

xarakteristikalarini mos kelishi hisoblanadi. Bundan kelib chiqadiki, ko'rsatkichlarning qiymatini o'zgarishi hodisalarni bir xildagi aniqlik chegarasida amalga oshishi kerak, ularning xarakteristikalari bo'lib modellashtirilayotgan iqtisodiy ko'rsatkichlar hisoblanadi (o'zgarish chegarasida ifodalanayotgan hodisaning xarakterida sifatning keskin o'zgarishi (sakrashi) ro'y bermasligi kerak). Shunday ekan, bog'lanishlarni modellashtirishda stoxastik yondashuvning qo'llanishini **ikkinchi asosi** bo'lib, to'plamni sifatli, bir jinsliliigi hisoblanadi.

Iqtisodiy ko'rsatkichlarning o'rganilayotgan qonuniyatlari (modellashtirilayotgan bog'lanish) yashirin tarzda namoyon bo'ladi. O'rganish, izlanish nuqtai nazardan bu ko'rsatkichning tasodifiy o'zgarishi va kovariatsiya komponentalari bilan aralashib ketadi. Katta sonlar qonuni bo'yicha faqat katta to'plamda bog'lanish qonuniyatlari o'zgarish yo'nalishlariga tasodifiy mos kelishidan kuchliroq namoyon bo'ladi (tasodifiy kovariatsiya).

Bundan statistik tahlilning **uchinchi asosi** kelib chiqadi – o'rganilayotgan qonuniyatlarni (modellashtirilayotgan bog'lanishlarni) yetarli ishonchlik va aniqlikda aniqlash uchun kuzatishlar to'plami yetarli darajada (miqdorda) bo'lishi kerak. Modelni ishonchli aniqlik darajasi modelni ishlab chiqarish xo'jalik faoliyatini boshqarishdagi amaliy maqsadlarda foydalanish mumkinligi bilan aniqlanadi.

Stoxastik tahlil yondashishning **to'rtinchi asosi** esa iqtisodiy ko'rsatkichlarning bog'lanishlarini miqdoriy parametrlarini ko'rsatkich darajasini tebranishini ommaviy ma'lumotlaridan aniqlash imkonini beruvchi usullarning mavjudligi. Qo'llanilayotgan usullarning matematik apparati ba'zida modellashtirilayotgan empirik ma'lumotlarga o'ziga xos bo'lgan talablarni qo'yadi. Ushbu talablarni bajarish usullarini qo'llash va olingan natijalarni ishonchli bo'lishi uchun ahamiyatli asos hisoblanadi.

Stoxastik omilli tahlilning asosiy xususiyati shundan iboratki, stoxastik tahlilda modelni sifatli (nazariy) tahlil yo'li bilan tuzib bo'lmaydi, buning uchun empirik ma'lumotlarning miqdoriy tahlili zarur bo'ladi.

9.2. Stoxastik muhitda qaror qabul qilish

Optimallashtirilgan operatsiya natijasini aniqlaydigan har qanday parametrlarning qiymatlari aniq ma'lum bo'lmaganda stoxastik masala

muammosi yuzaga keladi. Biroq, operatsiya ko‘p marta takrorlanganda, ular bo‘ysunadigan qonuniyat paydo bo‘ladi. Bu qonuniyat statistik deb ataladi va taqsimot qonunlari, o‘rtacha xarakteristikalar (taqsimot momentlari) va boshqalar yordamida tasvirlanishi mumkin. Ba‘zan bu holat stoxastik noaniqlik deyiladi [4]. Shubhasiz, bu holda, operatsiya natijasi ham tasodifiy. Yechimni tanlash faqat operatsiyaning bir necha marta takrorlanishiga nisbatan ta‘minlanishi mumkin. Bunday holda turli yondashuvlar mavjud: optimal yechim mezoni sifatida operatsiya natijasining miqdoriy xarakteristikasining o‘rtacha qiymati, operatsiya maqsadiga erishish ehtimoli va boshqalar qaralishi mumkin.

Ommaviy ko‘rinishlardagi muhitning holatlari (muhitning bunday xossasi ko‘pincha statistik barqarorlik xossasi deb ataladi) ma‘lum chastota bilan takrorlanadi, bunday vaziyatlarda muhit *stoxastik* deb aytiladi. Muhitning u yoki boshqa holatlari chastotasining paydo bo‘lishi, bunday vaziyatda miqdoriy (holat ehtimoli) tasvirlash mumkin.

Stoxastik muhit shartlarida qaror qabul qilish masalalarini quyidagi shaklga ega:

$$(\Delta(\omega), f(\omega)), \quad \omega \in \Omega,$$

Bu yerda $\Delta(\omega)$ maqbul muqobillar majmuyi, $f(\omega)$ maqsad funksiya.

Kolmogorov A.N. ga ko‘ra ehtimollik tuzilishi (W, Σ, R) Ω da kiritiladi:

W elementar hodisalar to‘plami sifatida qaraladi;

Σ - σ - algebrik tasodifiy hodisalar (W - kichik guruhlar oilasidan bunda: 1) $W \in \Sigma$; 2) $\emptyset \in \Sigma$; 3) agar $A_i, A_j \in \Sigma$, u holda $A_i \cup A_j \in \Sigma$ va $A_i \cap A_j \in \Sigma$);

Σ funksiyasida R ehtimollik o‘lchovi bo‘lib, Σ miqdoriy tavsifida (ehtimoli yuzaga) har bir hodisaga qiyoslovchi va berilgan Σ bo‘yicha; R aksiomani qondiradi: 1) nosalbiy, $P(A) \geq 0, \forall A \in \Sigma$; 2) mukammallik, $R(W)=1$; 3) additiv hisoblash, $P(\cup_{i \in I} A_i) = \sum P(A_i)$, bu yerda $A_i, i \in I$ - Σ dagi noaniq elementlar.

Ehtimollar fazosini belgilashning maxsus ishi Ω chekli to‘plam, $|\Omega| = n$ bo‘lgan holdir. U holda ehtimollar fazosi

$$\{(\omega_1, p_1), (\omega_2, p_2), \dots, (\omega_n, p_n)\}, \text{ juftlar to‘plami bilan beriladi.}$$

Bu yerda $\omega_i \in \Omega$ -muhitning I holati, p_i -i holatning ehtimolligi.

Tanlash masalalarini stoxastik muhitda yechish usullarini ikki katta guruhga ajratish mumkin: determinatsion usullar va imitatsion optimallashtirish usullari.

Determinatsiya usullar (bilvosita usullar) stoxastik tanlash masalasining deterministik ekvivalentlariga asoslangan. Bunday qurilish uchun boshlang'ich ma'lumot tasodifiy o'zgaruvchilarning (muhit holatlari) taqsimot qonunlari hisoblanadi.

Imitatsion optimallashtirish usullar (Bevosita usullar) ma'lum taqsimot qonunlariga muvofiq tasodifiy muhit o'zgarishlari imitatsiyasiga asoslangan. Tasodifiy muhit holatini tavsiflovchi tasodifiy parametrlarning begilangan to'plami uchun optimallashtirish masalasi hal qilinadi. Bunday masalalarni yechish natijasida yakuniy qaror qabul qilish uchun statistik qayta ishlanadi. Bu usullarni batafsil ko'rib chiqaylik.

9.3. Stoxastik modellashtirishda determinatsiya usullari

Determinatsiya usullari. Ehtimoliy tuzilmalarni tanlashda aniq masalalarini yechishda ko'pincha maqsad funksiyasi $f(\omega)$, va chegaraviy munosabatlar $r_i(\omega)$, $i=1, \dots, m$, quyidagi taxmin kiritiladi: $\Delta(\omega)$ muqobil majmuyini aniqlash, ba'zi funksiyalar $g_i(x, \omega)$, $i=0, 1, \dots, m$ yordamida aniqlash mumkin, bu yerda har bir $g_i: \Delta \times \Omega \rightarrow R^1$ hisobga olgan holda, mos ravishda, $x \in \Delta$, $\omega \in \Omega$ uchun, qiymat $g_i(x, \omega)$ (bundan tashqari $g_0(x, \omega) = f(x, \omega)$).

Bunday tanlov masalasi stoxastik matematik dasturlash masalasidir va quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\begin{aligned} f(x, \omega) &\rightarrow \max, \\ g_i(x, \omega) &\leq 0, \quad i=1, \dots, n. \end{aligned}$$

Keyinchalik $g_0(x, \omega) = f(x, \omega)$ ko'rinishda bo'ladi.

$g_i(x, \omega)$, $i=1, \dots, n$ funksiya tasodifiy funksiyalarni va har bir sobit (fiksirov) x uchun berilgan tarqatish qonun bilan tasodifiy o'zgaruvchilar hisoblanadi. Determinatsiya usullarining mohiyati belgilangan tasodifiy funksiyalar modellardan mos taqsimot qonunlariga (masalan, matematik kutilma, dispersiya va h.k.) qarashli sonli xarakteristikalariga bog'liq bo'lgan modellarga o'tishida iborat bo'ladi, ular deterministik miqdorlar bo'lib hisoblanadi.

Odatda, tasodifiy funksiyaning taqsimot qonunlari quyidagi sonli xarakteristikalari kiritiladi: $g_i(x, \omega)$, $i = 1, \dots, n$

1. Matematik kutish (M - o'zgartirish)

$$g^m(x) = M(g(x, \omega)). \quad (9.1.)$$

2. Dispersiya (V-o'zgartirish)

$$g^v(x) = M(g(x, \omega) - Mg(x, \omega))^2 \quad (9.2.)$$

3. Ba'zi b (P – transformatsiya) berilgan chegaraviy qiymatining tasodifiy funksiyaning qiymatlaridan oshib ketish ehtimoli

$$g^p(x) = P\{g(x, \omega) \geq b\} \quad (9.3.)$$

4. b maksimal qiymati, q (B o'zgartirish) berilgan ehtimollik bilan tasodifiy funksiya qiymatlari tomonidan oshiriladi

$$g^b(x) = \max\{b \mid P\{g(x, \omega) \geq b\} \geq q\}. \quad (9.4.)$$

Odatda stoxastik dasturlash masalalarini cheklovlari bir xil turdagi o'zgarishlarga duchor bo'ladi. Shuning uchun, umuman olganda, bunday masalalar $\langle G, C \rangle$ belgilar juftligi bilan tavsiflanadi, bu yerda birinchi belgi maqsad funksiyaning o'zgarish turini tavsiflaydi, ikkinchisi esa cheklovlarning o'zgarish turini tavsiflaydi. Masalan, $\langle M, M \rangle$ masalalari quyidagicha farqlanadi: M – transformatsiyaga obyektiv funksiya va cheklanishlar duchor qilinadi; $\langle M, P \rangle$ masalalarida cheklanishlar P – transformatsiyaga duchor qilingan va boshqalar. Stoxastik dasturlash masalalarida eng ko'p qo'llaniladigan M, P, B tipidagi o'zgartirishlar bo'lib, ular yechilayotgan muammolar mohiyatiga to'liqroq mos keladi.

Ko'pincha eng yaxshi muqobil funksiya $g_i(x, \omega)$, $i = 0, \dots, n$ topish uchun n ko'phad sifatida ifodalanadi. Bu holda funksiyalar $g_i(x, h_i(\omega))$, $i = 0, \dots, n$ sifatida berilishi mumkin.

Bu yerda $h_i(\omega)$ polinomal vektor koeffitsiyent.

$$g_i(x, h(\omega)) = \sum_{j=0}^k h_{ij}(\omega) x^j \quad (9.5.)$$

Stoxastik dasturlash masalalarining determinatsiyasi natijasida ularning yakuniy yechimini matematik dasturlashning taniqli usullari yordamida olish mumkin.

9.4. Imitatsion optimallashtirish usullari

Imitatsion optimallashtirish usullarida (bevosita stoxastik tanlash usullari) masalani o'zgartirish uning deterministik ekvivalentiga aylantirilmaydi. Bu usullarning mohiyati shundaki, ω ning tasodifiy qiymatlari ma'lum taqsimot qonuniga muvofiq hosil qilinadi, u holda berilgan ω uchun $g_i(x, \omega)$, $i = 0, \dots, n$ funksiya hisoblanadi va $x = \arg \max f(x, \omega)$, optimallashtirish masala shaklida bo'lib, bu yerda ω sobit holda $x \in \{x | g_i(x, \omega) \leq 0\}$, $i = 1, \dots, n$. Bu usullarni amalga oshirishning o'ziga xosligi shundaki, birinchidan, ω ni ixtiyoriy tanlash bilan alternativlarning ruxsat etilgan to'plami bo'sh bo'lishi mumkin (cheklashlar mos kelmaydi), ikkinchidan, barqaror natijalar olish uchun bunday hisoblashlarning umumiy miqdori juda katta bo'lishi mumkin.

Ko'rsatilgan muammolarni yechish uchun imitatsion o'rtacha usullari va stoxastik approksimatsiya usullariga asoslangan holda erishiladi.

Imitatsion o'rtacha qiymatida muhit parametrlarining qiymatlarida erkin (tasodifiy) ravishda ruxsat etilgan oraliqdan ma'lum bir kichik nuqtalar tanlanadi. Keyinchalik har bir bosqichda chiziqsiz dasturlash masalasini yechishning ma'lum tartibi qo'llaniladi va tanlangan nuqtalar to'plamida hisoblangan gradientlarning qiymatlari va tanlovni cheklovchi funksiyalarning o'rtacha qiymatlari hisoblanadi.

Imitatsion o'rtacha usuli kabi stoxastik approksimatsiya usuli gradient turidagi iterativ jarayonini o'zida aks ettiradi. Jarayonning har bir bosqichida ushbu usulni amalga oshirishda alternativ (muqobil) maydonining ayrim tasodifiy yo'nalishda optimumga harakat qilinadi.

Shu bilan birga iteratsion jarayonning o'zi ma'lum sharoitlarda yaqinlashadi. Stoxastik muhitda masalalarni yechish uchun klassik stoxastik approksimatsiya usullaridan foydalanish, shartli optimallashtirish masalalari uchun ularning qarashli modifikatsiyasi talab qilinadi.

Ikki bosqichli stoxastik tanlash modeli. Yuqorida ta'kidlanganidek, rejani (boshqaruv dasturini) amalga oshirish o'zgaruvchan tashqi muhit shartlarida amalga oshiriladi. Muhitning o'zgarishlarini bartaraf etish uchun ko'p bosqichli qaror qabul qilish usullari, xususan, sxema bo'yicha qaror qabul qilish usullari qo'llaniladi ... \rightarrow (axborot yig'ish, tahlil qilish, prognoz qilish) \rightarrow (qaror qabul qilish) \rightarrow (qarorlarni tuzatish) \rightarrow (rejani amalga oshirish)...

Qarorni tuzatish reja amalga oshirishdan oldingi bevosita bosqichda yoki muhit holatini kuzatish va baholash natijalari asosida rejani amalga oshirish bosqichlarida ishlab chiqariladi. Bundan tashqari, tuzatish, qoida tariqasida, oldindan ajratilgan resurslar hisobiga muhitning o'zgarishlarini bartaraf etish tushuniladi (aks holda, bunday tuzatish oxirgi holati uchun farqli ravishda, reja-boshqaruv dastur bo'yicha tuzatish deb ataladi).

Shunday qilib ikki bosqichli stoxastik tanlash masalasining asosiy mazmuni bunday rejani qidirish (maqbul qarorni topish) bo'lib, uning keyingi tuzatishlarini hisobga olgan holda bu tuzatish xarajatlarini minimallashtiradi. So'ngra boshqaruv dasturini ishlab chiqishning birinchi bosqichi maqsadi belgilangan rejani izlab topish, ikkinchi bosqich maqsadi esa muhit holatini kuzatish natijalari asosida rejani to'g'rilashdan iborat.

Ikki bosqichli stoxastik chiziqli dasturlash masalasi quyidagicha shaklga ega:

$$c^t x - M(d^t(\omega)y) \rightarrow \max \quad (9.6.)$$

$$A(\omega)x + B(\omega)y = b(\omega), \quad \omega \in \Omega \quad (9.7.)$$

$$x, y \geq 0 \quad (9.8.)$$

Bu yerda x - ω kuzatishdan oldin birinchi bosqichda qabul qilingan qaror;

u – muhit holatini kuzatish natijalariga asoslangan x qarorni tuzatish;

ω - x noma'lum bo'lgan tanlash bosqichida muhitning kuzatilgan holati;

s – qabul qilingan qaror sifatini baholash imkonini beruvchi, boshlang'ich tanlash masalasining maqsad funksiya koeffitsiyentlari;

$d(\omega)$ – agar muhit ω holatini qabul qilsa, tuzatilgan xarajatlar qiymati vektori;

$A(\omega)$ – ω muhit holatiga javob beruvchi x chegaraviy tanlash shartli matritsasi;

$B(C)$ – tuzatilgan shartli matritsasi;

$b(\omega)$ – agar muhit ω holatda bo‘lsa, cheklangan vektor;

$M(d^t(\omega)y)$ – ω shartlaridagi tuzatilgan xarajatlarning o‘rtacha qiymati (matematik kutilish).

$(b(\omega) - A(\omega)x)$ qiymati tuzatishlar natijasida kompensatsiyalanishi ω muhit kerak bo‘lgan holatidan kelib chiqadigan chetlanishlar (qoldiqlar) miqdorini xarakterlaydi.

Umumiy holda ω ma‘lum taqsimot qonuni bilan masalani yechish ancha vaqt talab qiladi, chunki u imitatsion stoxastik optimallashtirish usullarini qo‘llash asosida amalga oshiriladi.

Ω to‘plam sonli bo‘lgan holni ko‘rib chiqaylik. So‘ngra ehtimollik fazosi (ω_1, p_1) , (ω_2, p_2) , ..., (ω_n, p_n) juftliklar to‘plami bilan beriladi, bu yerda $\omega_i \in \Omega$ - muhitning i holati, p_i - i holatning ehtimoli. To‘plam $\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ shaklga ega bo‘lsa u holda yechimlar soni (mumkin bo‘lgan tuzatishlar soni) ikkinchi bosqichda n ga teng. Masalani yechish natijasida birinchi bosqichning yechimi (reja) va ikkinchi bosqichning yechimlari (mumkin bo‘lgan tuzatishlar to‘plami) to‘plami topiladi (9.6)-(9.8) quyidagi shaklda bo‘ladi:

$$c^T x - \sum_{i=1}^n (p_i d_i y_i) \rightarrow \max$$

$$A_i x + B_i y_i = b_i, \quad i = 1, \dots, n$$

$$x, y_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, n$$

Bu yerda $A_i = A(\omega_i)$, $B_i = B(\omega_i)$, $d_i = d(\omega_i)$, $b_i = b(\omega_i)$, $i = 1, \dots, n$

Masalaning shartlar matritsasi (13.9) - (13.11) shaklga ega bo‘ladi:

$$\begin{vmatrix} A_1 & B_1 & 0 & \dots & 0 \\ A_2 & 0 & B_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_n & 0 & 0 & \dots & B_n \end{vmatrix}$$

Ya'ni chap chegarali blok-diagonal tuzilishga ega. Bunday katta hajmdagi masalalarni yechish uchun dekompozitsiya (parchalanish) masalalarni yechish algoritmlaridan foydalanish mumkin.

Nazorat savollari

1. Stoxastik muhitni tavsiflab bering.
2. Stoxastik tahlil tushunchalari to'g'risida nimalar bilasiz?
3. Stoxastik modellashtirish asosida qaror qabul qilishning matematik ko'rinishini iqtisodiy ma'nosi nimada?
4. Determinatsiya usullaridan qanday foydalaniladi?
5. Tasodifiy funksiyaning taqsimot qonunlari xarakteristikalarini so'zlab bering.
6. Imitatsion modellashtirish to'g'risida nimalar bilasiz?
7. Stoxastik dasturlash masalasining matematik ko'rinishi va iqtisodiy ta'rifi qanday?

X BOB. BOSHQARUV JARAYONLARIDA OPTIMAL QAROR QABUL QILISH

10.1. Iqtisodiyotda boshqaruv qarorlarini qabul qilish bosqichlari.

10.2. Samarali qaror qabul qilish talablari.

10.3. Samarali qaror qabul qilish tamoyillari.

10.1. Iqtisodiyotda boshqaruv qarorlarini qabul qilish bosqichlari

Qaror qabul qilish jarayoni spiral shaklda rivojlanadi. Birinchi bosqich – rejalashtirish jarayonidek dastlabki qarorlarni qabul qilish. Keyingi bosqich – muammoni har tomonlama o‘rganish, buni o‘rganish jarayonida turli muvaffaqiyatsizliklarga uchrash mumkinligini aniqlash bosqichi ham deyish mumkin. So‘nggi bosqich – bunda muammo hal qilinib, yakuniy (oxirgi) qaror qabul qilinadi.

Hozirgi vaqtda iqtisodiyotda boshqaruv jarayonlarida qaror qabul qilishda turli ilmiy yondashuvlar qo‘llanilmoqda. Bu boshqariladigan tizimning matematik modelini yaratish va uni tahlil qilishdan iborat (10.1.-rasm).

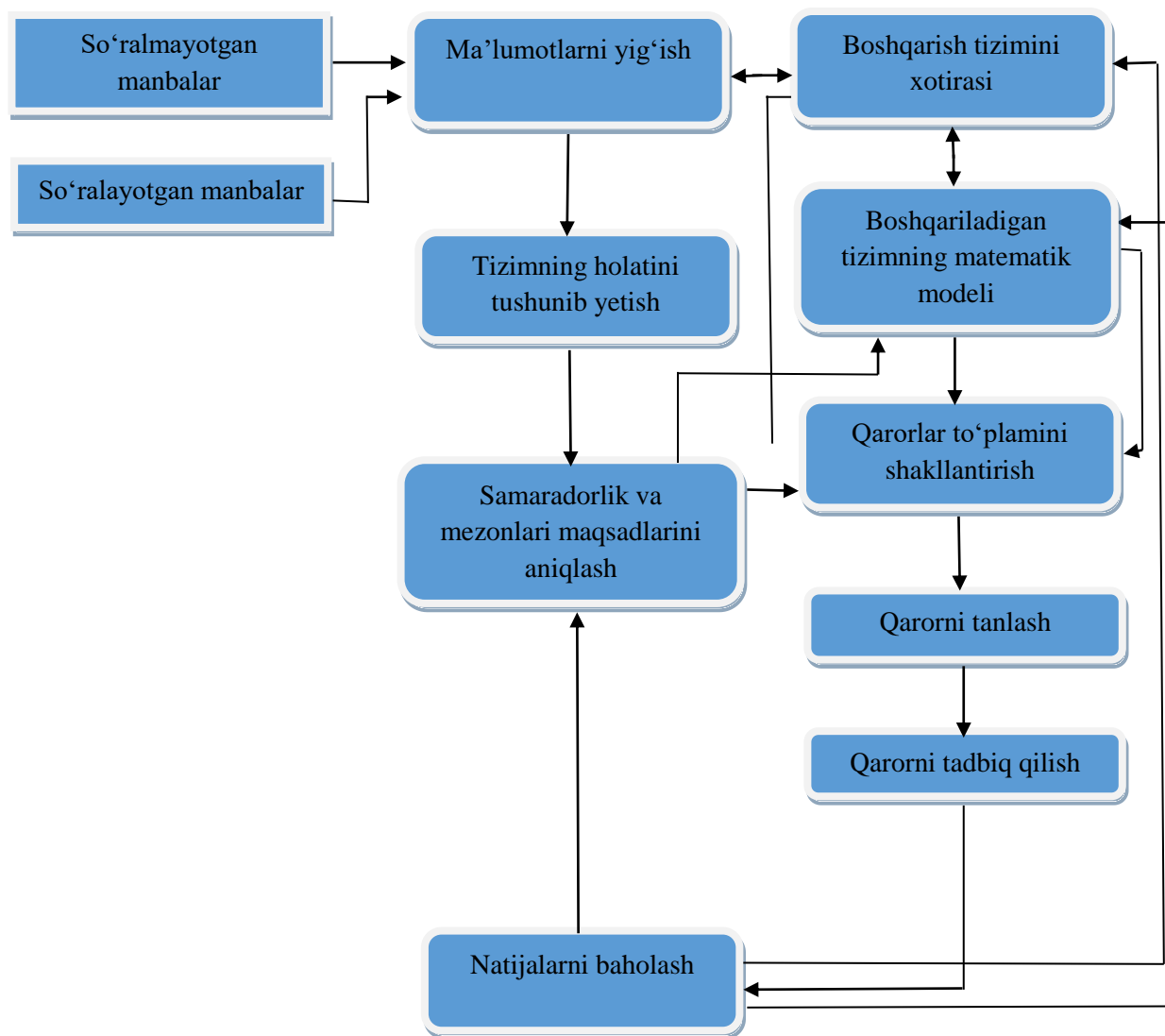
Murakkab tizimlarni o‘rganish uchun qo‘llaniladigan zamonaviy ilmiy uslub – bu tizimni tartiblashtirilgan holda har tomonlama tahlil qilishdir. Bu usul tizimni ma’lum qoidalar asosida tuzilgan to‘plam hisoblab, uni murakkab obyekt sifatida o‘rganadi. O‘rganishda murakkab tashqi va ichki aloqalarning butun majmuyini hisobga olgan holda obyekt faoliyatini takomillashtirish imkoniyatlarini aniqlash maqsad qilib qo‘yiladi.

Yig‘ilgan tizimning tahlili muammoni qo‘yish, masalani tuzish, modelni qurish va tadqiq qilish bosqichlaridan iborat bo‘ladi. Ro‘yhatda keltirilgan barcha bosqichlar rasmiy maqomga ega emasligi tizimni tahlil qilish qat’i uslubda emas, balki tahlilning ba’zi bosqichlari va vazifalari mantiqan sog‘lom fikr yuritish, muhandislik tajribasiga va sezgiga asoslangan holda bajariladi.

Boshqaruv qarorlarini bosqichma-bosqich amalga oshirishda tizimlarni tahlil qilish va bajariladigan operatsiyalarni tadqiq qilishdagi quyidagi beshta mantiqiy elementni ajratish mumkin:

– maqsad yoki maqsadlar to‘plami;

- maqsadga erishish uchun zarur bo‘lgan muqobil vositalar;
- har bir tizimda foydalanishi zarur bo‘lgan resurslar;
- operatsiyalarni tahlil qilish va tizimni tadqiq qilishdagi matematik modellar;
- maqbul muqobil qarorlarni tanlash mezonlari.



10.1-rasm. Boshqaruv tizimi tahlili natijalari.

Boshqaruv qarorining yagona ta’rifi yo‘q. Ammo barcha mualliflar boshqaruv qarorlarining quyidagi belgilarini aniqlaydilar:

- nazorat predmetining boshqaruv obyektiga ta’siri;
- bir nechta alternatalarni tanlash;

– maqsad eng kam xarajat bilan belgilangan maqsadlarga erishishdir.

Shunday qilib, biz qarorning quyidagi ta’rifini berishimiz mumkin (boshqaruv qarori):

Qaror – bu boshqarish sub’ekti (qaror qabul qiluvchi yoki vakolatli shaxslar guruhi) tomonidan kam xarajat bilan belgilangan maqsadlarga erishishni ta’minlaydigan bir nechta variantlardan birini tanlash.

Boshqaruv qarori boshqaruv jarayonining asosi hisoblanadi.

Har qanday tashkilotning tijorat ham, notijorat ham muvaffaqiyati, avvalambor, qabul qilinadigan qarorlarning sifatiga bog‘liq. Ammo, ushbu vaziyatni tushunishga va yechimlarni ishlab chiqishning nazariy va amaliy tajribasiga qaramay, qaror qabul qiluvchilar tomonidan qabul qilinadigan qarorlar ko‘pincha maqbul emas. Bu tashkilotga qanday ta’sir qiladi? Mutlaqo salbiy. Kichik moliyaviy va boshqa yo‘qotishlardan boshlab, qabul qilingan qarorlarning ahamiyatiga qarab, tashkilotning «o‘limi» bilan yakunlanadi. Noto‘g‘ri tanlangan maqsadlar tizimi, umuman amalga oshirib bo‘lmaydigan qarorlar, boshqarish va fikr-mulohazalarning yetishmovchiligi, xiralashgan muddatlar va hokazolar samarasiz bo‘lishi mumkin bo‘lgan qarorlar qabul qilinishining asosiy sabablari bo‘lishi mumkin.

Yechimlarni ishlab chiqish muammosining eng muhim jihatlaridan biri qarorlar har doim javobgarlik bilan bog‘liqligi (huquqiy, intizomiy, moddiy, ijtimoiy, axloqiy, ekologik va boshqalar).

Tashkilotda boshqaruv qarorlari uchta asosiy funksiyani bajaradi: strategik (yo‘naltirish), muvofiqlashtirish (tashkil qilish) va rag‘batlantirish. Qarorning strategik (yo‘naltiruvchi) funksiyasi. Agar biz tashkilotning muvaffaqiyatli mavjudligi rivojlanish strategiyasi va strategik maqsadlarning mavjudligini anglatadi, deb hisoblasak, ushbu tashkilotning barcha darajalaridagi boshqaruvning barcha harakatlari belgilangan strategik maqsadlarga erishishga qaratilgan bo‘lishi kerak. Aynan shu bilan tashkilotdagi boshqaruv qarorlarini boshqarish funksiyasi amalga oshiriladi. Qarorning muvofiqlashtiruvchi (tashkiliy) funksiyasi qarorni bajarish bosqichida amalga oshiriladi. Bu reja va talab qilinadigan sifat bo‘yicha qarorlarni amalga oshirish uchun ijrochilar, boshqariladigan tizimning qismlari va elementlarining harakatlarini muvofiqlashtirishdan iborat.

Rag'batlantiruvchi funksiya tashkiliy choralar tizimi (buyruqlar, ko'rsatmalar), iqtisodiy rag'batlantirish, ijtimoiy-psixologik baholash (shaxsni tasdiqlash va ijodiy o'zini o'zi anglash) orqali amalga oshiriladi.

Iqtisodiyotda boshqaruv jarayonlarida qaror qabul qilishda matematik usullar va kompyutyerdan foydalanish. Hozirgi vaqtda menejer qaror qabul qilishda matematik usullardan va kompyuterlardan foydalanishi mumkin. Kompyuterlar xotirasida ma'lumotlar bazalari va ulardan tez foydalanish imkoniyatlarini beruvchi boshqa dasturiy mahsulotlar saqlanadi. Iqtisodiy matematik va ekonometrik modellar muayyan qarorlar natijalarini tahlil qilish, voqealar rivojini bashorat qilish imkonini beradi. Yuqorida ko'rib chiqilgan ekspert baholash usullari ham matematikaga asoslangan bo'lib, ularni hisoblashda kompyuterlardan foydalaniladi. Qaror qabul qilishda eng ko'p ishlatiladigan modellar – optimallashtirish modellaridir. Ular umumiy ko'rinishda quyidagicha ifodalanadi:

$$F(x) \rightarrow \max, x = A$$

Bu yerda $G(x)$ – maqsadli funksiya, x – boshqaruvchi tanlay oladigan parametr. U son, vektor, to'plam va boshqa tabiatga ega bo'lishi mumkin. Menejering maqsadi – maqsad funksiyasini optimallashtiradigan x ni muayyan qiymatini topishdir.

10.2. Samarali qaror qabul qilish talablari

Yechim amalga oshirilishi va iloji boricha samarali yoki hech bo'lmaganda qoniqarli bo'lishi uchun u quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Amaldagi qonun hujjatlariga va tashkilotning ustav hujjatlarining qoidalariga muvofiqligi. Ushbu talabning bajarilishiga yuridik xizmat tomonidan qabul qilingan qarorlarni monitoring qilish orqali erishiladi.

2. Menejerlar uchun zarur va yetarli vakolatlarga ega bo'lish, agar bu boshqaruv qaroridir. Ushbu talabga muvofiqlik boshqaruv qarorlarini qabul qiladigan mansabdor shaxslar va tuzilmalarning vakolatlari batafsil ko'rsatilishi kerak bo'lgan bo'linmalar to'g'risidagi lavozim yo'riqnomalari va nizomlarni ishlab chiqish bilan ta'minlanadi.

3. Belgilangan aniq yo'nalishi, mas'ul shaxslar, zarur resurslar, muddatlar, nazorat turlari va kutilayotgan natijalar qarorning tahririda

mavjudligi. Ushbu talabning bajarilishi qaror qabul qiluvchi va boshqaruv qarorini bajarishda ishtirok etadigan xodimlarning malakasiga bog‘liq (buyruqlar, ko‘rsatmalar, og‘zaki ko‘rsatmalar va boshqalar shaklida).

4. Qaror shakli, agar u boshqaruv qarori bo‘lsa, uning tarkibiga muvofiqligi (buyruq, akt va boshqalar). Ushbu talabga muvofiqlik BXYaDT(Boshqaruv hujjatlarining yagona davlat tizimi) standartiga muvofiq boshqaruv qarorlarini berish va referent yoki advokat tomonidan nazorat qilinishi bilan ta‘minlanadi.

5. Qarorlarni o‘z vaqtida qabul qilish va amalga oshirishni ta‘minlash. Ushbu talabga muvofiqligini ta‘minlash uchun universal tavsiyalar mavjud emas. Eng samarali vosita – bu tashkilotning tashqi va ichki muhitini doimiy monitoring qilish va olingan ma‘lumotlarni tahlil qilish. Bundan tashqari, qaror qabul qiluvchining tajribasi va sezgi e‘tiboridan chetda qolmaydi.

6. O‘ziga yoki ilgari amalga oshirilgan qarama-qarshiliklarni matnda hal qilishga yo‘l qo‘yib bo‘lmaydi. Ushbu talabning bajarilishiga qaror qabul qiladigan shaxslar, referentlar va tashkilotning advokatlari tomonidan monitoring olib borish orqali erishiladi.

7. Texnik, iqtisodiy va tashkiliy yechimning mumkinligi. Ushbu talabni kompleks yechimlar uchun amalga oshirish tegishli masalalarni ekspert baholash orqali ta‘minlanadi. Muvofiqlik kafolatlarini huquqiy jihatdan birlashtirish uchun boshqaruv qarorining matni mutaxassislarning (ekspertlarning) vizalarini o‘z ichiga olishi kerak.

8. Qarorning bajarilishini tashqi yoki ichki nazorat qilish uchun parametrlarning mavjudligi. Ushbu talabning bajarilishi muayyan mas‘ul shaxslar yoki bo‘linmalarni ko‘rsatgan holda ishlarni monitoringini o‘tkazish uchun oraliq va yakuniy muddatlardagi qarorlarning mavjudligi bilan ta‘minlanadi. Monitoring natijalari qaror qabul qiluvchiga yetkazilishi kerak.

9. Qarorni iqtisodiy, ijtimoiy, ekologik va boshqa sohalarda amalga oshirishda mumkin bo‘lgan salbiy oqibatlarni hisobga olish. Ijtimoiy-iqtisodiy va ekologik tizimlarning murakkabligi tufayli boshqaruv qarorini qabul qilishning barcha salbiy oqibatlarini oldindan aytib bo‘lmaydi. Ammo tashqi ekspertlarni jalb qilish va yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavflarni tahlil qilish, qarorning eng jiddiy salbiy

oqibatlari va ehtimoliy zararni kamaytirish yo‘llarini oldindan aniqlashga imkon beradi.

10. Asoslangan ijobiy natijaga erishish. Ushbu talabning bajarilishi tegishli hisob-kitoblar bilan tasdiqlangan asosli prognozlarda ta’minlanadi. Ushbu shartning bajarilishi boshqaruv qarorini ishlab chiqadigan yoki amalga oshiradigan xodimlarni jonlantirishni talab qiladi. Xodim ishni yaxshiroq bajaradi, bu albatta unga ham, kompaniyaga ham ijobiy natija beradi.

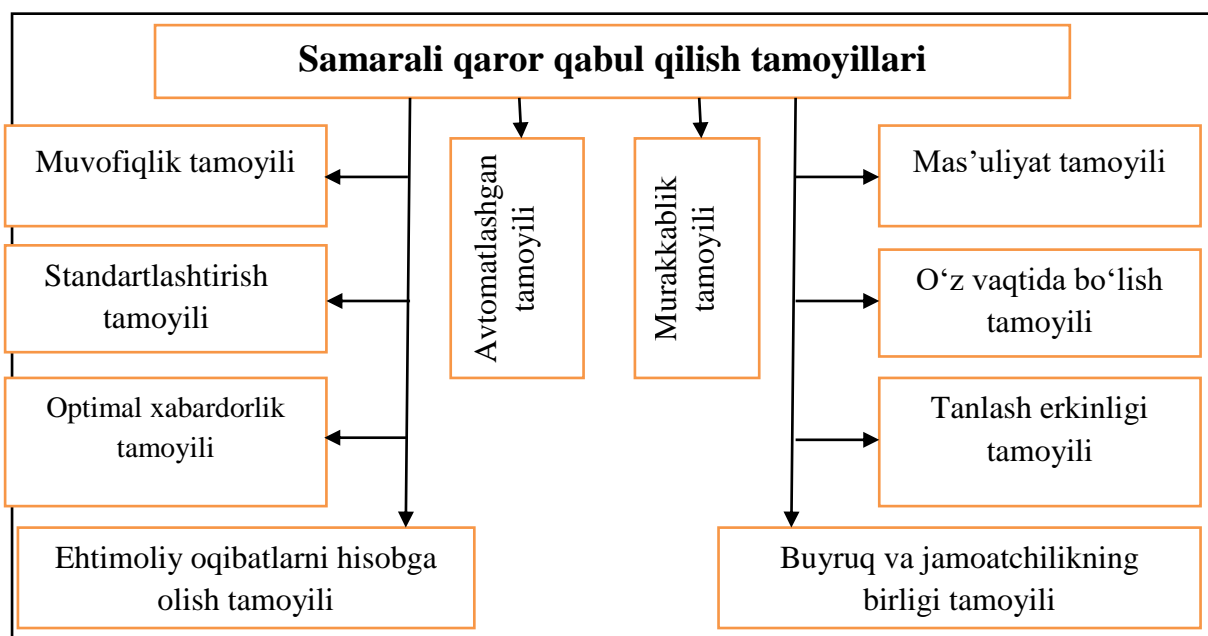
10.3. Samarali qaror qabul qilish tamoyillari

Har qanday jarayonda samarali qaror qabul qilish va yuzaga kelgan muammolarni hal qilish uchun aniq yechimlarni aniqlash hamda xulosalar qilishda bir qator tamoyillar mavjuddir.

10.2.-rasmda keltirilgan boshqaruv jarayonlarida samarali qaror qabul qilish tamoyillarining har biriga alohida izoh beradigan bo‘lsak:

1. Muvofiqlik tamoyili muhim omillarni har tomonlama hisobga olishdir.

2. Standartlashtirish tamoyili (standart vaziyatlar va yechimlar).



10.2-rasm. Samarali qaror qabul qilish tamoyillari.

Qaror qabul qilishni talab qiladigan real vaziyatlarning aksariyati standart yoki asosiy deb ataladigan holatlarga qisqartirilishi mumkin. Standart vaziyatlarning yechimini ishlab chiqish va amalga oshirish tartib-qoidalari batafsil ishlab chiqilgan va bu holatlardagi harakatlar amalda ma'lum. Vaziyat to'liq standart doirasiga mos kelmasa, uni standart va nostandart qismlarga bo'lish imkoniyati o'rganilmoqda. Nostandart qism uchun bu holatda maxsus bo'lgan maxsus yechimni topish uchun maxsus tahlil kerak.

3. Optimal xabardorlik tamoyili. Ratsional yechimlar, agar ular yetarli ma'lumot bazasiga ega bo'lsa, erishish mumkin. Bundan tashqari, har bir daraja uchun maqbul o'lcham mavjud.

4. Boshqaruv qarorlarini amalga oshirishda avtomatizm tamoyili. Tamoyil shundan iboratki, rahbar tomonidan qabul qilingan "qaror" avtomatik ravishda (ya'ni majburiy, iloji boricha tezroq va buzilmagan) kerakli darajaga keltiriladi va amalda amaliy qo'llanma bo'ladi. Ushbu tamoyilni amalga oshirish uchun yaxshi ishlaydigan va o'zaro bog'liq boshqaruv mexanizmlari tizimi kerak. Agar ular mavjud bo'lmasa yoki ularning kombinatsiyasi yetarli bo'lmasa, har qanday, hatto eng yaxshi yechim amalga oshirilmagan holda qolishi mumkin yoki uni amalga oshirish kechiktirilishi mumkin.

5. Ehtimoliy oqibatlarini hisobga olish tamoyili. Ushbu tamoyil samarali boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun 9-talabga mos keladi.

6. Tanlash erkinligi tamoyili. Bu qilish paytida bir nechta alternativalarni tanlash imkoniyatidan iborat.

7. Mas'uliyat tamoyili. Qaror qabul qiluvchi uni amalga oshirish natijalari uchun javobgardir. Bu hamkasblar tomonidan qabul qilingan qarorga teng darajada qo'llaniladi.

8. O'z vaqtida bo'lish tamoyili. Qaror qabul qilish uchun eng yaxshi vaqtni tanlashga e'tibor qarating. Erta bo'lsa, yechim kutilgan samarani bermaydi va bundan tashqari, agar kech bo'lsa.

9. Buyruq va jamoatchilikning birligi tamoyili (boshqaruv qarorlariga tegishli). Qaror tayyorlayotganda, rahbar quyi bo'g'inlar bilan (kollegial) maslahatlashadi va ularning fikrini inobatga olgan holda, to'liq javobgarlikni o'z zimmasiga olgan holda qaror qabul qiladi (bir kishilik boshqaruv). Bu holda jamoatchilik yashirin shaklda namoyon bo'ladi, garchi u yanada aniq namoyon bo'lishi mumkin (masalan, muqobil takliflarni jamoaviy muhokama qilishda).

10. Murakkablik tamoyili. Bu o‘zi qiziqqan odamlarning qarorlarini qabul qilishda faol va bevosita ishtirok etishni anglatadi. Ushbu tamoyilning buzilishi, odamlar faqat ijrochi bo‘lishga o‘rganadilar, ishlab chiqarish muammolarini hal qilishda ularning ishtiroki ularning ishi emas, deb hisoblashadi.

Ta’kidlash joizki, samarasiz yechimlar maqsadlarga erishishga yordam bermaydi. Qoniqarli qarorlar barcha obyektiv va subyektiv cheklovlarni bir vaqtning o‘zida qondirish va maqbul, ammo har doim ham eng yaxshi natijani berish bilan belgilanadi. Optimal yechimlar mavjud sharoitda boshqaruv maqsadiga erishishning eng yuqori darajasini ta’minlashdir.

Xorijiy tajribalarga tayangan holda, G‘arb ekspertlari boshqaruv jarayonlarida optimal qaror qabul qilishning quyidagi asosiy tamoyillarini shakllantirdilar: **Birinchi tamoyil:** noaniqlikni xotirjam qabul qiling. Har bir mayda ma’lumotlarni puxta tahlil qilgan holda oq-qora, yaxshi-yomonga ajratish shart emas, balki asosiy natijaning afzalliklari va kamchiliklarini ko‘rish kerak. Qaror qabul qilishda noaniqlikni xotirjam qabul qilishingiz, va hatto kafolatlarga ega bo‘lmasdan ham muvaffaqiyatga ishonch hosil qilishingiz kerak. **Ikkinchi tamoyil:** ustuvor ketma-ketlikni o‘rnatish lozim. Buning uchun to‘rtta savolga javob berish kerak: 1. Qaror qabul qilishdan so‘ng qanday natijaga erishiladi? 2. Muammo haqida umumiy tasavvurga egamisiz? 3. Hech qanday yordamsiz yo‘l tutishga qodirmisiz? 4. Nima qilmaslik kerak va nima qilib bo‘lmaydi? Ushbu savollarga javoblar siz uchun muhim va ikkinchi darajali natijalarni belgilaydi. **Uchinchi tamoyil:** tinglashni o‘rganing. Ushbu tamoyilni amalga oshirish uchun ko‘plab tavsiyalar mavjud, asosiylari quyidagilar: asosiy narsaga e’tibor qaratish va faol tinglash qobiliyatini rivojlantirish; tinglaganlaringizni darhol tushunib, yozuvlarda yozma eslatmalar qayd etish; suhbatdoshga o‘z munosabatingizni ochiq bildirmang, ayniqsa suhbat, ma’ruza va h.k. oxirigacha. **To‘rtinchi tamoyil:** qisqa o‘ylashdan voz keching. Bunda qaror qabul qiluvchi shaxs qisqa yo‘lni izlaydi. Bunday fikrlash – yetishmayotgan axborotni izlashning aksidir. Qisqa fikrlash imkoniyat izlashga imkoniyat yo‘qligini his qilish ko‘rinishida namoyon bo‘ladi. Qisqa o‘ylashning eng yomoni siz o‘z taqdiringizni o‘zgartirish mumkin emasligiga taxmin qilishdir. **Beshinchi tamoyil:** moslashuvchanlik. Bu yerda quyidagi uch holatni ko‘rib chiqish kerak: a) qaysar bo‘lmaslik;

yangi g'oya uchun eskisidan voz kechish, zero yangi qaror qabul qilish san'atidir; b) faqat oldinga siljish; c) har qanday vaqtda qaytadan boshlash uchun tayyor bo'lish kerak. **Oltinchi tamoyil:** qiyinchiliklarni haqqoniy baholash hamda vaziyatga aniq qarash kerak. Ettinchi tamoyil: hujumlardan ehtiyot bo'ling. Bu siz bilishingiz, ehtiyot bo'lishingiz, qaror qabul qilishga ta'sirini kamaytirishingiz kerak bo'lgan murakkabliklardir. Shuni unutmaslik kerakki, hayotda bir kishi uchun maqbullik, boshqa kishiga umuman mos kelmaydi.

Yuqoridagi tamoyillarga asoslanib, qaror qabul qilishning bir necha «oltin qoidalar»ini shakllantirish mumkin:

1. Ijobiy qaror qabul qilish uchun yetarli vaqt bo'lmasa – xotirjam bo'lish, qaror qabul qilishni bir oz kechiktirish mumkin hamda asosiysi, boshqaruvchi o'ziga bo'lgan ishonchini yo'qotmasligi muhimdir.

2. Qaror qabul qilmaslik istagi, hech narsa o'zgartirishni xohlamaslik, kimdir bilan mas'uliyatni baham ko'rishni ko'zda tutish kabi qiyinchiliklarga duch kelgan holatda – boshqaruvchi o'ziga barcha salbiy holatlarni qayd etishi, ularni saralab, xotirjam bo'lishi, shunda xavfni yuqori emasligiga ishonch hosil qilinishi hamda qiyinchiliklar bartaraf etilishiga erishiladi.

3. Boshqaruvchi o'ziga bo'lgan ishonchni haddan ortiq his qilmasligi, xatolarini o'z vaqtida tan olishi va muammoni hal qilish uchun keyingi qadamni qo'yishi maqsadga muvofiqdir.

Nazorat savollari

1. Boshqaruv jarayonlari mazmunini yoritib bering va uning turli-tumanligiga oid misollar keltiring.

2. Boshqaruv qarorlari mazmuni va muqobil qarorlar turlari.

3. Boshqaruvda qaror qabul qilish qanday bosqichlardan iborat?

4. Boshqaruv qarorlarining funksiyalarini tavsiflab bering,

5. Boshqaruv qarorlarini qabul qilishga qanday talablar qo'yiladi?

6. Optimal qaror qabul qilishning qanday asosiy tamoyillari mavjud?

XI BOB. TO‘LIQ ANIQLIK SHAROITIDA QAROR QABUL QILISH

11.1. To‘liq aniqlik sharoiti tushunchasi, muqobillar va mezonlar, mezonlarni baholash usullari.

11.2. Optimal qaror qabul qilishning matematik tavsifi.

11.3. Maqbul qarorni tanlashda normallashtirish usulidan foydalanish.

11.1. To‘liq aniqlik sharoiti tushunchasi, muqobillar va mezonlar, mezonlarni baholash usullari

Birinchi navbatda, barcha mezonlar bo‘yicha barcha muqobil qarorlar haqida to‘liq ma‘lumotlar mavjud bo‘lgan eng oddiy vaziyatni ko‘rib chiqamiz. Masalaning matematik modelidagi bu holat har bir mezonni miqdor jihatdan o‘lchanganligini va har bir muqobil uchun jozibadorlik ko‘rsatkichi uning miqdoriy bahosiga mutanosib ekanligini ko‘rsatadi.

Muqobillar – qarorlar qabul qilishda qaror qabul qiluvchi shaxs uchun mumkin bo‘lgan variant, aniq harakat qoidalari deb ataladi. Qaror qabul qilish jarayonining o‘zi qaror qabul qiluvchi shaxs uchun eng maqbul muqobilni tanlashdan iborat. Masalan, korxonada kredit olib berganda, uning muqobillari kredit berishga tayyor bo‘lgan banklardir. Ayblanuvchini himoya qilishda advokatning muqobillari sudga himoya qilish uchun tanlagan xatti-harakatlar strategiyasidir. Bir nechta muqobillar bo‘lishi mumkin, ularning hammasini sanash va aniq keltirib o‘tish mumkin, masalan, kredit olish uchun bir nechta banklardan qaysi birini tanlash, ta‘lim olish uchun qaysi ta‘lim maskanini tanlash va hokazolar. Bunday muqobillar diskret muqobillar deyiladi. Biroq, muqobil soni cheksiz ham bo‘lishi mumkin, ularning hammasini sanab bo‘lmaydi, ular doimiy o‘zgarishi mumkin, masalan, bankdan kreditga qancha pul olish kerak, ijaraga joy tanlashda mijozlarga qulayligi va hokazolar. Bunday muqobillar uzluksiz deyiladi.

Muqobillarni (yoki oddiygina mezonlar) baholash mezonlari qaror qabul qilish jarayoni ishtirokchilari uchun, xususan, qaror qabul qiluvchi shaxs uchun muqobillarning jozibadorligi (yoki betakrorligi) ko‘rsatkichlari deb ataladi. Eng yaxshi alternativ tanlash uchun asos

bo‘lib mezonlarni baholash hisoblanadi. Masalan, bankni tanlashda korxonalar rahbari foiz stavkasi, bankning ishonchliligi, kredit shartlari va boshqa mezonlar kabi mezonlardan foydalanadi. Sudda yuristning xatti-harakat strategiyasini tanlashda taqdim etilgan e‘lonning holati, ayblanuvchining, ehtimol sudyaning shaxsiy xususiyatlari va boshqa omillar kabi mezonlar hisobga olinadi.

Mezonlar miqdoriy va sifatiy bo‘lishi mumkin. Agar jozibadorlik ko‘rsatkichi ko‘rsatkichga mutanosib bo‘lgan son qiymati bilan aniq baholanishi mumkin bo‘lsa, u miqdoriy hisoblanadi. Masalan, miqdoriy mezonlar narx, foyda yoki xarajat (so‘m), vaqt (soat, kun va boshqalar ko‘rsatkichlari bilan bog‘liq), hajmi (metr), maydoni (m^2) va shunga o‘xshash. Biroq, ko‘pincha mezonlar ko‘rsatkichlari har qanday son bilan ifodalanmaydi. Bu holda, u yuqori sifatli hisoblanadi. Bunda uni faqat taqqoslash nuqtai nazaridan tasvirlash mumkin: «yaxshi-yomon», «yanada-yaqinroq», «ko‘proq-kamroq» va boshqalar. Sifat mezonlarini tahlil qilishning matematik usullarini qo‘llash uchun ularning miqdoriy xususiyatlarini belgilash lozim. Buning uchun mezonlarning ekspert baholari qo‘llaniladi, unda ushbu sohadagi mutaxassislar har bir muqobil uchun n o‘lchamli o‘lchov bo‘yicha mezonlarning jozibadorligi ko‘rsatkichini baholaydilar yoki har bir muqobil uchun barcha mezonlar ko‘rsatkichlarini juftlikda taqqoslaydilar, hamda har bir mezon uchun muqobillarning vaznini hisoblaydilar.

Eng oddiy masalani ko‘rib chiqaylik: har bir mezon bo‘yicha muqobillarni 7 ta baholash sifati va bir xil (masalan, uch ballik) o‘lchov uchun mezonlarini ekspert baholashlari mavjud. Muqobillarni n bilan va mezonlarni k bilan belgilaymiz. U_{ij} – i muqobilni j mezon bo‘yicha bahosi. Mezonlar turlicha bo‘lib, ularning ba‘zilari qaror qabul qilishga ko‘proq, ba‘zilari esa kamroq ta‘sir ko‘rsatadi. Har bir mezonning qaror qabul qilishdagi vaznini qanchalik muhim ekanligini ko‘rib chiqamiz. j -nchi mezonning vazni W_j ga teng bo‘lsin. Mezonning vaznini turli o‘lchov birliklarida o‘lchash mumkin (masalan, 0 dan 1 gacha son bilan, uch balli o‘lchov birligi va boshqa o‘lchov birliklarida). Har bir mezonning og‘irligi mutaxassislar yoki to‘g‘ridan to‘g‘ri qaror qabul qiluvchi shaxs tomonidan belgilanadi. Demak, mezonlarni kattaliklari ichidan eng maqbulini tanlash muayyan mezon asosida amalga oshiriladi.

11.2. Optimal qaror qabul qilishning matematik tavsifi

Agar muqobillarni baholash usullari ma'lum bo'lsa, mezonlarning og'irligi va ularni maksimal darajaga yetkazish masalasi hal etilgan bo'lsa, ya'ni muqobilning bahosi qanchalik yuqori bo'lsa, u shunchalik jozibador bo'ladi. Optimal qaror qabul qilish uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$F_i = \sum_{j=1}^k U_{ij} W_j, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (11.1)$$

Bu formulaga asosan muqobilning foydalilik funksiyalarini ichidan maksimali tanlanadi. Shunga to'g'ri kelgan muqobil qaror qabul qilish uchun tanlanadi. Agarda muqobilni foydalilik funksiyalarini minimallashtirish talab etilsa, unda eng kam foydalilik funksiyasiga ega bo'lgan muqobil variant qaror sifatida qabul qilinadi.

Misol. Biror bir ishlab chiqarish korxonasining direktori avtomatlashtirilgan montaj liniyasiga xizmat ko'rsatish uchun ta'mirlash – servis kompaniyalaridan biri bilan shartnoma tuzmoqchi. Unga to'rtta kompaniya taklif etilayapti. Ularni shartli ravishda A, B, C va D bilan belgilaymiz.

Shartnomadagi xizmat ko'rsatish xarajatlari, kafolat majburiyatlari va boshqa umumiy xarajatlar birgalikda “moliyaviy shartlar” deb ataladi. Direktor ulardan xizmat ko'rsatish xarajatlarining kattaligini birinchi mezon deb belgilaydi, u birlik miqyosida $W_1=0,8$ deb baholanadi. Bundan tashqari, kompaniyaning ishonchliligini, uning obro'sini baholash muhim ahamiyatga ega. Ushbu mezon $W_2=0,5$ vaznga ega. Bunga qo'shimcha ravishda, bunday mezonning javob tezligi, montaj liniyasiga xizmat ko'rsatish tizimi

Qanday o'rnatilganligi, muammolarni tezda bartaraf etish va sozlash qanday amalga oshirilganligi hisobga olinmaydi. Ushbu mezonning vazni $W_3=0,3$ ga teng.

Har bir mezon bo'yicha muqobillarni baholash quyidagi jadvalda keltirilgan:

Muqobillar	Mezonlarni baholash (10 balli shkala bo'yicha)		
Kompaniya A	4	7	9
Kompaniya B	8	3	8
Kompaniya C	6	8	4
Kompaniya D	7	8	9

Yuqoridagi formula bo'yicha eng yaxshi qarorni topish uchun har bir F_i muqobilni foydalilik funksiyalarini hisoblash kerak. Har bir muqobil uchun foydalilik funksiyalarini hisoblaymiz:

$$F_A = 4 \cdot 0,8 + 7 \cdot 0,5 + 9 \cdot 0,3 = 9,4$$

$$F_B = 8 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,5 + 8 \cdot 0,3 = 10,3$$

$$F_C = 6 \cdot 0,8 + 8 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,3 = 10,0$$

$$F_D = 7 \cdot 0,8 + 2 \cdot 0,5 + 9 \cdot 0,3 = 9,3$$

Ko'rinib turibdiki, ikkinchi kompaniyaga to'g'ri kelgan foydalilik funksiyasini qiymati eng katta. Demak, shu kompaniya bilan ishlab chiqarish korxonasi o'rtasida shartnoma tuzish lozim. Chunki misoldan ko'rinib turibdiki, belgilangan mezonlar bo'yicha bu kompaniya ekspertlarni o'n ballik baholari bo'yicha foydalilik funksiyasini qiymati eng yuqoridir.

Shunday holat ham bo'lishi mumkinki, ekspertlarni turli mezonlar bo'yicha baholari har xil bo'lishi mumkin. Bunga sabab bitta mezon so'mda, ikkinchisi daqiqada, uchinchisi esa ballarda va hokazo). Bunday hollarda mezonlarning o'lchov birliklarini yagona o'lchamsiz holatga keltirish lozim. Bular uchun ko'p ishlatiladigan normallashtirish usullaridan foydalanish lozim.

11.3. Maqbul qarorni tanlashda normallashtirish usulidan foydalanish

Amaliyotda ko'p qo'llaniladigan normallashtirish usulini ko'rib chiqamiz.

Taxmin qilaylik, n muqobil va k mezonlar mavjud. j mezonga ko'ra, i muqobilning bahosini U_{ij} deb belgilaymiz. Mezonlarga ko'ra, muqobillarni baholash turli o'lchamlarda amalga oshirilishi mumkin. Quyidagi belgilashlarni kiritamiz: $\hat{U}_j = \max_i(U_{ij})$ - har bir muqobilning j -mezoni bo'yicha maksimal qiymati, va $\hat{U}_j = \min_i(U_{ij})$ - muqobillar uchun j -nchi mezon bo'yicha minimum qiymati. Endi esa muqobillarning mezonlar bo'yicha normallashtirilgan baholarini kiritamiz.

Mezonlarni maksimal darajada oshirishda (ko‘rsatkichlar qancha ko‘p bo‘lsa shuncha yaxshi) U_{ij} matritsasi ustunining har bir qiymatidan ushbu ustunning eng kichik qiymati ayirilib, natija ushbu ustunning eng katta va eng kichik qiymatlari o‘rtasidagi farqqa bo‘linadi:

$$u_{ij} = \frac{U_{ij} - \tilde{U}_j}{\hat{U}_j - \tilde{U}_j}$$

Mezonlarni minimallashtirishda (ko‘rsatkichlar qancha kam bo‘lsa shuncha yaxshi), normalashtirilgan baholar quyidagicha hisoblanadi:

$$u_{ij} = \frac{\hat{U}_{ij} - U_{ij}}{\hat{U}_j - \tilde{U}_j}$$

Ya’ni, U_{ij} matritsasi har bir ustunining eng katta qiymatidan ushbu ustunning har bir qiymati ayiriladi va natija shu ustunning eng katta va eng kichik qiymatlari farqiga bo‘linadi.

Normallashtirish natijasida, mezonni maksimal darajada oshirish yoki kamaytirish davom ettiriladi. Har qanday mezon bo‘yicha qaror qabul qiluvchi shaxs uchun eng yaxshi jozibadorlikka ega bo‘lgan muqobil 1 bahosini oladi, eng kam jozibador muqobil 0 bahosiga ega, qolgan muqobillar esa 0 dan 1 gacha eng yaxshi va eng yomon muqobillarning ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi jozibadorligiga mutanosib ravishda oraliq baholarga ega bo‘ladi. Har bir muqobilning F_i maqsad funksiyasi (1) formula yordamida, ammo normallashtirilgan jozibadorlik ko‘rsatkichlari bilan birgalikda hisoblanadi:

$F_i = \sum_{j=1}^k u_{ij} w_j, i=1,2,\dots,n$, bu yerda W_j – mezonlar og‘irligi. Maqsad funksiyasi maksimum bo‘lgan muqobil qaror qabul qilinadi.

Misol. Biror bir hududda o‘z vakolatxonasini ochgan uyali aloqa kompaniyasi o‘z ofisi uchun ijaraga beriladigan joyni tanlamoqda. Bir nechta muqobil variantlar mavjud: shahar markazi A, bog‘ maydoni V, sanoat hududi C, bozor hududi D. Quyidagi mezonlar ko‘rib chiqiladi: ijara to‘lovi (ming so‘m/y.), ijaraga olinayotgan joy maydoni (kv.m.), mijozlar uchun qulaylik (10 ball ichida), xona holati (10 ball ichida). Mezonlar bo‘yicha muqobillarni baholash,

shuningdek mezonlarning og'irligi (10 ballik tizimda) quyidagi jadvalda keltirilgan:

Muqobillar	Mezonlar (U_{ij} matritsasi)			
	Ijara	Maydon	Qulaylik	Holati
A	130	95	9	7
B	65	110	5	4
C	80	90	6	6
D	100	100	8	5
Og'irligi	8	6	9	5

Mezonlarga ko'ra, muqobil ko'rsatkichlarni (10 ballik tizimda) normallashtiramiz. Minimallashtirilgan birinchi mezon, ya'ni ijara bo'yicha maksimal qiymat 130 ga, minimal qiymat esa 65 ga teng. Bu mezonni minimallashtirish uchun U_{ij} matritsasini birinchi ustunining maksimal elementi ushbu ustunning har bir elementini ayiramiz va uni $130-65=65$ farqiga ajratamiz. Maksimal ikkinchi element (maydon) uchun, ikkinchi ustunning har bir elementidan 90 ga teng bo'lgan ushbu ustunning minimal elementini olib tashlaymiz hamda maksimal va minimal elementlarning $110-90=20$ farqini ajratamiz. Xuddi shunday, uchinchi va to'rtinchi mezonlarning normallashtirilgan ko'rsatkichlarini hisobga olgan holda, biz quyidagi normallashtirilgan ko'rsatkichlar matritsasini olamiz:

Muqobillar	Normallashtirilgan mezonlar (u_{ij} matritsasi)			
	Ijara	Maydon	Qulaylik	Holati
A	0	0,25	1	1
B	1	1	0	0
C	0,77	0	0,25	0,67
D	0,46	0,5	0,75	0,33

Natijada, hisoblanganlar asosida maqsad funksiyasi quyidagilarga teng:

$$F_A = 0 \cdot 8 + 0,25 \cdot 6 + 1 \cdot 9 + 1 \cdot 5 = 15,5$$

$$F_B = 1 \cdot 8 + 1 \cdot 6 + 0 \cdot 9 + 0 \cdot 5 = 14$$

$$F_C = 0,77 \cdot 8 + 0 \cdot 6 + 0,25 \cdot 9 + 0,67 \cdot 5 = 11,76$$

$$F_D = 0,46 \cdot 8 + 0,5 \cdot 6 + 0,75 \cdot 9 + 0,33 \cdot 5 = 15,44$$

Ko‘rinib turibdiki, muqobil A (hudud markazi) eng yaxshisidir, chunki uning foydali funksiyasi maksimal darajada.

Nazorat savollari

1. To‘liq aniqlik sharoiti deganda nimani tushunasiz?
2. To‘liq aniqlik sharoitida qaror qabul qilishda ekspert so‘rovlaridan qanday foydalaniladi?
3. Qaror qabul qilishda qanday maqsad funksiyadan foydalaniladi?
4. Amaliyotda qo‘llaniladigan normallashtirish usullari nimalardan iborat?
5. Mezonlar bo‘yicha muqobillarni baholash tartibini tushuntirib bering.
6. Maqsad funksiyasiga ko‘ra eng optimal qaror sifatida qaysi muqobil qaror tanlanadi?
7. To‘liq aniqlik sharoitida qaror qabul qilish mezonlariga misol keltiring.

XII BOB. NOANIQLIK SHAROITIDA OPTIMAL QAROR QABUL QILISH USULLARI

12.1. Noaniqlik sharoiti tavsifi.

12.2. Noaniqlikda qaror qabul qilish mezonlari.

12.3. Mezonlarning qo'llanilishi va optimal qarorni tanlash.

12.1. Noaniqlik sharoiti tavsifi

Tasodifiy hamma hodisalarni ehtimollik bilan "o'lchab" bo'lmaydi. Noaniqlik kengroq tushuncha. O'yin o'ynaladigan kvadratda qaysi sonlarning tushishi 15 yil ichida mamlakat iqtisodiyotining holati qanday bo'lishi noaniqligidan tubdan farq qiladi. Muxtasar qilib aytganda, noyob yagona tasodifiy hodisalar noaniqlik bilan bog'liq va ommaviy tasodifiy hodisalar ehtimoliy tabiatning ayrim qonuniyatlariga imkon beradi. To'liq noaniqlik bilan bog'liq vaziyat qo'shimcha ma'lumotlarning yo'qligi bilan tavsiflanadi.

Ehtimoliy-statistik yondashuv ko'pincha noaniqliklar va xavflarni tasvirlash uchun ishlatiladi. Qaror qabul qilish jarayonida ishlatiladigan miqdorlarning noaniqligi aniq sonli qiymatlarni ushbu miqdorlarni o'z ichiga olgan intervallar bilan almashtirish orqali modellashtiriladi.

Oldingi xatarlar sharoitida qaror qabul qilish bilan bog'liq bo'lgan masalalarda ehtimolliklarni baholash aniq bo'lib, ular bilan taxminiy u yoki bu qaror tanlanishi mumkin bo'lgan. Lekin, aksariyat amaliy masalalarni yechishda, ularning yechimini topish sharoitlarini qanday ehtimollik bilan o'zgarishini aniqlash umuman mumkin emas. Bunday holda qarorlarni qabul qilishning matematik modelini noaniqlik sharoitlarida qarorlar qabul qilish usuli deb ataymiz.

Faraz qilaylik, qaror qabul qiluvchi shaxs (QQQSh) masalani yechishning n ta muqobil variantiga ega. Ularni mos ravishda A_1, A_2, \dots, A_n deb belgilaymiz. Tanlov natijasi (qaror qabul qiluvchi shaxsning yutug'i) QQQShni ta'sir qilishi mumkin bo'lmagan holatning qanday o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Faraz qilaylik, QQQSh holatning o'zgarishini " m " variantini ajratadi, ularni S_1, S_2, \dots, S_m deb belgilaymiz. Bu variantlar qaror qabul qilish nazariyasida "Tabiat holatlari" deb ataladi, chunki bu turdagi ko'pchilik hayotiy masalalar ob-havo, iqlim, ijtimoiy va boshqa noaniqliklari bilan bog'liqdir.

Deylik, QQQSh uchun har bir muqobil variant A_i va holatni o‘zgarishi B_j da (miqdor ko‘rinishida ifodalangan) natija aniq. Bu holda, QQQSh uchun natijaning maksimalashuviga yoki minimalashuviga qarab o‘zgaradigan $A=(a_{ij})$ matritsaga ega bo‘lamiz. Bunday matritsa yutuqlar yoki yo‘qotishlar matritsasi deyiladi.

12.2. Noaniqlikda qaror qabul qilish mezonlari

Noaniqlik sharoitlarida hayotiy masalalarni yechishda bir necha mezonlardan foydalanish mumkin. Bu usullarni yanada tushunarli qilib ifodalash uchun ularni muayyan misollarda ko‘rib chiqamiz. Eng avvalo, jozibadorlik ko‘rsatkichlari a_{ij} qanchalik katta bo‘lsa, QQQSh uchun shunchalik yaxshi bo‘lishini ta‘minlovchi natijani maksimalashtirish mezonini ko‘rib chiqamiz (o‘rganamiz).

Misol. “Artel” markadagi (nomli) televizorlarni sotish bilan shug‘ullanuvchi savdo firmasining direktori viloyat markazida o‘z vakolatxonasini ochmoqchi bo‘ldi. Unda ikkita muqobil variantlar mavjud:

1. Alohida binoda o‘z do‘konini ochish.
2. Mahalliy savdo markazlari bilan hamkorlik qilish.

Hammasi bo‘lib yechimning 5 ta muqobil variantini ajratish mumkin: A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 . Savdo firmasining yutug‘i taqdim etiladigan xizmatlar bozoridagi holat qanday bo‘lishiga bog‘liq.

Ekspertlar holatning rivojlanishini 4 ta mumkin bo‘lgan variantlarini ajratadilar. Firmaning har bir holatdagi muqobil variant uchun foydasi yutuqlar matritsasi a_{ij} (mln.so‘m/yil) bilan belgilangan.

$A_i \backslash B_j$	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	8	12	14	5
A_2	9	10	11	10
A_3	2	4	9	22
A_4	12	14	10	1
A_5	15	6	7	14

Qaror qabul qilish uchun optimal muqobilni tanlash uchun optimal muqobil variantni tanlash imkoniyatini beruvchi asosiy mezonlarni ko‘rib chiqamiz:

1. Laplas mezoni. U holatni (“tabiatni” holati) o‘zgarishining har bir variantini teng ehtimollikka ega ekanligiga asoslanadi. Shu sababli, qaror qabul qilishda har bir muqobillik uchun qiymati har bir “tabiat holati” bo‘yicha jozibadorlik ko‘rsatkichlarini o‘rta arifmetik qiymatiga teng bo‘lgan foydalilik funksiyasi G_i ni hisoblash lozim:

$$F_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m a_{ij}$$

Shunday muqobil variant tanlanadiki, u uchun foydalilik funksiyasi maksimal bo‘lsin. Misol uchun:

$$F_1 = \frac{1}{4}(8+12+14+5) = 9,75$$

$$F_2 = \frac{1}{4}(9+10+11+10) = 10$$

$$F_3 = \frac{1}{4}(2+4+9+22) = 9,25$$

$$F_4 = \frac{1}{4}(12+14+10+1) = 9,25$$

$$F_5 = \frac{1}{4}(15+6+7+14) = 10,5$$

Ko‘rish mumkinki, A_5 muqobil variant uchun foydalilik funksiyasining qiymati maksimal; shundan kelib chiqqan holda, uni tanlash maqsadga muvofiqdir.

2. Vald mezoni. Ushbu mezon maksimal pessimizm tamoyiliga, ya’ni holatni rivojlanishining eng yomon varianti yuz beradi va yomon variantni yuz berish xavfini minimallashtirish lozimligiga asoslanadi. Mezonni qo‘llash uchun har bir muqobil variant bo‘yicha jozibadorlikning eng yomon ko‘rsatkichi x_i ni (yutuqlar matritsasining har bir qatoridagi eng kichik son) tanlash lozim va shunday muqobil variantni tanlash kerakki, u uchun bu ko‘rsatkich maksimal bo‘lsin.

Bizning misolimizda: $x_1 = 5; x_2 = 9; x_3 = 2; x_4 = 1; x_5 = 6$

Ko‘rish mumkinki, muqobil variantlardan A_2 eng yomon ko‘rsatkichlarni eng yaxshisiga ega, uning uchun $x_2=9$ kattadir.

3. Maksimal optimizm mezoni.

Qaror qabul qiluvchi shaxs vaziyatni ma’lum darajada boshqarish imkoniyatiga ega bo‘lgan holda, u uchun eng foydali bo‘lgan holatni

shunday rivojlanishi yuz berishiga asoslanadigan eng sodda mezondir. Mezonga ko‘ra, yutuqlar matritsasining maksimal elementiga mos keluvchi muqobil variant qabul qilinadi. Keltirilgan misol uchun bu kattalik $a_{34}=22$, shuning uchun A_3 muqobil variantni tanlaymiz.

4. Sevidj mezoni. U, qaror qabul qiluvchi shaxs tomonidan optimal bo‘lmagan (subtimal) qarorni qabul qilishi bilan bog‘liq bo‘lib, yo‘qotishlarni minimallashtirish tamoyiliga asoslangan. Masalani yechish uchun yo‘qotishlar matritsasi tuziladi, bu matritsa xatarlar r_{ij} matritsasi deb ataladi. U yutuqlar matritsasi a_{ij} dan har bir ustunini maksimal elementi $a_j^{\max} = \max_i(a_{ij})$ dan shu ustunning boshqa barcha elementlarni ayirish orqali hosil bo‘ladi. Ko‘rilayotgan misolda bu matritsa quyidagicha ifodalanadi:

$A_i \backslash B_j$	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	7	2	0	17
A_2	6	4	3	12
A_3	13	10	5	0
A_4	3	0	4	21
A_5	0	8	7	8

Keyin, har bir muqobil uchun maksimal xatarga teng bo‘lgan (xatarlar matritsasining har bir qatoridagi eng katta son) β_j kattaliklarni aniqlaymiz va maksimal xatar eng kichik (minimum) bo‘lgan muqobil variant tanlanadi.

Bizning misolimizda: $\beta_1=17$; $\beta_2=12$; $\beta_3=13$; $\beta_4=21$; $\beta_5=18$. Bundan ko‘rinadiki, $\beta_2=12$ da minimaldir. Shuning uchun A_2 muqobilni tanlaymiz.

5. Gurvits mezoni. Bu QQQSh uchun “optimizm-pessimizm”ning darajasini boshqarish imkoniyatini beruvchi eng universal mezondir. *Ishonch koeffitsiyenti* yoki *optimizm koeffitsiyenti* deb nomlanuvchi biror bir λ koeffitsiyentni kiritamiz. Bu koeffitsiyenti QQQSh uchun eng yaxshi natija hosil qiladigan ehtimollik deb qarash mumkin. Shundan kelib chiqqan holda, eng yomon variantni sodir bo‘lish ehtimolligi $(1 - \lambda)$.

Ishonch koeffitsiyenti λ shuni ko‘rsatadiki, QQQSh holatni u yoki bu darajada boshqarish orqali o‘zi uchun maqbul holatga erishishiga

ishonch hosil qilishi mumkin. Agarda QQQSh uchun maqbul va maqbul bo'lmagan holatlarni ehtimolliklari teng bo'lsa, $\lambda=0,5$ deb olish lozim. Bu mezondan foydalanish uchun har bir muqobil variantning eng yaxshi a_i^+ va eng yomon a_i^- qiymatlari quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$a_i^+ = \max_j(a_{ij}) ; \quad a_i^- = \min_j(a_{ij})$$

Shundan keyin foydalilik funksiyalari quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$F_i = a_i^+ * \lambda + a_i^- * (1 - \lambda)$$

Faraz qilaylik, bizning misolimizda QQQSh ijobiy qaror bo'lishiga yetarli darajada ishonch hosil qilgan va yutuqni maksimal bo'lish ehtimolligini $\lambda=0,7$ bo'lishini baholaydi. U holda:

$$F_1 = 14 * 0,7 + 5 * (1 - 0,7) = 11,3$$

$$F_2 = 11 * 0,7 + 9 * 0,3 = 10,4$$

$$F_3 = 22 * 0,7 + 2 * 0,3 = 16$$

$$F_4 = 14 * 0,7 + 1 * 0,3 = 10,1$$

$$F_5 = 15 * 0,1 + 6 * 0,3 = 12,3$$

Hisoblashlardan kelib chiqqan holda, QQQSh A_3 muqobil variantni qabul qilishi lozim. Agarda misol uchun, QQQSh natijani ijobiy bo'lishiga yetarli darajada ishonch hosil qilmasa va uning ehtimolligini $\lambda=0,2$ bo'lishini hisoblasa, u holda foydalilik funksiyalari quyidagilarga teng bo'ladi:

$$F_1 = 14 * 0,2 + 5 * (1 - 0,2) = 6,8$$

$$F_2 = 11 * 0,2 + 9 * 0,8 = 9,4$$

$$F_3 = 22 * 0,2 + 2 * 0,8 = 6$$

$$F_4 = 14 * 0,2 + 1 * 0,8 = 3,6$$

$$F_5 = 15 * 0,2 + 6 * 0,8 = 7,8$$

Ko'rinib turibdiki, bu holda, foydalilik funksiyasi maksimal bo'lgan A_2 ni qabul qilish lozim. Shuni ta'kidlash lozimki, $\lambda=0$ bo'lgan holda, Gurvits mezoni Valdani pessimistik mezoniga o'tadi, $\lambda=1$ bo'lganda esa maksimal optimizm kriteriyasiga o'tadi.

12.3. Mezonlarning qo'llanilishi va optimal qarorni tanlash

Agarda jozibadorlik ko'rsatkichi a_{ij} mezoni bo'yicha minimizatsiyalashni holatida (qanchalik kam bo'lsa, QQQSh uchun shunchalik yaxshi, misol uchun xarajatlar, xavflar va boshqalar) optimal qaror

qabul qilish mezonlari birmuncha o'zgaradi. Bu farqlarni ko'rib chiqamiz.

Laplas mezoni foydalilikni minimal funksiyasi bo'yicha optimal yechimni aniqlaydi. Valda mezoni qo'llanilgan holda har bir λ_i (qator)ning muqobil variantini maksimal ko'rsatkichini hisoblash va bu ko'rsatkich minimal bo'lgan maqbul variantni qabul qilish lozim. Maksimal optimizm mezoni yutuqlar matritsasini (minimizatsiyalash holda uni ko'pincha yo'qotishlar matritsasi deb atashadi) minimal elementiga mos keluvchi optimal yechimni aniqlash imkoniyatini beradi. Sevidj mezonidagi xavflar matritsasi yo'qotishlar matritsasi a_{ij} ni har bir elementidan har bir ustun $a_j^{\min} = \min_i(a_{ij})$ ning minimal elementini ayirish natijasida hosil bo'ladi. Gurvits mezonidan foydalanishda har bir muqobil uchun $a_i^+ = \max_j(a_{ij})$ maksimal va $a_i^- = \min_j(a_{ij})$ minimal ko'rsatkichlar hisoblanadilar va foydalilik funksiyasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi: $F_i = a_i^- * \lambda + a_i^+ * (1 - \lambda)$. Shundan so'ng eng kichik foydalilik funksiyasiga ega muqobil tanlanadi. Buni biror misol yordamida ko'rib chiqamiz.

Misol. Neft kompaniyasi uzoq shimol hududida neft platformasini qurmoqchi. Buning uchun loyihaning 4 ta varianti A, B, C, D tanlangan. Bu loyihalar bo'yicha xarajatlar (mln.so'm) miqdori qurilish davrida qanday iqlim sharoitlari bo'lishiga bog'liq. Iqlim o'zgarishining 5 ta varianti S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 bo'lishi mumkin.

Laplas, Valda, maksimal optimizm, Sevidj va Gurvits mezonlaridan foydalangan holda $\lambda=0,6$ dagi qurilish uchun optimal variantni tanlash lozim. Xarajatlar matritsasi quyidagi ko'rinishda:

$S_j \backslash A_i$	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
A_1	7	12	8	10	5
A_2	9	10	7	8	9
A_3	6	8	15	9	7
A_4	9	10	8	11	7

A_1 muqobilni tanlash lozim.

Vald mezon: eng yomon variantlar $\lambda_1=12$, $\lambda_2=10$, $\lambda_3=15$, $\lambda_4=11$ ichidan eng yaxshisi $\lambda_2=10$ ga to‘g‘ri keladi, shu sababli, A_2 muqobilni tanlaymiz.

Maksimal optimizm mezon: $a_{15}=5$ minimal bo‘lgan muqobilga to‘g‘ri keladi.

Sevidj mezon xavflar matritsasiga ega:

$A_i \backslash S_j$	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
A_1	1	4	1	2	0
A_2	3	2	0	0	4
A_3	0	0	8	1	2
A_4	3	2	1	3	2

Har bir mezon uchun xavflar matritsasini maksimal elementlari teng: $\beta_1=4$; $\beta_2=4$; $\beta_3=8$; $\beta_4=3$. Minimal qiymatga ega bo‘lgan $\beta_4=3$ muqobilni, ya’ni A_4 ni tanlaymiz.

$\lambda=0,6$ darajadagi Gurvits mezoniga ko‘ra, foydalilik funksiyalari quyidagilarga teng:

$$F_1 = 5*0,6 + 12*(1-0,6) = 7,8$$

$$F_2 = 7*0,6 + 10*0,4 = 8,2$$

$$F_3 = 6*0,6 + 15*0,4 = 9,6$$

$$F_4 = 7*0,6 + 11*0,4 = 8,6$$

Eng kichik foydalilik funksiyasi $F_1=7,8$ bo‘lgan A_2 muqobilni qabul qilamiz.

Nazorat savollari

1. Noaniqlik sharoiti to‘g‘risida qanday tushunchalarga egasiz?
2. Noaniqlik sharoitida qarorlarning maqbul muqobillarning turlari?
3. Noaniqlik sharoitida qaror qabul qilish mezonlarini tavsiflab bering.
4. Qaror qabul qilishda Laplas mezonining iqtisodiy mazmunini so‘zlab bering.
5. Gurvits mezonining matematik tasviri va iqtisodiy mazmuni qanday?
6. Sevidj mezon to‘g‘risida nimalar bilasiz?

XIII BOB. TAVAKKALCHILIKDA OPTIMAL QAROR QABUL QILISH USULLARI

13.1. Tavakkalchilik ta'rifi va darajalari.

13.2. Tavakkalchilikda qaror qabul qilish usullari.

13.3. Qaror qabul qilishda qarorlar daraxtining qo'llanilishi.

13.1. Tavakkalchilik ta'rifi va darajalari

Tavakkalchilik tushunchasi fanda inson xatti-harakatlarining xususiyatlari bilan ham, uning hayoti va jamiyatdagi faoliyatining obyektiv sharoitlari bilan ham bog'liqdir. Tavakkalchilik omili ham vaziyatning xususiyati sifatida, ham dipozitsiya maqomiga ega bo'lgan, lekin ma'lum sharoitlarda namoyon bo'ladigan holat sifatida qaraladi. Keng psixologik talqinda qaror qabul qilish muqobillar, berilgan obyektlar, g'oyalar yoki harakatlar o'rtasidagi noaniqlik sharoitida shaxs (yoki odamlar guruhi) tomonidan tanlov deb tushunilishi mumkin. Kamdan-kam hollarda ikki muqobil variant mavjud bo'lishi mumkin, odatda, muqobillar bir nechta bo'lishi taxmin qilinadi; ulardan birini tanlash mezonlari ham bir nechta bo'lishi mumkin. Bu holda tavakkalchilik muqobillardan birini tanlashni belgilaydigan natijalar va mezonlarni tavsiflashi mumkin.

Bundan tashqari, tavakkalchilik – resurslarning yo'qotilishi yoki muayyan boshqaruv qarorining muqobilligi bilan bog'liq daromad olinmasligi mumkin bo'lgan mavjud ehtimollik; noqulay natijaning ehtimolidir. Tavakkalchilik iqtisodiy kategoriya sifatida yo'qotishlar ehtimoli va ularning kattaligini baholashni birlashtiradi. Tavakkalchilikni ta'riflash uchun quyidagi ko'rsatkichlardan foydalaning: tavakkalchilik darajasi va tavakkalchilik narxi.

Tavakkalchilik darajasi qaror natijalarining (ham salbiy, ham ijobiy) ehtimolligini kvalifikatsiya qiladi. Tavakkalchilik bahosi (R) ehtimoliy yo'qotishlarning miqdoriy tavsifini beradi:

$$R = F(w, u)$$

bu yerda F – tavakkalchilik tavsifining funksiyasi; W – noqulay natijaning ehtimoli (tavakkalchilik darajasi); u – mumkin bo'lgan yo'qotishlarni miqdoriy baholash.

Maqbul tavakkalchilik zonasi – uning ichida ehtimoliy zararlar miqdori kutilgan foydadan oshmaydigan maydon. Kritik tavakkalchilik zonasi kutilayotgan foydadan umumiy taxmin qilinayotgan daromad qiymatigacha (foйда va xarajatlar miqdori) oshib ketishi mumkin bo‘lgan zararlar maydoni.

Halokatli xavf zonasi muhim darajadan oshib ketadigan va tashkilotning kapitaliga (bankrotlik vaziyat) teng qiymatda bo‘lishi mumkin bo‘lgan ehtimoliy zararlar maydoni.

Tavakkalchiliklarni boshqarish faoliyatning quyidagi asosiy yo‘nalishlarini o‘z ichiga oladi: tavakkalchilik darajasini tan olish, tahlil qilish va baholash; tavakkalchilikni oldini olish, minimallashtirish va sug‘urta qilish bo‘yicha chora-tadbirlarini ishlab chiqish hamda amalga oshirish; inqirozni boshqarish (tashkilotning omon qolish mexanizmlarini ishlab chiqish).

Tavakkalchiliklarni boshqarish usullari ikki asosiy yo‘nalishga bo‘linadi:

- 1) tavakkalchiliklarni oldini olish va cheklash usullari;
- 2) zararni undirish usullari.

Birinchi yo‘nalish quyidagi usullarni o‘z ichiga oladi: muqobil yechimlarni tekshirish va tavakkalchiliklarni baholash; ishtirokchilar o‘rtasida tavakkalchiliklarni taqsimlash; tavakkalchiliklarni cheklash (masalan, bank kreditining maksimal hajmi); garov operatsiyalari va kafolatlardan foydalanish; tavakkalchiliklarni diversifikatsiya qilish; o‘rtacha daromad darajasiga e‘tibor berish (yuqori daromadga intilish xavfni keskin oshiradi); mumkin bo‘lgan zararlarni aniqlash va oldini olish uchun samarali nazorat tizimlaridan foydalanish.

Ikkinchi yo‘nalish (zararni qoplash) tavakkalchiliklarni boshqarishning quyidagi usullarini o‘z ichiga oladi: rezervlash (zaxira fondlarini yaratish), tavakkalchiliklarni sug‘urtalash.

Tavakkalchilik va noaniqlik shartlari tashqi muhitda kelajakdagi vaziyatni ko‘p qiymatli kutish shartlari deb ataladi. Bunday holda, qaror qabul qiluvchi tashqi muhit omillari va ularning natijaga ta’siri haqida aniq tasavvurga ega bo‘lmasdan, bitta muqobil (A_i) ni tanlashi kerak. Bunday sharoitda har bir muqobilning natijasi, ekologik sharoit-omillar (foydalilik funksiyasi) funksiyasi bo‘lib, uni har doim ham qaror qabul qiluvchi shaxs oldindan aytib bera olmaydi.

13.2. Tavakkalchilikda qaror qabul qilish usullari

Tavakkalchilik sharoitida qaror qabul qilish usullaridan birida foydalilik nazariyasi deb ataluvchi tanlov nazariyasidan foydalaniladi.

Bu nazariyaga ko‘ra qaror qabul qiluvchi agar u o‘zining foydalilik funksiyasining Y_{ij} maksimal darajaga ko‘targan taqdirda (A_i) ni $A_i (i=1, \dots, n)$ tanlaydi.

Bu ko‘rsatkichni aniqlashda ikkita asosiy yondashuv mavjud: deduktsiya va statistik ma’lumotlarni tahlil qilish usuli.

Deduksiya usuli, ma’lumki, eksperimentga muhtoj emas va ma’lumotlarni statistik tahlil qilish o‘tmishda tajribalar mavjudligini nazarda tutadi hamda ehtimollik sifatida qabul qilingan hodisaning ro‘y berish chastotasini aniqlaydi.

Har bir muqobilni amalga oshirish uchun muhit holatining yuzaga kelish ehtimoli S_j aniqlangandan so‘ng, o‘rtacha qiymati $E(x)$ ga teng bo‘lganda kutilayotgan harajatlar aniqlanadi:

$$E(A_i) = w_1 E_{i,1} + w_2 E_{i,2} + \dots + w_s E_{i,s} = \sum_{j=1}^s w_j E_{i,j} \quad (13.1.)$$

Bu yerda $E_{i,j}$ - A_i ni amalga oshirish natijasi; w_i - S_j sharoitida A_i ni amalga oshirish ehtimoli.

Optimal strategiya – bu kutilgan eng yuqori qiymatni ta’minlovchi strategiya.

$$E(A_i) = \sum w_{ji} E_i \Rightarrow \max \quad (13.2.)$$

$$\sum w_i = I \quad (13.3)$$

Tavakkalchilik muhitida qaror qabul qilish uchun ikki usuldan foydalaniladi: 1. Samaradordik matritsasi. 2. Qarorlar daraxti (“дерево решений”).

Qaror matritsasi asosiy qaror qabul qilish modeliga o‘xshash quriladi. Qaror matritsasiga misol 13.1.-jadvalda keltirilgan.

13.1.-jadval

Qaror matritsasining umumiy ko‘rinishi

	$w(S_1)$ S_1	$w(S_2)$ S_2	...	$w(S_s)$ S_s
A_1	E_{11}	E_{12}	...	E_{1s}
A_2	E_{21}	E_{22}	...	E_{2s}
...
A_n	E_{n1}	E_{n2}	...	E_{ns}

Bu yerda A_1, A_2, \dots, A_A muqobil harakat strategiyalari.

S_1, S_2, \dots, S_S iqtisodiyotning holati (barqarorlik, turg'unlik, o'sish va boshqalar).

$w(S_1), w(S_2), \dots, w(S_S)$ - iqtisodiyot holatining boshlang'ich ehtimoli.

Matritsa kataklaridagi sonlar S_j sharoitida strategiyani amalga oshirish natijalarini A_i ifodalaydi. Shu bilan birga tavakkalchilik sharoitida S_j ehtimoli ma'lum bo'lib, noaniqlik sharoitida bu ehtimolni qaror qabul qiluvchining qanday axborotga ega ekanligiga qarab subyektiv ravishda aniqlash mumkin. Tavakkalchilik sharoitida qaror qabul qilishda asosiy nuqta muhitning S_j holatini yuzaga kelish ehtimolligini, ya'ni tavakkalchilik darajasini aniqlashdan iborat.

Tavakkalchilik sharoitida qarorlar qabul qilishda $E(A_i)$ ning taxminiy qiymati va tavakkalchilik darajasi aniqlangandan so'ng, tavakkalchilik va foyda o'rtasidagi savdo-sotiqni aniqlash muammosi paydo bo'ladi. Odatda, katta daromadlarni olish tavakkalchilik darajasining yuqori qiymatlari bilan birga keladi, shuning uchun qaror qabul qiluvchining qarori nafaqat $E(A_i) = \sum w_i E_{ij}$, ko'rsatkichlarni hisoblashga, balki korxonaning moliyaviy holatiga ham bog'liq bo'ladi.

13.3. Qaror qabul qilishda qarorlar daraxtining qo'llanilishi

Tavakkalchilik sharoitida qaror qabul qilish uchun qo'llaniladigan keyingi usul qaror daraxti deb ataladi. Izchil qator qarorlar qabul qilish zarur bo'lganda qo'llaniladi.

Qaror daraxti – qaror nuqtalarini, mumkin bo'lgan A_i strategiyalarini, ularning oqibatlarini Y_{ij} ni mumkin bo'lgan omillar, ekologik sharoitlar bilan bog'lashga imkon beruvchi grafik usul. Qaror daraxtini qurish oldingi qarordan boshlanadi, keyin har bir harakat (voqea)ning mumkin bo'lgan harakatlari va oqibatlari tasvirlanadi, keyin qaror yana qabul qilinadi (harakat yo'nalishini tanlash) va hokazo. natijalarning barcha mantiqiy oqibatlari tugaguncha.

Qaror daraxti – bu har bir qaror oldingi qarorlar natijalariga bog'liq bo'lgan ketma-ket qarorlar qabul qilish jarayonining sxematik ifodasidir. Qaror daraxti turli harakat sohalarini hisobga olish va ularning har birining moliyaviy natijalari va ularning yuzaga kelish ehtimoli asosida muqobillarni taqqoslash va harakatlarning eng yaxshi

ketma-ketligini tanlash imkonini beradi. Daraxt chapdan o'ngga, ildizdan (qaror qabul qilishning dastlabki momenti) shoxchalar (muqobil yechimlar) dan iborat tarzda quriladi va samaradorlik filiallardan ildizga qarab hisoblanadi.

Daraxt elementlari:

a) savolga javob beruvchi harakatlar: «tanlov nima?»; harakatlar (qarorlar) ayri undan kelayotgan mumkin harakatlar bilan kvadrat sifatida ko'rsatiladi;

b) agar vaziyat keyingi rivojlanish jarayonida noaniqlik sharoitida harakatlarning o'rtacha natijalarini hisoblash imkoni beruvchi qaror qabul qiluvchi ularning yuzaga kelish ehtimoli bilan voqealar (vaziyatni rivojlantirish natijalari) ta'sir qila olmaydigan hodisalar; daraxt shoxlari voqealar ayri chiquvchi shoxlari bilan bir doira sifatida ko'rsatiladi;

d) harakatlar oqibatlari – turli vaziyatlarda va o'rtacha qaror qabul qilish natijalari taxmin ko'rsatkichlari (filiallari uchida va harakatlar va voqealar vilkalar yonida raqamlar bilan ko'rsatiladi);

e) qaror qabul qiluvchi afzalliklari yoki uning harakatlari strategiyasini ko'rsatish baholash mezonlari; afzallik funksiyasi qaror qabul qiluvchi fikriga ko'ra, qaror rentabelligini moliyaviy yoki boshqa oqibatlarga bog'liqligini ko'rsatadi; ushbu funksiyadan foydalanib, befarq (ratsional) stategiyani tavsiflovchi pul shkalasi afzallik shkalasi bilan almashtiriladi.

Tavakkalchilik sharoitida qaror qabul qilishda $E(A_i)$ ko'rsatkichidan tashqari tavakkalchilik darajasi (v_i), ya'ni kutilayotgan xarajatning kutilayotgan oqibatlardan og'ish darajasi deb ataluvchi yana bir mezondan foydalaniladi. Variatsiya koeffitsiyenti deb ataluvchi tavakkalchilik darajasi o'rtacha kvadratik chetlanishning arifmetik o'rtachaga nisbati bilan aniqlanishi ma'lum:

$$v_i = \frac{\sqrt{\sum (E_{i,j} - \sum w_j E_{i,j})^2 w_j}}{\sum w_j E_{i,j}} \quad (13.4)$$

Variatsiya koeffitsiyenti foiz sifatida hisoblanadi va har bir strategiya $A_i (i=1-A)$ uchun tavakkalchilik ko'rsatkichini xarakterlaydi. Variatsiya koeffitsiyentini qiymati qanchalik yuqori bo'lsa, qaror qabul qiluvchi tomonidan qaror shunchalik xatarli qabul qilinadi.

Nazorat savollari

1. Tavakkalchilikni baholash ko‘rsatkichlari nimalardan iborat?
2. Tavakkalchilik zonalari tushunchasi va turlari.
3. Tavakkalchilik sharoitida boshqaruv qarorlarini tanlash usullari.
4. Qaror qabul qilish usuli sifatida qarorlarning «daraxti» to‘g‘risida nimalar bilasiz?
5. Tavakkalchiliklarni boshqarishning qanday usullarini bilasiz?
6. Samaradorlik matritsasining matematik tavsifini tushuntirib bering.

XIV BOB. IQTISODIYOTDA O‘YINLAR NAZARIYASI VA QAROR QABUL QILISH

14.1. O‘yinlar nazariyasining qisqacha tarixi va mazmuni.

14.2. Matritsaviy o‘yinlar. Sof va aralash strategiyalar.

14.3. Chiziqli dasturlash usullari yordamida matritsali o‘yinni yechish.

14.4. “Tabiat bilan o‘yin” tipidagi modellar.

14.1. O‘yinlar nazariyasining qisqacha tarixi va mazmuni

Qarorlarning aksariyati, odatda, turli shaxslar yoki tashkilotlar bilan bog‘liq ziddiyatli manfaatlarni hisobga olgan holda qabul qilinishi kerak. Bunday hollarda an‘anaviy optimallashtirish usullarini qo‘llash mumkin emas, chunki oddiy ekstremal muammolarda biz bir kishi tomonidan yechim tanlash haqida gapiramiz. Bu sxema bir tomon uchun optimal bo‘lgan yechimlar ikkinchisi uchun optimal bo‘lmagan vaziyatlarga mos kelmaydi va yechim natijasi barcha ziddiyatli tomonlarga bog‘liq. Bunday vazifalarning ziddiyatli xarakteri ishtirokchilar o‘rtasidagi adovatni bildirmaydi, balki turli manfaatlarni ko‘rsatadi. Bunday holatlarni tahlil qilish zarurati maxsus matematik apparat – o‘yin nazariyasini hayotga olib kirdi. Bu nazariya ziddiyatli tomonlarning manfaatlari to‘qnashuvi oqibatida noaniqlik va ziddiyat sharoitida bir yoki bir necha shaxsni o‘z ichiga olgan ongli, maqsadga muvofiq qarorlar qabul qilish jarayonlarini tavsiflash uchun imkon beradi. Noaniqlikka raqiblarning o‘yindagi harakatlarini yashirishga intilishi emas, balki mazkur hodisa haqidagi ma’lumot va ma’lumotlarning yetishmasligi ham sabab bo‘lishi mumkin. Bunday holda biz inson va tabiat o‘rtasidagi ziddiyat haqida gapirishimiz mumkin.

O‘yin nazariyasining maqsadi nizoli vaziyatlarda ishtirokchilarning oqilona harakat qilishi bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. O‘yin nazariyasiga oid dastlabki asarlar XX asrning boshlariga to‘g‘ri keladi. Lekin kompyuterlarning faqat tashqi ko‘rinishi va keng tarqalishi o‘yin nazariyasiga keng doiradagi mutaxassislar e’tiborini tortdi. Strategik o‘yinlar nazariyasi o‘zining matematik shaklida o‘tgan asrning 30-yillarida paydo bo‘ldi. O‘yinlar nazariyasining paydo bo‘lishini,

1944-yilda o‘zlarining “O‘yinlar nazariyasi va iqtisodiy xulq” nomli mashhur monografiyasini nashr etgan amerikalik olimlar Djon Neyman (1903–1957) va Oskar Morgenshternlarning nomlari bilan bog‘laydilar. O‘yin haqiqiy nizoli vaziyatdan juda aniq qoidalar asosida olib borilishi bilan farq qiladi. Real ziddiyatlarni odatda rasmiy tasvirlash qiyin, shuning uchun har qanday o‘yin asl muammoning soddalashtirilishi bo‘lib, unda jarayon yoki hodisaning mohiyatini aks ettiruvchi faqat asosiy, birlamchi omillar aks etadi. Tadqiqotchining qanday ma’lumotlarga ega bo‘lishi va o‘z oldiga qanday vazifa qo‘yishiga qarab turli nazariy o‘yin modellarni shakllantirish mumkin. Nizolarning rasmiylashtirilgan modellari uzoq vaqt davomida ma’lum bo‘lgan: bu o‘yinlar – shaxmat, karta, zar va boshqalardir. Bu o‘yinlar malum qoidalarga ko‘ra davom etadigan musobaqa xarakterida bo‘ladi. Bunday o‘yinlar amaliyotidan olingan terminlar o‘yin nazariyasi ko‘rib chiqadigan boshqa nizoli vaziyatlarga ham taalluqlidir.

O‘yin nazariyasi predmeti nizoli vaziyatlarning matematik modellari bo‘lib, unda ishtirok etuvchi tomonlar (o‘yinchilar) turli, ko‘pincha qarama-qarshi manfaatlarni ko‘zlaydilar. O‘yinlar nazariyasi vazifasi aniqlash uchun emas, mojaro vaziyatni tahlil qilish asosida, har bir tomoni uchun eng yaxshi yo‘l maksimal darajada va boshqa raqib tomonlar har qanday javob harakatlari kafolati bilan har bir tomonning manfaatlarini ta’minlash edi, ularning strategiyasiga amal qilishdan iborat.

O‘yinlarning tasniflanishi. O‘yinlarni quyidagilarga ko‘ra tasniflash mumkin: o‘yinchilar soni, strategiyalar soni, o‘yinchilarning o‘zaro munosabatlari xarakteri, yutuqlar xarakteri, harakat soni, axborot holati va boshqalar. Tomonlarning soniga qarab ikki va n ta o‘yinchilardan iborat o‘yinlarga bo‘linadi. Ularning birinchisi eng ko‘p o‘rganilgan. Uch va undan ortiq tomonlarning o‘yinlari yechimni olishning asosiy qiyinchiliklari va texnik imkoniyatlari tufayli kam o‘rganilgan. Tomonlar qancha ko‘p bo‘lsa o‘yinning muammolari shuncha ko‘p bo‘ladi.

Strategiyalar soniga ko‘ra o‘yinlar chekli va cheksiz o‘yinlarga bo‘linadi. Agar o‘yindagi barcha tomonlar mumkin bo‘lgan strategiyalarning chekli soniga ega bo‘lsalar, u holda u chekli o‘yin deyiladi. Tomonlarning kamida bittasining strategiyalari cheksiz bo‘lsa, bu o‘yin cheksiz deyiladi.

O‘zaro ta’sir xarakteriga ko‘ra, nokoalitsion, ya’ni tomonlar koalitsiya sodir etgan holda umumiy kelishuvga huquqlari bo‘lmagan, hamda koalitsion, ya’ni umumiy kelishuvga yo‘l qo‘yiladigan o‘yinlarga bo‘linadi. Koalitsion o‘yinlarda kelishuvlar oldindan aniq bo‘ladi.

Yutuqlar tabiatiga ko‘ra o‘yinlar yutuqsiz, ya’ni tomonlarning umumiy yutuqlari o‘zgarmaydigan, balki tomonlar o‘rtasida qayta taqsimlanadigan (barcha tomonlarning yutuqlar yig‘indisi nol bo‘ladi) va yutuq miqdori nolga teng bo‘lmagan o‘yinlarga bo‘linadi. Yutuqlar funksiyalarining turiga ko‘ra o‘yinlar: matritsaviy, bimatrik, uzluksiz, qavariq, ayirmali, duelli va boshqalarga bo‘linadi.

A matritsali o‘yin birinchi ishtirokchining yutug‘i bitta matritsa sifatida berilgan bo‘lgan ikkinchi ishtirokchining zarari hisobiga bo‘ladigan ishtirokdir (matritsaning satri a ishtirokchining amaliy strategiya soniga mos keladi, ustunlari esa b ishtirokchi amaliy strategiyasi soniga mos keladi; Matritsaning satr va ustunlari kesishganda a o‘yinchining amaliy strategiyalariga mos yutug‘i hisoblanadi). Matritsali o‘yinlar uchun ulardan birortasining yechimi borligi isbotlanadi va o‘yinni chiziqli dasturlash masalasida minimallashtirish yo‘li bilan topiladi.

A bimatrik o‘yin har bir ishtirokchi uchun alohida matritsalar tomonidan belgilanadigan ikkala ishtirokchining yutuqlari nol bo‘lmagan o‘yin (har bir matritsada, satr a ishtirokchining strategiyasiga mos keladi, ustun b ishtirokchining strategiyasiga mos keladi, birinchi matritsaning satr va ustuni kesishganda a ishtirokchining yutuqlari hisoblanadi, ikkinchi matritsa kesishish nuqtasi b ishtirokchining yutuqlari hisoblanadi). Bimatrik o‘yinlar uchun ishtirokchini optimal xatti-harakatlari nazariyasi ham ishlab chiqilgan, ammo bunday o‘yinlarni hal qilish an’anaviy matritsali o‘yinlarga qaraganda qiyinroq.

A uzluksiz o‘yin har bir ishtirokchining strategiyasiga qarab uzluksiz bo‘lgan o‘yindir. Bu sinf o‘yinlari yechimlarga ega ekanligi isbotlangan, lekin ularni topish uchun amalda maqbul usullar ishlab chiqilmagan.

Agar yutuq funksiyasi qavariq bo‘lsa, bunday o‘yin qavariq deyiladi. Ular uchun maqbul yechim usullari ishlab chiqilgan bo‘lib, unda bir ishtirokchi uchun sof optimal strategiya va boshqa ishtirokchining sof optimal strategiyasini qo‘llash ehtimolliklarini topishdan iborat.

Maqsadga muvofiq muhitda qaror qabul qilish muhitning maqsadi ma'lum bo'lishi hamda unga ko'ra o'z holatini tanlashi va o'z xatti-harakatlarida ko'zlagan bo'lishi bilan bog'liqdir. Bu harakatlar bizning harakatlarimiz bilan to'qnashishi mumkin, ya'ni ziddiyatli vaziyat yuzaga keladi. Nizoli vaziyat turli maqsadlarni ko'zlovchi bir necha faoliyat yurituvchi tomonlarning manfaatlari to'qnashadigan holat.

Nizoli vaziyat quyidagilar bilan tavsiflanadi: faoliyat yurituvchi tomonlar tarkibi; tomonlarning har birini ko'zlangan maqsadlari; faoliyat yurituvchi tomonlarning ziddiyatda ishtirok etadigan yo'llari; nizoli hal qilishning mumkin bo'lgan natijalari. Bir necha nizoli vaziyatning rasmiylashtirilgan modeli *o'yin* deb ataladi.

Muhitning maqsadga muvofiq ta'siri sharoitida oqilona qarorlar qabul qilish usullari hozirgi vaqtda qarorni tanlash va qabul qilish umumiy nazariyasiga kiritilayotgan o'yinlar nazariyasi doirasida jadal ishlab chiqilmoqda. O'yinlar nazariyasi muhitning maqsadga muvofiq ta'siri ostida qaror qabul qilish modellarining matematik nazariyasidir. Bu nazariya nizoli va ziddiyatli vaziyatlarni tahlil qilish uchun rasmiy asos bo'lib, pirovard natijada, bunday vaziyatlarda eng yaxshi tavsiyalarni shakllantirish imkonini beradi. Uning maqsadi nizolashayotgan tomonlarning (faoliyat ko'rsatayotgan tomonlar – ishtirokchilarning) oqilona xatti-harakatlari uchun tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

O'yinning rasmiy tavsifi mojaroda ishtirokchilar to'plamini belgilash, ular tomonidan nazorat qilinadigan turli xil parametrlarni tanlash va ishtirokchilarning barcha mumkin bo'lgan harakatlarining samaradorligi baholanadigan qoidalarni shakllantirishni o'z ichiga oladi. Nizolashayotgan tomonlarning maqsadlari antagonistik bo'lishi shart emas.

Nizoli vaziyatning o'ziga xos tavsifi o'yinning ma'lum qoidalarini belgilash orqali amalga oshiriladi. Jumladan, bunday qoidalarga quyidagilar kirishi mumkin:

- ishtirokchilarning mumkin bo'lgan harakatlari;
- o'yindagi boshqa ishtirokchilarning xatti-harakatlari va shart-sharoitlari haqidagi ma'lumotlar tarkibi;
- ziddiyat paytida har bir ishtirokchining harakatlari sifatini baholash.

Turli qoidalarga ega bo'lgan o'yinlarni quyidagi belgilarga ko'ra tasniflash mumkin: 1. O'yin ishtirokchilari soni. Bu belgiga ko'ra ikki ishtirokchi qatnashadigan va n ta ishtirokchili o'yinlarni farqlaydilar.

2. Ishtirokchilarning tanlov to'plamlarining kuchi (har bir ishtirokchining harakatlari uchun mumkin bo'lgan variantlar soni). Bular: cheklangan va cheksiz o'yinlar.

3. Ishtirokchilarning umumiy yutuqlari: yutuqlar yig'indisi nolga teng bo'lgan (nolga teng bo'lmagan) o'yinlar.

4. O'yindagi duranglar soni. Bir pog'onali, ko'p pog'onali va differensial (uzluksiz) o'yinlar mavjud. Agar o'yin ko'p pog'onali bo'lsa, u holda harakatlar ketma-ketligiga ko'ra belgilangan ketma-ketmalik va belgilanganmagan ketma-ketlikdagi o'yinlar farqlanadi.

5. Ishtirokchilarning raqibning harakatlari, g'alaba qozonish funksiyalari, harakatlar soni va boshqalar haqidagi ma'lumotlar tarkibidan xabardorligi. Bunda to'liq ma'lumotlarga ega bo'lgan va qisman ma'lumotga ega bo'lgan o'yinlar mavjud.

6. O'yinning matematik va psixologik jihatlari:

– tahdidlar – raqibning harakatlari natijasidagi oqibatlardan xabardorlik;

– aldov – raqibga yetkaziladigan yolg'on ma'lumotlar;

– aks ettirish – o'zini raqibning o'rniga qo'yish.

Bu belgilarning mohiyatiga qarab turli o'ziga xos aniq o'yinlar ko'rib chiqiladi. Misol uchun, n ishtirokchidan iborat hamda umumiy yutuq miqdori nolga teng bo'lgan antagonistik deb nomlanadigan o'yin.

Ishtirokchilarning o'zaro munosabatlariga qarab, n ta shaxslar qatnashadigan o'yin nokoalitsion va koalitsion bo'lishi mumkin. Dastlabki o'yinlarda ishtirokchilar o'rtasida qo'shma qarorlar qabul qilish uchun hech qanday kelishuvlarga yo'l qo'yilmaydi, ikkinchidan, har bir ishtirokchining yutug'ini oshirish maqsadida kelishilgan qarorlar qabul qilish uchun ishtirokchilar koalitsiyalar tuzishlari mumkin.

O'yin partiyasi bir xil qoidalar bilan amalga oshirish belgilangan turdagi va qarama-qarshi ishtirokchilar tomonidan qabul qilinadigan alohida harakatlari – qarorlaridan iborat. Faoliyat ko'rsatuvchi tomonlarning (ishtirokchilarning) har birini xatti-harakatlari strategiya bilan tavsiflanadi.

Ishtirokchining strategiyasi – o'yin jarayonida sodir bo'ladigan vaziyatga qarab har bir ishtirokchining qaror qabul qilishdagi shaxsiy

harakatlarini belgilovchi qoidalar majmuyidir. Ayrim hollarda ishtirokchilarning xabardorlik darajasini aks ettirish zarurati tufayli strategiya tushunchasi kengayadi. Strategiya boshqa ishtirokchilarning harakatlari to‘g‘risidagi mavjud va kutilayotgan axborotlar bilan bog‘liq ko‘plikdagi to‘plamning ko‘rinishi va ko‘lamini aniqlaydigan qiymat funksiyasi sifatida ko‘rib chiqiladi. Ishtirokchilarning strategiyalari (harakatlar qoidalari) yetarlicha ko‘p bo‘lishi mumkin. Ishtirokchining optimal strategiyasi o‘yinning bir necha marta takrorlanishi natijasida ishtirokchiga mumkin bo‘lgan maksimum yutuqni (shunga mos ravishda mumkin bo‘lgan minimum yo‘qotish)ni ta’minlaydi.

Shunday qilib, o‘yinlarni o‘rganishdan asosiy maqsad ishtirokchining maksimal yutug‘iga olib keladigan optimal strategiyani aniqlashdir. Optimal strategiyani tanlashda raqibning xatti-harakati haqidagi asosiy gipotezaning mazmuni uning oqilona yo‘l tutishi va maksimum yutuqqa ega bo‘lishi uchun faolligi haqidagi taxmindir.

O‘yin tanlash vazifalarini belgilash. Qaror qabul qilish muammosining biror-bir maqsadga yo‘naltirilgan muhitda rasmiy tasavvurini ko‘rib chiqamiz. Noaniqlik sharoitida umumlashtirilgan qaror qabul qilish masalasini quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$(\Delta * \Omega, \{f_j, j \in G\}), \quad (14.1.)$$

bu yerda muhit sifatida qarama-qarshi tomonlar Ω o‘zlarining $f_j, j \in \{2, \dots, n\}$ ko‘rinishidagi maqsadlari bilan ishtirok etadilar,

n ta ishtirokchi tomonlar bo‘lgani uchun alternativalar (muqobil variantlar) to‘plami $\Delta \times \Omega$ dekart ko‘pligi sifatida namoyon bo‘ladi:

$$\Delta * \Omega = \Delta^1 * \Delta^2 * \dots * \Delta^n, \quad (14.2.)$$

Bu yerda Δ^j – j ta ishtirokchi tomonlarning muqobillari to‘plami, $j=1, 2, \dots, n$ (bu yerda $\Delta^1 = \Delta$). Shunga ko‘ra, $f_j, j \in G$ maqsad funksiyasining $\Delta \times \Omega$ dekart ko‘pligi sifatidagi to‘plami ishtirokchilarning yutuqlarini ko‘plikdagi funksiyasini aks ettiradi:

$$f_j : \Delta^1 * \Delta^2 * \dots * \Delta^n \rightarrow R^1, j \in G = \{1, 2, \dots, n\} \quad (14.3.)$$

Tanlanmaning noaniqligi har bir ishtirokchi $x_j \in \Delta^j$ ko‘rinishidagi muqobil variantni tanlashi, shu bilan birga qabul qilinadigan qarorning sifati (yutuq) esa $f_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiya bilan aniqlanishiga, ya’ni oldindan noma’lum bo‘lgan boshqa ishtirokchilarning tanloviga bog‘liqligida namoyon bo‘ladi. Shunday qilib, o‘yinlar nazariyasining maqsadi bu

noaniq vaziyatni hal qilishdan iborat hamda har bir j-nchi ishtirokchi quyidagi masalani yechadi:

$$x_j^* = \arg \max_{x_j \in \Delta^j} f_j(x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)$$

14.2. Matritsaviy o‘yinlar. Sof va aralash strategiyalar

O‘yinning eng oddiy turi antagonistik o‘yin bo‘lib, unda ikkita ishtirokchi qarama-qarshi qo‘yiladi, bunda ishtirokchilar o‘zlari uchun tanlab oladigan qarorlarining turli muqobillar ko‘pligi chekli bo‘ladi. Bunday o‘yin matritsali o‘yin deyiladi.

Yutuqlari nol yig‘indiga teng bo‘lgan ikki ishtirokchining o‘yini matritsali o‘yin deyiladi. U holda bunday o‘yin quyidagi xarakterga ega bo‘ladi:

$$(\Delta^1 * \Delta^2, \{f_1, f_2\}) \quad (14.4.)$$

O‘yin ishtirokchilari muqobillarning chekli to‘plamidan o‘z yechimlarini tanlashlari mumkin:

$$\begin{aligned} \Delta^1 &= X = \{x_i, i = 1, \dots, m\}, \\ \Delta^2 &= Y = \{y_j, j = 1, \dots, n\}. \end{aligned} \quad (14.5.)$$

O‘yin antagonistik ekan, u holda $f_1 + f_2 = 0$. Bu yerda $f_1 = f; f_2 = -f$. Bunday o‘yinda birinchi ishtirokchining turli qiymatlardagi yutug‘i $f_{ij} = f(x_i, y_j)$ bilan xarakterlanadigan turli natijalar $m * n$ bo‘lishi mumkin. Barcha bu natijalar to‘g‘ri burchakli yutuqlar (to‘lov) F matritsada ifodalanishi mumkin. Ishtirokchilarning muqobil variantlarni tanlashlari asosida erishadigan birinchi ishtirokchining yutuqlari va unga mos holda ikkinchi ishtirokchining zarari ushbu matritsaning i qatorlari va j ustunlaridagi f_{ij} elementlari bilan xarakterlanadi.

Demak, (x_i, y_j) juftliklar to‘plami o‘yin natijalari to‘plamini xarakterlaydi. Yutuqlar qiymatlariga mos keluvchi elementlarni o‘z ichiga olgan matritsa to‘lov matritsasi deyiladi va quyidagi shaklga ega bo‘ladi:

$$F = \begin{array}{c|cccc} & y_1 & y_2 & \dots & y_n \\ x_1 & f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1n} \\ x_2 & f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2n} \\ & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_m & f_{m1} & f_{m2} & \dots & f_{mn} \end{array}$$

Matritsaviy o‘yinlarning strategiyasi deganda eng ko‘p yutuq olib keladigan harakat tushuniladi. Birinchi ishtirokchining bunday harakatlar to‘plami X bo‘lib, u ko‘pincha birinchi ishtirokchining sof strategiyalari to‘plami deb ataladi.

Ishtirokchilardan birining, masalan, birinchi ishtirokchining aqliy xatti-harakatini tahlil qilaylik. Birinchi ishtirokchining har bir i ta strategiyasiga (yutug‘ini maksimallashtiruvchi harakat) ikkinchi ishtirokchi o‘z strategiyasini qo‘llashdan birinchi ishtirokchining yutug‘ini minimallashtiruvchi j ta strategiya bilan javob beradi. Shunda ikkinchi ishtirokchining barcha mumkin bo‘lgan strategiyalaridan foydalangan holda i ta sof strategiyani qo‘llashi natijasida birinchi ishtirokchining kafolatlangan yutug‘i quyidagiga teng bo‘ladi:

$$F_i^{(-)} = \min_j f_{ij}, j = 1, \dots, n \quad (14.6.)$$

Bunday sharoitda birinchi ishtirokchi uchun eng yaxshi (optimal) harakat – bu kafolatlangan $F_i^{(-)}$ yutuqni maksimallashtiruvchi hamda quyidagi funksiya orqali erishiladigan strategiyadir:

$$F^{(-)} = \max_i F_i^{(-)} = \max_i \min_j f_{ij}. \quad (14.7.)$$

Bu birinchi ishtirokchi uchun *o‘yinning quyi bahosi* deb nomlangan kafolatlangan yutuqdir (birinchi ishtirokchining oqilona xatti-harakati natijasida uning yutug‘i bundan kam bo‘lmaydi). Birinchi ishtirokchiga o‘yinning quyi qiymatiga teng yutuq taqdim etadigan strategiyalar kafolatlangan deyiladi. Ikkinchi ishtirokchi, xuddi shunday qilib, kafolatlangan strategiyalarini tanlab, o‘zining yo‘qotishlarini o‘yinning yuqori bahosi deb nomlanadigan kafolatlangan minimumga kamaytirishi mumkin:

$$F^{(+)} = \min_j \max_i f_{ij} \quad (14.8.)$$

Birinchi ishtirokchi uchun $F^{(+)}$ ikkinchi ishtirokchining ratsional harakati bilan erishishi mumkin bo‘lgan maksimal daromadini ifodalaydi. Odatda, kafolatlangan strategiyalarning ikkala ko‘rinishi

qisqacha “minimaks” deb nomlanishi qabul qilingan. Shunday qilib, birinchi ishtirokchi m sof strategiyalarga va ikkinchi ishtirokchi n sof strategiyalarga ega bo‘ladilar. Birinchi ishtirokchi o‘yinning mumkin bo‘lgan natijalarini xarakterlovchi to‘lov matritsasi (F)ning har bir satridagi eng kam qiymatni tanlaydi, keyinchalik esa bu qiymatlar orasidan o‘yinning quyi bahosiga mos keladigan eng katta qiymat tanlanadi. Ikkinchi ishtirokchi matritsaning har bir ustunidan eng katta qiymatni tanlaydi, so‘ngra bu qiymatlar orasidan o‘yinning yuqori bahosiga mos keladigan eng kam qiymat (eng kam zarar) aniqlanadi.

Shubhasiz, bunday vaziyatda ishtirokchining oqilona xatti-harakati kafolatlovchi strategiyani tanlashdir, shunda uning yutug‘i $F^{(-)}$ dan $F^{(+)}$ gacha oraliqda bo‘ladi.

Misol:

$$F = \begin{array}{c|ccccc|c} 3 & 6 & 7 & 3 & 3 & 3^* \\ 1 & 4 & 4 & 2 & 4 & 1 \\ 9 & 3 & 1 & 6 & 8 & 1 \\ 4 & 5 & 3 & 4 & 8 & 3^* \\ 9 & 6^* & 7 & 6^* & 8 & \end{array}$$

Satrlardagi 3 soni birinchi ishtirokchining kafolatlangan strategiyalari bo‘lsa, ustunlardagi 6 soni ikkinchi ishtirokchining kafolatlangan strategiyalari hisoblanadi.

$$F^{(-)} = 3; \quad F^{(+)} = 6$$

Agar o‘yinning yuqori bahosi quyi bahosiga teng $F^{(-)} = F^{(+)} = C$ bo‘lsa, u holda bu o‘yin sof strategiyalarda yechiladigan o‘yin deb ataladi, o‘yinning yuqori va quyi qiymatlari esa shunchaki o‘yin narxi deb ataladi.

$$\max_i \min_j f_{ij} = \min_j \max_i f_{ij} = C. \quad (14.9.)$$

Bu vaziyatda tegishli kafolatlovchi strategiyalar optimaldir va bunday strategiyalarni tanlash maqsadga muvofiq.

Bu holat to‘lov funksiyasida $f(x, y)$ (ikki vektor argumentning funksiyasi) eger nuqta mavjudligiga mos kelganligi uchun, bu holda ushbu o‘yinni ham eger nuqtali o‘yin deyiladi. Zero, eger nuqta optimal sof strategiyalar juftligi bilan aniqlanadi. Bunday o‘yinning xarakterli xususiyati ishtirokchilarning xatti-harakatlarini barqarorligi bo‘lib, o‘yin ishtirokchilaridan birining o‘z optimal strategiyasidan har qanday

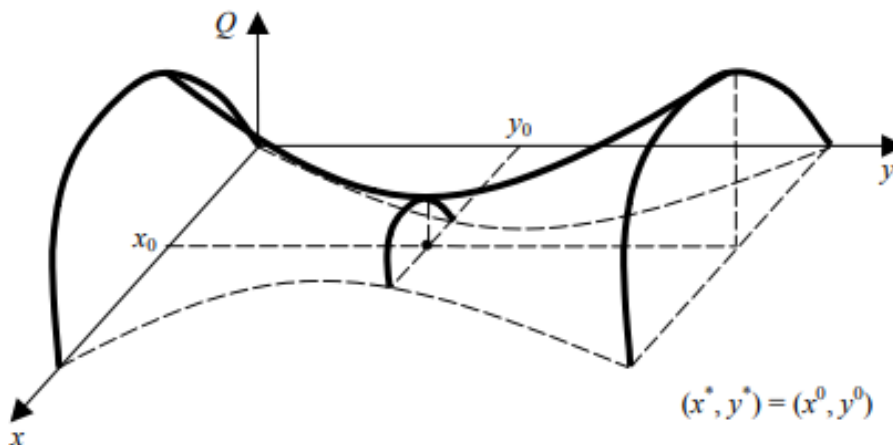
og‘ishi faqat katta yo‘qotishga olib kelishi mumkinligidan iborat (eng yaxshi holatda yutuqlar o‘zgarishsiz qoladi). Misol uchun, o‘yinda to‘lov matritsasi

$$F = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 4 & 1 \\ 5 & 0 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 3 & 4 \end{vmatrix}$$

bilan egar nuqta (x_3, y_2) mavjud. Tegishli strategiyalar uyg‘unligi o‘yinning yechimi bo‘ladi, bunda o‘yinning qiymati 2 ga teng.

Tegishli sof strategiyalar barqaror hisoblanadi, chunki har bir ishtirokchining optimal yechimdan og‘ishi ishtirokchining o‘zi uchun eng yomon natijalarga olib keladi.

Ta’kidlash lozimki, matritsaviy o‘yin sof strategiyalarda hal bo‘lmaydigan bir qator vaziyatlar mavjud bo‘ladi. Shunday qilib, yuqorida ko‘rib chiqilgan misolda o‘yinning yuqori bahosi 6 va o‘yinning quyi bahosi 3 ga teng. Shunday qilib, bu o‘yinda egar nuqta mavjud emas. Bunda sof strategiyalar beqaror bo‘lib, optimal sof strategiyani tanlash noaniq bo‘ladi.



14.1.-rasm. Egar nuqtali o‘yindagi optimal qarorning grafik tasviri.

Demak, sof strategiyalarda o‘yin hal etilmaydigan vaziyatlarda optimal strategiyani tanlash noaniq bo‘ladi. Shubhasiz, bir bosqichli o‘yinda kafolatli strategiyani tanlash maqsadga muvofiqdir. Shu bilan birga, ko‘p bosqichli o‘yinlarda sof strategiyalarning oqilona kombinatsiyasi tufayli daromadlarni oshirish mumkin, chunki siz ularni har bir qadamda ma’lum ehtimollik yoki chastota bilan tanlaysiz.

Birinchi ishtirokchining aralash strategiyasi deb quyidagi shartni

$$p_i \geq 0, i = 1, \dots, m; \sum_{i=1}^m p_i = 1 \quad (14.10.)$$

qanoatlantiradigan, $p = (p_1, p_2, \dots, p_m)^T$ sonlarning m tartibli ketma-ketligiga aytiladi. Bunda $p_i, i = 1, \dots, m$ sonlar o‘yinning har bir qadamidagi i ta sof strategiyani tanlash ehtimolligi yoki bu strategiyani bir necha qadamda tanlashning nisbiy chastotasi sifatida talqin qilinadi.

Xuddi birinchi ishtirokchining aralash strategiyasiga o‘xshab, ikkinchi ishtirokchining aralash strategiyasi $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)^T$ joriy etiladi.

Shuni ta’kidlash kerakki, aralash strategiya sof strategiyalarni ham ta’riflashga imkon beradi. Albatta, $p_i = 0, i = 1, \dots, m, i \neq j$, hamda $p_j = 1$ bo‘lgan holatlarda aralash strategiya j raqamli sof strategiyaga mos keladi.

Har bir ishtirokchining aralash strategiyalari juda ko‘p (cheksiz) bo‘lishi mumkin, bu holda, optimal aralash strategiyasini aniqlash savolini qo‘yish maqsadga muvofiq. Biroq, bunday strategiyani izlashdan avval optimal aralash strategiyaning mavjudligiga ishonch hosil qilish kerak. Bu savolga o‘yinlar nazariyasining asosiy teoremasi javob beradi.

O‘yinlar nazariyasining asosiy teoremasi (minimaks teoremasi). Istalgan matritsaviy o‘yinlarda aralash strategiyalarga yo‘l qo‘yiladi.

Shunday qilib, birinchi ishtirokchida (mos holda ikkinchi ishtirokchida ham) ko‘p bosqichli matritsali o‘yinlarda o‘rtacha yutuqni maksimalashtirishga imkon beradigan optimal aralash strategiya mavjud.

$$\max_p \min_q p^T F q = \min_q \max_p p^T F q = C. \quad (14.11)$$

O‘yinlar nazariyasining asosiy teoremasini tushuntiraylik. O‘yin matritsasini quyidagi ko‘rinishda yozaylik:

$$F = \{f_{ij}\}, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n. \quad (14.12.)$$

Birinchi ishtirokchining aralash strategiyalari p bilan hamda ikkinchi ishtirokchining aralash strategiyalari q bilan belgilaymiz. Bunda birinchi ishtirokchi har qadamda p_i ehtimollik bilan i ta sof strategiyasini tanlaydi, ikkinchi ishtirokchi esa q_j ehtimollik bilan j ta sof strategiyalarini tanlaydi.

Bu holda yutuq miqdorining o‘rtacha qiymati (matematik kutilishi) quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_i f_{ij} q_j = p^T F q. \quad (14.13.)$$

O‘rtacha yutuq p va q ikki vektor argumentlarning skalar funksiyasidir. Bunda o‘rtacha yutuq funksiyasi egar nuqtaga ega. Demak, optimal aralash strategiya mavjud. Uni qanday topish masalasini hal qilish lozim.

Optimal aralash strategiya p ma’lum bo‘lsin. Optimal aralash strategiyaning tahlili shuni ko‘rsatadiki, uning barcha tarkibiy qismlarini ikkita: nolga teng va noldan katta bo‘lgan guruhlariga bo‘lish mumkin. Optimal aralash strategiyada nol komponentaga ega bo‘lgan sof strategiyalar passiv sof strategiyalar deyiladi. Chunonchi, optimal aralash strategiya bilan ta’riflanadigan ko‘p bosqichli o‘yinda optimal harakat uslubi 0 ehtimollik bilan ba’zi strategiyalarni tanlash uchun har bir qadamda nazarda tutilsa, bunday strategiyalar tabiiy ravishda passiv deb ataladi. Optimal aralash strategiyada noldan katta komponentlarga mos keladigan sof strategiyalar aktiv strategiyalar deyiladi.

Aralash strategiyaning tarkibiy qismlari tegishli sof strategiyalarni qo‘llashning ehtimollari bilan bog‘liq, strategiyaning faoliyati esa ko‘p bosqichli o‘yinda uni qo‘llashning maqsadga muvofiqligiga mos keladi. Shunga ko‘ra passiv sof strategiyalarni umuman ko‘rib bo‘lmaydi, bu esa o‘yinni soddalashtirishga zamin yaratadi. Passiv strategiyalarni ajratish uchun dominant (ustun) strategiyalar tushunchasi kiritiladi.

Agar to‘lov matritsasi elementlari uchun $f_{ij} \geq f_{kj}, j=1, \dots, n$ sharti va kamida bitta tengsizlik qat’iy qanoatlantirilsa, i raqamli birinchi ishtirokchining sof strategiyasi k raqamli sof strategiyadan dominant bo‘ladi. Shunda i -nchi strategiyani k -nchi strategiyadan, yoki k -nchi strategiyani i -nchi strategiyadan ustun deyiladi. Xuddi shunday, ikkinchi ishtirokchining j raqamli sof strategiyasi $f_{ij} \leq f_{ik}, i=1, \dots, m$ shart bajarilganda, k sof strategiyadan ustun bo‘ladi.

Birinchi ishtirokchining i -nchi sof strategiyasi quyidagi shart

$$f_{ij} \leq \sum_{k \in L} \lambda_k f_{kj}, j=1, \dots, n, L \subseteq \{1, \dots, m\} \quad (14.14.)$$

va kamida bitta tengsizlik qat’iy bajarilganda bajarilsa, uning boshqa sof strategiyalarining bir necha L ko‘pligining chiziqli kombinatsiyasidan

ustunlik qilishi aytiladi. Bu yerda λ_k quyidagi shartni qanoatlantiruvchi koeffitsiyentlardir.

$$\lambda_k \geq 0, k \in L; \sum_{k \in L} \lambda_k = 1. \quad (14.15.)$$

Ustun (dominant) strategiyalar har doim passivdir va aksincha, agar strategiya passiv bo'lsa, u holda ba'zi sof strategiya yoki strategiyalarning chiziqli kombinatsiyasidan ustunlik qiladi. Masalan, to'lov matritsasi quyidagi ko'rinishda berilgan bo'lsin:

$$F = \begin{vmatrix} 2 & 5 & 6 & 2 \\ 8 & 2 & 1 & 5 \\ 3 & 4 & 2 & 3 \end{vmatrix}$$

F matritsa tahlili birinchi ishtirokchining 3-strategiyasi $2/3$ va $1/3$ koeffitsiyentlari bilan 1- va 2-strategiyalar chiziqli kombinatsiyasidan; ikkinchi ishtirokchining 1-strategiyasi o'zining 4-nchi strategiyasidan va 2-strategiyasi esa $0,75$ va $0,25$ koeffitsiyentlari bilan 3- va 4-strategiyalarining chiziqli kombinatsiyalaridan ustunligini ko'rsatadi. U holda F to'lov matritsali o'yin modeli quyidagi matritsaga teng bo'ladi:

$$\begin{vmatrix} 6 & 2 \\ 1 & 5 \end{vmatrix}$$

Eslatma. Aralash strategiyani aniqlash va strategiyalarning chiziqli kombinatsiyasi ifodalarini taqqoslash natijasida, aralash strategiya – o'yin ishtirokchilarining barcha sof strategiyalarini chiziqli kombinatsiyasi koeffitsiyentlarini o'zida aks ettirishini qayd etamiz. Yana bir muhim amaliy ahamiyat kasb etadigan quyidagi tasdiq mavjud.

Tasdiq (faol strategiyalar to'g'risida). Har qanday faol strategiya yoki faol strategiyalarning chiziqli kombinatsiyasiga qarshi qo'llaniladigan optimal aralash strategiyani qo'llashdan olingan yutuq o'yin bahosiga teng. Shuning uchun, agar ishtirokchi o'yin davomida o'zining faol strategiyalari jamlanmasini tark etmasa, raqibning har qanday xatti-harakati bilan (garchi u optimal aralash strategiyani qo'llaganda ham) uning zarari o'yin narxidan yuqori bo'lmaydi (kam bo'lishi mumkin). Bu holda u passiv strategiyalardan foydalansa, ko'riladigan zarar o'yin bahosidan yuqori bo'lishi mumkin.

So'ngra, agar p^* – birinchi ishtirokchining optimal aralash strategiyasi bo'lsa, u holda ikkinchi ishtirokchining ayrim j-nchi sof

strategiyasiga qarshi r^* dan foydalanganda birinchi ishtirokchining daromadi quyidagicha hisoblanadi:

$$p^{*T} Fe^j \geq C, \quad (14.16.)$$

Bu yerda e_j – vektor, ya'ni uning komponentlari $e_i^j = 0, i = 1, \dots, n, i \neq j, e_j^j = 1$ lardan iborat.

Tasdiq (faol strategiyalar soni haqida). O'lchami $(m \times n)$ bo'lgan F to'lov matritsali istalgan o'yinda har bir ishtirokchining faol strategiyalari soni $\min\{m, n\}$ (m va n sonlarining eng kichigi) dan oshmaydi.

Optimal aralash strategiyalarni topish usullari. Optimal sof yoki aralash strategiyalarni topish tartibi o'yin modeli bilan tasvirlangan ziddiyatli vaziyatda raqiblarning oqilona xatti-harakatini aniqlashga mos keladi. Shuning uchun bunday tartibi ko'pincha o'yin yechimi (uni jarayon sifatida talqin qilgan holda), optimal strategiyalar (sof yoki aralash) juftligi esa natija sifatida ko'riladigan o'yin yechimi deb ataladi. O'yin yechimining tayyorgarlik bosqichi sifatida quyidagilarni bajarish orqali o'yinni soddalashtirish bosqichi ko'rib chiqiladi:

- to'lov matritsasini birmuncha soddalashtirilgan shaklga keltirish;
- ishtirokchilarning dominant (ustun) strategiyalarini ajratish.

Soddalashtirish natijasida to'lov matritsasining barcha elementlari manfiy bo'lmagan shaklga keltiriladi. Ushbu shaklga keltirishda ikkita xossadan foydalaniladi:

1) Agar to'lov matritsasining barcha elementlariga qandaydir R soni qo'shilsa, u holda o'yinning yechimi o'zgarmaydi, lekin o'yin bahosi R soniga oshadi; 2) agar to'lov matritsasining barcha elementlari qandaydir Q soniga ko'paytirilsa, u holda o'yinning yechimi shunday saqlanib qoladi, lekin o'yin bahosi Q marta oshadi. Bu holda, masalan, o'yinning to'lov matritsasi:

$$F = \begin{vmatrix} 0,5 & 0,6 & 0,9 \\ 0,7 & 0,5 & 0,5 \\ 0,9 & 0,7 & 0,8 \end{vmatrix} \quad \text{o'yinning to'lov matritsasiga ekvivalentdir} \quad F^1 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 2 & 0 & 0 \\ 4 & 2 & 3 \end{vmatrix}$$

Bu yerda F matritsaning barcha elementlari 10 ga ko‘paytirilib, olingan natijaviy elementlardan 5 ayirilgandan so‘ng, mos holda o‘yinning bahosi ham o‘zgardi. O‘yinning yechimi ilgariidek saqlanib qoldi – eagar nuqta (3,2); ya’ni birinchi ishtirokchining 3-strategiyasi va ikkinchi ishtirokchining 2-strategiyasi optimaldir. Agar 2 ga teng bo‘lgan o‘yin bahosi teskari o‘zgarishlarga duch kelsa (5 ni qo‘shib, 10 ga bo‘lganda), u holda o‘yin bahosining asl qiymati 0,7 ga teng bo‘ladi.

14.3. Chiziqli dasturlash usullari yordamida matritsali o‘yinni yechish

Aytaylik, $F = \{f_{ij}\}$ to‘lov matritsali o‘yin berilgan bo‘lib, unda birinchi ishtirokchi m sof strategiyaga, ikkinchi ishtirokchi esa n sof strategiyaga ega. O‘yinning yechimini topish kerak, ya’ni ishtirokchilarning optimal aralash strategiyalarini aniqlash kerak.

O‘yinning to‘lov matritsasi faqat musbat elementlarni o‘z ichiga oladiga shaklga keltiramiz. Faraz qilaylik, 1-ishtirokchining optimal aralash strategiyasi $p = (p_1, p_2, \dots, p_m)^T$ ma’lum. U holda, faol strategiyalar to‘g‘risidagi tasdiqdan foydalanib, quyidagi ko‘rinishdagi n tengsizlikni yozish mumkin:

$$p^T F e^j \geq C, j = 1, \dots, n. \quad (14.17.)$$

Bu $p^T F \geq C$ yoki $F^T p \geq C$ tengsizlikka tengdir.

So‘nggi tengsizliklarni quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\begin{aligned} f_{11}p_1 + f_{21}p_2 + \dots + f_{m1}p_m &\geq C, \\ f_{12}p_1 + f_{22}p_2 + \dots + f_{m2}p_m &\geq C, \\ \dots &\dots \\ f_{1n}p_1 + f_{2n}p_2 + \dots + f_{mn}p_m &\geq C. \end{aligned}$$

Ya’ni raqibning har qanday strategiyasiga qarshi qo‘llaniladigan optimal aralash strategiya o‘yin bahosidan kam bo‘lmagan yutuqni beradi. Agar raqibning strategiyasi faol bo‘lsa, yutuq o‘yin bahosiga teng, agar passiv bo‘lsa – yutuq o‘yin bahosidan yuqori bo‘lishi mumkin.

Tengsizliklarning o‘ng va chap tomonlarini C ga bo‘lamiz (to‘lov matritsasining elementlari musbat bo‘lganligi sababli $C \geq 0$ bo‘lib,

tengsizliklarning tabiati saqlanib qoladi); quyidagi $x_i = p_i / C, i = 1, \dots, m$ belgilashlarni kiritamiz. U holda:

$$\begin{aligned} f_{11}x_1 + f_{21}x_2 + \dots + f_{m1}x_m &\geq 1, \\ f_{12}x_1 + f_{22}x_2 + \dots + f_{m2}x_m &\geq 1, \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ f_{1n}x_1 + f_{2n}x_2 + \dots + f_{mn}x_m &\geq 1, \\ x_i &\geq 0, \quad i = 1, \dots, m. \end{aligned}$$

Oxirgi shartlar p_i va S larning musbat ekanligidan kelib chiqadi. Bu barcha shartlar birinchi ishtirokchining mumkin bo'lgan aralash strategiyalari ko'pligini belgilaydi. Ushbu ko'plikdan, birinchi ishtirokchiga eng katta yutuq keltiradigan yoki o'yin bahosini maksimumga erishtiradigan strategiyani tanlash maqsadga muvofiqdir.

Buning uchun chiziqli tenglamani ko'rib chiqamiz:

$$L(x) = x_1 + x_2 + \dots + x_m \tag{14.18.}$$

$x_i (x_i = p_i / C)$ qiymatni qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$L(x) = 1/C(p_1 + p_2 + \dots + p_m) = 1/C \tag{14.19.}$$

Albatta, p_i ning $i = 1, \dots, m$ yig'indisi 1 ga teng (aralash strategiya ta'rifidan).

Demak, yuqoridagi belgilashlar kiritilgandan keyingi hosil bo'lgan matritsadagi x ning qabul qiladigan qiymatlari asosida $L(x)$ ni minimallashtirish orqali, o'yin bahosiga eng yuqori qiymat taqdim etadigan optimal aralash r strategiyani topish mumkin. Maqsad funksiya va chegaraviy shartlarning chiziqliligi bunday masala chiziqli dasturlash usullari yordamida echiladi. Bu masalaning yechimi har doim mavjud, zero F ning qiymatlari manfiy bo'lmagan va noma'lum o'zgaruvchilarning minimal yig'indisi topilmoqda.

Optimal aralash strategiya $p_i = x_i / L, i = 1, \dots, m$ va o'yin bahosi $C = 1/L$ sifatida aniqlanadi.

Ikkinchi ishtirokchining optimal aralash strategiyasi qo'yilgan masalaga ikkilangan masalani yechish natijasida aniqlanadi. So'ngra ikkala juftlik muammolarining yechimini bir vaqtning o'zida olish imkonini beruvchi teskari matritsa usulidan foydalanish ikkala ishtirokchining optimal aralash strategiyalarini aniqlanishini ta'minlaydi.

Braun-Robbinson iterativ usuli. Iterativ usuli o‘yinlar masalalarini yechishning taxminiy usuli hisoblanadi. Yechiladigan masalaning katta o‘lchamligi va olinadigan yechimning yuqori aniqligi talab etilmaydigan sharoitda bu usul ancha samaralidir. Ushbu usul o‘yinning o‘ziga xos imitatsiyasini (taqlid qilishning bir turi) aks ettiradi.

Bir nechta o‘yinlar o‘tkaziladi, bunda tomonlar raqibning keyingi harakati ma’lum bo‘lgan sharoitda o‘zlarining harakatlarini izchil amalga oshiradilar. Shunday qilib:

- 1) o‘yin qayta-qayta o‘ynaladi;
- 2) har bir iteratsiyada ishtirokchilar shu sharoitdaga eng yaxshi sof strategiyani tanlaydilar;
- 3) shartlarni baholashda barcha oldingi iteratsiyalar bo‘yicha to‘plangan umumiy yutuqlar tahlil qilinadi;
- 4) strategiyani tanlashda ishtirokchi keyingi o‘yinlarda avvalgilarga o‘xshashlik bo‘lishini nazarda tutadi.

Bir qator iteratsiyalar natijasida sof strategiyalarning nisbiy chastotalari ishtirokchilarning optimal aralash strategiyalari sifatida approksimatsiya qilinishi mumkin, o‘rtacha yutuq esa o‘yin narxining taxminiy qiymati hisoblanadi.

Demak, 1-ishtirokchi ma’lum bir strategiyani tanlasin (masalan, o‘yinning quyi bahosiga erishilishini kafolatlaydigan), bu sharoitda 2-ishtirokchi shunday strategiya bilan javob beradiki, 1-ishtirokchining yutug‘i minimal bo‘ladi. So‘ngra 2-ishtirokchi tomonidan qilingan harakat sharoitida 1-ishtirokchi shunday sof strategiyani tanlaydiki, unda barcha iteratsiyalar uchun uning umumiy yutug‘i maksimal bo‘ladi. Xuddi shunday tarzda 2-chi ishtirokchi barcha iteratsiyalar davomidagi 1-ishtirokchining umumiy yutug‘ini (o‘zining yo‘qotishini) kamaytirishga harakat qiladi.

(m x n) o‘lchamdagi $F = \{f_{ij}\}$ to‘lov matritsali matritsaviy o‘yin berilgan bo‘lsin. Barcha iteratsiyalarning natijalari quyidagi shaklga ega bo‘lgan jadvalga yoziladi:

K	i	Z_{11}	.....	Z_{1n}	j	Z_{21}	.....	Z_{2m}	C_1	C_2	C

Bu yerda:

k – iteratsiya raqami (o‘yinlardagi qur’alar soni);

i – k ta iteratsiyalar davomida birinchi ishtirokchi tomonidan tanlangan sof strategiyalari soni;

Z_{1r} – 2-chi ishtirokchi tomonidan k ta iteratsiya bo‘yicha r ta sof strategiyani qo‘llagan holatidagi 1-ishtirokchining umumiy yutug‘i; $r=1, \dots, n$;

j – k ta iteratsiyalar davomida ikkinchi ishtirokchi tomonidan tanlangan sof strategiyalari soni;

Z_{2s} – 1-ishtirokchining k ta iteratsiyalar bo‘yicha s ta sof strategiyasini qo‘llashda 2-ishtirokchining umumiy zarari; $s=1, \dots, m$;

C_1 – k iteratsiyalar bo‘yicha 1-ishtirokchining o‘rtacha yutug‘i (uning umumiy yutug‘i k ga bo‘lingan);

C_2 – k iteratsiyalar bo‘yicha 2-ishtirokchining o‘rtacha zarari;

$C=(C_1+C_2)/2$; o‘yinning o‘rtacha bahosini ifodalaydi.

(K) iteratsiyalar natijasida optimal aralash strategiyaning tarkibiy qismlari tegishli sof strategiyalarning yuzaga kelish nisbiy chastotalari sifatida aniqlanadi. Boshqacha qilib aytganda, birinchi va ikkinchi ishtirokchi tanlagan sof strategiya jadvalining i va j ustunlaridagi ko‘rinishlar soni baholanib, hosil bo‘lgan sonlar (k) ga bo‘linadi.

Iteratsion usulning o‘ziga xosligi shundaki, usulning ancha sekin yaqinlashishiga qaramay, chiziqli dasturlash masalalaridagi kabi masala ko‘lamining ortishi bilan hisob-kitoblar hajmi unchalik ortmaydi. Bundan tashqari, metodni amalga oshirishda eslab qolish uchun zarur bo‘lgan ma’lumotlar miqdori masalaning o‘lchami o‘sib borishi bilan bog‘liq ravishda chiziqli ortadi. Shu munosabat bilan iteratsiya usuli axborot texnologiyalari yordamida yetarlicha oson amalga oshiriladi.

Yuqoridagilarga asoslanib, ziddiyatli vaziyatlarni tahlil qilishda o‘yinlar nazariyasi qoidalarini qo‘llash uchun amalga oshirish maqsadga muvofiq bo‘lgan harakatlar ketma-ketligini shakllantirish mumkin.

1. Birinchi bosqichda har bir ishtirokchi tomonlar ega bo‘lgan muhim qarorlarni qabul qilish imkoniyatlari (muqobillari) o‘rganiladi va sanab o‘tiladi.

2. Ishtirokchi tomonlarning muqobillarni tanlash oqibatlarini baholanadi.

Bu savolning yechimi muammoning mazmuniga bog'liq bo'lib, bunday baholashning sonli qiymatlarini aniqlashda ma'lum qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Buning uchun ekspert tahlili usullaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

3. O'yinning to'lov matritsasi (tanlov samaradorligi matritsasi) tuziladi.

4. O'yinning egar nuqtasi mavjudligi ehtimoli baholanadi. Agar egar nuqta mavjud bo'lsa, u holda optimal strategiyani tanlash aniq bo'ladi. Egari nuqta mavjud bo'lmagan holatda, ushbu o'yin bahosi qiymati o'yinning yuqori va pastki baholari o'rtasida yotadi, o'yinda esa aralash strategiyalarga yo'l qo'yiladi deb tasdiqlanadi.

5. Ustun (dominant) strategiyalarni bartaraf etish asosida to'lov matritsasi soddalashtiriladi va u standart shaklga keltiriladi (matritsada manfiy elementlar bo'lmaydi).

6. O'yin yechimi usullaridan birini qo'llash asosida ishtirokchilarning aralash strategiyalari va o'yin bahosi aniqlanadi.

7. Yakuniy qadam, olingan raqamli natijalarni asl muammo bayonoti nuqtai nazaridan talqin qilish va qaror qabul qilishda ularni qo'llash uchun amaliy tavsiyalar berishdir.

14.4. “Tabiat bilan o'yin” tipidagi modellar

Noma'lum muhitda qaror qabul qilishda yuzaga keladigan vaziyatlarni tahlil qilish uchun muhim amaliy ahamiyatga ega bo'lgan o'yinlarning o'ziga xos turi «tabiat bilan o'yinlar» deb ataladi. Bu o'yinlarda ikkinchi ishtirokchi «tabiat» bo'lib, u o'yin natijalari bilan qiziqmasdan va raqib tomonga ongli ravishda qarshi chiqmasdan, o'z qonuniyatlariga ko'ra harakat qiladi. “Tabiat bilan o'yin” modelidan foydalanishdagi amaliy muammolarga ko'plab harbiy-texnik masalalarini tizimli ishlab chiqish, turli sharoitlarda jangovar operatsiyalarni rejalashtirish masalalarini kiritish mumkin. Atrof-muhit ta'sirining noaniqligi uni o'rganishning imkonsizligi bilan birga ushbu tadqiqot bilan bog'liq resurs cheklovlari bilan ham aniqlanadi. Bunday

cheklovlar deganda, odatda, vaqt, moddiy, moliyaviy xarajatlar va hokazolar tushuniladi.

Tabiat holatlarining majmuyi R (strategiyalari) tashqi muhit holatlari majmuyi sifatida talqin etiladi. Bu holda har bir aniq qaror qabul qilish vaziyatida R ning faqat bitta elementi amalga oshirilib, u tanlov masalasini yechishda noma'lum deb faraz qilinadi. Faraz qilaylik, tabiatning holatlari ko'pligi $R = \{R_1, \dots, R_s\}$ cheklangan.

U holda o'yinning mumkin bo'lgan natijalarini quyidagi F to'lov matritsasi bilan xarakterlash mumkin:

$$F = \begin{matrix} & R_1 & R_2 & \dots & R_s \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_m \end{matrix} & \begin{vmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1s} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2s} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{m1} & f_{m2} & \dots & f_{ms} \end{vmatrix} \end{matrix}$$

Bu holat bilan maqsadga muvofiq muhit sharoitida ko'rib chiqilgan vaziyatlar o'rtasidagi sezilarli farq shundaki, bu yerda ikkinchi ishtirokchi (tabiat) birinchisining zarariga iloji boricha harakat qilishga intilmaydi. Bu esa birinchi ishtirokchiga kafolatlangan strategiya (optimal aralash strategiya)ga nisbatan o'z yutug'ini oshirish imkoniyatini yaratadi, u joylashgan bo'lishi mumkin bo'lgan tabiat holatining noaniqligi aksiomalarda ifodalangan ma'lum taxminlarni qaror toptiruvchi tomonidan kiritishni, optimallashtirish tamoyillarini, shuningdek, bu taxminlarga mos harakatlar tanlovi mezonlarini talab qiladi. Shuni ta'kidlash lozimki, mavjud vaziyatni ekspert tahlili asosida amalga oshiriladigan muayyan tamoyilning bunday norasmiy joriy etilishi ko'p jihatdan optimal qarorni izlashni belgilaydi. Tabiiyki, bunday tahlil qanday to'liq amalga oshirilishi hamda tanlangan optimallashtirish printsipi haqiqatga qanchalik mos kelishi qabul qilingan qarorning samaradorligini belgilaydi.

Qaror qabul qiluvchi tomonidan kiritilgan taxminlar (tamoyillar, aksiomalar) noaniq muhit sharoitida qaror qabul qilish vaziyatini stoxastik yoki maqsadli muhitda qaror qabul qilish vaziyatiga olib chiqish imkonini beradi. Demak, xususan, dastlabki vaziyat tabiat

holatlarining teng ehtimolli taqsimoti taxminini kiritish bilan stoxastik muhitga olib chiqiladi.

Muhit holatining teng ehtimollik tamoyili (Laplas mezoni)

Shuni ta'kidlash lozimki, muhit holatining taqsimlanish ehtimolligi bilimi (bunday bilimni ikkinchi ishtirokchining q aralash strategiyalari bilimi sifatida talqin qilish mumkin) vaziyatni to'liq aniqlashtiradi. Bu holda, quyidagi formula orqali hisoblanadigan o'rtacha yutuq (yutuqning matematik kutilishi) eng yuqori bo'lishini ta'minlaydigan X ning sof strategiyalarini tanlash maqsadga muvofiqdir:

$$x^* = \arg \max_i F(x_i), \text{ где } F(x_i) = F_i = \sum_{j=1}^s f_{ij}q_j, \quad i=1, \dots, m. \quad (14.20.)$$

Agar, muhit ehtimolligi teng ahamiyatli bo'lsa ($q_j = 1/s$), u holda quyidagi yechimni tanlash lozim:

$$x^* = \arg \max_i \frac{1}{s} \sum_{j=1}^s f_{ij} = \arg \max_i \sum_{j=1}^s f_{ij}. \quad (14.21.)$$

Boshlang'ich noma'lum vaziyatni maqsadli muhitga yo'naltirishga imkon beruvchi keng qabul qilingan optimallik tamoyillari va ularning tegishli mezonlari mavjud.

Kafolatlangan natija tamoyili (pessimizm (noumidlik) Vald mezoni) Bu mashhur maksmin tamoyili bo'lib, muhit qanday holatda bo'lishidan qat'i nazar ishtirokchilarning (jumladan 1-ishtirokchi) kafolatlangan natija olish imkonini beradi (hattoki qat'i antagonistik maqsadlarni ko'zlagan holda ham). Tanlov qoidasi (1-ishtirokchining) quyidagi shaklga ega:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} \min_{r \in R} f(x, r), \quad (14.22.)$$

bu yerda $f(x, r)$ ishtirokchi tomonlarning yutuq funksiyasi.

Bu tamoyil o'ta pessimizm ifodasidir, chunki u eng yomon sharoitga e'tibor qaratishni tavsiya etadi.

Maksimum optimal tamoyili. Bu tamoyil avvalgisining teskarisi – optimallik tamoyili bo'lib, ishtirokchi tomonlarning harakatlarini

muhitning eng qulay bo‘lishiga yo‘naltiradi. Bunday vaziyatda quyidagi qoida asosida tanlov amalga oshiriladi:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} \max_{r \in R} f(x,r), \quad (14.23.)$$

Pessimizm-optimizm tamoyili (Gurvits mezon). Ishtirokchi tomonlarning optimistik darajasini xarakterlaydigan va 0 dan 1 gacha o‘zgaradigan g sonini kiritish asosida, yechimni tanlashni yuqoridagi ikki qoidalarining chiziqli konvertatsiyasi amalga oshiriladi:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} (g \max_{r \in R} f(x,r) + (1-g) \min_{r \in R} f(x,r)). \quad (14.24.)$$

g ishtirokchi tomonlarning optimistik darajasini ifodalashidan, agar $g=0$ bo‘lsa – Vald – pessimizm mezonini; $g=1$ bo‘lsa – optimizm mezonini olamiz.

Maksimum zararni minimallashtirish tamoyili (tavakkalchilikni minimallashtirish mezon, Sevidj mezon).

Bu mezon agar $r \in R$ muhit holati aniqligi sharoitida erishish mumkin bo‘lgan vaziyat bilan taqqoslaganda yutuqdagi maksimum yo‘qotilishi mumkin bo‘lgan eng kichik qiymatni kafolatlaydi. Bu mezon Vald mezoniga o‘xshaydi, lekin pessimizm (noumidlik) bu yerda boshqacha tarzda tushuniladi. Quyidagi tavakkalchilik funksiyasi kiritiladi:

$$z(x,r) = \max_{x \in X} f(x,r) - f(x,r), \quad (14.25.)$$

Bu funksiya bir necha x strategiyalardagi yutuq bilan maksimum r muhit holatidagi yutuqlarning farqini ifodalaydi. Bu holda Sevidj mezon quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} \min_{r \in R} z(x,r), \quad (14.26.)$$

Bir qator holatlarda turli mezonlarga muvofiq tanlangan yechimlar bir-biriga mos keladi, albatta, bunday qarorni yakuniy deb qabul qilish maqsadga muvofiqdir. Biroq, ko‘pincha bunday bo‘lmaydi va qarorning samaradorligi noaniq muhit holatining norasmiy bahosi qanchalik to‘g‘ri qayd etilgani bilan belgilanadi. Biroq, har doim turli mezonlar yordamida dastlabki tadqiqotni

o‘tkazish, qarorlarning nomuvofiqligi sabablarini tahlil qilish (agar mavjud bo‘lsa), so‘ngra yakuniy qaror qabul qilish tavsiya etiladi.

Nazorat savollari

1. O‘yinlar nazariyasining mazmuni va tushunchalari to‘g‘risida nimalar bilasiz?
2. O‘yinlarni tavsiflanishini yoritib bering.
3. O‘yinlarni o‘rganishdan asosiy maqsad va ularning vazifalari nimalardan iborat?
4. Matritsaviy o‘yinlar, strategiyalar to‘g‘risida tushunchalar bering.
5. Matritsaviy o‘yinlarni yechish usullari.
6. “Tabiat bilan o‘yin” tipidagi modellar qanday modellar?
7. O‘yinli masalalarni yechish mezonlari to‘g‘risida nimalar bilasiz?

XV BOB. IQTISODIYOTDA QAROR QABUL QILISHDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARINING QO‘LLANILISHI

15.1. Tushunchalar va ta’riflar.

15.2. Axborot texnologiyalari asosida qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlash usullari.

15.3. Sun’iy neyron tarmoqlari va sun’iy intellekt tizimlari.

15.1. Tushunchalar va ta’riflar

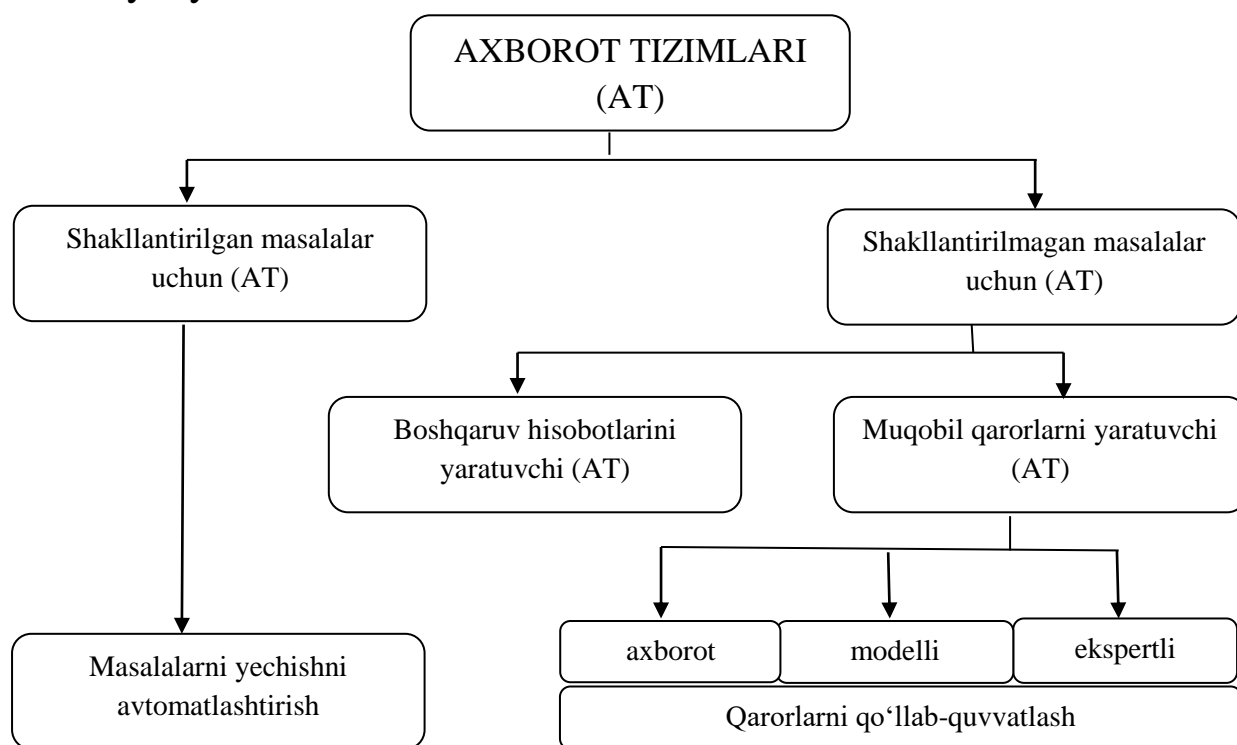
Tushunchalar va ta’riflar. Qarorlarni ishlab chiqish va tadbiq etishni qo‘llab-quvvatlashning zamonaviy axborot intellektual tizimlari – kundalik boshqaruv faoliyati masalalarini yechishga maksimal darajada moslashgan tizimlar bo‘lib, qaror qabul qiluvchi shaxslarga yordam ko‘rsatuvchi vositalardir. Qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlovchi tizimlar yordamida ba’zi bir tuzilishga ega bo‘lmagan va bo‘sh tuzilishga ega bo‘lgan, shu jumladan, ko‘p mezonli masalalarning yechimlarini tanlash amalga oshiriladi. Qaror qabul qilishni (jarayonlarini) qo‘llab-quvvatlovchi tizim – bu maqsadi murakkab sharoitlarda bir maqsadga qaratilgan faoliyatni to‘la va obyektiv tahlil qilish uchun qaror qabul qiluvchi shaxslarga yordam ko‘rsatuvchi avtomatlashtirilgan kompyuter tizimidir.

Qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlovchi tizimlarning eng avvalgi ta’riflari (o‘tgan asrning 70-yillarini boshi) quyidagi 3 ta holatni aks ettirgan: 1) jarayonlarni o‘rganish faniga taalluqli bo‘lgan masalalardan tashqari shakllanmagan yoki yarim shakllangan masalalar bilan shug‘ullanish imkoniyati borligi; 2) interaktiv avtomatlashtirilgan (ya’ni kompyuter yordamida amalga oshirilgan) tizimlar; 3) ma’lumotlar va modellarni ajratish. Oxirgi ta’rif kompyuterni qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlovchi tizimni yaratishdagi ishtirokini, me’yoriy modellarni qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlovchi tizim tarkibiga kiritish imkoniyati masalalarini ifodalamaydi.

Hozirgi kunda qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlovchi tizimning umumiy qabul qilingan ta’rifi yo‘q, chunki tizimning tuzilishi ularni qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan masalalar turiga, kerakli ma’lumotlar, axborotlar va boshqalarga, shuningdek, tizim foydalanuvchilariga yetarli darajada bog‘liq. Shularga qararmay, hamma tomondan qaror qabul

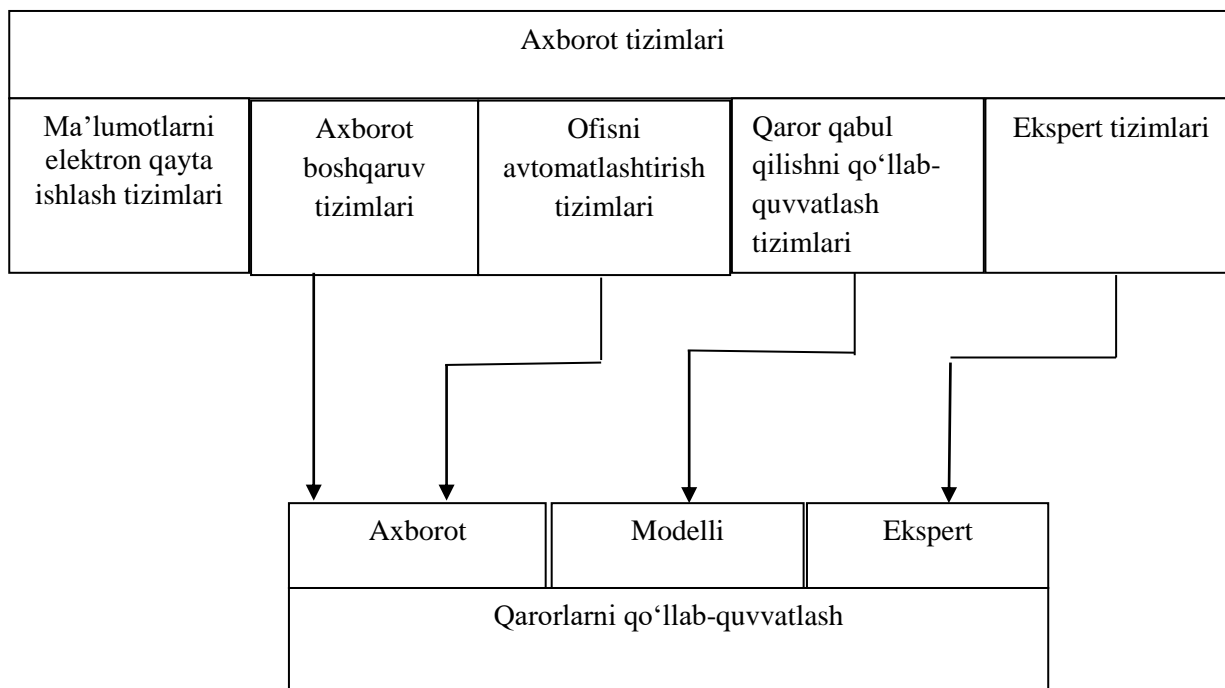
qilishni qo‘llab-quvvatlovchi tizimni qismlari deb tan olingan ba’zi bir elementlar va xarakteristikalarni keltirish mumkin:

Qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlovchi tizim – bu rahbar uchun modellarni qo‘llashga asoslangan qarorlarni qabul qilish uchun yordam beradigan ma’lumotlar va fikrlarni qayta ishlash bo‘yicha jarayonlar to‘plamidir. Bu tizim qaror qabul qiluvchi shaxsga yetarli darajada shakllanmagan muammolarni yechishda ma’lumotlar va modellardan foydalanishga yordamlashuvchi interaktiv avtomatlashtirilgan tizimlardir. Shu bilan birga foydalanuvchilarga optimal qaror qabul qilish to‘g‘risida ma’lumotlar va/yoki modellarga ega bo‘lishga imkoniyat yaratuvchi tizimdir.



15.1-rasm. Mavjud AT tarkibida qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlovchi tizimining o‘rni.

Axborot tizimlarida qarorlarni qo‘llab-quvvatlash jarayonlarini kuzata borib, shuni ko‘ramizki, qarorlarni axborotlar asosida qo‘llab-quvvatlash axborot boshqarish tizimlariga va ofisni avtomatlashtirish tizimlariga asoslangan. Qarorni modeli qo‘llab-quvvatlash yuqoridagi tizim asosida, ekspertli qo‘llab-quvvatlash esa ekspertli tizim asosida quriladi.



15.2-rasm. Axborot tizimlarining turlari.

Yuqorida keltirilgan ta'riflarni tahlil qilish orqali shuni ko'rishimiz mumkinki, qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi tizim (SPPR) mavzularni alternativ tavsiyalar an'anaviy tizimlaridan qat'iy farq qiladi. U aniq foydalanuvchiga, uning bilimiga, tajribasiga, intuitsiyasiga, hamda u uchun qimmatli bo'lgan predmetlar tizimiga qaratilgandir. SPPR ning asosiga qaror qabul qilish subyektiv xarakterga ega ekanligi qo'yilgan.

Bu shuni ifodalaydiki, foydalanuvchi to'liq mustaqil bo'lib, o'zining bilimlariga, tajribasiga, intuitsiyasiga tayangan holda harakat qiladi. Tabiiyki, u o'zining foydasidan kelib chiqqan holda ekspertchilar va maslahatchilar xizmatidan foydalanishi mumkin. Shunday qilib, SPPR tizimi foydalanuvchiga o'zi uchun eng yaxshi bo'lgan qarorni topishga yordam beradi, lekin qarorni SPPRning yordamisiz topish qiyin bo'lardi yoki yechiladigan masalaning murakkabligidan uni topish mumkin bo'lmas ham edi.

Qarorlar qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi zamonaviy tizimlar quyidagi nazariyalarga asoslangan multi distsiplinar izlanishlarning natijalaridir:

- ma'lumotlar bazasi (Data Base - DB) va bilimlar bazasi (Data Knowledge - DK);

- sun'iy intellekt (Artificial Intelligence - AI);
- interaktiv kompyuter tizimlari;
- imitatsion modellashtirish usullari va boshqalar.

Qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimlari boshqaruv axborot tizimlari va ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlarining qo'shilishi natijasida hosil bo'lgan. Zamonaviy SPPR quyidagi axborot texnologiyalarini qo'llaydi:

- ma'lumotlar omborlari (Data Warehouse - DW);
- axborotlarni (real vaqt mobaynida) tahliliy qayta ishlash vositalari (On-line Analytical Processing - OLAP);
- axborotlarni (Data Mining - DM), matnlarni (Text Mining – TM) va vizual obrazlarni (Image Mining - IM) ajratib olish vositalari.

Zamonaviy qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimlarining o'ziga xos xususiyatlaridan yana biri shu bilan bog'liqki, hozirgi vaqtda matematik usullar ko'rsatkichlarning umumlashtirilgan qiymatlarini to'liq mezonlar yig'indisini bevosita uning asosida optimizatsiyalash va saralashni amalga oshira olmaydilar hamda ularni oldindan yagona sonli baholash, jamlash uchun boshlang'ich ma'lumotlarni talab qiladilar. Jamlashning turli rasmiy usullari yetarli darajada ko'p va ularning ichidan qaysi birini tanlanishi optimizatsiyalash va ranjirlash natijalarga yetarli darajada ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bundan tashqari, mezonlar yig'indisini bittaga jamlash, qaror qabul qilish jarayonini mazmunan va axborot tomonidan sayozlashtiradi. Shuni ko'zda tutish lozimki, o'z sohasida yetarli darajada bilimga ega bo'lgan foydalanuvchi qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimida jamlashni qaysi algoritmlaridan foydalanganligi bilan umuman qiziqmasligi lozim. Bu degan so'z tizimni yaratish jarayonida yaratuvchi tomonidan qabul qilingan qarorlar foydalanuvchi tomonidan nazorat qilinmaydigan ta'sirning muqobil tanloviga ta'sir etishi mumkin. Bu qarorlarni qo'llab-quvvatlashni jamlashning rasmiy usullariga tayanuvchi an'anaviy tizimlarini prinsipial kamchiligi bo'lib, zamonaviy qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimida minimumga keltirilgan.

15.2. Axborot texnologiyalari asosida qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash usullari

Iqtisodiyotda qaror qabul qilishda axborot texnologiyalari yordamida tahlil va muqobil qarorlarni ishlab chiqishni qo'shgan holda qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash uchun quyidagi usullardan foydalaniladi:

1) axboriy qidiruv; 2) ma'lumotlarni intellektual tahlili; 3) ma'lumotlar bazalaridan bilimlarni ajratib olish (izlash); 4) optimal fikrlash; 5) imitatsion modellashtirish; 6) genetik algoritmlar; 7) sun'iy neyron tarmoqlari; 8) sun'iy intellekt usullari.

Ularning har birini batafsil ko'rib chiqamiz:

Axboriy qidiruv (information retrieval). Axboriy qidiruv yoki ma'lumotlar asosida qidiruv hujjatlarda tartibsiz muhrlangan axborotlarni qidirish jarayoni va bu qidiruv to'g'risidagi ilm-fandir. Axboriy qidiruv iborasi birinchi bo'lib 1948-yili Kelvan Mur tomonidan uning doktorlik dissertatsiyasida kiritilgan bo'lib, 1950-yilda chop etilgan va adabiyotda qo'llaniladi. Eng avvalo, avtomatlashtirilgan axboriy qidiruv tizimlari yoki axborot-qidiruv tizimlari faqatgina ilmiy adabiyotlarda axborot portlashlarini boshqarish uchun foydalanilgan. Ko'pchilik universitetlar va ommaviy kutubxonalar axboriy qidiruvdan adabiyotlar, jurnallar va boshqa hujjatlarni qidirib topishda foydalana boshlashdi. Internet tarmoqlarining paydo bo'lishi bilan axboriy qidiruv keng tarqala boshladi. Internetdan foydalanuvchilar Google, Yandex va boshqa qidiruv tizimlarini keng qo'llaydilar. Axborotni izash ba'zi bir hujjatlar (matnlar) to'plamlarida ko'rsatilgan mavzuga (predmetga) bag'ishlangan, ya'ni oldindan aniqlangan qidiruv sharoitlarini qondiruvchi yoki zarur bo'lgan faktlar, ma'lumotlar, axborotlarni o'zida jamlagan barcha shu kabilarni ajratib olish jarayonidir.

Izlash jarayoni qidiruvchi shaxslarga zarur bo'lgan axborotni yig'ish, qayta ishlash va taqdim etishga qaratilgan jarayonlar ketma-ketligini o'z ichiga oladi. Umumiy holda, axborotni izlash 4 ta bosqichdan iborat:

1) axborotga bo'lgan ehtiyojni o'rganish (aniqlash) va axborotga bo'lgan talabni ifodalash;

2) axborot massivlarini (manbalarini) ushlab turishi mumkin bo'lgan to'plamlarni aniqlash;

- 3) aniqlangan axborot massivlaridan axborotni ajratib olish;
- 4) olingan axborot bilan tanishish va qidiruv natijalarini baholash.

Ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish (Data Mining). Ma'lumotlarni intellektual tahlil qayta ishlanmagan ma'lumotlarni katta massivlardagi o'zgaruvchilar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni va ko'zga tashlanmas qonuniyatlarni aniqlash, klassifikatsiyalash, modellashtirish, prognozlash va boshqa masalalarga bo'linadi.

“Data Mining” iborasi Grigoriy Pyatetskim–Shapiro tomonidan 1989-yili kiritilgan. Ingliz iborasi “Data Mining” rus tilida bir nechta ma'noni bildiradi (ma'lumotlarga etishish, ma'lumotlarni ochish, axborotlarni olib o'tish, ma'lumotlarni ajratib olish). Shuning uchun bu ibora rus tiliga o'girilmagan holda ishlatiladi. Asosiy ma'nosiga eng to'g'ri keladigan ma'no “ma'lumotlarning intellektual tahlili”dir. Data Mining statistik tahlil, kompyuter orqali o'qitish usullari va modellarini qamrab olgan holda ulardan ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilish tomoniga uzoqlashaveradi. Data Miningni vositalari, mos matematik bilimga ega bo'lmagan, turli fanlar mutaxassislari tomonidan ham ma'lumotlarni tahlil qilish imkoniyatini beradi.

Data Mining bilan yechiladigan masalalar:

1. Klassifikatsiyalash – kirish vektorini (obyekt, hodisa, kuzatuv) oldindan ma'lum bo'lgan birorta sinfga kiritish.
2. Klasterlashtirish – bir-biriga o'xshashlik darajasiga qarab kirish vektorlari to'plamlarini guruhlarga (klasterlarga) bo'lish.
3. Izohlashni qisqartirish – ma'lumotlarni vizual holga keltirish, modellarni tushunarli holga keltirish, hisob-kitob va o'xshatishni soddalashtirish, saqlanayotgan va to'planaigan axborotlar hajmini toraytirish (siqish).
4. Assotsiatsiya – takrorlanadigan obrazlarni izlash. Misol uchun, “xaridorni savatchasida barqaror aloqalarni” izlash.
5. Prognozashtirish.
6. Chetlanishlar tahlili misol uchun bir-biriga juda ham bog'liq bo'lmaganlikni aniqlash zarar keltiruvchi dasturlarni topish imkoniyatini beradi.
7. Vizualashtirish (ko'zdan kechirish). Adabiyotlarda yana bir qator masalalar sinflarini uchratish mumkin. Birinchi uchtasi asosiy masalalar hisoblanadi.

Klassifikatsiyalash masalasiga “o'qituvchi bilan o'rganish” mos keladi. Bunda modelni tuzish (o'qitish) kirish va chiqish vektorlarini o'zida qamrab olgan vektorlarni tiklab olish orqali amalga oshiriladi. Klasterlashtirish uchun “o'qituvchisiz o'qitish” qo'llaniladi. Bunda modelni qurish chiqish parametrlari bo'lmagan tanlanma orqali amalga

oshiriladi. Chiqish parametrining qiymati (“klasterga tegishli”, “vektorga o‘xshash”) o‘qitish jarayonida avtomatik tanlanadi. Izohlashni qisqartirish masalalari uchun kirish va chiqish vektorlariga ajratishni yo‘qligi xosdir.

K.Pirsonning bosh komponentlar usuli bo‘yicha klassik ishlaridan boshlab, assoiy e‘tibor bunda ma‘lumotlarni aproksimatsiyalashga qaratiladi. Data Mining usullari bilan yechishni xuddi shunday bir qator bosqichlarini ajratish mumkin:

1. Gipotezali shakllantirish.
2. Ma‘lumotlarni yig‘ish.
3. Ma‘lumotlarni tayyorlash (filtrlash).
4. Modelni tanlash.
5. Modelning paramerlarini va o‘qitish algoritmini tanlash.
6. Modelni o‘qitish (modelning qolgan parametrlarini avtomatik holda izlash).
7. Agarda 5- yoki 4-punktlarga o‘tish qoniqarsiz bo‘lsa, o‘qitish sifatini tahlil qilish.
8. Agarda 1,4 yoki 5-punktlarga o‘tish qoniqarsiz bo‘lsa, aniqlangan qonuniyatni tahlil qilish.

Ma‘lumotlar bazalarida bilimlarni ajratib olish (Knowledge Discovery in Databases - KDD) – ma‘lumotlar bazalarida foydali bilimlarni topib olish jarayonidir. Bu bilimlar qonuniyatlar, qoidalar, prognozlar, ma‘lumotlar elementlari o‘rtasidagi aloqalar va boshqalar ko‘rinishida ifodalanishi mumkin. KDD jarayonida bilimlarni izlashning asosiy vositasi Data Mining ning klassifikatsiyalash, klasterlashtirish, regressiyalash, prognozlash, oldindan bashorat qilish va shunga o‘xshashlarni amalga oshiruvchi tahliliy texnologiyalaridir.

Knowledge Discovery in Databases ishlash usullari to‘plamini yoki tahlil uchun qo‘llash mumkin bo‘lgan algoritmlarni bermaydi, u boshlang‘ich ma‘lumotlardan bilimlarni hosil qilish uchun bajarilishi lozim bo‘lgan amallar ketma-ketligini belgilaydi (aniqlaydi). Bunday yondashuv universaldir va fanning sohasiga bog‘liq emas, bu esa uning haqiqiy afzalligidir.

15.3. Sun‘iy neyron tarmoqlari va sun‘iy intellekt tizimlari

Sun‘iy neyron tarmoqlari (INS) – biologik neyron tarmog‘ining faoliyat ko‘rsatishi va tashkil etilishi tamoyili bo‘yicha qurilgan matematik modellar, shuningdek ularni dastur yoki apparat ko‘rinishida tatbiq etilishidir. Bu tushuncha fikrlashda miyada o‘tayotgan jarayonlarni o‘rganish va bu jarayonlarni modellashtirishni amalga

oshirishda paydo bo'ldi. Miyaning birinchi shunday modeli peseptron bo'ldi. Keyinchalik bu modellardan amaliy maqsadlarda, asosan, prognozlashtirish masalalarida foydalana boshlandi. Mashina yordamida o'qitish nuqtai nazaridan, neyron tarmog'i obrazlarning tanish usullarini diskriminant tahlil, klasterlash kabi usullarning o'ziga xos xususiy turidir.

Neyron tarmoqlarini o'qitish matematik nuqtai nazardan, bu chiziqsiz optimallashtirishni ko'p o'zgaruvchili masalasidir. Kibernetika nuqtai nazaridan, neyron tarmog'i adaptiv boshqarish masalalarida va robototexnika uchun algoritm sifatida foydalaniladi.

Hisoblash texnikasi va dasturlashning rivojlantirish nuqtai nazaridan, neyron tarmog'i samarali parallelizm muammolarini yechish usulidir. Sun'iy intellektual nuqtai nazaridan esa INS konnektivizm falsafiy oqimning asosidir va tuzilmaviy yondashuvda kompyuter algoritmlari yordamida tabiiy intellektualni qurish (mod) imkoniyatini o'rganishni asosiy yo'nalishidir.

Qarorlar qabul qilish va boshqarish masalasi klassifikatsiyalash masalasiga yaqindir. Klassifikatsiyalashga xarakteristikalar neyron tarmog'ini kirishiga tushadigan holatlar to'g'ri keladi. Bunda tarmoqni chiqishida, u qabul qilgan qarorning alomati paydo bo'lishi lozim. Bunda kirish signallari sifatida boshqariladigan tizimning holatini yoritadigan turli mezonlar qo'llaniladi. INSlarning o'zlari esa o'zaro ta'sir etuvchi va bog'langan oddiy protsessorlar (sun'iy neyronlar) tizimini ifodalaydi. Bu protsessorlar, odatda, deyarli sodda, ayniqsa, shaxsiy kompyuterlarda foydalaniladigan protsessorlar bilan solishtirilganda shunga o'xshash tarmoqning har bir protsessori vaqti-vaqti bilan oladigan va boshqa protsessorlarga vaqti-vaqti bilan yuboradigan signallar bilan ishlaydi.

Shunga qaramay, o'zaro harakatni boshqaruvchi yetarli darajadagi tarmoq bilan bog'langan bunday lokal oddiy protsessorlar birgalikda yetarli darajada murakkab bo'lgan masalalarni bajarishlari mumkin. Neyron tarmoqlari bu so'zni oddiy ma'noda dasturlashtirilmaydilar, ular o'rganadilar. O'rgatish imkoniyati – neyron tarmoqlarini an'anaviy algoritmlardan asosiy afzalliklarining biridir. Texnik tomondan o'rganish neyronlar o'rtasidagi aloqalar koeffitsiyentlarini topishdir. O'rganish jarayonida neyron to'ri kiruvchi va chiquvchi ma'lumotlar o'rtasidagi murakkab bog'liqlikni aniqlashi, hamda umumlashtirishni

bajarishi mumkin. Bu bilan yaxshi o'qitish holatida, tarmoq o'qitilayotgan jarayonda mavjud bo'lmagan ma'lumotlar asosida to'g'ri natijani qaytarish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Sun'iy intellekt usullari (Artificial intelligence). Sun'iy intellekt (II, ingliz tilida Artificial intelligence - AI) intellektual mashina va tizimlarni, asosan inson intellektini tushunishga yo'naltirilgan intellektual kompyuter dasturlarini tuzishga qaratilgan fandır. Bunda qo'llaniladigan usullarda biologiya tomondan asliga o'xshash bo'lishi zarurati yo'q. Muammo shundaki, qaysi hisoblash protseduralarini biz intellektual deb atashimizning aniqmasligidadir. Biz intellektning faqat ba'zi bir mexanizmlarini tushunganimiz uchun tor doirada intellekt deganda jahonda maqsadga erishishning faqat hisoblash tizimini tushunamiz. Intellektning turli ko'rinishlari va darajalari ko'pchilik insonlarda, hayvonlarda va ba'zi bir mashinalarda, intellektual axborot tizimlarida va turli bilimlar bazasiga ega bo'lgan eksport tizimlarining turli modellarida mavjud bo'ladi. Bunda ko'rib turibmizki, intellektning bunday ta'rifi insondagi intellektni tushunish bilan bog'liq emas, bu turli tushunchalardir. Yana shu narsani ta'kidlash lozimki, bu fan inson intellektini modellashtiradi, chunki bir tomondan, u to'g'risidagi shunday narsalarni o'rganish mumkin, ya'ni boshqa insonlarni kuzata borib, mashinalarni muammolarni o'rganishga majbur qilish, boshqa tomondan esa, sun'iy intellektidagi ko'p ishlar insoniyat tomonidan sanoat va texnologik ma'nodagi, muammolarni o'rganish bilan bog'liq bo'lgan masalalarning yechilishini talab etadi.

Shuning uchun sun'iy intellekt bo'yicha izlanuvchilar, boshqa insonlarda kuzatilmaydigan, agarda bu aniq muammolarni yechish uchun zarur bo'lsa, usullarni qo'llashda erkindirlar. Xuddi shu ma'nodagi iborani Djon Makkarti Dortmunt universitetida 1956-yilda o'tkazilgan konferensiyada kiritdi, va shu vaqtgacha, intellekt – bu faqat biologik fenomen deb hisoblovchilarni tanqidiga qaramay, ilmiy jamiyatda bu ibora insoniyat intellekti nuqtai nazaridan ko'zga tashlanadigan qarama-qarshilikka qaramay, o'zini boshlang'ich ma'nosini saqlab qoldi.

Falsafada inson intellektining tabiati va statusi to'g'risidagi savolga haligacha javob yo'q. Kompyuterlar bilan "aqlga to'g'ri kelishiga" erishishi bo'yicha aniq mezon yo'q, vaholanki, sun'iy intellektni boshlanishida bir qator gipotezalar taklif etilgan edi. Misol uchun,

Tyuringni testi yoki Nyuella-Saymonni gipotezasi. Shuning uchun sun'iy intellekt masalalarini qanday tushunilishiga ham intellektual axborot tizimini yaratilishi bo'yicha ko'p yondashuvlarning borligiga qaramay, sun'iy intellektni yaratilishi bo'yicha ikkita asosiy yondashuvni ajratish mumkin: yuqoridan pastga dastlabki bo'lmagan ekspert tizimlarini ketma-ketlikda yaratish, yuqori darajadagi psixologik jarayonlarni imitatsiya qiluvchi: fikrlash, o'ylash, til, emotsiyalar, yaratuvchanlik va boshqa bilimlar bazasini hamda mantiqiy xulosalar tizimini yaratish; pastdan yuqoriga, biologik-neyron tarmoqlarini va kichik "nointellektual" elementlar asosida intellektual tabiatini modellashtiruvchi evolutsion hisoblashlarni o'rganish.

Bu yerda oxirgi yondashuv, qoida bo'yicha, birinchi yondashuvning kritikasi bo'ladi, o'zi esa Dison Makkarti tomonidan berilgan fikrga ko'ra, sun'iy intellekt to'g'risidagi fanga tegishli bo'lmaydi, ularni faqat umumiy maqsad birlashtiradi.

Sun'iy intellekt ta'rifiga yondashuvlar. Sun'iy intellekt nima bilan shug'ullanadi degan savolga yagona javob mavjud emas. Deyarli, har bir sun'iy intellekt to'g'risida kitob yozayotgan muallif, sun'iy intellektga u yoki bu ta'rifni berishdan o'zini olib qochadi, uning paydo bo'lishini bu fan yutuqlarida ko'radi. Odatda, bunday ta'riflar quyidagilarga keltiriladi: Tyuring testi; kognitiv modellashtirish; mantiqiy yondashuv; mo'ljalli yondashuv.

Sun'iy intellekt usullari yordamida yechiladigan muammolar:

1. Ma'lumotlarning mazmuniga qarab qayta ishlaydigan texnologiyalarni axborot ta'minoti. O'z ichiga quyidagi komponentlarni qayta ishlashni oladi: tarmoqlararo o'zaro harakatining axborot ta'minoti; ma'lumotlar va bilimlar bazasini saqlash hamda foydalanish; tabiiy tildagi so'rovga asosan matnli hujjatlar va xabarlarini ma'no jihatidan izlash; mazmunli tarmoqli almashuv.
2. Korporativ foydalanuvchilarning elektron xabarlar oqimini konnekt-tahlil. Quyidagi vositalarni o'z ichiga oladi: ishtirokchilar o'rtasidagi elektron xabarlar bilan ayirboshlash aloqalarini suratini tuzish; elektron xabarlar va aniq holatlar (iqtisodiy, siyosiy, ijtimoiy, texnologik) sub'ektlari faoliyatlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlash; barqaror tizimli tashkil etilgan tuzilmalarni va ishbilarmon yulduzlar to'plamini hamda alohida sub'ektlarni ularning faoliyatidagi o'rnini baholagan holda o'rganish.
3. "Inson-mashina"ni tabiiy tildagi o'zaro harakati o'z ichiga quyidagilarni

oladi: foydalanuvchining semantik tarmoqlari va ontologiya usullarini qoʻllagan holda biror-bir sohaning konseptual modelini qurish; interfeysni hamda ekspertlar va top-menejerlarning oʻzaro harakatini interaktiv texnologiyalarini yaratish; 4. Predmet sohasini kontent-tahlili. Axborot texnologiyalari vositalarining semantik tarmoqlarni taʼminlovchi predmet sohasi iboralarini rasmiy va konseptual izohlash. 5. Bilimlar bilan boshqarish va taqdim etish. Axborot tizimlarini, ekspertlarning turli sohalardagi bilimlarini mantiqiy koʻrinishini toʻplash imkoniyatlari; meʼyoriy hujjatlardan, darsliklardan, maʼlumotnomalardan, izlanish hisobotlaridan bilimlarni avtomatik tarzda chiqarib olish; maslahatlarni avtomatik sintezlash; klassifikatsiyalashni bajarish; avtomat tarzda qayta ishlash uchun bilimlarni mantiqiy shaklda koʻrsatish; foydalanuvchiga masala yechimini tushuntirish.

Ilmiy-texnika axborotlarini qigʻish va tahlil qilishning zamonaviy axborot texnologiyalari zamonaviy fundamental va amaliy fanni hamda injener ishlanmalarining ajralmas tarkibiy qismidir.

Axborotdan va internetdan faol foydalanmay, ilmtalab mahsulotlarga nisbatan zamonaviy talablar darajasida boʻlish mumkin emas. Lekin bunda oʻz axborotining samarali himoyasi taʼminlanishi lozim. Yagona ishonchli yoʻl oʻz ishlanmalari toʻgʻrisidagi axborotlar bor komponentlarni Internetga yoki boshqa umumiy foydalanish tarmoqlariga ulamaslik, bu tarmoqlarga esa maxsus ajratilgan kompyuterlar orqali ulanish kerak.

Zamonaviy bosqichda zamonaviy texnik tizimlarni yaratish kompyuterlar asosida amalga oshiriladi. Texnik talablarni tayyorlash, loyihalarni ishlab chiqish, mahsulotning xarakteristikalarini texnik-iqtisodiy tahlil qilish, undan foydalanish jarayonlarini matematik modellashtirish, konstruktorlik va texnologik hujjatlarni tayyorlash, foydalanuvchilar uchun koʻrsatmalarni ishlab chiqish va shunga oʻxshashlar – buning hammasini zamonaviy talablarga mos ravishda kompyuter texnikasi asosida amalga oshirish zarur.

Shunday qilib, fundamental va amaliy-ilmiy izlanishlarning turli yoʻnalishlarini sintez qilish, zamonaviy ilgʻor texnologiyalar yordamida zamonaviy texnik tizimlarni yaratish boʻyicha ilmiy-texnika rivojlanishining asosiy tashkil etuvchisidir.

Nazorat savollari:

1. Qaror qabul qilishda qo'llaniladigan axborot texnologiyalariga oid asosiy tushuncha va ta'riflar nimalardan iborat?
2. Zamonaviy axborot intellektual tizimlari to'g'risida so'zlab bering.
3. Zamonaviy qaror qabul qilishda qo'llaniladigan axborot texnologiyalari...
4. Qaror qabul qilishda axboriy qidiruvdan qanday foydalaniladi?
5. Ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish mazmunini so'zlab bering.
6. Sun'iy neyron tarmoqlarini ta'riflang va misollar keltiring.
7. Sun'iy intellekt deganda nima tushunasiz?
8. Sun'iy intellekt usullari nimalardan iborat?

GLOSSARIY

Alternativ bo‘lmagan qaror – bitta yo‘lga ega bo‘lgan standart vaziyatlarda qabul qilinadigan qaror.

Aniqlik sharoitida qaror qabul qilish – har bir variantning natijalari aniq ma‘lum bo‘lgan sharoitda muqobil variantni tanlashdir.

Axborot massivi – bu nazorat obekti yoki jarayonini tavsiflovchi, bir butun deb hisoblangan va ma‘lum bir tarzda buyurtma qilingan bir hil ma‘lumotlar to‘plamidir.

Axborot tarkibi – rasmiy shaklda taqdim etiladigan sohaga ko‘ra (iqtisodiy, boshqaruv, texnik va boshqalar) tasniflangan ma‘lumotlar.

Axborot texnologiyalarining rivojlanishi – ma‘lumotlarni qayta ishlash texnologiyasidan bilimlarni qayta ishlash texnologiyalariga o‘tish.

Axborot hajmi – boshqaruvning axborot xususiyatlaridan biri bo‘lib, u boshqaruv tizimini loyihalash va uning faoliyatini tashkil etish uchun katta ahamiyatga ega.

Axborotni qayta ishlash – chiquvchi va oraliq ma‘lumotlar ustida oldindan belgilangan amallarni bajarish orqali kerakli natijalarni olish jarayonidir.

Axborotning yetarliligi – axborotli boshqaruv qarorini qabul qilish imkonini beruvchi ma‘lumotlarning minimal to‘liq miqdori.

Axborotning ishonchliligi – axborotning umumiy miqdoridan real axborotning ulushi.

Axborotning noaniqligi – qarorni amalga oshirish shartlari haqidagi to‘liqsiz yoki ishonchsiz ma‘lumotlar.

Binar qaror – yuqori darajadagi noaniqlik bilan farqlanadigan va ikki diametral qarama-qarshi muqobillar bilan ifodalanadigan o‘zaro bog‘liq bo‘lgan qaror.

Binar qaror qabul qilish – qat‘iy cheklovlar ostida o‘z mazmuni jihatidan ikki qarama-qarshi, raqobatlashuvchi muqobillardan qaror variantini tanlash jarayonidir.

Boshqaruv jarayoni – kompaniyaning tashkiliy tuzilmasi doirasida amalga oshiriladigan boshqaruv quyi tizimining boshqariluvchi subyektg ta’siri bo‘yicha operatsiyalar va tartiblar majmuyi.

Boshqaruv qarorini iqtisodiy asoslash usuli – iqtisodiy samarani yagona tamoyillar asosida hisoblash usulidir.

Boshqaruv qarorini ishlab chiqish uchun axborotning sifati – boshqariluvchi obyektning ichki va tashqi holati haqidagi axborotlar majmuyining vaziyatni baholash va boshqaruv qarorlarini ishlab chiqish uchun zarur bo‘lgan talablarga muvofiqlik darajasi.

Boshqaruv qarorining belgilari – boshqaruv nuqtai nazaridan ko‘rib chiqilgan boshqaruv qarorining o‘ziga xos xususiyatlari majmuyi.

Boshqaruv qarorining iqtisodiy asoslanishi – har bir muqobil qarorning samaradorligini har tomonlama aniqlashdir.

Boshqaruv qarorining samaradorligi – boshqaruv qarorini amalga oshirish orqali harajat birligiga rejalashtirilgan natijaga erishish darajasi.

Boshqaruv qarorining sifat parametrlari – qarorning iste‘molchisini qondiruvchi xususiyatlar majmuyi bo‘lib, ular quyidagilardan iborat: investitsiyaning tavakkalchilik darajasi, qarorni amalga oshirish ehtimoli, tanlangan modelning yetarlilik darajasi.

Boshqaruv qarorining sifati – aniq iste‘molchilarning ehtiyojlarini qondiruvchi va uning bajarilishini ta‘minlovchi qaror parametrlari majmuyidir.

Boshqaruv qarorining sifatiga ta‘sir etuvchi asosiy omillar – boshqaruv qarorining muqobil variantlarini taqqoslash uchun zarur va yetarli omillardir.

Boshqaruv qarorining sifatni ta‘minlash parametrlari – boshqaruv qarorining sifat ko‘rsatkichlari tarkibining xususiyatlari.

Boshqaruv qarorlari – boshqaruv sub'ektining ijodiy, irodaviy ta‘siri boshqariladigan tizim faoliyatining obyektiv qonuniyatlarini bilish va uning holati haqidagi boshqaruv axborotlarini tahlil qilish asosida, jamoa faoliyatini tashkil etishga qaratilgan dolzarb muammoni hal qilish.

Boshqaruv qarorlari muqobillari daraxtining tahlili – har qanday vazifa uchun qaror qabul qilish jarayonining sxematik ifodasidir.

Boshqaruv qarorlarini ishlab chiqishga vaziyatli yondashuv – tashkilotning o‘zida (ichki o‘zgaruvchilar) va muhitda (tashqi o‘zgaruvchilar) ekologik omillarning funksiyasi sifatida optimal qarorni topishga konseptual yondashuv.

Boshqaruv qarorlarini qabul qilishda ehtimollar nazariyasidan foydalanish – tavakkalchilik ko‘rsatkichlarini hisoblashning matematik apparati.

Boshqaruv qarorlarini tahlil qilish – optimal qarorni tanlash imkonini beruvchi matematik, grafik va evristik usullar majmuyi.

Boshqaruv maqsadlari – boshqariluvchi tizimning istalgan, mumkin bo‘lgan yoki zaruriy holatiga erishish.

Boshqaruv hisobi – boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun tashkilot rahbariyatiga zarur bo‘lgan barcha ma’lumotlarni to‘plash, ro‘yxatga olish va sintez qilishni ta’minlovchi menejment funksiyasidir.

Vaziyat – tashkilot yoki uning bo‘linmasida rivojlangan holatlar (vaziyat) majmuyi.

Vaziyat tahlili – boshqariluvchi obyekt parametrlarini, boshqaruv qarorini ishlab chiqish yoki amalga oshirish davomida uning faoliyat yuritishining ustun turuvchi tashqi shart-sharoitlari va o‘ziga xos holatlarini o‘rganish.

Vaqt rezervi – loyihani tugatishning eng kam vaqti bilan mumkin bo‘lgan eng kech tugatish vaqti o‘rtasidagi farq.

Dasturlashtirilgan qaror – maqbul obyektlarni boshqarish uchun taniqli usullar va modellardan foydalanadigan qaror.

Dasturlashtirilmaydigan qaror – optimallik mezoni (maqsad funksiyasi)ni aniqlash yaqqol qiyin bo‘lgan qaror.

Delphi usuli – bu sohadagi yuqori malakali mutaxassislar guruhi tomonidan ekspert usullari yordamida o‘tkazilgan «aqliy hujum» jarayonida ularning avlodiga asoslangan muqobil boshqaruv qarorlarini murakkab tahlil qilish usuli bo‘lib, bu holat uchun eng oqilona qarorni tanlab oladi.

Dekompozitsiya – murakkab vazifalar, protseduralar, tizimlar, quyi tizimlar va hokazolar kabi tarkibiy qismlarga bo‘linadigan tahlil usuli.

Deflatsion tavakkalchilik – deflatsiya oshganda narx darajasining pasayishi bilan bog‘liq real yo‘qotishlar ehtimoli.

Diversifikatsiya – investitsiyalangan kapitalni bir-biri bilan bog‘liq bo‘lmagan turli faoliyat sohalari obyektlari o‘rtasida taqsimlanish jarayoni.

Yechimning sifati – boshqaruv obyekti tomonidan maqsadga erishishning samaradorlik darajasi.

Jamoaviy qaror – tashkilot jamoasi (bo‘linmasi)ning keng ishtirokida ishlab chiqilgan uzoq muddatga mo‘ljallangan qaror.

Jarayonli yondashuv – bu boshqaruv tushunchasiga asoslangan yondashuv bo‘lib, o‘zaro bog‘liq harakatlar yoki funksiyalarning uzluksiz ketma-ketligi hisoblanadi.

Ijtimoiy qaror – jamiyatni ijtimoiy rivojlantirish (jamoat) va atrof-muhitni muhofaza qilish strategiyasi sohasidagi qaror.

Iqtisodiy va moliyaviy tavakkalchilik turlari – sof yoki spekulativ tavakkalchilik toifasiga kiruvchi xo‘jalik va moliyaviy faoliyat sohasidagi tavakkalchilik.

Iqtisodiy-matematik modellashtirish – obyekt elementlari parametrlari, jarayonlari va o‘zaro ta‘sirini eksperimental tekshirish, resurslarni tejash va boshqaruv qarorlari sifatini yaxshilash maqsadida jarayonlarni matematik usullar bilan tavsiflash.

Iqtisodiy-matematik usullar – iqtisodiyotda boshqaruv qarorlarini belgilovchi eng yaxshi, optimal variantlarni tanlash.

Imkoniyat harajatlari – boshqaruv qarori variantlarining tijorat, ishlab chiqarish va moliyaviy xarajatlari.

Impulsiv qaror – bu o‘z-o‘zidan qabul qilinadigan yetarlicha asosli va ishonchli qaror.

Investitsion qarorlarni qabul qilish modeli – investitsion loyihaning ko‘p omilli tavakkalchiligini baholash usuli.

Investitsiya qarori – kapitalni saqlab qolish va ko‘paytirish maqsadida mablag‘larni uzoq muddatli investitsiyalash to‘g‘risidagi qaror.

Investitsiya portfeli tavakkalchiligi – investorga qarashli qimmatli qog‘ozlarning hosildorligi, to‘g‘ridan-to‘g‘ri moliyaviy yo‘qotishlar yoki yo‘qotilgan foydaning kamayishi ehtimoli.

Investitsiyalar – kapitalni saqlab qolish va ko‘paytirish, daromad olish maqsadida mablag‘larni investitsiyalash.

Individual qaror — rahbarlik va boshqaruvning individual uslubi bilan belgilanadigan qaror.

Innovatsion (novator) qaror — ilgari noma‘lum bo‘lgan muqobil variantni shakllantirish va amalga oshirish bilan bog‘liq ayrim innovatsiyalarni ko‘zda tutadi.

Innovatsion qarorlar qabul qilish – bu boshqaruv obyektini o‘zgartirish va iqtisodiy, ijtimoiy, ekologik va boshqa ta‘sirlarni olish uchun aniq tayyor alternativalar bo‘lmagan taqdirda qaror tanlash jarayonidir.

Intuitiv qaror – qaror qabul qiluvchining o‘z tanlovi to‘g‘ri ekanligiga ishonchi asosida vaqt cheklovlari ostida (operativ boshqaruvda) qaror qabul qilish.

Inflatsion tavakkalchilik – inflatsiyaning oshishida narx darajasining oshishi bilan bog‘liq real yo‘qotishlar.

Ishbilarmonlik o‘yinlari – belgilangan qoidalarga muvofiq bir guruh odamlarni o‘ynatish orqali turli vaziyatlarda boshqaruv qarorlarini ishlab chiqish va qabul qilishni stimulatsiya qilish usulidir.

Yo‘qotishlar – kutilayotgan qiymatlarga nisbatan foyda yoki daromadning kamayishi.

Katastrofik tavakkalchilik zonasi – tadbirkorning mulkiy holati darajasidan oshmaydigan yo‘qotishlar maydonining grafik tasviri.

Kengash qaror – bu istiqbolli masalalar bo‘yicha qaror bo‘lib, uni ishlab chiqishda maslahat organi ishtirok etadi: kengash, direktorlar kengashi va b.

Kibernetik modellashtirish – kibernetikaning umumiy qonunlarini tabiati va mohiyatidan qat‘iy nazar murakkab dinamik tizimlarni modellashtirish hamda optimal boshqarishga tatbiq etishdir.

Konseptual model – ko‘rib chiqilayotgan obyekt yoki jarayonning eng muhim parametrlari va ular o‘rtasidagi munosabatlarning taxminiy tasviri.

Konsepsiya – bu ma‘lum bir hodisa yoki tizimning mohiyati va o‘zaro bog‘liqligini ochib beruvchi hamda muammoni hal qilishga yordam beradigan ko‘rsatkichlar, omillar va sharoitlar tizimini belgilashga imkon beruvchi asosiy g‘oyalar, tamoyillar va qoidalar majmuyi.

Kritik tavakkalchilik zonasi – taxmin qilinayotgan daromad darajasidan oshmaydigan yo‘qotishlar maydonining grafik tasviri.

Ko‘p alternativ qaror – ularning nisbiy qiymatidan o‘rin olgan cheklash mezonlari va maqsadga muvofiq xususiyatlar asosida qabul qilingan qaror.

Ko‘p alternativ qarorning qabul qilinishi – texnik, iqtisodiy, ijtimoiy va boshqa mezonlar tizimini shakllantirishga asoslangan optimal qarorni tanlash jarayonidir.

Ko‘rsatkich – obyekt holatini muhokama qilish imkonini beradigan o‘lchov, kattalik.

Kuchsiz tuzilgan boshqaruv muammolari bo'yicha qaror qabul qilish – me'yoriy qaror nazariyasi va foydalilik nazariyasidan foydalanadigan jarayondir.

Qaror – boshqaruv obyektiga tashkiliy ta'sirni aniqlashdan iborat.

Qaror daraxti – natijalari keyingi harakatlarga sezilarli ta'sir etuvchi vizual taqqoslash va muqobillarni tanlashning grafik tasviri.

Qaror qabul qilish – bu vaziyatni tahlil qilish, bashorat qilish va baholash, maqsadga erishishning eng yaxshi muqobil variantini tanlash va kelishish jarayonidir.

Qaror qabul qilish darajasi – tashkilot iyerarxiyasidagi qaror qabul qiluvchi shaxsning maqomi.

Qaror qabul qilish jarayoni – turli xil muqobillardan eng samarali variantni tanlash jarayonidir.

Qaror qabul qilish jarayonidagi noaniqlik – axborotning yetishmasligi, ichki va tashqi omillarning tasodifiyligi va qarama-qarshiligi.

Qaror qabul qilish nazariyasi – turli xarakterdagi va turli sharoitdagi nazorat obyektlariga nisbatan optimal qaror qabul qilish muammosi bilan shug'ullanuvchi ilmiy fanlar majmuyi.

Qaror qabul qilish tartibi – belgilangan harakatlar tartibi (Nizom) va qaror variantini tanlash.

Qaror qabul qilish tartibining umumlashgan modeli – asoslangan qarorlarni ishlab chiqish va qabul qilish bosqichlarining mantiqiy sxemasi.

Qaror qabul qilish texnologiyasi – qarorlarni ishlab chiqish va qabul qilishning ilmiy usullar, modellar va metodlar majmuyi.

Qaror qabul qilishga ilmiy yondashuvni ishlab chiqish – qaror qabul qilish nazariyasini qo'llash. Muammoni aniqlash – muammoni aniqlash va uni hal qilish zarurligini oqlash uchun vaziyatni tahlil qilish.

Qaror qabul qilishning matematik nazariyasi – matematikaning noaniqlik sharoitida ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish, qaror qabul qilish usullari va qoidalariga bag'ishlangan bo'limi.

Qaror qabul qilishning me'yoriy nazariyasi – boshqaruv qarorlarini qabul qilish standart jarayonlarini shakllantirish usullarini ishlab chiquvchi fan.

Qaror qabul qilishning standart jarayoni – bu ishlashni taqqoslash va belgilangan muqobil to‘plamdan qaror variantini tanlash jarayonidir.

Qaror qabul qilishning evristik usullari – nostandart muammoli vaziyatlarda qaror qabul qilishning muqobillari sonini kamaytirishga qaratilgan muammoni hal qilishning maxsus (induktiv) usullari.

Qaror qabul qiluvchi shaxs – qaror qabul qilish jarayonidagi asosiy bo‘g‘in, qaror qabul qilish huquqiga ega bo‘lgan boshqaruv subekti hisoblanadi.

Qaror nazariyasi yoki qaror qabul qilishning statistik nazariyasi – qaror qabul qilishning matematik qoidalarini o‘rganuvchi fan.

Qarorlar klassifikatsiyasi – qarorlarni ma‘lum xarakteristikalariga asosida guruhlariga ajratish.

Qarorlarni optimallashtirish – eng samarali natijani belgilovchi ko‘plab omillar nisbatini tanlash jarayoni.

Qarorning bajarilishi – bajaruvchilar tomonidan qabul qilingan qarorning amalda bajarilishi.

Qoidalar – biror-bir hujjatda ko‘rsatilganlarga mos keladigan muayyan vaziyatda bajarilishi lozim bo‘lgan aniq harakatlar. Qoidalar tanlash erkinligini cheklaydi.

Likvidlik tavakkalchiligi – qimmatli qog‘ozlar yoki boshqa tovarlarni sotishda ularning sifati va iste‘mol qiymatini baholashdagi o‘zgarishlar tufayli yo‘qotishlar ehtimoli.

Maqbul tavakkalchilik zonasi – kutilayotgan foyda darajasidan oshmaydigan zararlar maydonining grafik tasviri.

Maqbul tavakkalchilik zonasi – nol yoki minimal yo‘qotishlar maydoni grafik vakillik.

Maqsad – nazorat obektining sifat yoki miqdor jihatdan ifodalangan kelajakdagi holati bo‘lib, unga erishish muammoning yechimini ta‘minlaydi.

Mantiqiy modellashtirish – obyektlarning parametrlarini tahlil qilish, prognozlash va baholashda ularni qo‘llash maqsadida boshqaruv, iqtisodiy, ijtimoiy yoki boshqa jarayonlarni tavsiflovchi asosiy omillar o‘rtasidagi gorizont va vertikal sababiy munosabatlarni aniqlash.

Masalaning yechimini topish – aniq qaror modeli va hal qiluvchi qoidalarni tanlash.

Masalaning qo'yilishi — boshqaruv obekti muammosini ifodalash shakli.

Matematik dasturlash – matematikaning masalalar yechish nazariyasi va usullarini, tenglama va tengsizliklar ko'rinishida o'rganadigan bo'limi bo'lib, u cheklashlar ostida qarorning sifat ko'rsatkichini topishga yordam beradi.

Mezon – tashkilotda umumiy qabul qilingan me'yor bo'lib, u bilan muqobil qarorlarni o'zaro bog'lash mumkin.

Mezonlarni baholashning nuqtaviy tizimi – muqobillar qiymatining mutlaq o'lchovlari shaklida maqsadga muvofiq mezonlardan foydalanishdir.

Model – boshqarish obyektining shartli tasviri.

Monitoring – obyektlarni uzluksiz har tomonlama kuzatish, parametrlarni o'lchash va ushbu obyektlarning faoliyatini tahlil qilish.

Moliyaviy bo'lmagan ma'lumotlarning ahamiyati – boshqaruv qarorlarini qabul qilishda ijtimoiy axborotning roli.

Moliyaviy tavakkalchilik – moliyaviy resurslar yoki kapitalning yo'qolishi ehtimoli.

Moliyaviy tahlil – korxonaning moliyaviy mustaqilligini tavsiflovchi tashkilotning moliyaviy ko'rsatkichlaridan tahlili, to'lov va kredit qobiliyatini xarakterlaydigan moliyaviy ko'rsatkichlar tahlili.

Motivatsiya – menejmentning vazifasi, o'zingizni va boshqalarni kompaniya maqsadlari va shaxsiy maqsadlarga erishish uchun ishlashga undash jarayoni.

Muammo – nazorat obyektining haqiqiy va kerakli holati o'rtasidagi muhim farqdir.

Muammolar tasnifi – boshqaruv vazifalari tipologiyasi.

Muammoli vaziyat – bu tashkilotning me'yorida ishlashi va rivojlanishiga to'sqinlik qiluvchi holat.

Muammoni tuzish – muammoni iyerarxiya darajalarida tarkibiy qismlarga ajratish, ular o'rtasidagi munosabatlarni o'rnatish va maqsadlar daraxtini qurish.

Muammoning qo'yilishi – yuzaga kelgan va hal qilinishi lozim bo'lgan aniq vaziyatni hisobga olgan holda muammoni shakllantirish.

Muvozanatli qaror – bu rahbarning o'z xatti-harakatlari, ilgari surilgan farazlar va ularni tekshirishga e'tiborli va tanqidiy qarashi.

Muqobil – ikki yoki undan ortiq qabul qilinishi mumkin bo‘lgan qarorlardan biri hisoblanadi.

Muqobil boshqaruv qarorlarining taqqoslanuvchanligi – boshqaruv qarorini ishlab chiqish, dastlabki axborotni bir xil olish usullari va tavakkalchilik darajasiga ko‘ra bir xil hajmda, bir xil vaqt oralig‘ida, sifat darajasiga va qo‘llash sharoitlariga olib kelish jarayonining zaruriy shartidir.

Muqobil qaror – bitta muqobil ichida belgilangan tanlov mezonlariga javob beradigan bir necha qarorlardan biridir.

Muqobillarni amalga oshirish oqibatlarini prognozlash va baholash – qarorning qo‘yilgan maqsadlarga erishish foydaliligi haqidagi ilmiy asoslangan hukm.

Muqobillarni kerakli mezonlar bo‘yicha tahlil qilish – har bir muqobilning minimal talablarga muvofiqlik darajasini aniqlash.

Muqobillarni chegaralovchi mezonlar bo‘yicha tahlil qilish – har bir muqobilning qat’iy cheklovlarga rioya qilish darajasini aniqlash.

Mulkiy tavakkalchilik – turli sabablarga ko‘ra tadbirkorning mol-mulkini yo‘qotish ehtimoli (moddiy resurslar, ko‘chmas mulk va boshqalar).

Nazorat – boshqaruv qarorining bajarilishini ta’minlash bo‘yicha menejment funksiyasi.

Noaniqlik sharoitida qaror qabul qilish – ijobiy natijalarning ehtimolligini taxmin qilish mumkin bo‘lmagan sharoitda muqobil variantlarni tanlash.

Noto‘g‘ri iqtisodiy qaror qabul qilish xavfi – kompaniya va uning bankrot samaradorligini kamaytirish ehtimoli.

Olingan natijani baholash – boshqaruv tizimining erishilgan holatini baholash va tajriba to‘plash.

Omili tahlil – katta hajmdagi axborotlarni qayta ishlash asosida o‘rganilayotgan hodisalarning ixcham tavsifini olish imkonini beruvchi hisoblash usullarini birlashtiruvchi matematik statistika sohasi.

Optimal qaror – berilgan optimallik mezoni va ma’lum cheklanishlar bo‘yicha eng yaxshi qaror.

Optimallashtirish mezonlari usuli asosida qaror qabul qilish – eng samarali qarorni tanlash uchun ma’lum alternativlarning eng yaxshi xususiyatlarini birlashtirish jarayonidir.

Optimallik mezoni – mumkin bo‘lgan muqobillarni qiyosiy baholash va eng yaxshilarini tanlash uchun qabul qilingan boshqaruv qarori iqtisodiy samarasining natijasini ifodalovchi ko‘rsatkichdir.

Prognozlar – bashorat qilinayotgan hodisa ehtimolligini ilmiy asoslangan baholash. Muqobillarni prognozlash va baholash – qarorning amaliy texnik-iqtisodiy asoslanganligi haqida ilmiy asoslangan hukm.

Prognozlash – muayyan obyektlarni yanada rivojlantirish tendensiyalari va istiqbollarni aniqlashga qaratilgan sifat hamda miqdoriy xarakterdagi ilmiy tadqiqotlarni amalga oshirish jarayon.

Ranjirlash – omillar (muammolar)ning ahamiyati, og‘irligi va darajasini ularning samaradorligi, dolzarbligi, miqyosi va xavf darajasi bilan tartibga solish.

Ratsional qaror – asoslash va optimallashtirishning analitik usullariga asoslangan qaror.

Sababiy tahlil jarayoni – muammoli vaziyatga sabab bo‘lgan real sabablarni aniqlash va tahlil qilishdir.

Samaradorlikni baholash – boshqaruv qarori maqsadiga erishish darajasini miqdoriy baholash.

Samaradorlikni baholash mezonlari – ma’lum vazifani bajarish xarajatlari va natijalari nisbatiga qo‘yiladigan talablar.

Semantik xatolar – so‘zlarni ishlatish yo‘llari va ular yetkazadigan ma’nolarni mos kelmasligi.

Semantik shovqin – aloqa jarayonida axborot almashinuviga to‘siq bo‘lib, til farqlari, idrokdagi farqlar hamda fizik o‘zaro ta’sirlar tufayli xabar ma’nosini buzadi.

Siyosiy qaror — davlat faoliyatining usullari, vositalari, shakllarini tanlash, ular yordamida siyosiy maqsadlarga maqbul erishish mumkin.

Sof tavakkalchilik – boshqaruv qarorini amalga oshirishning salbiy yoki nol natija olish ehtimolini xarakterlaydi.

Spekulativ tavakkalchilik – qarorni amalga oshirishning ijobiy yoki salbiy natijasi ehtimolini xarakterlaydi.

Standart qaror – bu eng keng tarqalgan qaror turi bo‘lib, uning yakuniy natijasi aniq tanlovdir.

Strategiya – obyektning rivojlanishi va unga mos boshqarishni belgilovchi harakatlar dasturi.

Tavakkalchilik – prognoz variantiga nisbatan yo‘qotishlar yoki daromadlarning kamayish ehtimoli.

Tavakkalchilik va daromadlilik – daromad darajasining pasayishi yoki ortishiga tavakkalchilik darajasining ta’siri.

Tavakkalchilik darajasi – yo‘qotish hodisasi ro‘y berish ehtimoli hamda ehtimoliy zarar miqdori.

Tavakkalchilik jiddiyligi – tadbirkorlik faoliyati sharoitida tavakkalchilikning muqarrarligi.

Tavakkalchilik ko‘rsatkichi – ehtimoliy yo‘qotishlarni miqdoriy baholash.

Tavakkalchilik ta’rifi – tavakkalchilik ko‘rsatkichlarini hisoblash usullari.

Tavakkalchilik sharoitida qaror qabul qilish – natijalar noaniq bo‘lgan sharoitda muqobil variantni tanlash, lekin har bir natijaning ehtimoli ma’lum.

Tavakkalchilik ehtimoli – tavakkalchilik hodisasi imkoniyatini miqdoriy baholash.

Tavakkalchiliklarni kamaytirish – yo‘qotishlar ehtimoli yoki ehtimoliy zarar miqdorini kamaytirish.

Tavakkalchilikni baholash – tadbirkorlik faoliyati sohasiga qarab tavakkalchilik darajasi.

Tavakkalchilikni kamaytirish imkoniyatlari – tavakkalchilikni boshqarish metodlari.

Tavakkalchilikni minimallashtirish – maqsadli qidirish va tavakkalchilik darajasini kamaytirish ishlarini tashkil qilish, noaniq bozor sharoitida daromad olish va uni oshirish san’ati.

Tavakkalchilikni tahlil qilish – obyekt strukturasi elementlarga parchalash, turli xil xavflarning manbalari, omillari va sabablarini aniqlash, ehtimoliy zarar va foydalarni taqqoslash maqsadida ular o‘rtasidagi munosabatlarni o‘rnatish.

Tavakkalchilikni o‘lchash – tavakkalchilik darajasi va tannarxini baholash metodlari.

Tavsifiy model – kuzatilgan dalillarni tasvirlash va tushuntirish yoki obyektlarning xatti-harakatini bashorat qilish modeli.

Tadbirkorlik qarorini qabul qilish – tavakkalchilik darajasi va tannarxini hisobga olgan holda boshqaruv qarorini qabul qilish jarayonidir.

Tadbirkorlik tavakkalchiligi – muqobil boshqaruv qarorini tanlashda tadbirkorlik faoliyatining muvaffaqiyatsizligi (muvaffaqiyati) ehtimolini aks ettiruvchi obyektiv iqtisodiy kategoriya.

Tadbirkorlik faoliyati – qonun hujjatlarida belgilangan tartibda tizimli ravishda foyda olishga qaratilgan o‘z tavakkalchiligi bo‘yicha amalga oshiriladigan mustaqil faoliyatdir.

Tanlovning taqdimoti – qarorni asoslash uchun tanlangan ma’lumotlarning yetarliligi.

Tarmoqli jadval – bitta vazifani bajarishga qaratilgan ishlar majmuasining to‘liq grafik modeli bo‘lib, ularning ketma-ketligi va mantiqiy munosabatlarini belgilaydi.

Tarmoqli rejalashtirish va boshqarish – har qanday tizimlarni yaratish (loyihalash) jarayonlarini boshqarishning grafik-analitik usulidir.

Tartiblangan tavakkalli muqobil – muqobilni tavakkal qiymati va darajasi bo‘yicha ranjirlashdir.

Tasniflash xususiyatlari – obyektlarni muayyan sinflarga ajratish imkonini beruvchi muhim xususiyatlar (muhim xususiyatlar guruhi).

Tashkiliy qaror – tashkilot maqsadlariga erishishga qaratilgan tashkiliy ta’sirning muqobillarini tanlash.

Tashkilot maqsadlarining qaror qabul qilishga ta’siri – korxonaning rivojlanish strategiyasini ishlab chiqilgan muqobil qarorlarda aks etishi.

Tashkilotning kuchli va zaif tomonlarini tahlil qilish – tashkilotning bozordagi imkoniyatlarini, shuningdek, uning faoliyatiga tahdid soluvchi sharoitlarni aniqlashga qaratilgan keng qamrovli tahlil.

Tashkilotning rivojlanish strategiyasining muqobil variantlarini tartiblash – faoliyatning ustuvor yo‘nalishlari majmuyini iyerarxik asosda qurish.

Texnologiya – chiquvchi moddiy resurslarni, axborotlarni va tizimning boshqa kiruvchi tarkibiy qismlarini mahsulotga aylantirish, hamda boshqa chiquvchi komponentlarni usullari va vositalari majmuyi.

Tijorat tavakkalchiligi – tadbirkorning moliyaviy-xo‘jalik faoliyati davomida zarar ko‘rish ehtimolini ifodalaydi.

Tizimli tahlil – murakkab obyektlarni tizim sifatida o‘rganishning umumiy tamoyillarini ishlab chiqadigan fan.

Uzoq muddatli strategik rejalar – tashkilotning istalgan kelajagi imkoniyatlari va unga bo‘lgan yo‘lni aks ettiruvchi uzoq muddatli rejalar tizimiga kiritilgan reja turi.

O‘yinlar nazariyasi – nizoli vaziyatlarda, shu jumladan noaniqlik sharoitida optimal qaror qabul qilishning rasmiy modellarini o‘rganuvchi fan.

Fizik modellashtirish – o‘rganilayotgan jarayon (hodisa) o‘zining fizik tabiatini saqlab qolgan holda takrorlanadigan obyektlarni (tizimlarni) fizik modellar bo‘yicha o‘rganishdir.

Xulqiy qaror nazariyasi – qaror qabul qilish jarayonida qaror qabul qiluvchining xatti-harakati va harakatlari motivatsiyasini o‘rganish.

Hodisaning ehtimolligi – hodisaning obyektiv ehtimoli o‘lchovi.

Hukmga asoslangan qaror – hozirgi kunga asosan to‘g‘irlangan avvalgi tajriba va bilimlardan foydalanib qabul qilinadigan qaror.

Chegaralovchi mezon – harakat yo‘llarini tanlashni cheklovchi oldindan belgilangan parametr (iqtisodiy, texnik, ijtimoiy).

Cheklovlar – maqbul qiymatlar oralig‘i.

Ekologik omillar – tashkilotning barqarorligi, samaradorligi va raqobatbardoshligiga bevosita yoki bilvosita ta’sir ko‘rsatuvchi mamlakat alohida hududlarining o‘ziga xos xususiyatlari majmuyi.

Eksperiment – o‘rganilayotgan obyektlarni tashqi va ichki ta’sirlarga munosabatini o‘rganish maqsadida fizik modellashtirishga asoslangan jarayon va hodisalarni bilish usulidir.

Ekspert usuli – ekspertlar tomonidan hukmlarni miqdoriy baholash va natijalarni rasmiy qayta ishlash yordamida muammoning intuitiv va mantiqiy tahlili.

Ekstrapolatsiya usuli – avvalgi holat tendensiyalari (trendi) asosida kelajakda obyektlarning holati yoki rivojlanishini bashorat qilishga asoslangan usuldir.

Ehtiyotkor qaror – menejerning barcha muqobil qarorlarni superkritik baholash natijasi.

Ehtimollar taqsimoti – tasodifiy o‘zgaruvchining ixtiyoriy qiymatdan kam yoki teng bo‘lishi ehtimoli.

Yakka qaror – menejer tomonidan qabul qilinadigan joriy (taktik) masalalar bo‘yicha qaror.

Yangi axborot texnologiyalari — boshqaruv jarayonida integratsiyalashgan telekommunikatsiya tizimlari, kompyuter texnologiyalari va avtomatlashtirilgan axborotni qayta ishlash vositalaridan foydalanish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2017–2021-yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar strategiyasini «Faol tadbirkorlik, innovatsion g‘oyalar va texnologiyalarni qo‘llab-quvvatlash yili»da amalga oshirishga oid davlat Dasturi to‘g‘risida” 2018-yil 22-yanvardagi PF-5308-sonli Farmoni.// <http://lex.uz/docs/3516847>.

2. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. –T.: O‘zbekiston, 2017. – 104 b.

3. Kosnikov S.N. Matematicheskiiye metodi v ekonomike: uchebnoye posobiye dlya VUZov. –M.: Yurayt, 2019. - 170 s.

4. Krass M.S. Matematika v ekonomike: matematicheskiiye metodi i modeli. –M.: Yurayt, 2019. - 541 s.

5. Baldin K.V., Bashlikov V.N., Rukosuev A.V., Matematicheskiiye metodi i modeli v ekonomike: uchebnik, Izdatelstvo "FLINTA", 2-e izd., 2017 g., 328 s.

6. Kolbin V.V. Metodi prinyatiya resheniy: uchebnoye posobiye. – M., SPb., 2016,-640 s.

7. Shiryaev A. N. Sh. Veroyatnostno-statisticheskiiye metodi v teorii prinyatiya resheniy. — izd., novoye. — M.: MTsNMO, 2014 - 114 s.

8. Trofimova L.A., Trofimov V.V., «Metodi prinyatiya upravlencheskix resheniy». - M.: «Yurayt», 2013

9. Dorrer G.A. Teoriya prinyatiya resheniy: Uchebnoye posobiye dlya studentov napravleniya 230100.62 – Informatika i vichislitel'naya texnika, Krasnoyarsk: FGBOU VPO «Sibirskiy gosudarstvenniy texnologicheskiiy universitet», 2013. – 180 s.

10. Pujaev A.V. «Upravlencheskiiye resheniya». - M.: «Knorus», 2012.

11. Stroeva E.V., Lavrova E.V. «Razrabotka upravlencheskix resheniy». - M.: «Infra-M», 2012.

12. Zyuskin A.A., Kapustina O.I. Retsenzent: Nikitin Yu.A. Metodi prinyatiya upravlencheskix resheniy: Elektronniy kurs. – SPb.: SPbUUUE, 2012

13. Shemetov P.V., Radionov V.V. Nikiforova L.E., Petuxova S.V., «Upravlencheskiiye resheniya». - M.: «Omega-L», 2011.

14. Popova L.V., Maslova A.I., Maslov B.G., Malkina E.L. «Matematicheskiye metodi v otsenke». - M.: «Delo i servis», 2011.
15. Zamkov O.O. i dr. Matematicheskiye metodi v ekonomike. –M.: DIS, 2011. – 426 s.
16. Agisheva D. K., Zotova S. A., Svetlichnaya V. B., Matveeva T. A. Metodi prinyatiya optimalnix resheniy. Chast 1: uchebnoye posobiye/ D. K. Agisheva, S. A. Zotova, V. B. Svetlichnaya, T. A. Matveeva / VPI (filial) VolgGTU. – Volgograd: IUNL VolgGTU, 2011. – 155 s.
17. Dubina I.N. Matematiko-statisticheskiye metodi v empiricheskix sotsialno-ekonomicheskix issledovaniyax: –M.: INFRA-M, 2010. –349 s.
18. Rodzin S.I. Teoriya prinyatiya resheniy: lektsii i praktikum: Uchebnoye 336 s–posobiye. – Taganrog: Izd-vo TTI YuFU, 2010.
19. A.V. Sokolov A. V., Tokarev V.V «Metodi prinyatiya upravlencheskix resheniy T.2. Mnogokriterialnost. Dinamika. Neopredelennost». - M.: FIZMATLIT, 2010
20. Malixin V.I., Moiseev S.I., Matematicheskiye metodi prinyatiya resheniy, uchebnoye posobiye – Voronej: VF., MGEI, 2009. – 1-2 s.
21. Orlov A.I. Teoriya prinyatiya resheniy. Uchebnoye posobiye / A.I.Orlov.- M.: Izdatelstvo «Ekzamen», 2005. - 656 s.
22. Bodrov V.I., Lazareva T.Ya., Martemyanov Yu.F. B7 5 Matematicheskiye metodi prinyatiya resheniy: Ucheb. posobiye. Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tex. un-ta, 2004. 124 s
23. Kolpakov V. M. Teoriya i praktika prinyatiya upravlencheskix resheniy: Ucheb. posobiye. izd., pererab. i dop. — K.: MAUP, 2004. — 504 s
24. Shodiyev T.Sh. va boshqalar. Iqtisodiy-matematik usullar va modellar. O‘quv qo‘llanma. –T.: TDIU, 2010. – 297 b.
25. Eddous M., Stensfild R. Metodi prinyatiya resheniya. Uchebnik. – M.: YuNITI, 2005. –640 s.
26. Clive L. Dym. Principles of Mathematical Modeling (Second Edition), California. Elsevier Academic Press, 2004. – 297 pp.

MUNDARIJA

KIRISH	3
I BOB. Qaror qabul qilish nazariyasining asosiy tushunchalari	4
1.1. Qaror tushunchasi va mohiyati.....	4
1.2. Qaror nazariyasini rivojlantirish bo'yicha qisqacha tarixiy ma'lumot.....	6
1.3. Qarorlarning tasnifi	7
1.4. Qaror qabul qilish mezonlari va muqobil qarorlar.....	9
Nazorat savollari.....	11
II BOB. Ko'p mezonlar asosida qaror qabul qilishning nazariy asoslari	12
2.1. Qarorni ishlab chiqish bosqichlari.....	12
2.2. Ikkilamchi taqqoslashning iterativ usuli	15
2.3. Ekspert xulosalarining muvofiqligini hisoblash	17
Nazorat savollari.....	20
III BOB. Matematik dasturlash usullari asoslari	21
3.1. Matematik dasturlashning umumiy qoidalari.....	21
3.2. Iqtisodiyotda qaror qabul qilishda matematik dasturlash usullarini qo'llanilishi.....	24
3.3. Matematik dasturlash masalalarining umumiy ko'rinishi.....	30
Nazorat savollari.....	32
IV BOB. Optimal qaror qabul qilishning matematik usullari	33
4.1. Qaror qabul qilishda modellashtirish.....	33
4.2. Qaror qabul qilish modelini ishlab chiqish bosqichlari.....	34
4.3. Qaror qabul qilishning umumlashtirilgan matematik modeli.....	38
Nazorat savollari.....	40
V BOB. Chiziqli dasturlashning umumiy masalalari	41
5.1. Chiziqli dasturlash masalasining bayoni.....	41
5.2. Chiziqli dasturlash masalasini yechishning simpleks usuli.....	44
5.3. Chiziqli dasturlash masalasining asosiy mezonlari.....	47
Nazorat savollari.....	55
VI BOB. Chiziqli dasturlashda ikkilanganlik masalalari	56
6.1. Ikkilanganlik masalasining ta'rifi.....	56
6.2. Ikkilangan masalalarning matematik modellari.....	57
6.3. Ikkilanganlikning asosiy teoremlari.....	58
6.4. Ikkilangan masalaning optimal yechimi.....	60
Nazorat savollari.....	62

VII BOB. Tizimli yondashuv va matematik modellashtirish.....	63
7.1. Qaror qabul qilishga tizimli yondashuv.....	63
7.2. Qaror qabul qilishning eng yaxshi alternativ usullari.....	66
7.3. Iqtisodiy tizimlarni modellashtirish.....	68
Nazorat savollari.....	71
VIII BOB. Dinamik modellar asosida qaror qabul qilish.....	72
8.1. Dinamik dasturlash.....	72
8.2. Dinamik optimallashtirish modellari.....	75
8.3. Dinamik dasturlash masalalarini yechish bosqichlari.....	78
Nazorat savollari.....	82
IX BOB. Stoxastik modellar asosida qaror qabul qilish.....	83
9.1. Stoxastik tahlil tushunchalari va uning asoslari.....	83
9.2. Stoxastik muhitda qaror qabul qilish.....	84
9.3. Stoxastik modellashtirishda determinatsiya usullari	86
9.4. Imitatsion optimallashtirish usullari.....	88
Nazorat savollari.....	90
X BOB. Boshqaruv jarayonlarida optimal qaror qabul qilish.....	92
10.1. Iqtisodiyotda boshqaruv qarorlarini qabul qilish bosqichlari.....	92
10.2. Samarali qaror qabul qilish talablari.....	95
10.3. Samarali qaror qabul qilish tamoyillari.....	97
Nazorat savollari.....	100
XI BOB. To‘liq aniqlik sharoitida qaror qabul qilish.....	101
11.1. To‘liq aniqlik sharoiti tushunchasi, muqobillar va mezonlar, mezonlarni baholash usullari.....	101
11.2. Optimal qaror qabul qilishning matematik tavsifi.....	103
11.3. Maqbul qarorni tanlashda normallashtirish usulidan foydalanish.....	104
Nazorat savollari.....	106
XII BOB. Noaniqlik sharoitida optimal qaror qabul qilish usullari.....	108
12.1. Noaniqlik sharoiti tavsifi.....	108
12.2. Noaniqlikda qaror qabul qilish mezonlari.....	109
12.3. Mezonlarning qo‘llanilishi va optimal qarorni tanlash.....	112
Nazorat savollari.....	114
XIII BOB. Tavakkalchilikda optimal qaror qabul qilish usullari.....	115
13.1. Tavakkalchilik ta’rifi va darajalari.....	115
13.2. Tavakkalchilikda qaror qabul qilish usullari.....	117
13.3. Qaror qabul qilishda qarorlar daraxtining qo‘llanilishi.....	118
Nazorat savollari.....	120
XIV BOB. Iqtisodiyotda o‘yinlar nazariyasi va qaror qabul qilish.....	121
14.1. O‘yinlar nazariyasining qisqacha tarixi va mazmuni.....	121

14.2. Matritsaviy o‘yinlar. Sof va aralash strategiyalar.....	127
14.3. Chiziqli dasturlash usullari yordamida matritsali o‘yinni yechish.	135
14.4. “Tabiat bilan o‘yin” tipidagi modellar.....	139
Nazorat savollari.....	142
XV BOB. Iqtisodiyotda qaror qabul qilishda axborot texnologiyalarini qo‘llanilishi	144
15.1. Tushunchalar va ta’riflar	144
15.2. Axborot texnologiyalari asosida qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlash usullari	148
15.3. Sun’iy neyron tarmoqlari va sun’iy intellekt tizimlari.....	150
Nazorat savollari.....	155
Glossariy	156
Foydalanilgan adabiyotlar	169

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава I. Основные понятия теории принятия решений	4
1.1. Понятие и сущность решения.....	4
1.2. Краткая историческая справка о развитии теории принятия решений.	6
1.3. Классификация решений.....	7
1.4. Критерии принятия решений и альтернативные решения.....	9
Контрольные вопросы.....	11
Глава II. Теоретическая основа для принятия решений на основе множества критериев	12
2.1. Этапы разработки решений.....	12
2.2. Итерационный метод вторичного сравнения.....	15
2.3. Расчет соответствия экспертных заключений.....	17
Контрольные вопросы.....	20
Глава III. Основы методов математического программирования	21
3.1. Общие правила математического программирования.....	21
3.2. Применение методов математического программирования при принятии решений в экономике.....	24
3.3. Обзор вопросов математического программирования.....	30
Контрольные вопросы.....	32
Глава IV. Математические методы принятия оптимальных решений	33
4.1. Моделирование в процессе принятия решений.....	33
4.2. Этапы разработки модели принятия решений.....	34
4.3. Обобщенная математическая модель принятия решений.....	38
Контрольные вопросы.....	40
Глава V. Общие вопросы линейного программирования	41
5.1. Описание проблемы линейного программирования.....	41
5.2. Симплексный метод решения задачи линейного программирования.....	44
5.3. Основные критерии для решения проблемы линейного программирования.....	47
Контрольные вопросы.....	55
Глава VI. Двойственность линейных задач	56
6.1. Описание двойственных задач.....	56
6.2. Математические модели двойственных задач.....	57

6.3. Основные теоремы двойственности.....	58
6.4. Оптимальное решение двойственных задач.....	60
Контрольные вопросы.....	62
Глава VII. Системный подход и моделирование экономических систем	63
7.1. Систематический подход к принятию решений.....	63
7.2. Наилучшие альтернативные способы принятия решения.....	66
7.3. Моделирование экономических систем.....	68
Контрольные вопросы.....	71
Глава VIII. Принятие решений на основе динамических моделей	72
8.1. Динамическое программирование.....	72
8.2. Модели динамической оптимизации.....	75
8.3. Этапы решения задач динамического программирования.....	78
Контрольные вопросы.....	82
Глава IX. Принятие решений на основе стохастических моделей	83
9.1. Понятия стохастического анализа и его основы.....	83
9.2. Принятие решений в стохастической среде.....	84
9.3. Методы определения в стохастическом моделировании.....	86
9.4. Методы имитационной оптимизации.....	88
Контрольные вопросы.....	90
Глава X. Оптимальное принятие решений в процессах управления.	92
10.1. Этапы принятия управленческих решений в экономике.....	92
10.2. Требования к эффективному принятию решений.....	95
10.3. Принципы эффективного принятия решений.....	97
Контрольные вопросы.....	100
Глава XI. Принятие решений в условиях полной точности.	101
11.1. Понятие точных условий точности, альтернативы и критерии, методы оценки критериев.....	101
11.2. Математическое описание принятия оптимальных решений.....	103
11.3. Использование метода нормализации при выборе оптимального решения.....	104
Контрольные вопросы.....	106
Глава XII. Оптимальные методы принятия решений в условиях неопределенности.	108
12.1. Описание условий неопределенности.....	108
12.2. Критерии принятия решений в условиях неопределенности.....	109

12.3. Применение критериев и выбор оптимального решения.....	112
Контрольные вопросы	114
Глава XIII. Оптимальные методы принятия решений в условиях риска	115
13.1. Определение и уровни риска.....	115
13.2. Методы принятия решений о рисках.....	117
13.3. Применение дерева решений при принятии решений.....	118
Контрольные вопросы	120
Глава XIV. Теория игр в экономике и принятии решений.....	121
14.1. Краткая история и содержание теории игр.....	121
14.2. Игры на аттестат зрелости. Чистые и смешанные стратегии.	127
14.3. Решение матричных игр методами линейного программирования	135
14.4. Модели типа “игра с природой”	139
Контрольные вопросы	142
Глава XV. Применение информационных технологий в принятии решений в экономике	144
15.1. Понятия и определения	144
15.2. Методы поддержки принятия решений, основанные на информационных технологиях.....	148
15.3. Искусственные нейронные сети и системы искусственного интеллекта.....	150
Контрольные вопросы	155
Глоссарий	156
Использованной литературы	169

CONTENTS

INTRODUCTION	3
Chapter I. Basic concepts of decision making theory	4
1.1. The concept and essence of the decision.....	4
1.2. Brief historical background on the development of decision theory.....	6
1.3. Classification of decisions.....	7
1.4. Decision criteria and alternative decisions.....	9
Revision questions.....	11
Chapter II. Theoretical framework for decision making based on multiple Criteria	12
2.1. Stages of decision development	12
2.2. Iterative method of secondary comparison	15
2.3. Calculation of compliance of expert conclusions.....	17
Revision questions.....	20
Chapter III. Basics of mathematical programming methods	21
3.1. General rules of mathematical programming.....	21
3.2. Application of mathematical programming techniques in decision making in economics.....	24
3.3. Overview of mathematical programming issues.....	30
Revision questions.....	32
Chapter IV. Mathematical methods for optimal decision making	33
4.1. Modeling in decision making.....	33
4.2. Stages of development of a decision-making model.....	34
4.3. Generalized mathematical model of decision making.....	38
Revision questions.....	40
Chapter V. General issues of linear programming	41
5.1. Description of the issue of linear programming.....	41
5.2. The simplex method of solving the problem of linear programming.....	44
5.3. The main criteria for the issue of linear programming	47
Revision questions.....	55
Chapter VI. Problems of binary in linear programming	56
6.1. Definition of the issue of binary.....	56
6.2. Mathematical models of binary issues.....	57
6.3. The main theorems of duality.....	58
6.4. Optimal solution of the dilemma.....	60
Revision questions.....	62

Chapter VII. Systematic approach and modeling of economic systems.....	63
7.1. Systematic backdoor to decision making.....	63
7.2. The best alternative ways to make a decision.....	66
7.3. Modeling of economic systems.....	68
Revision questions.....	71
Chapter VIII. Decision making based on Dynamic models.....	72
8.1. Dynamic Programming.....	72
8.2. Dynamic optimization models.....	75
8.3. Stages of solving dynamic programming issues.....	78
Revision questions.....	82
Chapter IX. Decision-making based on stochastic models	83
9.1. Concepts of stochastic analysis and its basis.....	83
9.2. Decision making in a stochastic environment	84
9.3. Determination methods in stochastic modeling.....	86
9.4. Imitation optimization methods.....	88
Revision questions.....	90
Chapter X. Optimal decision making in management processes....	92
10.1. Stages of management decision making in the economy.....	92
10.2. Effective decision making requirements.....	95
10.3. Effective decision making principles.....	97
Revision questions.....	100
Chapter XI. Decision-making in conditions of complete accuracy.....	101
11.1. The concept of exact accuracy conditions, alternatives and criteria, methods of evaluation of criteria	101
11.2. Mathematical description of Optimal decision making.....	103
11.3. The use of the normalization method in the selection of an optimal decision	104
Revision questions.....	106
Chapter XII. Optimal decision-making methods in conditions of Uncertainty	108
12.1. Description of uncertainty conditions.....	108
12.2. Decision-making criteria in uncertainty.....	109
12.3. Application of criteria and selection of optimal decision.....	112
Revision questions.....	114
Chapter XIII. Optimal decision-making methods in risk.....	115
13.1. Definition and levels of risk.	115
13.2. Risk decision making methods.....	117

13.3. Application of decision tree in decision making.....	118
Revision questions.....	120
Chapter XIV. Theory of games in economics and decision making.	121
14.1. Brief History and content of the theory of games.....	121
14.2. Matriculation games. Pure and mixed strategies	127
14.3. Matrix game solving using linear programming methods	135
14.4. Models of the type "game with nature	139
Revision questions.....	142
Chapter XV. Application of IT in decision making in the economy.	144
15.1. Concepts and definitions	144
15.2. Decision support methods based on information technology	148
15.3. Artificial neural networks and artificial intelligence systems.....	150
Revision questions.....	155
Glossary	156
Recommended literature.....	169

SHAMSIYEVA FERUZA MURATXODJAYEVNA

**IQTISODIYOTDA QAROR QABUL
QILISHNING MATEMATIK USULLARI**

O'quv qo'llanma

**Toshkent – «INNOVATSION RIVOJLANISH
NASHRIYOT-MATBAA UYI» – 2021**

Muharrir:	N. Abdullayeva
Tex. muharrir:	A. Moydinov
Musavvir:	A. Shushunov
Musahhih:	L. Ibragimov
Kompyuterda sahifalovchi:	M. Zoyirova

**E-mail: nashr2019@inbox.ru Tel: +99899920-90-35
№ 3226-275f-3128-7d30-5c28-4094-7907, 10.08.2020.**

Bosishga ruxsat etildi 09.09.2021.

Bichimi 60x84 ¹/₁₆. «Timez Uz» garniturasida.

Ofset bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog'i: 12,5. Nashriyot bosma tabog'i 11,25.

Tiraji: 50. Buyurtma № 223

«INNOVATSION RIVOJLANISH NASHRIYOT-MATBAA UYI»

bosmaxonasida chop etildi.

100174, Toshkent sh, Olmazor tumani,

Universitet ko'chasi, 7-uy.