

TIZIMLI TAHLIL ASOSLARI

Toshkent – 2014



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

V.A. Karimova, M.B. Zaynutdinova,
E.Sh. Nazirova, Sh.Sh. Sadikova

TIZIMLI TAHLIL ASOSLARI

*Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan
5330200 – «Informatika va axborot texnologiyalari
(tarmoqlar bo'yicha)» yo'nalishi talabulari
uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*

O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti
Toshkent – 2014

UO'K: 004.312(075)

KBK: 65.050.2

T 47

Karimova V.

T 47 Tizimli tahlil asoslari: darslik / V.A. Karimova, M.B. Zaynutdinova, E.Sh. Nazirova, Sh.Sh. Sadikova; O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. — Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati, 2014. — 192 b.

UO'K: 004.312(075)

KBK: 65.050.2

Taqrizzchilar:

R.N. Usmanov — texnika fanlari doktori, professor,

Sh.M. Gulyamov — texnika fanlari doktori, professor.

Ushbu darslikda tizimli tahlil asoslari bayon etilgan. Tizimli yondashuv metodologiyasi, matematik modellashtirish asoslari, alternativ to'plamlardan tanlab olish masalalarini yechish uchun, optimallashtirish masalalarini dinamik dasturlash usuli yordamida yechish uchun misollar ko'rib chiqilgan. Bundan tashqari tizimli g'oyalarning yuzaga kelish tarixi ko'rib chiqiladi hamda tizimlar nazariyasining asosiy tushunchalari aniqlanadi va tizimli tahlilning mohiyati, uning texnologiyasi ko'rib chiqiladi.

Ushbu darslikning maqsadi tizimli tahlil texnologiyalarining amaliy va nazariy asoslarini ifodalashga qaratilgan.

«Tizimli tahlil asoslari» nomli darslik talabalar, o'qituvchilar va doktorantlar, shuningdek tizimli uslubiyot masalalari bilan qiziqadigan barcha shaxslar tomonidan qo'llanilishi mumkin.

ISBN 978-9943-391-85-7

© O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2014.

KIRISH

Hozirgi vaqtda butun dunyoda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) jadallik bilan rivojlanib, xalq xo'jaligining deyarli barcha sohasiga kirib bormoqda. Mazkur texnologiyalar rivojlanishning bosqichi bo'lgan zamon talablaridan biridir. Bu, ayniqsa, mahsulot ishlab chiqaruvchi korxonada hamda tashkilotlar orasida o'zaro mavqe va iste'mol bozorida raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarishga zamin yaratadi. AKT ni ishlab chiqarishda qo'llanilishi iste'molchilar bilan aloqani o'rnatishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizda AKT ni barcha sohaga tatbiq etish yuzasidan bir necha qonunlar, farmonlar va qarorlar qabul qilingan.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «Kompyuterdash-tirishni yanada rivojlantirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish to'g'risida»gi 2002-yil 30-maydagi PF-3080-sonli Farmoni bilan Pochta va telekommunikatsiyalarni rivojlantirishni davlat tomonidan qo'llab-quvvatlash jamg'armasining nomi Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish jamg'armasi nomi bilan o'zgartirildi va qo'shimcha tariqasida kompyuterlashirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini tatbiq etish loyihalarini moliyalashtirishni qo'llab-quvvatlash masalasi yuklatildi.

2012-yil 19-dekabrda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 356-son qarori bilan «Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish jamg'armasi to'g'risida»gi Nizom tasdiqlandi, aloqa va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish sohasida ustuvor va jirimoy ahamiyatga molik bo'lgan loyihalar, ilmiy-tadqiqot ishlarini moliyalashtirish yuzasidan bajaradigan vazifalari kengaytirildi.

Hozirgi AKT rivojlanib borayotgan davrda kompyuterdan foydalanuvchilar soni keskin ravishda oshib bormoqda. Foydalanuvchilarga qulaylik yaratish va ularning ishini osonlashtirish maqsadida ko'pgina jarayonlar avtomatlashtirilmoqda. Bundan ko'rinib

turibiki, Respublikamizda mutaxassislar tayyorlashning sifati qo'yiladigan talablarning keskin oshib ketganligi, murakkab masalalarni yechishga faniararo yondashuvning zarurligi, muammolarni yechishga ketadigan muddatlar va resurslar cheklangan holda muammolar chuqurligi va ko'lamining o'sib borishi kabi omillar tizimli tahlilni o'rganishning zarurligini ta'kidlaydi.

Murakkab tizimlarni boshqarish hamda qaror qabul qilish muammolari tizimli tahlilning asosiy mohiyatini tashkil etadi. Bu muammoni muvaffaqiyatli hal qilish uchun boshqaruv obyekti bo'lgan tizimni o'rganish, shuningdek, boshqarish maqsadini belgilash — tizimning zarur (maqsadga muvofiq bo'lgan) holatini, ya'ni unitilishi lozim bo'lgan holatni aniqlash lozim.

Hozirgi paytda yuqori professional faoliyatning biror sohasini ham tizimli tahlil yongashuvsiz tasavvur qilish qiyin. Bugungi kunda tizimli yondashuv, garchi turli sohalarda o'zini turlicha namoyon qilsa ham barcha sohalarda qo'llanadi. Misol uchun texnik fanlarda — tizimli texnika, menejmentda — boshqaruv tizimlari, biologiyada — biotizimlar va ularning tuzilmali pog'onalari, sotsiologiyada — tuzilmaviy-funksional yondashuvning imkoniyatlari, tibbiyotda — murakkab kasalliklarni (kollagenozlar, tizimli vaskulitlar va hokazo) keng profilli terapevtlar (tizimli shifokorlar) tomonidan tizimli davolash to'g'risida gap ketadi.

Tizimli tahlil an'anaviy tarzda iqtisodiyotda (rejalashtirish, boshqarish), siyosatda (strategik yechimlarni ishlab chiqish), texnik fanlarda (ixtirochilik), moliyaviy sohada (brokerlik faoliyati) qo'llaniladi. Tizimli tahlil usullari sahna faoliyati (spektaklni sahnaga qo'yish, ssenariy yaratish, rolni tahlil qilish), yurisprudensiya (qonunlarni ishlab chiqish va ularni tavsiflash, sudda himoya qilish, jinoyatlarni ochish), tilshunoslik (matnlarni tahlil qilish va shifri ni ochish), tarix (voqea-hodisalarni tahlil qilish va izohlash) kabi matematikadan yiroq bo'lgan sohalarda ham qo'llanilmoqda. Tizimli tahlil bu birinchi navbat-

da atrofdagi dunyoni va uning muammolarini bir soniyali man-faatlar hamda intilishlarning tanlab olinadigan filtri orqali emas, ularga aloqasi bo'lgan barcha odamlar uchun yechimlarning oqi-batidan iborat bo'lgan muammolarini to'liqligicha va butun murakkabligicha ko'rishga imkon beradigan prizma orqali to'g'ri qabul qilish qobiliyatidan tashkil topgan fikrlashni to'g'ri tashkil etibdir.

Har bir tizim o'ziga xos xususiyatlarga, tashkil etilishlar-ga, maqsadlarga ega bo'ladi. Biroq, barcha tizimlarga ularning fizik tabiatidan qat'i nazar muayyan umumiy qonuniyatlar, elementlar orasidagi munosabatlar, umumiy boshqaruv qonun-lari xos bo'ladi. Har qanday tabiatga ega bo'lgan tizimlarni o'rganishda ularni boshqarishning eng yaxshi usullarini qidi-rishdagi umumiy yondashuvlar, maxsus uslubiyotlar, tizimlar tuzilmasi va qaror qabul qilishning tipik modellari ni qo'llash mumkin bo'ladi. Optimal boshqaruvni qidirishning matematik usullari texnik tizimlarda keng qo'llaniladi. Bugungi kunda ilmiy-texnik tizimlarda ana shunday usullarni rivojlantirish dolzarb hisoblanadi va bu tizimlarni o'rganish vazifalari ularni optimal boshqarishni asoslab berish texnik tizimlaridagiga nis-batan ancha murakkab bo'ladi. Ko'pchilik vazifalar shuncha-ki matematik qat'iylik darajasida yechilmaydi, bu yerda raisio-nal fikrlashga, ko'pincha yangi yondashuvlarni ishlab chiqishga to'g'ri keladi.

Tizimli yondashuvni, tizimli tahlilning murakkab tizim-lari rivojlanishi (kelajagi) ni belgilab beradigan murakkab ti-zimlarni o'rganish va yechimini ishlab chiqish uchun tatbiq etilishning zarurati odatda qarshiliksiz qabul qilinadi. Shunga qaramay, amaliyotda qabul qilinadigan, shu jumladan hal qi-luvchi yechimlarni asoslash darajasi ko'pincha uncha yuqori bo'lmaydi.

Tizimli yondashuvni fanda qo'llash, shuningdek, boshqa bilim sohalaridagi xususiy tizimli nazariyalarning muvaffaqiya-tli, axborot texnologiyalarining rivojlanishi va axborot tizimlari-

ning inson faoliyatidagi barcha sohalarga kirib borishi bilan tezlashtiriladi.

Tizimli tahlilning paydo bo'lishi va rivojlanishi bir qator muhim omillarga olib keladi:

- Birinchidan, real vaziyatlarni tadqiq qilish va ularning modelini (turli darajadagi – o'zigidan tortib matematik darajagacha) qurishdagi muhim bosqich barcha mutaxassisliklar uchun umumiy hisoblanadi. Ana shu bosqich uchun tizimli tahlil mukammal uslubiyotni taklif etadi va uni egallash har qanday yo'nalishdagi (faqat texnik emas, balki tabiiy va gumanitar) mutaxassislarni tayyorlashda muhim element bo'lib qoladi.

- Ikkinchidan, birinchi navbatda murakkab tizimlarni loyihalash, shuningdek, amaliy matematika bilan bog'liq bo'lgan ba'zi bir texnik soha mutaxassisliklari uchun tizimli tahlil yaqin kelajakda asosiy profilli kurslarga aylanishi shubhasizdir.

- Uchinchidan, bir qator mamlakatlardagi amaliy tizimli tahlil amaliyoti shu narsani isbotlaydiki, bunday faoliyat so'nggi yillarda ko'pchilik mutaxassisliklar uchun kasbga aylanmoqda va rivojlangan mamlakatlarning ba'zi bir universitetlarida ana shunday mutaxassislarni tayyorlash boshlab yuborilgan.

- To'rtinchidan, tizimli tahlilni o'qitish uchun qulay muhit bo'lib oliygohni bitirgandan keyin ishlab chiqarishda bir necha yil ishlagan va o'z tajribasida real hayotdagi muammolar bilan ish ko'rish oson emasligini sinab ko'rgan mutaxassislar malakasini oshirish kurslari hisoblanadi.

Darslikda fikr yuritiladigan obyekt bo'lib tizimlar, predmeti bo'lib esa tizimlar nazariyasi va tizimli tahlilning asosiy g'oyalari hisoblanadi. Tizimlar dunyosi inson tomonidan azaldan o'rganib kelinadi. Tizimli dunyoqarash elementlari antik dunyodayoq vujudga kelgan. Fan, maorif va madaniyatning butun rivojlanish tarixi davomida insoniyat ilmiy bilimning turli sohalariga tarqalib ketgan tizimli g'oyalarning katta boyligini to'plagan. Bu bilimni qayta anglash va integratsiya qilish zarurdir.

Tizimli yondashuv insoniyatning sermahsul intellektual ixtirolari qatoriga kiradi va uni qo'llamasdan muvaffaqiyatli professional faoliyat olib borib bo'lmaydi. Tizimli tahlilni, tizimli modellashtirishni va konstruksiya qilishni hamda tizimli amaliy faoliyatni egallash — inson tafakkurining oliy nuqtasidir. Har qanday mutaxassis axborotlarni hamda tadqiqotlarni tizimlashtirish yo'li bilan «ish ko'rishiga to'g'ri kelishi va bu ni faqat maxsus bilim va ko'nikmalarga ega bo'lgan holdagina uddalay olishi mumkinligi katta ahamiyatga ega.

Shuning uchun darslikning maqsadi faqatgina tizimlar to'g'risidagi tayyor bilimlarni taqdim etishdan iborat emas. Uning maqsadi tizimlilikning barcha jihatlarini ajratib ko'rsatish, uning rivojlanish tendensiyalari to'g'risida fikrlash, tizimli bilimning ilmiy manbalarida sochilib yotgan turli jihatlarini integratsiya qilishga o'rgatish, shuningdek, hali o'zining rivojini topmagan tizimlar nazariyasining qoidalarini tavsiflashga yo'naltirilgan.

Shunday qilib, darslikning asosiy maqsadlari:

- kitobxonlarni turli tabiatga ega bo'lgan tizimlar to'g'risidagi ko'p qirrali va murakkab ilmiy bilim bilan tanishtirish, tizimlilikning turli jihatlarini tushunishdagi eruditsiyani kengaytirish. Bu bilimning murakkabligi va samaradorligini ko'rsatish, uning rivojlanishidagi asosiy tendensiyalarni ajratib berish;

- ilmiy tadqiqotdagi, tahlildagi, muhandislik va boshqaruv faoliyatidagi, ya'ni ijtimoiy hayotning har qanday sohasidagi tizimli yondashuv imkoniyatlarini ochib berish;

- tizimli yondashuvning tavsifiy-toifaviy apparati to'g'risida tushuncha berish, bu kitob boblaridagi asosiy toifalarni va kitob oxiridagi predmetli ko'rsatkichni mukammal o'rganib chiqish orqali amalga oshiriladi;

- tizimli tahlil, tadqiqot, fikrlash faoliyati madaniyatini ochib berish, chunki uni qo'llash kasbiy faoliyatning samaradorligini sezilarli darajada oshirishi mumkin;

I-bob. TIZIMLI YONDASHUV TAMOYILLARI

1.1. Tizimli tadqiqot nazariyasi tamoyillari

Tizim nazariyasini o'zlashtirmoqchi bo'lgan har bir shaxs avvalo tushunchaning noaniqlik muammosiga duch keladi. «Tizimli yondashuv», «Tizim nazariyasi», «Tizimli analiz», «Tizimlilik tamoyili» kabi tushunchalar ko'plab adabiyotlarda qo'llaniladi. Bu tushunchalarni bir-birdan ajratish qiyin, aksariyat hollarda sinonim kabi taqin qilinadi.

Bizning fikrimizcha, tizim yaratilishining barcha imkoniyatlari keng ma'noda «tizimlilik» deyiladi. Ushbu termin ikkita asosiy ma'noni anglatadi:

- 1) insonga bog'liq bo'lmagan aniqlik xususiyati tizimlilikning obyektivlik bilan mosligini tashkil qiladi;
- 2) insonlar tomonidan to'plangan xususiyatlar o'zi haqidagi tushunchalarni anglatadi, ya'ni u o'zida gnoseologik hodisalarni, turli tabiiatli tizimlar to'g'risidagi bilimlarni ifodalaydi.

Fan sohasidagi ko'p jihatli va kordinal yutuqlar tizimli dunyoparash va tizimli tahlilning keng qo'llanilishi asosida kelib chiqqan. Keyingi yillarda ilmiy texnikaviy inqilob asosida texnik yangilanishlar yaratish so'zsiz tizimli yondashuvlar natijasida yuzaga kelmoqda. Va nihoyat, ishlab chiqarishning muvaffaqiyatlari ham tizimlashtirilmogda.

Qat'iyat bilan shuni aytish mumkinki, XX asr faqatgina atomni kashf qilish yoki kompyuter ixtirosi bo'lib qolmadi. Uning asosiy yutug'i bu tizim dunyoparashning yaratilishi, ya'ni bilim olishning tizimli usuli, so'ngra atom energiyasidan oqilona foydalanish, kompyuterning yaratilishi, ta'lim, texnika, ishlab chiqarish, siyosat va madaniyat sohalarida minglab yutuqlarga erishildi.

Shu yillarda tizimning umumiy va qisman nazariyasi ishlab chiqarila boshlandi. Keyinchalik, tizimli bilimlarning ajratilgan amaliy sohasi — sistemotexnika tizimlari to'g'risidagi mu-

• tizimli tahlilning va ularni amaliyotda qo'llashning ba'zi bir texnologiyalarini o'rgatishga yordam berish.

Ushbu darslikda tizimli tahlil asoslari keltirilgan. Tizimli yondashuvning uslubiyoti, matematik modellashtrirish asoslari, alternativ to'plamlardan tanlab olish masalalarini yechishga nisbatan yondashuvlarga misollar, optimallashtirish masalalarini dinamik dasturlash usuli yordamida yechish uchun misollarni ko'rib chiqilgan. Tizimli g'oyalarning kelib chiqish tarixi ko'rib chiqilgan hamda tizimlar nazariyasining asosiy tushunchalari aniqlangan. Tizimli tahlilning mohiyati, uning texnologiyasi ochib berilgan.

Ushbu darslikning maqsadi tizimli tahlil texnologiyalarining amaliy va nazariy asoslarini ifodalashga qaratilgan.

Mazkur darslik talabalar, o'qituvchilar va doktorantlar, shuningdek, tizimli uslubiyot masalalari bilan qiziqadigan barcha shaxslar tomonidan qo'llanilishi mumkin.

handislikka yo'naltirilgan bilimga aylandi. Umumiy tizim nazariyasi tizimlar haqidagi yanada umumiydoshgan tizim bilimlarini integrallashtiradi. U ikkita fan: falsafa va matematika asosida tashkil topgan.

Umumiy tizim nazariyasi rivojlanishida mantiq, to'plam nazariyasi, kibernetika va boshqa fanlar katta ahamiyat kasb etadi. So'haga oid tizim nazariyasi har xil usullar yordamida tizim xususiyatlarini ochib beradi. Gap fan sohalariga tegishli kuzatib boriladigan fizik, kimyoviy, biologik, iqtisodiy, ijtimoiy tizim nazariyalari haqida ketmoqda. Maxsus tizim nazariyalari, ularning alohida tomonlari, aspektlari, kesimlari, bosqichlarida aks etishiga yo'naltirilgan.

Tizimlilik tamoyili dialektik falsafaning bir chegarasi bo'lib, dialektik usulni aniqlash va rivojlanish sifatida talqin qilinadi. Ushbu fanni to'liq egallash uchun, uni har taraflama o'rganish talab qilinadi. Bunga to'liq erishib bo'lmaydi, ammo har taraflama o'rganish xatolardan xolis etadi.

Tizimlilik tamoyili — funksiya elementlarining o'zaro aloqasi jamlanmasini taqdim qiladi, kutilayotgan natijaga erishish esa kam muddat ichida, kam mehnat bilan moliyaviy va iqtisodiy sarf-xarajatlarni, atrof-muhitga kam miqdorda zarar keltirishini ta'minlaydi, kompleksli obyekt kabi yangi texnikaga yaqinlashishni ko'zlaydi. U obyekt tadqiqotini bir butun deb, boshqa tarafdin esa kattaroq tizimning qismi, belgilangan munosabatdagi qolgan tizimlar o'rtasida joylashgan, tahlil qilinayotgan obyekt sifatida talqin qilinadi. Bu holatda, tizimlilik tamoyili obyekt va predmetni har taraflama qamrab oladi.

Ierarxiya tamoyili (ierarxiya yunonchada ilohiy hukmronlik, quyida joylashgan elementlarni tashkil etuvchi tarkibining itoat qilish tartibi va yuqorida joylashganlarning qat'iy belgilangan qadam bo'yicha xususiyatlari (ierarxik zinapoyalar) va quyi sathdan yuqori darajaga o'tish) murakkab ko'psathli tizimlardagi tuzilmaviy munosabatlar turidir, xarakterlanuvchilarning tartiblanganligi, vertikal bo'yicha alohida sathlarning orasidagi o'zaro ta'sirini tashkillashtirilganligidir. Ierarxik munosabatlar ko'plab

strukturali xarakterga ega bo'lgan tizimlarda mavjud, shuningdek, funksional differensiyalash, ya'ni aniqlangan vazifalar aylanasini tatbiq qilish qobiliyatidir. Buning ustiga ko'plab yuqori sathlarda integratsiya, kelishishlik vazifalari amalga oshiriladi. Murakkab tizimlarning ierarxik tuzilishining zarurligi ularda boshqarish asboblarning yirik massivlarini qayta ishlash va qo'llanilishi bilan bog'liqligiga asoslanadi, buning ustiga quyida joylashgan sathlarda qismli va aniq axborotlardan foydalaniladi, tizimning faqatgina alohida aspektlarini qamrab oluvchi funktsionalligi, bundan yuqori sathlarda umumlashtirilgan axborotlar ko'riladi. Xarakterlaydigan shart barcha tizimning funktsionalligidir va tizimga taalluqli yechimlar butun tizim uchun qabul qilinadi. Real tizimlarda ierarxik struktura hech qachon mutlaqo qat'iy bo'lmaydi, chunki ierarxiyaning quyi sathdagi avtonomiya bilan kichik yoki katta quyi sathda yotuvchi avtonomiyasi mos keladi va boshqaruvda har bir sathga tegishli bo'lgan o'zini tashkil qilish imkoniyati qo'llaniladi.

Quyida tahlil qilingan asosiy tamoyillar va g'oyalar asosan iqtisodiy sohada yirik yechimlarni qabul qilishda zamonaviy boshqaruv amaliyoti bilan uzviy bog'langan.

Integratsiya tamoyili (integratsiya – lotincha so'zdan olingan bo'lib, butunlik, qandaydir qismlarning yoki xususiyatlarning bir butunga birlashtirilishi, qayta tiklanishi) integrativ xususiyatlarini va qonuniyatlarni tadqiq qilishga yo'naltirilgan. Integrativ xususiyatlar elementlarning butunlikka birlashtirish natijasida yuzaga keladi, vazifalarning muhitda va vaqt bo'yicha joylashuvi.

Sinergetik samara – harakatlarni birlashtirish samarasi. Masalan, rotor-konveyerli chiziqlarda transport va qayta ishlovchilarning vazifalari.

Shakllantirish tamoyili (formal-shaklga tegishli bo'lgan, tub ma'noda qarama-qarshilik, ya'ni ahamiyatsizlik) miqdoriy va kompleks xarakteristikalarini olishga yo'naltirilgan.

Tizimli tahlilning klassik tamoyillari faylasoflik xarakteriga ega, bundan tashqari turli yo'nalishlarda doimo rivojlanishda.

Shunga o'xshash yondashuvlar tizimda ko'riladigan axborot jarayonlari, boshqaruvni bog'lash 40-50-yillarda shakllantirilgan va kibernetika nomini olgan.

N. Vinnerning «Hayvonlarda va mashinalarda aloqalar va boshqaruvlar» tadqiqoti kibernetika axborot bilan bog'liq muammolarni aniq talqinlarsiz o'rganishi mumkin degan tushunchaga asoslanadi. Bu yondashuv K. Shennonning axborot tushunchasini matematik tadqiqot robotlari tomonidan qo'llab-quvvatlaydi, natijada axborotning matematik nazariyasi paydo bo'ldi. Keyinroq, taxminan 60-yillarda, M. Mesarovich tomonidan tizimlar nazariyasining matematik asoslari shakllantirilgan va taxminlardan kelib chiqib istalgan tizimni ko'pliklar oilasiga yo'naltirilgan munosabatlar ko'rinishida tasavvur qilish mumkin degan fikrga kelgan.

Umuman aytganda, matematik tizimlar nazariyasi tizimlar nazariyalarining birlashishidan kelib chiqqan bo'lib, bu chegaraviy shartlar va differensial tenglamalarni tavsiflovchi yagona matematik nazariya asosida vujudga keladi. A. Uaymora va M. Arbibalarining ishlari bu yo'nalishda hammasidan ham samaraliroq bo'lib chiqdi. Shunday qilib, ilmiy-fanning uchta sohasi umumiy tizimni taqdim qiladilar, kibernetika va matematik tizimlar nazariyasi tizim haqidagi ilmiy-fanning muhim tarkibiy qismlaridir.

O'xshash tarkibga ega bo'lgan boshqa atamalardan «tizimli yondashuv» va «sistemologiya» atamalarining tarqalishi natijasiga ega bo'ldi. Bizga ma'lumki, hozirgi paytda tizimlar nazariyasi asosida o'zining to'liqligi va boshqalar bilan o'zaro bog'liq holatlarning umumiy tamoyillarni o'rganuvchi tendensiyalardir. Ikkinchisi, tizimli uslubiyotning ifodalinishi tizimning tahlili va sintezi asosida hamda tizimni ifodalaydigan ilmiy-fan da qo'llaniladi.

Tizimli tahlil uslubiyotini yanada chuqurroq aniqlab olish uchun u foydalangan g'oyalarni ko'rib ehtiqamiz:

1-g'oya. Murakkab obyektning o'rganayotganda asosiy e'tiborni uning ichki qismlarining tuzilishiga emas balki, obyektning boshqa

tizimlardagi tashqi aloqalariga ajratish lozim, garchi oxirgisi istisno qilinmaydi. Misollar bilan aniqlaymiz.

Firmada biror-bir muammo paydo bo'ldi, masalan, sotuv hajmining kamayib ketishi, daromadning pasayib ketishi va h.k. Muammoni oddiy yechish yo'li muammoni firmaning ichidan qidirishdan iborat: oldindan yozib qo'yilgan texnologik yozuvlar tartibining buzilishi, noto'g'ri boshqaruv va h.k. Ammo omadsizlik firmaning ichida bo'lmagligi ham mumkin. Tizimli yondashuv ushbu tizimning (firmaning) yechimini o'rganib, xulosa chiqarib beradi.

Bu holatda hozorni chuqurroq o'rganish haqiqatga yaqinroq hisoblanadi, ya'ni iste'molchilar talabini ko'rib chiqishga kiritish, muvobatchi firmalar va h.k., balki, tizimning yanada kengaytirilishini talab qiladi, masalan, barcha iqtisodiy tizimlarni ko'rib chiqish, bu muvaffaqiyatsizlikning sababi moliyaviy holatlarning barqaror emasligi, mamlakatning noto'g'ri moliyaviy siyosati va h.k.lar bo'lishi mumkin.

Bu sharoitda firmaning ichidagi muvaffaqiyatsizliklarning sababini izlash qonqarqli natija bermaydi yoki oxirigacha doimiy ravishda qayta ko'rib chiqish va yangilashga to'g'ri keladigan xususiy qaror qabul qilishga olib keladi.

2-g'oya. Murakkab obyekt o'rganilayotganda ustunlik undan chiqariladigan strukturaning maqsadi va funksiyalariga beriladi, ya'ni tizimli tahlil bu funksional yondashuvdir.

Bu g'oyani izohlaymiz. Hayotda ko'pincha teskari holat bilan to'qnashishga to'g'ri keladi, ya'ni obyektning strukturasi mavjud, u qandaydir funksiyaga ega, lekin slimga qaramay undan kelib chiqadigan natijani bashorat qilish qiyin. Vazifasi oldindan ma'lum bo'lgan texnik tizimlar haqida gap bo'lganda bunday yondashuv jiddiy xatolikka olib kelmaydi. Inson yoki jamiyatdek murakkab tizimlar bilan ish olib borilganda an'anaviy yondashuv katta xatoliklarga olib kelishi mumkin. Gap shundaki, bunday tizimlarning vazifasi oldindan ma'lum emas va bunday muammiqlar ularni boshqarishda qo'shimcha qiyinchiliklar tug'diradi.

Tizimli tahlil boshqacha yondashuvni taklif qiladi, ya'ni bundan maqsad (funksiya) mavjud, unga erishish uchun esa qanday struktura kerakligini aniqlash funksional yondashuv orqali amalga oshiriladi. Bunday yondashuv funksiyalar qaytarilishi va ularning takrorlanishini istisno etib, optimal yechimlarni ishlab chiqish imkonini beradi.

3-g'oya. Tizimlar bilan bog'liq bo'lgan muammoni yechishda zarur va bo'lishi mumkin bo'lgan, istalgan (kutilgan) va erisha oladigan, samaradorlik va samaradorlik uchun kerakli bo'lgan resurslarni solishtirish kerak. Boshqacha qilib aytganda, doimo talab qilinayotgan natijani olish uchun qanday «narx» to'lash kerakligini nazarda tutish kerak. Bu g'oyani izohlaymiz. Biz turli maqsadlar qo'yamiz va bundan ko'p narsani kutamiz, lekin mavjud resurslarni, ya'ni fizik, intellektual, moddiy, energetik, moliyaviy axborot, vaqt va boshqalarni oldindan baholay olmasak, u holda biz xohish va maqsadlarimizni amalga oshira olmaymiz. Buni esdan chiqarish esa bajarib bo'lmaydigan loyihalarga qaysiki aniq natijani bermaydigan uzoq muddatli ko'p sonli dasturlarga olib keladi (bu hayotda eng ko'p uchraydi), xayoliy loyihalarga olib keluvchi asoratlar haqida gapirmasa ham bo'ladi.

4-g'oya. Tizimlarda qaror qabul qilishda ko'rib chiqilayotgan barcha tizimlar uchun yechimning natijalarini hisobga olish kerak, ushbu g'oyani ko'rib chiqamiz. Amaliyotda quyidagicha bo'lishi kuzatiladi: har qanday darajada qaror qabul qilishdan osoni yo'qday bo'ladi. Bunda quyidagicha fikr kiritiladi: agar menga qiziq bo'lmasa, boshqalarning qiziqishlarini nima uchun bilishim kerak? Biroq hisobga olinmagan tizimlar qiziqishlarning bunday qarorlarini amalga oshirishda ushbu qarorlarga qarshilik ko'rsatish boshlanadi va oqibatda bajarilmaydi, qaror qabul qilgani uchun esa natija salbiy bo'ladi. Tizimli yondashuv turli qiziqishlarni hisobga olish va qarorni ishlab chiqishga boshqa tizimlarni jalb qilishni nazarda tutiladi. Boshqa tizimlarni jalb qilish natijasida katta tizim uchun eng yaxshi qarorni va tashkil qiluvchi tizimlar uchun mumkin bo'lgan qarorni olish kerak

bo'ladi. Bunday yondashuvning umumdorligini quyidagi fakt tasdiqlashi mumkin: tizimli yondashuv boshqa rivojlangan mamlakatlarda keng tarqalgan. Yaponiyada qaror qabul qilishda 90% vaqt taalluqli bo'lganlarning barchasi bilan kelishishiga va 10% esa uni amalga oshirishga sarflanadi. Tizimlarni loyihalash bilan yuzaga keladigan vazifalar orasida tuzilmaviy va funksional aloqalarni birlashtirish muammolari muhim hisoblanadi. Murakkab masalalardan biri ierarxik tashkil etishni loyihalash muammolariga kiradi. Har qanday ko'p yoki kam murakkab tizimlar ierarxik tamoyil bo'yicha tashkil qilingan. Bu axborotni markazlashgan tarzda qayta ishlash bilan bog'liq bo'ladi va qarorlarni qabul qilish axborotning hajmi ko'pligi, kechikishi va buzilishlar asabli ko'p hollarda to'g'ri kelmaydi.

Murakkab tizimlarning ierarxik tashkilashtirilishi afzalligini ko'rsatish uchun quyidagi misolni keltirish mumkin: «Ikkinchi usta mingta detaldan iborat konstruksiyani har biri o'zining usuli bo'yicha yig'moqda. Birinchisi — ketma-ket, shunda agar konstruksiyani to'ralig'icha yig'may tanaffus qilsa, u holda konstruksiya sochilib ketadi va uni yig'ishni boshqatdan boshlash kerak bo'ladi. Ikkinchisi — konstruksiyani o'n ta bo'lakka bo'ladi va har birini yana o'n bo'lakka bo'ladi, shuning uchun konstruksiyani yig'ayotganda faqatgina o'sha qismini yo'qotadi. Ishdagi tanaffusning ehtimolligi ular uchun r bo'lsin, u holda ishni muvaffaqiyatli tamomlash ehtimolligi birinchi usta uchun $(1-r)^{1000}$, ikkinchi usta uchun $(1-r)^{10}$ ga teng. $r = 0,01$ bo'lganda ikkinchi ustaga qaraganda birinchi usta o'rtacha 20000 marta ko'proq vaqt sarflashi kerak bo'ladi».

Ushbu misol ierarxik tizimlarning qaror qabul qilish lokal nuqtalaridagi xatoliklarga qaramasdan asosiy xususiyatlarini tasvirlab beradi, umuman olganda bunday tizim yaxshi ishlashi mumkin. Tizimli tadqiqotning maqsadi texnik tizimni loyihalashda funksional sxemani ishlab chiqishga bog'liq, u turli usullarda va ayrim bir alohida xususiy maqsadlarda amalga oshirilishi mumkin. Tarkibiga insonlar kirgan tizimlar (ishlab chiqarish tizim-

lari, ijtimoiy tizimlar, xalq xo'jaligi va boshqalar) ishlash jarayoni insonlar tomonidan amalga oshiriladigan boshqaruvga bog'liq. Insonlarni shaxsiy maqsadi va manfaatlarini, yuzaga keladigan qo'shimcha qiyinchiliklarni hisobga olgan holda maxsus mexanizmlarni loyihalash kerak. Shuning uchun tizimli tahlilning muhim bo'limlari sifatida ierarxik ko'p sathli tizim nazariyasi alohida o'rin tutadi. Shunday qilib, tizimli tahlil murakkab tizimlarni loyihalashni rivojlantirish usullari fani hisoblanadi.

1.2. Tizimli uslubiyotning rivojlanishi

Tizimning rivojlanishi deganda uzoq vaqt davomida tashqi muhit faktorlari ta'siri natijasida tizimning tashkiliy strukturasida doirasidagi bog'liqliklari xususiyatlarining rivojlanishi tushuniladi.

Fan va texnikaning zamonaviy yutuqlari, iqtisodiy va ijtimoiy munosabatlarining yuksalishi, korxonalarda tarmoqlarning kengayishi va ular hajmining ortishi, axborot oqimi hamda hajmining kengayib borishi barcha turdagi masalalarning keskin murakkablashishiga olib keladi.

Avstriyalik biolog va faylasuf L. Fon Bertalanfi (1901—1972) g'arb olimlaridan birinchi bo'lib ochiq tizimlar konsepsiyasini ishlab chiqdi. U o'zining nazariyasida butunlik, tashkillashtirish, ekvifinallik (boshlang'ich sharoitlarning birligida tizimning oxirgi holatining bir xilliligiga erishish) va izomorfizm tamoyillarini umumlashtirdi.

L. Bertalanfi o'zining ilk ishlaridan boshlab, tabiiy-ilmiiy (biologik) va falsafiy (metodologik) tadqiqotlarning uzluksizligi haqida fikr yuritadi. Avvalo zamonaviy fizika, kimyo va biologiya bilan chegaralanuvchi ochiq tizimlar nazariyasi yaratilgan edi. Tashqi muhit bilan klassik termodinamika faqatgina yopiq tizimlarni tadqiq qilgan, ya'ni bunda moddalar tashqi muhit bilan bog'liq bo'lmagan holda asl holatga qaytadi. Klassik termodinamikaning tirik organizmlarga qo'llash shuni ko'rsatdiki, tirik organizmlarni muvozanat holatida yopiq tizimdek ko'rib chiqib bo'lmaydi,

shunki u bunday hisoblanmaydi. Organizm unga uzluksiz kiradigan moddalar va energiya (harakatdagi muvozanat holati)ning doimiy qoluvchi yopiq tizimini taqdim etadi.

1940–50-yillarda L. Bertalanfi umumiy nazariyasi tashkillashtirish bo'lgan, hisoblanuvchi, ochiq tizimli nazariyani OTN tashkil etuvchi va dasturini qurishni ilgari suruvchi g'oyalarni umumlashtirdi. Tashkillashtirish, butunlik, yo'naltirilganlik, teleologiyalik, o'zi sozlanuvchanlik, o'zaro ta'sir etishlik kabi muammolar faqatgina biologiyada emas, balki zamonaviy fizika, kimyo, hatto kimyo va texnologiyalarda, ya'ni turli sohalarda uchraydi. Hozirgacha bu tushuncha klassik fizikada yot bo'lgan. Agar shu vaqtgacha, barcha bilimlarni fizikaga birlashtirilgan ma'lumotlar shaklida ko'rilgan bo'lsa, L. Bertalanfi nuqtayi nazariga ko'ra dunyoning yagona konsepsiyasi turli sohalarga qonunlar izomorfizmiga asoslangan bo'ladi. Natijada u reduksionizmga (ya'ni harakatdagi barcha ilmiy ma'lumotlar) qarama-qarshi bo'lgan perspektivizm deb nomlanuvchi ilmiy tahlil konsepsiyasi keldi.

Hosil qilingan tashkillashtirish nazariyasi maxsus ilmiy fan hisoblanadi. Shu bilan birga u aniq uslubiy vazifalarni bajaradi. OTN tadqiq qilinayotgan predmet (tizim)larning umumiy xarakterini maxsus tizimlarning keng to'plamini yagona formal apparat bilan qamrab olish imkoniyatini beradi. Shunga ko'ra u olimlarning vaqtini tejash, iqtisodiy jihatdan foyda va ko'plab takror ishlarni bajarishning oldini oladi.

L. Bertalanfi tizimlarning umumiy nazariyasi kamchiliklariga «tizim» tushunchasining aniq ta'rif, mustaqil rivojlanuvchi tizimlarning o'ziga xosligini va aloqalarning nazariy tadqiqotlarni, shuningdek, tizimning shaklini modifikatsiya qiluvchi shartlarning mavjud emasligini kiritadi. Ammo muallifning ta'kidlashicha, nazariyasining asosiy uslubiy kamchiligi ilmiy tadqiqotning usullari va falsafiy umumlashtirilgan tamoyillarni shakllantirgan holda zamonaviy ilmda falsafa rolini bajarishidir. Tadqiqotda esa bunday emas. Tadqiqot usullarini falsafiy o'rganish uchun butkul yangi tushuncha va tahlil o'zgacha yo'naltirilishi

zarur: TYN mavjud bo'lmagan abstrakt va konkret spetsifik xayoliy bilimlar, bilimlarning aloqasi, bilimlarning aksiomatik qurilishi va boshqalar.

Biroq, L. Bertalanfi ishlarining uslubiy ahamiyati kattaligini hisobga olgan holda (Tizimlarning umumiy nazariyasi natijalar va muammolarning tavsifi. Tizimli tadqiqot // Yilho ma. — M.: Fan, 1969) tizimlar nazariyasini ishlab chiqishning turli yo'nalishlarini ko'rib chiqamiz. Uning qarashlariga muvofiq holda tizimli muammo faqat an'anaviy analitik jarayonlarni qo'llashning cheklanishiga olib keladi. Odatda tizimli muammolar polimetafizik tushunchalarda va bashoratlarda ifodalana olmay, «emerjent evolutsiyasi» tushunchasi yoki «butun uning bo'laklari yig'indisidan ko'p» ta'kidlanishida, biroq ular aniqlangan amaliy qiymatlarga ega. «Analitik protseduralarni» qo'llashda tadqiq etilayotganlar qismlarga bo'linadi va bundan kelib chiqadiki, u qoktirilishi yoki hamma yig'ilganlardan qayta yaratilishi mumkin buning ustiga bu jarayonlar xayoliy bo'lishi mumkin. Bu «klassik» ta'limotning asosiy tamoyili bo'lib, uni turli xil usullar bilan amalga oshirish mumkin: tadqiq qilinayotganlarni alohida sabablar zanjiriga bo'lib chiqish, turli xil fan sohalari da yagona «avtomat» birliklar qidiruvi va h.k.lar. Ilmiy tadqiqot ko'rsatadiki, ushbu klassik ta'limot tamoyili, ilk bor Galileo va Dekart tomonidan shakllantirilgan bo'lib katta muhitdagi obyektlarni o'rganishda ulkan yutuqlarga olib keladi.

Analitik protseduralarni qo'llash ikkita usulni bajarishni talab etadi. Birinchidan, ayrim tadqiqot maqsadlari uchun hodisalarning qismlari o'rtasidagi o'zaro ishlash mumkin bo'lmashligi yoki imkoniyati kam bo'lganligi uchun zarur hisoblanadi. Bunda qismlarni butundan real, mantiqiy yoki matematik «olish» keyin «yig'ish» mumkin. Ikkinchidan, qismlarning holatini tavsiflaydigan o'zaro bog'lanishlar hiniyali bo'lishi kerak. Bunday holatda summativlik bog'lanish bo'ladi, ya'ni butun holatni tavsiflaydigan tenglama shakli qismlar holatini tavsiflaydigan tenglamalar shakli kabi bo'ladi; xususiy jarayonlarning

jarayoniga qo'shilishi butun bir jarayonni hosil qilish imkoniyat beradi va h.k.

Tizimlar deb ataladigan, ya'ni o'zaro ishlaydigan qismlardan iborat bo'lgan ta'lim uchun ushbu shartlar bajarilmaydi. Tizimlar mavjud bo'lib umumiy holatda nolimiyali differensial tenglamalar tizimi hisoblanadi. Tizimni yoki «tashkil etilgan murakkablik»ni kuchli o'zaro ishlash yoki «netrivial» yoki nochiyziq holat bo'lgan o'zaro ishlash orqali tavsiflash mumkin. Tizim nazariyasining metodologik vazifasi klassik fanning analitik-summativ muammolarga nisbatan umumiy xarakterga ega muammolarni hal etishdan iborat.

Bunday muammolarga turlicha yondashish mumkin. Muammoni ochib bera olmaydigan — «yondashuvlar» ifodasidan foydalanadi, chunki ular mantiqiy bir xil emas, turli konseptual asoslar, matematik vositalar, dastlabki pozitsiyalar va boshqalar bilan xarakterlanadi. Biroq ular tizimlar nazariyasi bo'lib hisoblanadi. Agar tizimli texnika, operatsiyalarni tadqiq qilish, liniyali va diffratsioniy dasturlash va shu kabi amaliy tizimni o'zlashtirishlarda yondashuvlar bir tomonga surilsa, unda quyidagi yondashuvlar muhim hisoblanadi.

Tizimning «klassik» nazariyasi. Ushbu nazariya klassik matematikadan foydalanadi va quyidagi maqsadlarga ega: umumiy tizimlarga yoki ularning muayyan sinflariga (masalan, berklarga ochiq tizimlarga) qo'llaniladigan tamoyillarni o'rnatish; ularni tadqiq qilish va tavsiflash uchun vositalarni ishlab chiqish va ushbu vositalarni muayyan hodisalarga nisbatan qo'llash. Olingan natijalarning yetarlicha umumiydligini hisobga olgan holda umumiy formal tizimli xususiyatlar tizim bo'lib hisoblanadigan har qanday mohiyatga (ochiq tizimlarga, ierarxik tizimlarga va h.k.) ta'limotning uning alohida tabiati, qismi, tegishliligi va hokazolar bo'lim bo'lmaganda yoki tadqiq qilinmaganda ham tasdiqlash mumkin. Misol bo'lib quyidagilar: xususan molekularni yoki biokimyoviy moddalarni populizatsiyalashtirish, ya'ni kimyoviy va biologik jarayonlarda qo'llaniladigan kinetikaning umumlashgan tamoyillari;

fizik kinyoda va xabarlar tarqalishini tahlil qilish uchun foydalaniladigan diffuziya tenglamasi; barqaror tenglik tushunchasi va transport oqimlariga qo'llaniladigan statistik mexanika modellari; biologik va ijtimoiy tizimlarning allometrik tahlili xizmat qiladi.

Hisoblash mashinalaridan foydalanish va modelashtirish. «Modellashtirish» yoki tizimlarni spesifikatsiyalash uchun qo'llaniladigan differensial tenglamalarning tizimlari odatda, ular liniyali bo'lganda va ozgina o'zgaruvchan bo'lganda ham yechish uchun ko'p vaqt talab etadi; tenglamalarning noliniyali tizimlari faqat ayrim holatlarda yechimga ega bo'ladi. Shu sababli hisoblash mashinalaridan foydalanish bilan tizimli taqiqotlarga yangicha yondashuv ochildi. Masala shundaki, vaqt va energiyaning yo'l qo'yilgan xarajatlarini talab etadigan zarur hisoblashlarni sezilarli darajada yengillashtirishda va oldindan belgilangan matematik ixtironi almashtirishda emas. Bunda hozirgi vaqtda tegishli matematik nazariya mavjud bo'lmagan va yechimning qoniqarli usullari mavjud bo'lmagan sohasida foydalana olishi muhimdir. Hisoblash mashinalari yordamida butun murakkablik bo'yicha an'anaviy matematikaning afzal imkoniyatlarga ega bo'lgan tizimlarini tahlil qilishi mumkin; beshqa tomondan laboratoriya eksperimenti o'rniga hisoblash mashinasida modelashtirishdan foydalanish mumkin va shunday tarzda qurilgan model real eksperimentda tekshirilgan bo'lishi mumkin. Shunday usul bilan B. Gess, masalan, 100 noliniyali differensial tenglamalarni o'z ichiga olgan modeldagi katakdagi glikoliz reaksiyalarning 14 bo'g'inli zanjirini hisoblab chiqdi. Shunga o'xshash tahlil bozorlarni taqiq qilishda iqtisodiy ishlanmalarda va hokazolarda odatdagi holat bo'lib qoldi.

Yacheykalar nazariyasi. Soha batafsil ishlab chiqilganligi sababli ajratish kerak bo'lgan tizimli taqiqotlarning jihataridan biri bo'lib muayyan chegaraviy sharoitlar bilan birlikda tashkil qilingan tizimni o'rganuvchi yacheykalar nazariyasi hisoblanadi, bunda ushbu birliklar o'rtasida o'tkazish jarayoni bo'ladi. Bunday yacheykali tizimlar, masalan, «zanjiri» yoki «o'rg'ichli» tuzilmaga ega bo'ladi

(yacheykalar zanjiri yoki periferiyali yacheykalar bilan birga xabarlashadigan markaziy yacheyka). Uchta va undan ortiq yacheykalar tizimida mavjud bo'lganda matematik qiyinchiliklar katta bo'ladi. Bunda Laplas o'zgarishidan va tarmoqlar hamda graflar apparatidan foydalanish sababli tahlil qilish mumkin.

Ko'plik nazariyasi. Tizimlarning umumiy formal xususiyatlari va berik harida ochiq tizimlarning formal xususiyatlari ko'plik nazariya tilida aksiomatizatsiyalangan bo'lishi mumkin. Matematik noziklik bo'yicha ushbu yondashuv juda qo'pol tizimning hamda tizimning «klassik» nazariyasining maxsus formulirovkasidan farqlanadi. Tizimning aksiomatizatsiyalangan nazariyasining real muammoli tizimli taqiqotlar bilan aloqasi susliqi namoyon bo'ladi.

Graflar nazariyasi. Ko'plik tizimli muammolar ularning miqdoriy nisbatlariga emas, balki tizimning tuzilmaviy va topologik xususiyatlariga taalluqlidir. Bu holatda bir nechta turli yondashuvlardan foydalaniladi. Graflar nazariyasida xususan, oriyehtirlangan graflar (digraflar) nazariyasida topologik ma'lumotda taqdim etiladigan relyatsion tuzilma o'rganiladi. Ushbu nazariya biologiyaning relyatsion jihatarini taqiq qilish uchun qo'llaniladi. Magnatik ma'noda u matritsali algebra bilan, o'z modellari «o'tkazadigan» quyi tizimlarai o'z ichiga olgan tizimlar ko'rib chiqiladigan yacheykalar nazariyasining bo'limi bilan, natijada ochiq tizimlar bilan bog'liq bo'ladi.

Tarmoqlar nazariyasi. Ushbu nazariya, o'z navbatida, ko'pliklar, graflar, yacheykalar va hokazolalar bilan bog'liq bo'ladi. Ular nervli tarmoq kabi tizimlarni tahlil qilishda qo'llaniladi.

Kibernetika. Kibernetika asosida, ya'ni boshqaruvning tizim nazariyasi, tizim va muhit o'rtasida va tizim ichida (axborotni uzatish), shuningdek, muhitga nisbatan tizim funksiyalarini boshqarish (teskari aloqa)ga bog'liq bo'ladi.

Avtomatlar nazariyasi. Bu kirish, chiqish, ba'zida urinishlar va natolar usuli bilan harakat qilishga va o'rganishga qodir bo'lgan abstrakt avtomatlar nazariyasidir. Avtomatlar nazariyasining

umumiy modeli bo'lib Tyuring mashinasi xizmat qiladi. U uzunligi chekli bo'lgan tasmada 0 va 1 raqamlarini bosmadan chiqaroladigan (yoki o'chiradigan) abstrakt mashina hisoblanadi. Agar jarayonni chekli sondagi operatsiyalar yordamida ifodalash mumkin bo'lsa, har qanday murakkab jarayonni Tyuring mashinasi amalga oshirish mumkinligini ko'rsatish mumkin. O'z navbatida mantiqan imkoni bo'lgan narsa (ya'ni algoritmik simbolizm) har doim bo'lmasa ham avtomat (ya'ni algoritmik mashina) yordamida konstruksiya qilinishi mumkin.

O'yinlar nazariyasi. O'yinlar nazariyasi boshqa ko'rib chiqilgan tizimli yondashuvlardan farq qilishiga qaramasdan, uni o'yinlar tizimlar to'g'risidagi fanlar qatoriga qo'shish mumkin. Unda raqiblar bilan (yoki tabiat bilan) o'yin paytida tegishli strategiyalarni qo'llagan holda maksimal yutuq va minimal yo'qotishlarni erishishga harakat qiladigan «rational» o'yinchilarning o'zaro tutishi ko'rib chiqiladi. Demak, o'yinlar nazariyasi antagonistik kuchlarni o'z ichiga oladigan tizimlar bilan ish ko'radi.

Yechimlar nazariyasi. Bu matematik nazariya alternativ imkoniyatlar orasidagi tanlash shartlarini o'rganadi.

Navbatlar nazariyasi. Ommaviy so'rovlar sharoitida xizmat ko'rsatishni optimallashtirish masalalarini ko'rib chiqadi.

Amalga oshirilgan ko'rib chiqishning bir xilda emasligi va to'liq emasligiga, modellarni (masalan, ochiq tizimlar modeli) qaytuvchi aloqa zanjiri) va matematik formalizmlarni (masalan, to'plamlar, grafalar, o'yinlar nazariyasining formalizmlari) farq qilishdagi yetarli darajada aniqlikning mavjud emasligi qaramasdan, bunday sanab o'tish tizimlarni tadqiqot qilishda gi bir qator yondashuvlar mavjud bo'ladi, ularning ba'zilari esa qudratli matematik usullarga ega bo'ladi. Tizimli tadqiqotlarning o'tkazilishi avval o'rganilmagan, fan yoki toza falsafa doirasidan tashqariga chiqadigan muammolarni ta'lim qilishdagi olg'a siljishni anglatadi.

Yaxshi ma'lumki, model bilan real voqealik orasidagi muammosizlik muammosi juda murakkab hisoblanadi. Ko'pincha

bu aniqlik bilan ishlab chiqilgan matematik modellarga ega bo'lamiz, biroq ularni muayyan sharoitda qanday qo'llash zarurligi noaniq bo'lib qoladi. Ko'pchilik fundamental muammosalar uchun mos keladigan matematik vositalar umuman mavjud bo'lmaydi. Haddan tashqari kutishlar oxirgi paytda umidda olib keldi. Misol uchun kibernetika o'zining faqatgina matematik emas, balki fundamental fanlarga ta'sirini namoyon etadigan muayyan hodisalarning modellari qurdi, teleologik tushunchaning ilmiy haqqoniyligini namoyish etdi va hokazo. Shunday qilib, kibernetika yangi keng bo'lgan «dunyoqarash»ni ta'minladi va mexanistik konsepsiyani almashtirishdan ko'ra yanada kengaytmaga aylandi. Matematik asoslari yetarli darajada o'rganilgan axborot nazariyasi psixologiya va sotsiologiyaga qiziqarli dasturlarni yaratdi. O'yinlar nazariyasi ham muvaffaqiyatsizliklarni yaratdi, biroq u siyosiy yechimlarni va dunyodagi vaziyatni yaxshiladi deb aytish qiyin bo'ladi. Bu muvaffaqiyatsizliklar mavjud bo'lgan mamlakatlar o'yinlar nazariyasining «ratsional» o'yinchilariga kam o'xshab ketishini hisobga olganda kutish mumkin edi. Muvozanat, gomeostazis, tartibga solish tushunchalari va modellari tizimni faoliyat ko'rsatish jarayonlarini tavsiflash uchun qo'llansa bo'ladi, biroq ular o'lichash, differentsiatsiya, entropiya, entropiyaning kamaytirilishi, ijod va hokazolarni tahlil qilish uchun mos kelmaydi. Buni Kennon gomeostazisdan kelib chiqqan hodisalarni tavsiflaydigan geterostazisni tanlash paytida tushungan edi. Ochiq tizimlar nazariyasi biologiya (sotsiologiya) hodisalarini tavsiflash uchun keng qo'llaniladi, biroq bu o'zini muvaffaqiyatli qo'llanilmagan sohalariga ehtiyotsizlik bilan yoyishdan iborat bo'ladi. Ko'rinib turibdiki, yigirma-o'tiz yillar davomida mavjud bo'lgan tizimli ilmiy yondashuvlarning ayrib-ayrib chiqilgan cheklanishlari tabiiy ravishda o'rinli bo'ladi. Oxir oqibatda biz hozirgina ayrib o'tgan umidsizlik muayyan jihatlarda foydali bo'lgan modellarning metafizik va falsafiy tartibdagi muammosizliklariga nisbatan qo'llanilishi bilan tushuntiriladi.

Matematik modellar muhim afzalliklarga — aniqlik, qariy deduksiyaning mavjudligi, tekshirish imkoniyatiga ega bo'lishga qaramasdan oddiy tilda shakllantirilgan modellardan voz kechish yaramaydi.

Verbal model modelining umuman yo'qligidan yoki majburan o'tkazilganda realikni qabakilashiradigan matematik modelga nisbatan yaxshiroqdir. Faqat katta ta'sirga ega bo'lgan ko'pchilik nazariyalar o'z xarakteriga ko'ra matematik hisoblanmaydi (masalan, psixoxanalitik nazariya), boshqa vaziyatlarda esa ularning asosida yotgan matematik konstruksiyalar kechroq anglab yetiladi va faqatgina tegishli empirik ma'lumotlarning alohida jihatlarini qamrab oladi (tanlash nazariyasiga o'xshab).

Matematika, o'z mohiyatiga ko'ra oddiy til algoritmlariga nisbatan yanada aniqroq bo'lgan algoritmlarni o'rnatishga kechiriladi. Fan tarixi shundan dalolat beradiki, muammolarni oddiy tilda tavsiflash ko'pincha ularning matematik tavsiflanishidan, ya'ni algoritimni qidirib topishdan oldin amalga oshadi. Bir nechta yaxshi ma'lum bo'lgan misollar keltiramaniz: raqam va hisobni belgilash uchun qo'llaniladigan belgilar tabiiy til so'zlaridan rim raqamlariga qarab evolutsiyani amalga oshirdilar (yarim verbal, mukammal bo'lmagan, yarim algebratik bo'lgan) va undan keyin belgining o'rnini katta ahamiyatga ega bo'lgan arabcha simvollarga; dastlab tenglamalar so'zli shaklda shakllantirilgan, keyin esa Diofant va algebraning boshqa asoschilari ustalik bilan o'zgartirgan primitiv simvolizm yuzaga keldi, va nihoyat zamonaviy simvolizm; ko'pchilik nazariyalar uchun masalan, Darvin nazariyasi uchun matematik asoslar o'zi yaratilishidan keyinroq o'z o'rnini topadi. Ehtimol, tezkor matematik modellardan ko'ra o'zining kamchiliklariga ega bo'lgan, biroq avval biroz e'tiborga olinmagan, tadqiqot qilinayotgan voqelikning jihatini qamrab oladigan hamda undan keyin tegishli algoritimning ishlab chiqilishiga ishoach bildirishi mumkin bo'lgan birorta matematik modelga ega bo'lish yaxshiroqdir.

Shunday qilib, oddiy tilda ifodalangan modellar odatda tizimlar nazariyasida o'z o'rniga ega bo'ladi. Tizim g'oyasi uni matematik jihatdan tavsiflash mumkin bo'lmagan yoki u matematik konstruksiyadan ko'ra yo'natiruvchi g'oya bo'lib qolishi mumkin bo'lgan joyda saqlanib qoladi. Masalan, bizda sosiologiya uchun qonitqarli tizimiy tushunchalar bo'lishi mumkin emas; biroq ijtimoiy mohiyatlar ijtimoiy atomlar yig'indisi bo'lmagan yoki tarixda sivilizatsiya deb ataladigan hamda tizimlar uchun umumiy bo'lgan tamoyillarga bo'ysunadigan tizimlar bilan ish ko'rayotganligini tushunib yetishning ko'rib chiqilayotgan ilmiy sohalarida muhim bo'lgan qayta oriyentatsiya qilishni nazarda tutadi.

Avval ko'rganimizdek, tizimli yondashuv doirasida tizimlarni yoki «tahlil qilish», «chiziqli (shu jumladan doiraviy) sababiylik», «avtomat» va hokazo kabi tushunchalar yordamida yoki «bir butunlik», «o'zaro aloqa qilish», «dinamika» va shunga o'xshash tushunchalar yordamida tushunib yetishga harakat qiladigan ham mexanistik, ham organizmik tendensiyalar va modellar mavjud bo'ladi. Bu modellarning ikkita turi bir-birini istisno qilmaydi va ular bir xil hodisalarni tavsiflash uchun qo'llanilishi mumkin.

Shunday qilib, xulosa qilganda, L. Bertalanfi konsepsiyasi bo'yicha TUN (tizimlarning umumiy nazariyasi) ikki ma'noda tushuniladi. Keng ma'noda — tizimlarni tadqiqot qilish va konstruksiya qilish bilan bog'liq bo'lgan muammolarning butun majmuasini qamrab oladigan asosiy, fundamental fan sifatida. Nazariy qismga yuqorida keltirilgan 12 ta yo'nalish kiradi. Tor ma'noda — TUN, o'zaro ta'sir qiladigan elementlarning kompleksi: sifatidagi tizimning umumiy tavsiflanishidan tashkil etilgan bir butunlarga (o'zaro aloqa qilish, summa, markazlashirish, finallik va hokazo) taalluqli bo'lgan va ularni muayyan hodisalar tahliliga ta'biq qiluvchi tushunchalarni ajratib olishga intiladi. Tizimlarning umumiy nazariyasining ta'biqiy sohasi Bertalanfiga ko'ra quyidagilarni o'z ichiga oladi: 1) sistemotexnika; 2) operatsiyalar tadqiqoti; 3) muhandislik psixologiyasi (1.1-rasm).

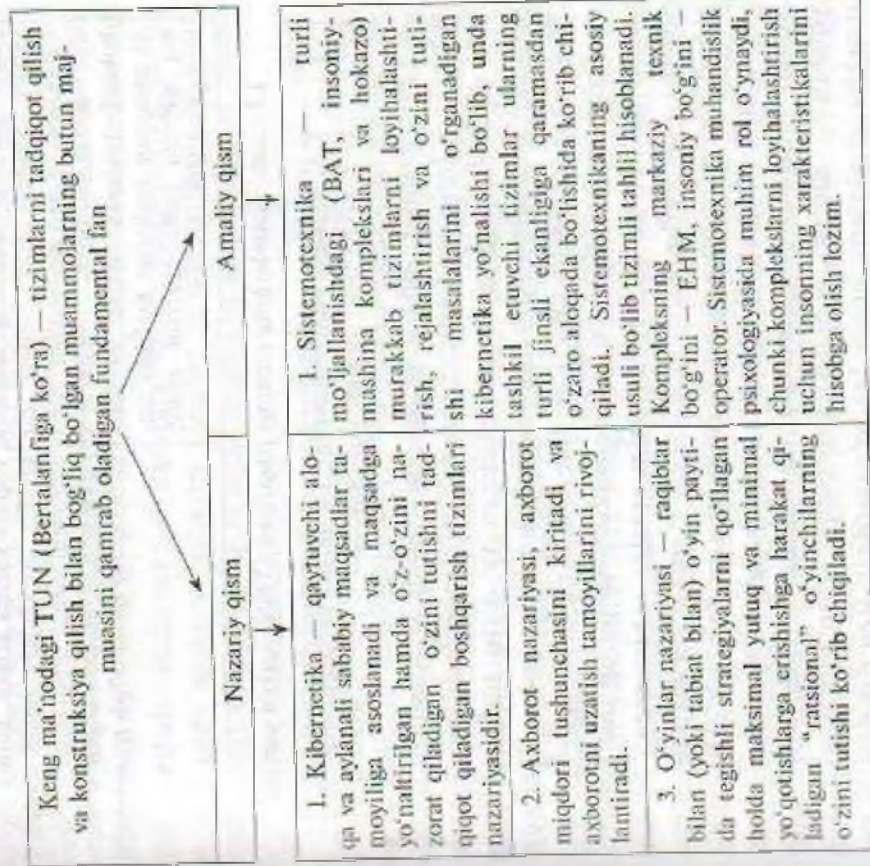
Tizimiy tadqiqotlar — o'z spetsifikasi va turli-tumamligi bo'yicha ular tomonidan tizim, ya'ni bir butun ko'rinishda ifoda bo'ladigan o'zaro bog'langan elementlar to'plami sifatida tadqiqot qilinadigan obyektlarni tushunib yetishda va ko'rib chiqishda yaqin bo'lgan ilmiy va texnik muammolar majmuasidir.

Shunga mos ravishda tizimli yondashuv — tizimlarni obyekt sifatida va ularni tavsiflash, tushuntirish, oldindan ko'ra bilish, konstruksiya qilish usullarini taqdim etish protseduralarini eksplitsitli (tushuntirib beradigan) ifodasidir.

Tizimlarning umumiy nazariyasi esa bu holatda ilmiy fanlarning keng majmuasi sifatida namoyon bo'ladi. Biroq slumi ta'kidlash lozimki, bunday tavsiflashda qaysidir ma'noda tizimlar nazariyasi va uning mohiyati vazifalarining muayyanligi yo'qotiladi. Qat'iy ilmiy konsepsiya (legitshli apparat, vositalar va hokazolar bilan) deb faqatgina tor ma'nodagi tizimlarning umumiy nazariyasini hisoblash mumkin bo'ladi. Keng ma'noda TUN ni tushunishga kelsak, u tor ma'nodagi tizimlarning umumiy nazariyasi bitla ustma-ust tushadi yoki tor ma'nodagi tizimlarning (bitla apparat, bitla tadqiqot vositalari va hokazo) umumiy nazariyasining va shunga o'xshash fanlarning haqiqiy kengaytmasini va umumlashganini ifoda etadi, biroq bunda uning vositalari, usullari, apparati va hokazolari to'g'risidagi masala yuzaga chiqadi. Bu savolga javob bermas ekan, keng ma'nodagi tizimlarning umumiy nazariyasi faqatgina loyiha bo'lib qoladi (garchi maftunkor bo'lsa ham) va qat'iy ilmiy nazariyaga aylanish ehtimoli gumon bo'lib qoladi.

Tizimli harakat o'zining vazifalari bo'yicha haqiqatdan mexanik harakatdan farq qilib, dunyoni yangicha ko'rishni yaratishga, ilmiy va texnik tadqiqotlarning yangi yo'nalishlari (tamoyilini ishlab chiqishga chaqirilgan. Bu holatda u slubhasiz o'zining turi bo'yicha har xil bo'lgan ishlab chiqilmalarni — falsafiy, ma'riyiy-uslubiy, matematik, modelli, empirik va hokazo ishlab chiqilmalarni o'z ichiga olishi lozim. Boshqacha qilib aytganda, tizimli harakatning o'zi murakkab tizimni ifoda etib, uning tizim

ostilari o'rtasidagi ierarxik aloqalar uning ko'pchilik tizim ostilarining o'ziga xos xususiyatlari kabi biz uchun ko'p jihatdan tushunarli emas. Bundan shu narsa kelib chiqadiki, birinchi-dan ayrim tizimli yondashuvlar (Bertalanfiga ko'ra) haqiqatdan to'raligicha tizimli bo'lmagan va umuman tizimli bo'lmagan ishlab chiqilmalar asosida yaratilishi mumkin va ikkinchidan tizimiy muammolarning aniq anglab yetilishi va turli-tumamligi, tizimli tadqiqotlarning asosiy sohalari vazifalarining hal qilinishi hozirgi paytda tizimli yondashuvning muvaffaqiyatli ishlab chiqilishi uchun muhim shart bo'lib qoladi.



4. Yechimlar nazariyasi — matematik nazariya alternativ imkoniyatlar orasidagi tanlash shartlarini o'rganadigan matematik nazariya.	2. Operatsiyalar tadqiqoti — kibernetikaning tatbiqiy yo'nalishi bo'lib, inson faoliyatining barcha sohalarida qarorlarni asoslash uchun matematik usullardan foydalanadi.
5. O'z ichiga tarmoqlar nazariyasi va grafalar nazariyasini olgan topologiya.	3. Muhandislik psixologiyasi — inson va mashina o'rtasidagi axborotli o'zaro aloqaning jarayonlari va vositalarini tadqiqot qiladi. Muhandislik psixologiyasi ishlab chiqarish mahnatining psixologik tuzilmasini qayta o'zgartirgan ilmiy-texnik revolyutsiya vaqtida yuzaga kelgan. Uning asosiy tashkil etuvchilari bo'lib operativ axborotni qabul qilib olish va qayta ishlash, vaqt cheklangan sharoitda tez qaror qabul qilish hisoblanadi.
6. Faktorial tahlil	
7. Tor ma'nodagi TUN. o'zaro ta'sir qiladigan elementlarning kompleksi sifatidagi tizimning umumiy tavsiflanishidan tashkil etilgan bir butunlarga (o'zaro aloqa qilish, summa, markazlashtirish, inallik va hokazo) taalluqli bo'lgan va ularni muayyan hodisalar tahliliga tatbiq qiluvchi tushunchalarni ajratib olishga intiladi.	

1.1-rasm. Tizimlarning umumiy nazariyasi (TUN) tarkibi sxemasi

1.3. Tizimli yondashuvning tarqalish sabablari va tizimli paradigma

Yirik tizimlar tadqiq qilinganda tizimli yondashish yagona ta'sirchan ilmiy yondashish bo'ladi. Tizimli yondashish — murakkab obyektlarning qiyin kuzatiladigan va qiyin tushuniladigan xossalari tadqiqotining uslubiyatidir. Tizimli yondashish bilan uzviy bog'liq tizimning tahlili va sintezi tushunchalari mavjud.

Tizimning tahlili — tizim elementlari va uning tashkiliy tuzilishi ma'lum bo'lgan holda tizim amalga oshirayotgan funksiyalarni aniqlashdir. Tizimning sintezi — uning berilgan funksiyasi bo'yicha tizimning tashkiliy elementlarini aniqlash demakdir.

Tizimli yondashish murakkab obyektlarni o'rganishning samarali tadqiqot yo'nalishi tizimli tahlilga asosdir. Bu ilmiy yo'nalish — murakkab obyektlarni tadqiq qilish uslubiyati bo'lib, u ushbu obyektlarni maqsadga yo'naltirilgan tizimlar sifatida qa-

rab va bu tizimlar xossalari hamda ularning maqsadi va shu maqsadni amalga oshirish vositalari orasidagi o'zaro munosabatlarni o'rganishga xizmat qiladi.

Tizimli tahlildan boshqarish tizimlarini o'rganish va loyihalashtirishda keng foydalaniladi.

Tizimli tahlildagi tadqiqotlar bir necha bosqichlarga bo'linadi. Texnik-boshqaruv va tashkiliy tizimlarni loyihalashtirishda qo'llaniladigan tizimli tahlil quyidagi asosiy bosqichlarga ega.

Birinchii bosqichda – tadqiqot obyektlarini aniqlash, maqsadlarni belgilash, shuningdek, obyektini va uni boshqarishni yaxshilash uchun zarur bo'lgan mezonlarni ko'rsatishdan iborat bo'ladi.

Ikkinchi bosqichda – o'rganilayotgan tizimning chegaralari belgilanadi va uni birlamchi tuzish jarayoni (strukturalashtirish) olib boriladi. Birlamchi strukturalashtirish jarayonining yakuni natijasida alohida tashkiliy qismlar – o'rganilayotgan tizim elementlari va elementar ta'sirlar majmuasi ko'rinishidagi mumkin bo'lgan tashqi ta'sirlar ajratiladi.

Uchinchi muhim bosqich o'rganilayotgan tizimning matematik modelini tuzishdir. Matematik modelni qurishda, odatda, ko'p ishlatiladigan yo'llardan biri – o'rganilayotgan tizimni qism-tizimlarga bo'lish, tipik qism-tizimlarni ajratish, qism-tizimlarning ierarxiyasini o'rganish va bir darajadagi hamda bir turdagi qism-tizimlarning bog'lanishlarini standartlashtirishdir.

Keyingi bosqichning vazifasi – qurilgan matematik modelni tadqiq qilishdir.

Tizimli yondashuvning keng tarqalishiga sabab – bu atrof-muhimdagi tizimlarning mavjudligi. Qaysi soha bilan band bo'lmaylik biz bu tizimlar bilan ishlashimizga to'g'ri keladi. Biz o'zimiz bilmagan holda hayotimiz mobaynida, ya'ni axborot tizimlarida, hisoblash tizimlarida, texnik, transport, sanoat, iqtisodiyot, ijtimoiy tizimlar va boshqalarda tizimlardan foydalanamiz. Hayotga aqliy faoliyatda ba'zi tartiblarni o'rnatishga harakat qiluvchi, murakkab funksional tizim sifatida qarashimiz

qoidalaridir. Bu faqat ishga yondashuv hisoblanadi, lekin o'sha modelning o'zi emas. Shuning uchun yondashuvni ta'sir etuvchi tamoyil sifatida ko'rishimiz mumkin. Bunda tamoyil asosida ta'sir etishning to'g'rihigini ta'minlovchi umumiy qoidalari tushuniladi, lekin uning bir xilligi va omadli chiqishini kafolatlamaydi. Tizimli yondashuvning ba'zi umumiy tamoyillarini namoyon qiluvchi insonlarning aniqlikka bo'lgan ba'zi metodologik yondashuvlarini ko'rish mumkin. Bu mohiyati bo'yicha tizimli paradigmalarda, tizimli dunyoqarash demakdir. Tizimli yondashuvni tayinlash shundan iboratki, u insonni tizimli aniqliklariga bo'lgan sezgilariga yo'naltiriladi. U dunyoni tizimli qurilmaning pozitsiyasi bilan tizimli pozitsiyalarda ko'rishga majbur qiladi.

Tizimli yondashuv xohlagan ko'pgina yoki o'zgina qiyin obyektlarni mustaqil tizimlarga bog'liq bo'lgan alohida rivojlanish bosqichlarini ko'rsatadi. Mustaqil obyektlarga taalluqli bo'lgan va fikrlar butunligiga asoslangan, butun dunyoda joylashgan, tizimlilik tamoyilida namoyish etilayotgan izlanayotgan obyektning ba'zi tizimlardagidek talab etishni xarakterlaydi:

- elementli tarkibda;
- strukturali, ya'ni elementlarning o'zaro aloqasi formasida;
- element funksiyalari va butun;
- tizimning ichki va tashqi muhiti yagonaligi;
- tizimning rivojlanish qonunlari va uning tashkil etuvchilari.

Dunyoni tizimli bilish va shakllantirish quyidagicha taxmin qilinadi:

- Faoliyat obyektini tizimlar sifatida muhofaza qilish (nazariy va amaliy), ya'ni cheklangan ko'pchilik o'zaro ta'sir etuvchi elementlar sifatida;
- tarkibni o'rnatish, strukturalar va elementlarni tashkil etish va tizimning qismlari, ular orasidagi boshlovchi o'zaro ta'sirlarni aniqlash;
- tizimning tashqi aloqalarini taqdim etish, asosiylarini ajratish;
- tizimning vazifalarini va uning boshqa tizimlar orasida tutqan rolini aniqlash;

mumkin. Ba'zi tizimlar inson tomonidan yaratilgan, ba'zi tizimlar unga bog'liq bo'lmagan holda kelib chiqqan. Ba'zi tizimlar (masalan, oila) boshqaruvga oson taqdim qilinadi, boshqa tizimlar, masalan, siyosat yoki sanoat butun davlatni qamrab oladi va boshqaruvda tobora ko'proq qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi.

Bu tizimlardan ba'zi birlari xususiy mulk hisoblanadi, boshqalari esa butun ommaga taalluqlidir. Hattoki yuzaki qaralganda ham tizimning umumiy xarakteristikasining murakkabligini o'rnatish mumkin. Oxirgisi bu tizimlar turli va ko'p qirrali inson faoliyatida asoslanadi. Insonning o'zi murakkab tizim obyektini hisoblanadi, jamiyat a'zosi sifatida esa o'zi yaratgan murakkab tashkilotlar bilan o'zaro ta'sirlashadi. U hayot faoliyatining turli xil sohalari boshqaruvda tarqibsiz xatoliklarga duch keladi. Masalan, resurslarni qisqartirish, tabiiy ofatlar, ekologiyaning buzilishi jamiyat va dunyo miqyosida sodir bo'ladi. Ma'lumki, global muammolarning kichik yechimlarini boshqa tizimlarga o'zaro ta'sirini faqat bir qismini qamrash o'rniga, keng qamrovi, butun yondashuvga asoslab qidirish lozim. Tizimli yondashuv bu keng qamrovni qurib olgan tizimlarini boshqaruv uslubiyoti hisoblanadi. Tizimli yondashuvda yechim, hamma muammolarni qiziqiruvchi umum tizim yechimlarini alohida hisobga olgan holda, barcha tizimlar uchun qabul qilingan bo'lishi lozim. Tizimli muammolar tizimli yechimlarni talab qiladi, biz shunday katta tizim yechimlarni topishga harakat qilamizki, u nafaqat tizim osti maqsadlarini ifodalaydi, balki global tizimni asrashni ta'minlaydi. Eski usullar bu muammolarni yechishga yaramaydi. Tizimli yondashuv shunday imkoniyat beradiki, u o'zida fikrlash tasavvurini va o'zgarishlar uslubiyatini namoyon etadi. Amaliy aspektida tizimli yondashuv bu tizimli tahlil, tizimli boshqaruv, tizimli modellashtirish yig'indisidir.

Tizimli yondashuv insonlarni amaliy va ilmiy faoliyatlarini ta'minlashda «yondashuv» terminini to'xtatga olishlar majmuasi, kimgadir ta'sir etish ushblari, nimanidir o'rganish, ishga kirishish va boshqalar. Bu yerda yondashuv insonlar harakatlarining detalli algoritmlari emas, balki ba'zi ko'pgina umumlashtirilgan

- tizimning vazifalari va strukturasi ning dialektik tahlili;
- shu asosda tizimning rivojlanish tendensiyasi va qonuniyligini aniqlash.

A.N. Averyanovning tizimli bilish tamoyili dialektikani o'rnini bosa olmaydi, o'zida kelgusidagi yangiliklarni va dialektik tamoyillarni boyitadi, degan fikrini ma'qullash mumkin.

2. Tizimlar nazariyasida yoki tizimlar haqidagi bilimlarda o'zining gnoseologik imkoniyatlari bilan xarakterlanadi. Tizimlar nazariyasi qurilmalarning kelib chiqishi, funktsionalligi va turli tabiatli tizimlarning rivojlanishini tushuntiradi. Bu shunchaki dunyoqarash emas, qat'iy tizimlar dunyosi haqidagi ilmiy bilimlardir.

3. Tizimli usul va uning ruxsat etuvchi qobiliyatlari. Tizimli usul bilish namunalari va oddiy usullarning integral yig'indisi sifatida talqin etiladi, shuningdek, aniqlikni shakllantiriladi.

Tizimlilikning tashkil etuvchilari spetsifik vazifalarni tatbiq qiladi. Shunday qilib, tizimli yondashuv, bilishning tamoyili bo'lib, orientirlangan va dunyoqarashli vazifalarni bajaribgina qolmay, faqat dunyoga kirishinigina emas, balki uning orientatsiyasini ham ta'minlaydi.

Tizimli usul aniq va uslubiy vazifalarni, tizimli nazariya esa tushuntiruvchi va tizimlashtiruvchi vazifalarni tatbiq qiladi. Shu tariqa, tizimlilik aniq faoliyat instrumenti sifatida, hamma borliqning bilish usullari konkret qurollari sifatida talqin qilinadi. Tizimli nazariya tizimlar haqidagi bilim sifatida ularni to'playdi, tartibga soladi, turli tabiatli tizimlarni tushuntirishda foydalaniladi.

Tizimli paradigma

Tizim bilan bog'liq muammolarni yechish ikkita yondashuvga asoslanadi: tizimni takomillashtirish va tizimni loyihalashtirish. Takomillashtirish tizimni standart yoki me'yoriy mehnat sharoitlariga almashtirish yoki o'zgartirishni bildiradi. Bu o'rinda tizim allaqachon yaratilgan va uning ish tartibi o'rnatilgan deb faraz qilinadi. Tizimli loyihalashtirish jarayo-

ni, shuningdek, almashtirish va o'zgartirishni ham o'z ichiga oladi, ammo takomillashtirishdan iborat bo'ladi. Maqsad, masshtab, metodologiya va natijalarni yaxshilash bilan keskin farq qiladi. Tizimli loyihalashtirish — bu eski shakllar asosida yotuvchi fikr-mulohazalarni shubha ostida qoldiruvchi ijodiy jarayon bo'lib, u yangi yechimlarga ega bo'lish uchun yangicha yondashuvlarni talab qiladi. Tizimni takomillashtirishda ishlatiladigan uslublar analitik uslublarga asoslanadi va ular analitik paradigma deb ataladi. Tizimni loyihalashtirishda ishlatiladigan uslublar tizim nazariyasining asosini tashkil etadi va ular tizimli paradigma deb ataladi. Ikkala uslubiyatning taqqoslanishi 1-jadvalda keltirilgan.

Tizimni takomillashtirish tizim ishini kutishga muvofiqligini ta'minlovchi jarayondir (tizim loyihasi aniqlangan va o'rnatilgan). Takomillashtirish jarayonida quyidagi muammolar yechiladi:

- tizim qo'yilgan maqsadga javob bermaydi;
- tizim natijalarni oldindan aytib berishni ta'minlamaydi;
- tizim boshida taxmin qilinganidek ishlamaydi.

Tizimni takomillashtirish jarayoni quyidagi bosqichlarda xarakterlanadi:

1) topshiriq aniqlanadi va tizim uni tashkil etuvchi tizimosti elementlari o'rnatiladi;

2) kuzatib borish mobaynida real vaziyat, ishning holati va tizimning qonun-qoidalari aniqlanadi;

3) aniqlik chegarasini aniqlash maqsadida tizimning real va kutilayotgan holati taqqoslanadi (bu mavjud standart va tasniflar asosida taxmin qilinadi);

4) tizimosti chegarasida bu bekor qilinishning sabablariga nisbatan gipotezalar yaratiladi;

5) deduksiya uslubining ma'lum bo'lgan faktlariga asoslangan holda xulosa qilinadi, katta muammo reduksiya jarayonida yengillashadi.

Ushbu bosqichlar analitik usulni qo'llash natijalari bo'lib xizmat qiladi. Funksiyalar, belgilangan tuzilmalar va boshqa tizimlar bilan

o'zaro aloqa bu o'rinda shubha ostiga qo'yilmaydi. Tizimni takomillashtirish uslubi cheklangan imkoniyatlarni taqdim etadi. Bunday yondashuvda murakkab tizimlardagi muammoning ma'qul deb topilgan «boshqalaridan ustun bo'lgan» yechimi yechim bo'lib xizmat qiladi. Tizimni takomillashtirish uslubi tizim ichidan uning boshqa tizimlar bilan o'zaro aloqasini qayd etmasdan muammoning yechimini izlashga asoslangan. Mehnatni takomillashtirish, ayniqsa, tizim doirani standartlarga asoslangan murakkab tizim bo'lganda uzoq muddatli bo'lmaydi. Tizimni loyihalashtirish tizimni takomillashtirishdan boshlang'ich jo'natmalar va qo'llaniladigan uslublar bilan farqlanadi. Tizimli loyihalashtirish uslubi quyidagi holatlarga asoslangan tizimli yondashuvni aks ettiradi:

1) odatda tizimning maqsadi tizimosti elementlari doirasida aniqlanmaydi, aksincha, ularni yanada kattaroq yoki yaxlit tizimlar bilan aloqasini ko'rib chiqadi;

2) rejalashtirish – rejalashtiruvchi o'ziga kuzatuvchi emas balki, yetakchi rolini olishi kerak bo'ladigan shunday jarayondir. Rejalashtiruvchi ilgari tizim loyihalarining yoqimsiz natijalari yoki tendensiyalarini kuchaytirmaydigan aksincha, yengillashtiruvchi yoki hatto talabga javob beradigan yechimni taklif qilishi kerak.

Bu holda, ikkala uslub o'rtasidagi asosiy farq shunda-ki, takomillashtirish uslubi xususiy, chegaralangan, qisqa muddatli qarorlar qabul qilish bilan birga tashqi tizimlar (atrof-muhit)ga ta'sir ko'rsatmaydi, natijada tizimning tashqi muhit bilan kelisha olmaslik ko'rsatkichining o'sishiga olib keladi. Tizimli loyihalashtirish uslubi aksincha, optimal, uzoq muddatli qaror qabul qilishga imkon berish bilan birga tashqi tizimlarga ham o'z ta'sirini o'tkazadi va natijada tizimning tashqi muhit bilan o'zaro uyg'unligiga olib keladi.

1. Paradigma (yunoncha *paradeigma*) – ibrat, namuna, asosiy tamoyil – muammoni tanlash va topshiriqning yechimi uchun model ko'rinishidagi uslubiy qarashlarning majmuasi.

2. Deduksiya (lotincha *deductio* – yechimga olib kelmoq) – umumiy holdan xususiy holga qarab mulohaza (xulosa) qilish usuli.

Ekkita uslubiyatni taqqoslash: tizimni takomillashtirish va tizimni loyihalashtirish

Taqqoslash parametrlari	Tizimni takomillashtirish	Tizimni loyihalashtirish
Tizim faoliyati	Loyiha qabul qilindi (tanlandi)	Tizim so'roq ostida
Tadqiqot obyektlari	Mohiyat, nuqdaraja, tuzilma va sabablar	Tuzilma va jarayon, uslub
Paradigma	Tizim va tizimosti tahlili (analitik uslub yoki analitik paradigma)	Maqsad va funktsiya (tizimli paradigma)
Mufohazalar usuli	Deduksiya va reduksiya	Induksiya va sintez
Natija	Mavjud tizimlarni takomillashtirish	Tizimni optimallashtirish
Uslubiyat	Tizimning rejalashtirilgan real ishining cheklanishi sabablarini aniqlash	Real va optimal loyihalar o'rtasidagi farqlarni aniqlash
Asosiy ta'kid	Oldingi bekor qilinishlarni tushuntirish	Kelgusidagi natijalarni oldindan aytib berish
Yondashuv	Tizim ichidan o'z-o'zini kuzatishga asoslanganlik	Tizim tashqarisidan o'z-o'zini kuzatishga asoslanganlik
Rejalashtiruvchining o'ni	Mavjud tendensiyalarga xos tarzda olib borilganlik	Yetakchi tendensiyalarga ta'sirni ko'rsatadi

3. Reduksiya (lotincha *reductio* – orqaga qaytmoq, qaytish) – murakkablikdan oddiylikka, butundan qismga, yakunda obyektning boshlang'ich holatini qayta tiklashga olib keluvchi usul.

4. Induksiya (lotincha *inductio* – mulohaza usuli) – xususiy holdan umumiy holga, qismdan butunga qarab mulohaza (xulosa) qilish usuli.

5. Sintez (yunoncha *synthesis* – bog'lanish) – qismlarni yagona butunlikka bog'lash usuli (jarayoni).

1.4. Tizim va uning xususiyatlari

Tizim tushunchasi, uning asosiy belgi va ko'rsatkichlari. Zamonaviy ilmiy-texnik faoliyatning bosh xususiyatlaridan biri tadqiqot va loyihalash obyektlariga tizimlar sifatida yondashishdir. Bu narsa, ayniqsa boshqaruv obyektlarini tadqiq etish hamda avtomatik boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish jarayonida yanada yaqqolroq namoyon bo'ladi.

Tizimni o'zaro bog'langan va bir-biri bilan ta'sirlashuvchi elementlar majmui kabi ta'riflash mumkin. Tizimlarga misol sifatida alohida qism va detallardan tuzilgan texnik qurilma, hujayralar majmuasidan tashkil topgan tirik organizm, odamlar jamoasi, ishlab chiqarish korxonasi, davlat va shunga o'xshashlarni ko'rsatish mumkin. Tizimning o'zaro bog'langan bir qator elementlaridan tuzilgan qismi uning qisimtizimlari (tizimosti) deb ataladi. Odatda tizim elementlari muayyan predmet sohasi obyektlari kabi aniqlanadi. Elementlarning tabiati bilan bog'liq ravishda fizik, mexanik, ximik, biologik, iqtisodiy, kibernetik va boshqa tizimlarni farqlash mumkin.

Xossalalar — tizimni ifodalash va uni boshqa tizimlar orasidan ajratib turuvchi sifatlar bo'lib, ular qandaydir ko'rsatkichlar (parametrlar) to'plami bilan aniqlanadi. Istalgan tizimning muhim sifatiiy belgisi shundaki, tizim unga kiruvchi elementlarning birtortasida mavjud bo'lmagan xossalarga ega bo'ladi. Tizimning tuzilishi (strukturasi) — tizim elementlarining asosiy xossalari belgilovchi barqaror o'zaro ichki aloqalar majmuasidir.

Berilgan vaqt momentidagi tizimning holati hal qilina-yotgan vazifa nuqtayi nazaridan ahamiyatli bo'lgan tizim ko'rsatkichlarining qiymatlar to'plami bilan aniqlanadi. Tizimning dinamikasi (harakati, xulqi) — bu tizimning bir holatdan boshqasiga o'tishi, undan uchinchisiga va h.k. dan iborat jarayondir.

Tizimning harakat tartibi (rejimi) quyidagilardan biri bo'lishi mumkin:

- doimiy, ya'ni tizim hamma vaqt aynan bir xil holatda bo'ladi;

- davriy, ya'ni tizim teng vaqt oraliqlarida aynan bir xil holatlardan o'tadi;

- o'tish rejimi – tizimning vaqt bo'yicha shunday ikkita davr oralig'idagi harakatiki, bunda har bir davrda tizim doimiy yoki davriy rejimda bo'ladi.

Tizim elementi uning boshqa elementlariga ta'sir etishi va ularning holatlarini o'zgartirishi mumkin. Agar bir elementning boshqasiga ta'siridan iborat jarayonda ta'sir etuvchi element holati haqida ma'lumot berilsa, u holda elementga axborotli ta'sir amalga oshirilgan bo'ladi va birinchi element ikkinchi elementga signal uzatayapti deyiladi.

Tizim elementlari tomonidan ishlab chiqiladigan signallar (ta'sirlar) tizimdan tashqariga uzatilishi mumkin, bu holda ular tizimning chiquvchi signallari (ta'sirlari) deyiladi. O'z navbatida elementlarga tizim tashqarisidan signallar (ta'sirlar) kelishi ham mumkin, ular kiruvchi signallar (ta'sirlar) deyiladi.

Tizimning kirishi – kiruvchi ta'sirlar qo'yiladigan yoki kiruvchi signallarni qabul qiladigan tizim elementlaridir.

Tizimning chiqishi deb chiqish ta'sirlarini amalga oshiruvchi yoki boshqa tashqi tizimga signallar uzatuvchi elementlarga aytiladi.

Berilgan tizim uchun boshqarish tushunchasi unga shunday kirish ta'siri yoki signal berilishini anglatadiki, buning natijasida tizim o'zini talab etilgan tarzda tutadi. Tizimni boshqarish – tizim strukturasi yoki holatlari to'plamini muayyan maqsad bilan o'zgartirishga qaratilgan ta'sirlar ko'rsatilishi yoki signallar berilishi demakdir. Boshqarishdan ko'zda tutilgan maqsad, odatda, tizimning mumkin bo'lgan holatlari to'plami yoki qandaydir ko'rsatkichiga nisbatan muayyan cheklashlar sifatida beriladi. Boshqarish jarayoni uchun asosiy belgilardan biri – qaror qabul qilish funksiyasini amalga oshiruvchi tizimning zarurligidir.

Zamonaviy ilmiy-texnik faoliyatning bosh xususiyatlaridan biri tadqiqot va loyihalash obyektlariga tizimlar sifatida yondashishdir. Bu narsa, ayniqsa, boshqaruv obyektlarini tadqiq etish hamda boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish jarayonida yanada yaqqolroq

namoyon bo'ladi. Yirik tizimlar tadqiq qilinganda tizimli yondashish yagona ta'sirchan ilmiy yondashish bo'ladi. Tizimli yondashish — murakkab obyektlarning qiyin kuzatiladigan va qiyin tushuniladigan xossalari tadqiqotining uslubiyatidir. Tizimli yondashish bilan uzviy bog'liq tizimning tahlili va sintezi tushunchalari mavjud.

Tizimning tahlili — tizim elementlari va uning tashkiliy tuzilishi ma'lum bo'lgan holda tizim amalga oshirayotgan funksiyalarni aniqlashdir. Tizimning sintezi — uning berilgan funksiyasi bo'yicha tizimning tashkiliy elementlarini aniqlash demakdir.

Tizimli yondashish murakkab obyektlarni o'rganishning samarali tadqiqot yo'nalishi — tizimli tahlilga asosdir. Bu ilmiy yo'nalish — murakkab obyektlarni tadqiq qilish uslubiyati bo'lib, u ushbu obyektlarni maqsadga yo'naltirilgan tizimlar sifatida qarab va bu tizimlar xossalari hamda ularning maqsadi va shu maqsadni amalga oshirish vositalari orasidagi o'zaro munosabatlarni o'rganishga xizmat qiladi.

Tizim haqida fikr yuritar ekanmiz, uning asosiy belgilarini 3 ga ajratamiz:

1) ierarxiklik (joylashuv) belgisi — tizim bu elementlar yig'indisi, ularni alohida o'zlari ham tizim sifatida qaralishi mumkin, boshlang'ich tizimlar umumiy tizimning bir qismidir, ya'ni tizim, tizim ierarxiyasi qismi sifatida ko'riladi. Masalan, avtomobil, avtomobil ishlab chiqaruvchi tashkilotning qismi sifatida ko'rilishi yoki shaharning transport vositalari qismi sifatida qaralishi mumkin va h.k.;

2) yaxlitlikning funksional belgisi: integrativ xususiyatlarning mavjudligi tizim uchun xarakterlidir, tizimda mavjud bo'lgan, ammo uning alohida elementlaridan hech biriga xos bo'lmagan belgining mavjudligi bilan xarakterlanadi («butun ularning bo'laklarining yig'indisidan ko'p»). Masalan, avtomobilning har bir bo'lagi alohida funksiyaga ega, lekin ular avtomobilning umumiy funksiyasini bajarmaydi

3) mavjudlik belgisi: mavjud elementlar orasidagi aloqalar tizim uchun xarakterli (turli xil elementlarni umumiy to'plami tizim hisoblanmaydi).

Yuqorida keltirilgan 3 ta belgi bir-biri bilan uzviy bog'langan. Bittasining qiymati qolgan ikkitasining qiymatini o'ziga jalb qiladi. Tizimni birlashtirilgan orkestrga o'xshatish mumkin, chunki har bir qatnashuvchi boshqa qatnashuvchilarga mos holda umumiy maqsad sari harakatlanadi.

Shu tarzda, tizim tushunchasi ko'p qirrali va maqsadli ma'noga ega bo'lib qo'yilgan masala va undagi munosabatlarni o'rganishga olib keladi.

Bir nechta misollar keltiramiz. Agar maqsad nosozliklarni aniqlash va bekor qilish sabablari bo'lsa, avtomobil tashxis qiluvchi tizimning qismi sifatida ko'rilishi mumkin. Agar maqsad yuk (yo'lovchi)larni tashib o'tish rejasi tuzilgan bo'lsa yoki shahar (region) transport tizimi yoxud transportlar oqimini o'rganish, harakat yo'nalishlarini optimallashtirish, yangi yo'llar qurilishi, atrof-muhitning ifloslanishi bo'ladigan bo'lsa avtomobil avtotransport tashkiloti qismi bo'lib hisoblanadi.

1.5. Tizimning sinflanishi

Tizimlarni turli mezonlar bo'yicha sinflashtirish mumkin.

Eng umumiy ko'rinishda barcha tizimlar moddiy va mavhum (abstrakt) tizimlarga bo'linadi. Moddiy tizimlar -- moddiy (ashyoviy) obyektlar majmuasidir: bular noorganik (texnik, kimyoviy va shu kabilar), organik (biologik), aralash turdagi obyektlar bo'ladi. Aralash turdagi obyektlardan quyidagilarni ko'rsatish mumkin: egrotexnik tizimlar («inson-mashina» tizimi); ijtimoiy tizimlar (adamlarning jamoadagi munosabatlari), ijtimoiy-iqtisodiy tizimlar (insonlarning jamoadagi munosabatlari bilan ishlab chiqarish jarayonining aloqasi). Mavhum tizimlar inson tafakkurining mahsulidir. Ular bilim, nazariya va gipotezalardir.

Murakkablik darajasiga ko'ra oddiy, murakkab va o'ta murakkab (yirik tizim) tizimlar farqlanadi. Oddiy tizimlarga oddiy

strukturaga ega va oson matematik tavsiflanadigan tizimlar kiradi. Murakkab tizim – bir-biri bilan chambarchas bog‘langan holda umumiy maqsad uchun xizmat qiluvchi alohida tizimostilari kompleksidir.

Tizim parametrlarining o‘zgarishi vaqtga bog‘liq yoki bog‘liq emasligiga qarab ular, mos ravishda, dinamik va statik tizimlar sifatida farqlanadi.

Tizim holatining o‘zgarish xarakteriga qarab ular diskret va uzluksiz tizimlarga ajratiladi. Agar tizimning bir holatdan boshqasiga o‘tishi qandaydir oraliq holatlardan o‘tmasdan yuz bersa, u holda bu tizim diskret deyiladi. Agar tizim istalgan ikki holatning biridan ikkinchisiga o‘tishida albatta oraliq holat orqali o‘tsa, u holda tizim uzluksiz deyiladi.

Tizimlarni deterministik va ehtimoliy (stoxastik) tizimlarga ham ajratish mumkin. Deterministik tizimlar aniq topiladigan ko‘rsatkichlarga ega, ehtimoliy tizimlar esa tasodifiy (ehtimoliy) xarakterli ko‘rsatkichlarga ega bo‘ladi. Misollar: deterministik tizimlar: regulyatorli muzlatgich; sistema sexda dastgohlarining joylashtirilish tizimi, avtobus marshrutlari tizimi; fakultet darslari jadvali, EHM, televizor; yig‘uv avtokonveyeri. Ehtimoliy tizimlar: korxonada mahsulotini statistik nazorat etish tizimi, tashkilotlardagi material-texnik ta‘minot tizimi; aeroport atrofida samolyotlar harakatini boshqaruvchi tizim; energetik tizim boshqaruvi.

Tizimni ifodalashda qo‘llaniladigan matematik modelning berilishiga qarab ularni chiziqli va chiziqsiz tizimlar kabi sinflashtirish ham mumkin. Tizim va tashqi muhitning o‘zaro ta‘siri xarakteri bo‘yicha yopiq va ochiq tizimlar farqlanadi.

Tizimning sinflanishi bir necha omillarga bog‘liq bo‘lib, quyida biz siz bilan mana shu omillarga ko‘ra tizim qanday tasniflanishini ko‘rib o‘tamiz. Har bir omilga alohida ahamiyat berib nazar solsangiz, qaysi tizimni o‘rganayotganimiz va unga bog‘liq bo‘lgan omillarni darhol ajratishingiz mumkin. Demak, tizim:

- 1) sun‘iy;

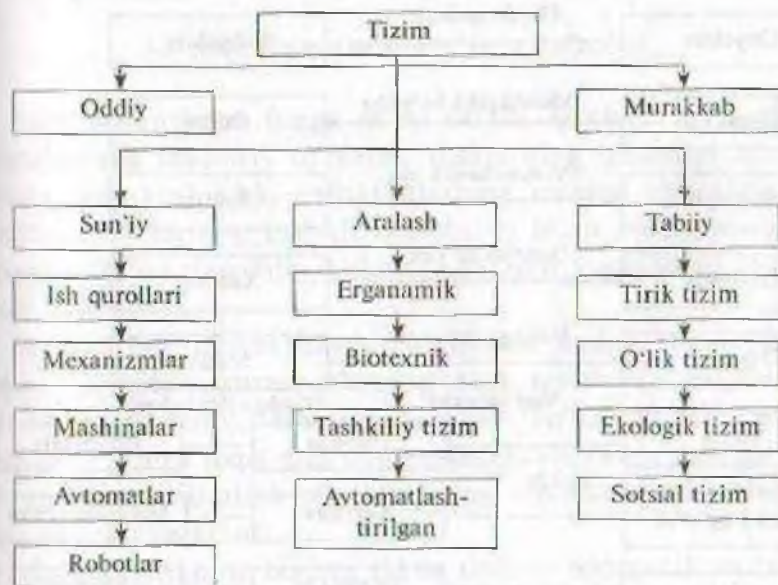
2) tabiiy tizimga bo'linadi.

Tabiiy tizim deb – tabiatan mavjud bo'lgan tizimlarga aytiladi.

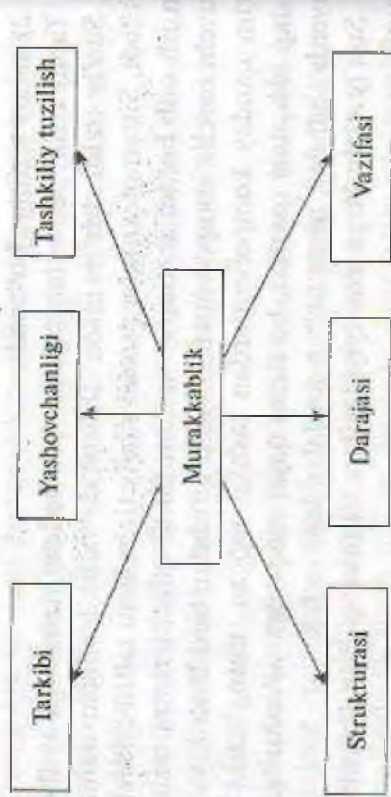
Sun'iy tizim deb – inson ishtirokida tashkil etilgan tizimga aytiladi. Sistemotexniklar asosan sun'iy tizimlarni tahlil qilish bilan ish olib boradilar. Sun'iy tizimni tahlil qilish tizimni tashkil etuvchi barcha komponentlarni tahlil qilishdan boshlanadi, ya'ni: tizim qanday komponentlardan tashkil topgan, uning ichki va tashqi aloqalari qaysilar, bu tizim qaysi maqsadga yo'naltirilgan, qayerda, qanday, nima uchun foydalaniladi va h.k.

Sun'iy tizimlarga esa quyidagilarni misol qilib tushuntirish mumkin.

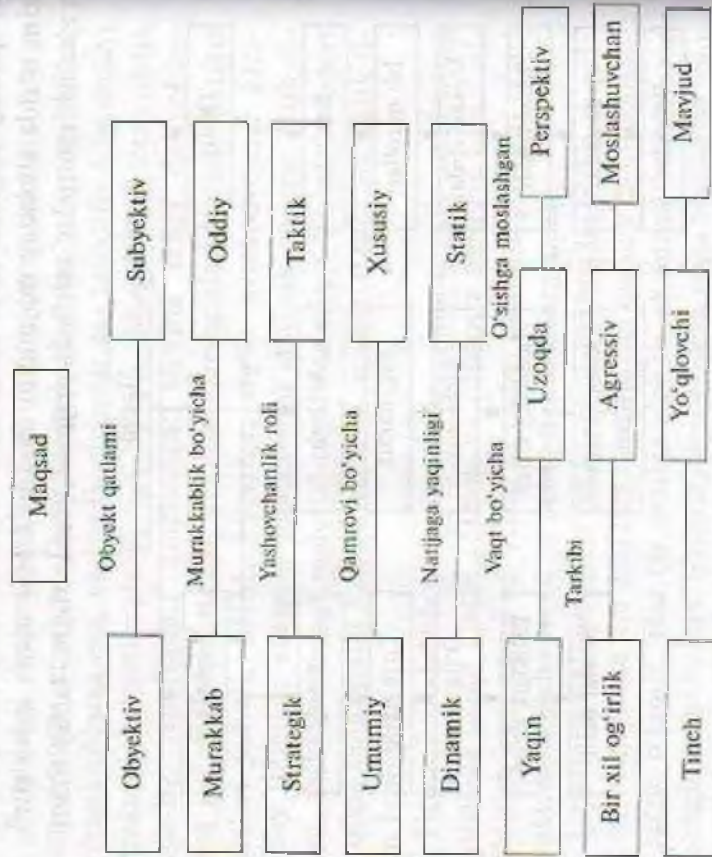
Borliqda mavjud obyektlarning barcha majmualarini (garchi har qanday majmua ham tizim bo'la olmasa ham, har qanday tizim o'zida shunday majmuani taqdim etadi) uchta katta sinfga ajratish mumkin: tartibsiz majmua, jonsiz tizim, tabiiy tizim.



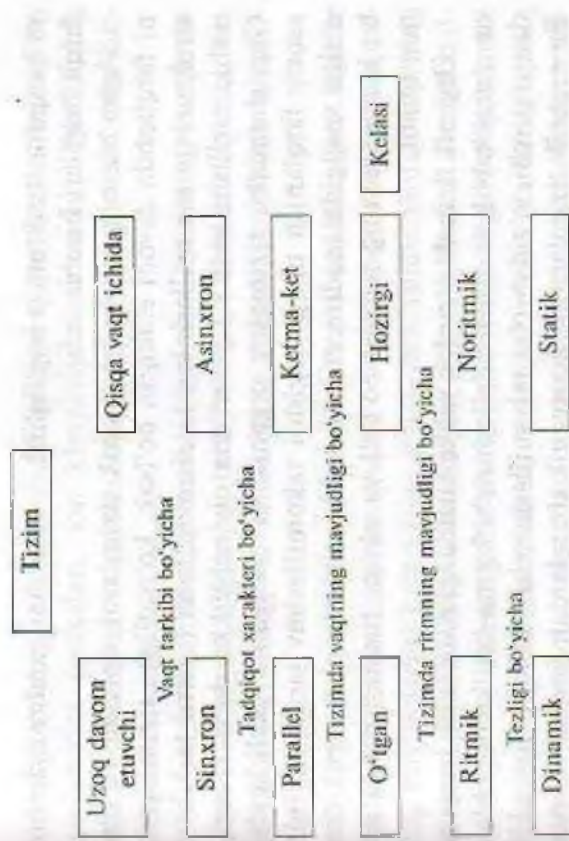
1.2-rasm. Tizim shakli va tuzilishi



1.3-rasm. Tizimning murakkabligi bo'yicha sinflanishi



1.4-rasm. Tizimning maqsad bo'yicha sinflanishi



1.5-rasm. Tizimning vaqt bo'yicha sinflanishi

Tartibsiz majmua (unga misol bo'lib, ko'chada to'plangan odamlarning tasodifiy to'plami, toshlarning ulkanligi xizmat qilishi mumkin) ichki tashkilotlarning mavjud chegaralariga muhtojdir. Ularning tashkil etuvchilari bilan ular o'rtasidagi aloqalar tashqi, tasodifiy, ikkinchi darajali xususiyatni tashkil etadi.

Bunday bog'liqlikni hisobga olib yoki undan voz kechgan holda, integrativ xususiyatlarning mos ravishdagi majmuaviy yaxlitligining mavjud emasligi namoyon bo'ladi va uni tashkil etuvchilar bunga toqat qila olmaydilar. Yaxlit holda majmuaviylik xususiyati qismilik xususiyatining alohida ajratib olingan yig'indisiga mos keladi.

Majmuaviylikning boshqa ikkita sinfi – noorganik va tabiiy tizimlar elementlar o'rtasidagi mavjud aloqalarni va yaxlit tizimda elementlarga alohida holda ta'sir ko'rsatmaydigan yangi xususiyatlarning paydo bo'lishini karakterlaydi. Aloqalar, yaxlitlik

va barqaror strukturaga bog'liqlilik – bular har qanday tizimning farqli belgilari hisoblanadi.

Agar biz organik va noorganik tizimlarni sinflash va ularni farqlashda davom etadigan bo'lsak, ko'rsatilgan tizimlarning strukturaviy tamoyillarining taqsimlanishida (ularni tarkib topishi, tuzilishi va h.k.) yetarlicha qiyinchilikka duch kelamiz. Gap shundaki, tizimning organik va noorganik yaxlitligidagi asosiy farqlanish ularga tegishli takomillashuv jarayonlarining o'ziga xosligida taqdim etiladi: ushbu tizimlarning strukturasi bu jarayonlarning natijasi bo'ladi va ularni tushuntirishga xizmat qiladi.

Organik tizimda o'zining yakka tartibdagi rivojlanish jarayonida murakkablik va differensiallashuvchi ketma-ketlik bosqichlaridan o'tuvchi, o'zidan-o'zi takomillashuvchi yaxlitlik mavjuddir. Bu organik tizimlarning noorganik tizimlardan farqlab turuvchi quyidagi maxsus xususiyatlarida tushuntiriladi:

1. Tabiiy tizim nafaqat tuzilmaviy balki, irsiy aloqalarga ham egadir.

2. Tabiiy tizim nafaqat koordinatsiya aloqalari (elementlarning o'zaro harakati)ga ega, balki bir elementdan boshqasining paydo bo'lishiga bevosita bog'liq, yangi aloqalarning paydo bo'lishi va shu kabi subordinatsiya aloqalariga ham egadir.

3. Organik tizim yaxlitlik strukturasi funkcionallashtirish va qismlarni takomillashtirish (biologik korrelyatsiya, markaziy nerv tizimi, jamiyatda me'todlar tizimi, organlar boshqaruvi va h.k.) ta'siriga ega bo'lgan o'ziga xos boshqaruv mexanizimiga ega.

4. Noorganik yaxlitlikda tizimlar va ularning tashkil etuvchilari o'rtasida kuchga nisbatan kamroq zichlik mavjud bo'lib, qismlarning asosiy xususiyati tuzilmaviy yaxlitlikni emas, ularning ichki tuzilmasini ifodalaydi. Yaxlitlik ichidagi aloqalar qismlarning sifatli asosga ega bo'lgan o'zgarishlarini o'zida mujassamlashtirmaydi. Bu noorganik yaxlitlik xususiyati mustaqil ravishda mavjudlikka aloqadorligidandir.

5. Agar noorganik tizimlarda element faol yaxlitlikning bir qismi bo'lsa (masalan, ion kimyoviy aktiv atom), faollikning tashkil etilishini murakkablashtiradi, bir qismdan yaxlitlikka katta hajmda uzatiladi.

6. Jonsiz tizimlarning chidamliligi elementlarning barqarorligiga asoslangan; aksincha, tabiiy tizimlar chidamliligining kengli shartlari uning elementlarining doimiy yangilanib turishini ko'rsatadi.

7. Organik yaxlitlikning ichida o'zaro shakllangan bloklar (tizimosti elementlari) mavjuddir. Uning boshqaruvchi tizimining buyruqlarini bajarishiga qulay moslashuvchanligi ularning tizimosti elementlari shakllarning ishonchililigini funksionalanishiga va ularning bo'sh holatda turganligi bosqichlarini ifodalaydi. Aytish mumkin, tizimosti elementlarining qattiq determinirlanganligi aloqalari va yaxlitligi bir qiymatli determinatsiyaning mavjud emasligiga bog'liq bo'ladi. Ko'rinib turibdiki, organik tizimlarni sinflarga va tiplarga ajratishni davom ettirish mumkin. Ammo biz uchun alohida ta'kidlash joizki, metodologik munosabatlarda ularning tadqiqi birmuncha istiqbolli.

Nazorat savollari

1. Tizimli tadqiqot nazariyasining qanday tamoyillari mavjud?
2. Tizimli uslubiyotning rivojlanishini yoritib bering.
3. Tizimli yondashuvning tarqalishi va tizimli paradigma sabablari.
4. Tizim deganda nimani tushunasiz?
5. Tizimning qanday xususiyatlari mavjud?
6. Tizimning sinflanishini sanab o'ting.

2-bob. TIZIMLI MODELLASHTIRISH

2.1. Tizimlarni modellashtirish. Statik va dinamik modellar. Regression modellar. Imitatsion modellar

Boshqarish obyekti xususiyatlarini o'rganish, boshqaruvchilik darajasini bilish, turli masalalarni loyihalash, optimallashtirish, bashoratlash, tashxislash va hokazolarni yechish uchun murakkab boshqarish tizimining matematik modelini qurish kerak bo'ladi.

Model — boshqarish obyektining asosiy xususiyatlarini bog'lanishlari, parametrlari orasidagi bog'lanishlarni ifodalovchi yoki o'xshatuvchi bo'lib, belgilar (simvol) yoki moddiy narsalar yordamida modellashtirilayotgan obyektning tasavvur qilish imkonini beruvchidir.

Modellashtirish — model asosida (matematik yoki fizik) yoki o'xshatish nazariyasini qo'llab yaratilgan qurilmada jarayon yoki voqea va hodisalarni o'rganish usuli.

Murakkab — boshqarish tizimlarini modellashtirishda keyingi vaqtlarda topologiya, mantiq-dinamika, imitatsion modellashtirish va boshqa usullar qo'llanib kelinadi. Shulardan keng tarqalgani imitatsion modellashtirish usulidir.

Imitatsion model — modellar majmuasi bo'lib, yordamchi dasturlar, ma'lumotlar bazasi yordamida murakkab tizimlarni bo'layotgan voqea va hodisalarni sodda ko'rinishda tezlik bilan qurish va hisoblash tajribalarini o'tkazishga mo'ljallanganidir.

Imitatsion model takomillashuvchan bo'lib, har bir element modeli yangilanganda, u modul ko'rinishida umumiy modelga kiritiladi. Ma'lumotlar bazasi ham kerakli ma'lumotlar bilan yangilanib turadi va hokazo.

Imitatsion model qurish bosqichlari

1. *Yechiladigan funksional masalani aniqlash.* Ushbu bosqichda yechiladigan masala aniqlashtiriladi. Model murakkab bo'lgan

chun ancha kuch va vaqt talab qiladi. Shuning uchun masalarni iloji boricha kamaytirish kerak.

2. *Murakkab tizim elementlarining bog'lanish sxemasini tuzish.* Bunda asosiy elementlar va ularni bog'lovchi vositalar ko'rsatiladi.

3. *Axborot oqimi sxemasini tuzish.* Elementlar orasida axborot bog'lanishlarning (kirish, chiqish) parametrlari aniqlanadi.

4. *Murakkab tizim elementlarining modellarini tuzish.* Har bir elementning alohida-alohida (tajriba-statistik va boshqa usullar yordamida) modellari tuziladi.

5. *Murakkab tizimning umumiy modelini tuzish.* Bunda murakkab tizimning har bir elementining model bog'lanishlari tashkil topganiladi.

Modellar M_i	Kiruvchi – X axborotlar	Chiquvchi – Y axborotlar	Element nomi
M_1	$\{x_1^1, x_2^1, x_3^1, \dots\}$	$\{y_1^1, y_2^1, y_3^1, \dots\}$	1
M_2	$\{x_1^2, x_2^2, x_3^2, \dots\}$	$\{y_1^2, y_2^2, y_3^2, \dots\}$	2
...
M_n			N

6. *Modellashtirish algoritmini tuzish.*

7. *Yechish usulini tanlash.*

8. *Hisoblash tajribalarini rejalashtirish.*

9. *Olingan natijalarni tahlil qilish.*

Murakkab tizimlarning har bir elementiga tuzilgan ayrim modellardan murakkab tizimning umumiy modeli quriladi. Ko'pincha murakkab tizim juda ko'p elementlardan tashkil topganligi sababli uning umumiy modelini qurishda ma'lum usullardan (imitatsion modellashtirish) foydalanamiz.

Modelni olish usullari asosan quyidagilar:

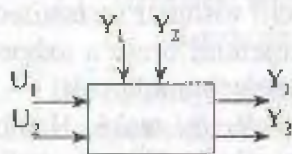
1. Analitik usul.

2. Tajriba usuli.

3. Analitik-tajriba usuli.

Boshqarish obyektining matematik modelining turlari

Statik model



$$\bar{Y} = \bar{A}\bar{U} + \bar{C}\bar{F}$$

$$\bar{Y} = [y_1, y_2]^T \quad \bar{F} = [f_1, f_2]^T$$

$$\bar{U} = [U_1, U_2]^T$$

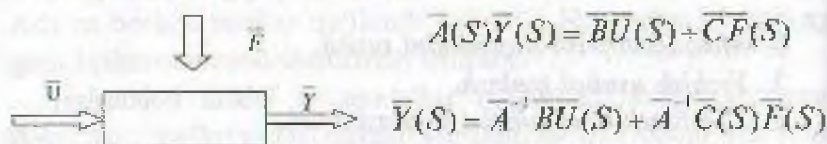
$$Y = ax \quad A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \quad C = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{vmatrix}$$

Dinamik model obyektning dinamik xususiyatlarini ifoda etadi va:

- differensial tenglamalar;
- ayirmali tenglamalar;
- uzatish funksiyalari;
- chastotaviy funksiyalar va boshqa funksiyalar orqali beriladi.

Ko'p o'lchamli boshqaruv tizimlari

Ko'p o'lchamli obyektlar uchun

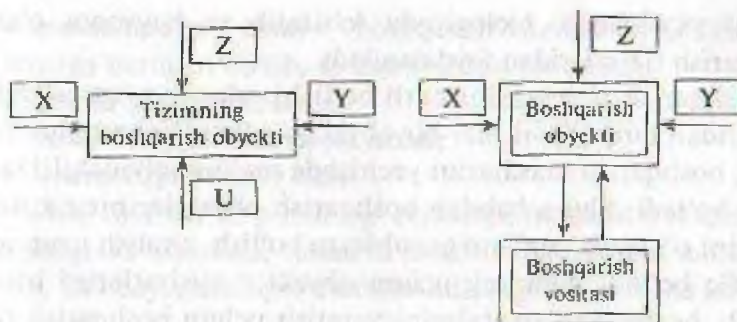


Boshqarish kattaliklari bo'yicha matritsali uzatish funksiyasi. Diskret obyektlar uchun quyidagicha yoziladi:

$$x[n+1] = AX[n] + BU[n]$$

Boshqarish tizimining sxematik ko'rinishi

- Z - salbiy ta'sir qiluvchilar;
- X - boshqarishga ta'sir etmaydiganlar;
- U - boshqarish parametrlari;
- Y - chiquvchi parametrlar;



21-rasm. Boshqarish tizimining sxematik ko'rinishi

Boshqarish tizimlariga ko'plab misollar keltirish mumkin. Jonli tabiatda – qon aylanishi, ovqat hazm bo'lishi; jamiyatda – rejalashtirish, ta'minot, mablag' ajratish tizimlari; sanoatda – alohida ishlab chiqarish jarayonlari, korxonalar, ishlab chiqarish tarmog'ini boshqarish tizimlari va h.k.

Boshqarish tizimlarining barchasida quyidagi vazifalar amalga oshiriladi:

- boshqariladigan obyekt yoki undagi qismlarning holati haqida dastlabki axborot (ma'lumot)lar yig'iladi;
- keyinchalik foydalanish yoki aniq bir muddatga saqlab qo'yish uchun axborot tizimlashtiriladi;
- bir joydan ikkinchi joyga uzatish uchun axborotni qayta ishlash amalga oshiriladi;
- qayta ishlangan axborot mo'ljallangan joyga jo'natiladi;
- boshqaruv buyruqlari ishlab chiqiladi va ular amalga oshiriladi.

Boshqarish jarayoni turli obyektlarni boshqarish masalalarini yechishda qo'llanilib kelinganligi sababli, hozirgi paytda texnikada (stanok, zavod, samolyot, raketa va h.k.), iqtisodiyotda (bank tizimi, mikro va makro iqtisodiyot), ijtimoiy hayotda (ta'lim, sog'liqni saqlash), tibbiyotda (inson sog'lig'ini saqlash, ko'z, yurak kasalligi, qon aylanishi va boshqa organlarning ish-

lashini yaxshilash), biologiyada (o'simlik va hayvonot olami) boshqarish tizimlaridan foydalaniladi.

Boshqarish obyektining turli bo'lishi, ularning xususiyatlari bir-biridan farq qilishi, har bir obyektga alohida yondashish ayniqsa, boshqarish masalasini yechishda ma'lum qiyinchiliklarga sabab bo'ladi. Shu sababdan boshqarish obyektlarining xususiyatlarini o'rganib, ma'lum guruhlariga bo'lish, ajratish maqsadga muvofiq bo'ladi. Shuning uchun obyekt xususiyatlarini hisobga olib, boshqarish vositalarini yaratish uchun boshqarish tizimini bir nechta tizimlarga bo'lamiz: texnik tizimlar, iqtisodiy tizimlar, ijtimoiy tizimlar, tibbiy tizimlar, biologik tizimlar va hokazo.

Ushbu tizim xususiyatlariga va yechiladigan funksional masalalariga ko'ra o'xshash bo'lganligi uchun bir tizimga keltirilgan. Boshqarish tizimlarini bunday turlarga ajratish boshqarish tizimining umumiy qonuniyatlarini shakllantirish va boshqarish algoritmlarini yaratishga qulaylik tug'diradi. Boshqarish tizimi nazariyasi boshqarish obyektining xususiyatlarini, qonuniyatlarini alohida-alohida o'rganmay, balki umumiy tizim doirasida o'rgatadi. Keyingi paytlarda tizim nazariyasi, boshqarish nazariyasi, to'g'ri va qayta aloqa nazariyasi alohida-alohida o'rganilib, boshqarish tizim nazariyasining takomillashuviga olib kelmoqda.

Tizimlar oddiy va murakkab bo'ladi. Murakkab tizimlar bir nechta elementlardan tashkil topadi. Ular orasidagi bog'lanishlar uzviy bo'lsada, ularning qanday bog'langanligi noaniq bo'ladi. Ushbu tizimning matematik ifodasini tuzish ma'lum qiyinchiliklarga olib keladi.

Tizimlar ikki xil ko'rinishda bo'ladi: ochiq va yopiq. Ochiq tizimlarda modda va energiya beriladi hamda olinadi. Yopiq tizimlarda esa modda va energiya berilmaydi hamda olinmaydi.

Boshqarish nuqtayi nazaridan tizimlar quyidagilarga bo'linadi:

- **avtomatik tizim** — barcha boshqarish jarayonlari avtomat orqali bajariladi

- **avtomatlashgan tizim** — boshqarish vazifalarining bir qismi avtomatga berilgan bo'lib, xulosani inson chiqaradi;

- **uzlukli va uzluksiz tizim;**

- **inson-kompyuter muloqot tizimi;**

- **ierarxik (pog'onali) tizim.**

Ayrim tizimlar ko'p mablag' kerakligi, tadqiqot o'tkazish muvakkabligi va shu kabi hollarda modellashtirish o'z samarasini beradi. Bunday tizimlarni modellashtirishga ham ancha ko'p vaqt sarflanadi.

Modellashtirish qo'llaniladigan uch asosiy sohani ko'rsatish mumkin, bular: ta'lim, ilmiy-tadqiqot va boshqarish sohalari. Ta'lim sohasidagi modellashtirish, unda obyektlarni yaqqol tasvirlashga yordam beradi va bu orqali bilimlarni yetkazish juda osonlashadi. Bu modellar asosan tizimni ta'riflaydi va tushuntiradi. Ilmiy tadqiqot sohasida modellashtirish olingan yangi ma'lumotni fikserlash va tartiblash, nazariya va amaliyotni rivojlantirish uchun xizmat qiladi. Boshqarishda esa modellar qarorni asoslash uchun ishlatiladi. Bunday modellar tizimni ta'riflash, tushuntirish va bashorat qila oladigan bo'lishlari kerak.

Avtomatik boshqaruv tizimini (ABT) ishlab chiqish va tadqiqotishning muayyan bosqichida uning matematik modeli — tizimdagi ro'y berayotgan jarayonning matematika tilida ifodalaniishi hosil qilinadi. Matematik ifodalaniishi analitik (tenglamalar yordamida), grafik (grafiklar, strukturaviy sxemalar va graflar yordamida) va jadval (jadvallar yordamida) ko'rinishida bo'lishi mumkin. Aynan bir tizimning matematik modeli tadqiqot maqsadidan kelib chiqqan holda har xil bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, ba'zi hollarda aynan bitta masalani yechishda turli bosqichlarda turli matematik modellar qabul qilinadi, ya'ni tadqiqotni sodda modeldan boshlab, keyin uni sekin-asta murakkablashtiriladi, natijada boshlang'ich bosqichda muhim deb hisoblanmagan hodisa va bog'lanishlar qo'shimcha ravishda e'tiborga olinadi.

Avtomatik boshqaruv tizimini matematik ifodalashda uni odatda blok-sxema ko'rinishida tasvirlaydilar va shu asosda struk-

turaviy sxemani tuzadilar. ABTning matematik modeli uning strukturaviy sxemasidan foydalanilgan holda ishlab chiqilib, u bo'g'inlarning birlashtirilishi ko'rinishidagi tizim modelining grafik tasviridan iborat bo'ladi.

ABTning matematik modelini hosil qilish uchun odatda uning alohida elementlarining va ular orasidagi bog'lanishlarning ifodalanishini hosil qilinadi. Shu jumladan ABT tenglamasini olish uchun tizim tarkibiga kiruvchi har bir element tenglamalari va elementlar orasidagi bog'lanishlar tenglamalarini tuzadilar.

Berilgan bo'g'indagi signalning almashtirish jarayoni dinamikasi chiqish o'zgaruvchisini kirish o'zgaruvchisi bilan bog'lovchi qandaydir tenglamalar bilan ifodalanadi. ABTning bo'g'inlari tenglamalari elementning holatini va o'zgarishini tavsiflovchi fizik qonunlarga asosan tuziladi. Bular mexanika, elektrotexnika, teplotexnika, optika va shu kabilarning qonunlari bo'lishi mumkin.

ABT elementlarining holati va o'zgarishi oddiy differensial tenglamalar, xususiy hosilali differensial tenglamalar, ayirmali tenglamalar, algebraik tenglamalar va shunga o'xshash tenglamalar bilan ifodalanishi mumkin. Ko'p hollarda ABT bo'g'inlari va umuman boshqaruv tizimi to'liq ravishda differensial tenglamalar bilan beriladi. Elementlarning differensial tenglamalari va alohida elementlar orasidagi bog'lanish tenglamalari sozlash tizimidagi jarayonlarni, ya'ni tizimning barcha koordinatalarining vaqt bo'yicha o'zgarishini ifodalaydi.

Barcha bo'g'inlarning tenglamalari va xarakteristikalari majmui tizimdagi to'liq kechayotgan boshqaruv va sozlash jarayonlari dinamikasini tasvirlaydi.

ABTni eng umumiy belgilar va xossalarga tayangan holda siflashtirish mumkin. ABTni tadqiq etish va loyihalashda, ularni ichki dinamik jarayonlar xarakterini aniqlab beruvchi belgilarga ko'ra katta sinflarga ajratish maqsadga muvofiqdir.

Shunday asosiy belgilar quyidagilardir:

- Dinamik jarayonlarning uzluksizligi yoki diskretligi;

- Sozlash jarayoni dinamikasini tasvirlovchi tenglamalarning chiziqli yoki chiziqsizligi.

Birinchi belgi bo'yicha quyidagi ABTlarni farqlash mumkin:

- Uzlüksiz ta'sir tizimlari;
- Diskret ta'sir tizimlari (impulsi va raqamli);
- Releli ta'sir tizimlari.

Ikkinchi belgiga ko'ra uzluksiz va diskret ta'sir tizimlari chiziqli va chiziqsiz tizimlarga ajraladi. Releli ta'sir tizimlari esa to'laligicha chiziqsiz tizimlar kategoriyasiga kiradi.

Uzlüksiz ta'sir tizimi deb shunday tizimga aytiladiki, uning har bir bo'g'inida kirish miqdorining vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgarishiga chiqish miqdorining uzluksiz o'zgarishi mos keladi.

Diskret ta'sir tizimi deb shunday tizimga aytiladiki, uning hech bo'lmaganda birorta bo'g'inida kirish miqdori uzluksiz o'zgarganda chiqish miqdori uzluksiz o'zgarmaydi, balki qandaydir vaqt oraliqlaridan so'ng paydo bo'luvchi alohida impulslar ko'rinishida bo'ladi. Uzlüksiz kirish signalini impulslar ketma-ketligiga aylantiruvchi bo'g'inga impulsi bo'g'in deyiladi.

Diskret avtomatik tizimlarga impulsi sozlash tizimlari (ya'ni impulsi bo'g'inli tizimlar), shuningdek, raqamli hisoblash qurilmalariga ega tizimlar kiradi. Bular chiqishda hisoblash natijasini diskret tarzda, muayyan vaqt oraliqlaridan so'ng, kirish miqdorlarining diskret sonli qiymatlari ko'rinishida beradi.

Releli ta'sir tizimi deb shunday tizimga aytiladiki, uning hech bo'lmaganda bitta bo'g'inida, kirish miqdorining uzluksiz o'zgarishida, kirish miqdorining qiymatlaridan bog'liq bo'lgan chiqish miqdori jarayonning ba'zi nuqtalarida sakrashsimon o'zgaradi. Bunday bo'g'in releli bo'g'in deyiladi.

Endi avtomatik tizimlarni sinflashtirishning ikkinchi belgisiga murojaat qilamiz.

Chiziqli tizim deb shunday tizimga aytiladiki, uning barcha bo'g'inlarining dinamikasi chiziqli tenglamalar (algebraik, differensial yoki ayirmali) bilan to'liq ifodalanadi. Chiziqli tizimlarga superpozitsiya tamoyili qo'llaniladi. Bu tamoyilga ko'ra

chiziqli tizimning ixtiyoriy kirish ta'siriga mos chiqish signalini uning muayyan elementar kirish ta'sirlarga ko'rsatadigan reaksiyasi orqali aniqlash mumkin.

Agar tizimning barcha bo'g'inlari dinamikasi oddiy chiziqli differensial tenglamalar bilan ifodalansa, bu tizimga oddiy chiziqli tizim deyiladi.

Agar biror bo'g'in dinamikasi xususiy hosilali chiziqli differensial tenglama (masalan, quvurlar tarmog'idagi yoki elektr tarmog'idagi to'liqinli jarayonlar) bilan ifodalansa, u holda shu bo'g'in qatnashgan tizimga tarqalgan parametrlil chiziqli tizim deyiladi. Agar tizim biror bo'g'inining dinamikasi kechikishli argumentli chiziqli tenglama bilan berilsa, bunday tizimga kechikishli chiziqli tizim deyiladi. Chiziqli impulsli tizimlar dinamikasi chiziqli ayirmali tenglama bilan ifodalanadi. Bu ko'rinishdagi barcha tizimlar oddiy chiziqli tizimdan farqli holda maxsus chiziqli tizimlar deb aytiladi.

Chiziqsiz tizim deb shunday tizimga aytiladiki, uning hech bo'lmaganda birorta bo'g'inining dinamika tenglamasida chiziqlilik buziladi.

Avtomatik tizimlarning tadqiqi, unga kerakli hisoblash ishlarini bajarishda va sintez qilishda shuni e'tiborga olish lozimki, oddiy chiziqli tizimlar uchun nazariya va turli amaliy usullar to'laroq ishlab chiqilgan. Odatda, tizimning barcha bo'g'inlari dinamika tenglamalarini oddiy chiziqli tenglamalarga keltirishga harakat qilinadi. Faqat buning iloji bo'lmagan ba'zi hollarda yoki biror maqsad bilan maxsus bo'g'in kiritilganda bo'g'inlarning o'ziga xos xossalari hisobga olinadi. Maxsus chiziqli va chiziqsiz bo'g'inlarning kiritilishi tizimning yaxshi sifat ko'rsatkichlariga ega bo'lishiga imkon berishi mumkin. Ayniqsa, maxsus kiritiladigan chiziqsiz bo'g'ini bor tizimlar va diskret tizimlar katta imkoniyatlarga ega. Shular qatorida raqamli hisoblash qurilmalariga ega va adaptiv tizimlar, ya'ni o'z-o'zini sozlovchi, ekstremal, o'z-o'zini raskillashtiruvchi tizimlarni ko'rsatish mumkin.

ABTni sinflashtirishning boshqa belgilari ham bor. Tashqi ta'sirlar (oldindan berilgan va qo'zg'atuvchi) xarakteridan bog'liq holda deterministik va stoxastik tizimlarni farqlash mumkin. Deterministik ABTlarda tashqi ta'sirlar vaqtning doimiy funksiyasi ko'rinishida bo'ladi. Stoxastik ABTlarda tashqi ta'sirlar tasodifiy funksiyalar ko'rinishida bo'ladi.

Ishlatiladigan energiya ko'rinishiga qarab quyidagi ABTlar ma'lum: elektrik tizimlar; pnevmatik tizimlar; gidravlik tizimlar; elektropnevmatik tizimlar; elektrogidravlik tizimlar.

ABTlarning yuqorida ko'rib o'tilgan turli shakllari va xossalari asosiy belgilovchi deb bo'lmaydi hamda ular bunday tizimlarning xilma-xilligini to'raligicha aks ettirmaydi.

«Model» lotincha modilus so'zidan olingan bo'lib, biror-bir obyekt yoki obyektlar tizimining timsoli yoki namunasidir. Modellashtirish bu biror A obyektini boshqa B obyekt bilan qandaydir qonunga binoan almashtirishdir. Bu yerda A obyekt original yoki modellashtirish objekti, B esa model deb ataladi. Boshqacha qilib aytganda, model shunday obyekt, u original obyektning ba'zi bir xossalari o'rganish, tadqiq qilishni ta'minlab beradi. Masalan, yerning modeli bu globus, osmon va undagi yulduzlar modeli — sayyoralar ekvani, shaxsni tasdiqlovchi hujjat va undagi rasm mazkur hujjat egasining modeli bo'lib hisoblanadi.

Modellashtirishdan maqsad tashqi muhit va o'zaro aloqada bo'lgan obyektlar haqidagi ma'lumotlarni o'tish, ishlatish, tasvirlash va qayta ishlashni yengillashtirish, samaradorligini oshirish va sarf-xarajatni kamaytirishdan iboratdir. Bu yerda model original obyekt holati xossalari va qonuniyatlarini o'rganish uchun vosita sifatida ishtirok etadi.

Modellashtirish inson faoliyatining turli xil sohalarida keng qamrovli ishlatilib kelinadi. Odatda, u olingan ma'lumotlar asosida samarali yechimlar qabul qilish jarayonida loyihalash va boshqarish sohalarida ko'p qo'llaniladi.

Model har doim ma'lum bir maqsadda quriladi, masalan, uning qaysi bir xossasi qaralayotgan obyektiv jarayonga ta'siri

muhim ahamiyatga ega yoki qaysilari unchalik ahamiyatga ega emasligi e'tiborga olinib quriladi.

Modellashtirish nazariyasi asosida o'xshashlik nazariyasi yotadi.

Ma'lumki, biror-bir obyekt, hodisa yoki jarayonlarni ma'lum bir sinflarga ajratmoqchi bo'lsak, u holda biz biror-bir narsaga asoslanishimiz zarur bo'ladi, ya'ni nimaga nisbatan sinflarga ajratiladi degan savolga javob berishimiz lozim. Chunki berilgan obyektlar to'plamini bir-biridan farqli bo'lgan turli xil sinflarga ajratish mumkin. Masalan, avtomobillarni oladigan bo'lsak, ularni markalariga, vazifalariga, rangiga, chiqarilgan sanasiga qarab va hokazolarga nisbatan ajratish mumkin. Yana bir misol keltirib o'taylik, faraz qilaylik, insonlar berilgan, u holda ularni irqiga, millatiga, egallagan kasbiga, ijtimoiy kelib chiqishiga, yoshiga, sog'lig'iga va shunga o'xshaganlarga qarab turli xil sinflarga ajratish mumkin bo'ladi.

Xuddi shunday modellar ham sinflarga ajratilayotganda biror-bir xususiyatga qarab sinflarga ajratiladi.

Quyida biz modellarni sinflarga ajratishda ularni originaldan qay darajada abstraktlashganiga qarab keltirib o'tamiz.

Boshida barcha modellarni ikkita guruhga ajratish mumkin:

- 1) moddiy;
- 2) abstrakt (matematik).

Moddiy model deb shunday tizimga aytamizki, u original obyektga ekvivalent yoki o'xshash, yoxud uning ishlash jarayoni original obyektning singari bo'ladi.

Moddiy modellarning quyidagi ko'rinishlarini keltirib o'tish mumkin: tabiiy, kvazitabiiy, masshtabli va analogli.

Tabiiy modellar bu real tadqiq qilinayotgan tizimlardir. Bunday modellarni maketlar yoki tajribaviy namunalar deb atashadi. Tabiiy modellar original tizim bilan to'la mos bo'lgani uchun mazkur modellarni o'rganish natijasida olingan ma'lumotlar aniqligi va ishonchlilik juda yuqori bo'ladi. Loyihalash jarayoni ko'pincha tajriba namunalarini sinovdan o'tkazish bilan yakunlanadi.

Kvazitabiiy modellar o'z ichiga tabiiy va matematik modellarni qamrab oladi. Bu ko'rinishdagi modellar matematik modellar qoniqarli natija bermaganda (masalan, inson-operator modeli), tizim elementlari orasidagi bog'liqlik to'la aniqlanmaganda, ularni e'tiborga olish modelni yaratishda qiyinchilik yoki katta sarfga olib keladigan holatlarda qo'llaniladi.

Masshtabli model bu shunday tizimki, bunda qurilgan model tabiati original obyekt kabi bo'lib, originaldan faqatgina masshtabi bo'yicha farq qiladi. Masshtabli modellashtirishning metodologik asosi bo'lib o'xshashlik nazariyasi xizmat qiladi. Bunga ko'ra original obyekt bilan model orasidagi geometrik o'xshashlikni hamda parametrlar orasidagi mos masshtablarni saqlash ko'zda tutiladi.

Analogli modellar deb shunday tizimga aytamizki, bunday tizimlar tabiatiga ko'ra originalidan farq qilsada, ularning ishlash jarayonlari yaqin bo'ladi. Bunday modellarda o'rganilayotgan obyekt va uning modeli parametrlari orasidagi bir qiymatli moslik hamda ularda ro'y beradigan jarayonlarni matematik tavsiflash bir xilligini ta'minlashi zarur bo'ladi. Bundan ko'rinib turibdiki, analogli modellarni yaratish uchun tadqiq qilinayotgan tizimning matematik tasnifi bo'lishi talab qilinadi.

Analogli modellar sifatida mexanik, gidravlik, pnevmatik tizimlardan foydalaniladi. Lekin eng ko'p tatbiqqa ega bu elektr va elektron analogli modellar bo'lib hisoblanadi. Bu yerda tok kuchi yoki kuchlanish boshqa tabiiy fizik kattaliklar orqali aniqlanadi. Analogli modellarni o'ziga xosligi ularning modellari yaratilayotgan tizim sonli parametri o'lchashga va uning xarakteristikalar o'zgarishiga qayishqoqligi va soddaligidadir.

Analogli modellar hisoblash texnikasi vositalarini mantiqiy elementlar bosqichida va elektr zanjirlarini tadqiq qilishda, agar tizim ishlashi, masalan, differensial yoki algebraik tenglamalar orqali ifodalansa qo'llaniladi.

Matematik modellar. Agar tizim holati va ishlashi abstrakt tilda, xususan, matematik atama va qonunlar orqali tavsiflan-

gan modelga matematik model deb ataladi. Bunday modellarni qurish uchun ixtiyoriy matematik vositalardan foydalanish mumkin, ya'ni algebraik, differensial va integral hisoblash, to'plamlar nazariyasi, algoritmlar nazariyasi va boshqalardan foydalanish mumkin. Umuman olganda barcha matematika obyekt va jarayonlarning modellarini yaratish va ularni tadqiq qilish uchun yaratilgan deyilsa xato bo'lmaydi.

Tizimni abstrakt tasniflashga quyidagilarni ham kiritish mumkin: kimyoviy formulalar, sxemalar, chizmalar, xaritalar, diagrammalar va boshqalar. Model ko'rinishini tanlash tadqiq qilina-yotgan tizim xususiyatlariga, modellashtirish maqsadiga bog'liq, chunki modellarni tadqiq qilishdan maqsad ularni o'rganish natijasida ma'lum bir guruh savollarga javob olishdan iborat. Boshqa yana qandaydir ma'lumot olish uchun boshqacha ko'rinishdagi modeldan foydalanishga to'g'ri kelishi mumkin.

Modellashtirishning maqsadi va original obyektning o'ziga xos xususiyatlari oxir oqibatda model va uning tadqiq qilish usullarining ko'plab o'ziga xos xususiyatlarini aniqlab beradi. Masalan, matematik modellarni ikkita sinfga ajratish mumkin: determinirlangan va ehtimollik (stoxastik). Birinchisi, ya'ni determinirlangan holda model parametrlari va xarakteristikalari orasida o'zaro bir qiymatli moslik o'rnatilgan bo'ladi, ikkinchi holda esa moslik mazkur miqdorlarning statistik qiymatlari orasida o'rnatilgan bo'ladi. U yoki bu ko'rinishdagi modelni tanlash tasodifiy holatlarni e'tiborga olish darajasiga bog'liq bo'ladi. Matematik modellarni ularni tadqiq qilish usullariga qarab quyidagi ko'rinishlarga ajratish mumkin: analitik modellar, sonli modellar va imitatsion modellar.

Analitik model deb ma'lum bir matematik apparatlar yordamida masala yechimini, ya'ni tenglama yechimini aniq ko'rinishda olishga aytiladi.

Sonli modellarda esa analitik modeldan farqli ravishda tayinli aniq boshlang'ich shartlar asosida masalaning xususiy yechimlari olinadi.

Imitatsion model — bu tizim tasnifi, tashqi ta'sirlar, tizim ishlashi algoritmlari yoki tashqi va ichki ta'sirlar natijasida tizim holatini o'zgarishi qoidasidan iborat bo'lgan majmuadir. Umuman olganda, berilgan algoritim va qoidalar matematik usullarni qo'llash imkoniyatini bermaydi, ammo tizim ishlashini imitatsiya qiladi va bizga kerakli bo'lgan tizim xarakteristikalarini o'lchashni amalga oshiradi.

Imitatsion modellar, analitik va sonli modellarga nisbatan, ancha keng bo'lgan obyektlar sinfi va jarayonlar uchun yaratilishi mumkin. Sababi, imitatsion modellarni amalga oshirish uchun HT (hisoblash tizimlari)dan foydalaniladi, bunda imitatsion modelni tavsiflash uchun, ko'pincha, universal yoki maxsus algoritmik tillar xizmat qiladi.

Tizimli tadqiqot o'zida obyektning tavsiflash protsedurasini, rivojlanish moyilligini va uning funksiyalashtirish usulini ko'rsatadi. Tizimli tahlil, standart yechimlariga ega bo'lmagan (ongli) va tizimli tahlil usullaridan foydalanmagan holda tuzilishga ega bo'lmaydigan masalalarni yechish uchun qo'llaniladi. Tizimli tahlil g'oyasini tashkilotlar boshqaruvi samaradorligini oshirish muammolariga qo'llanilishi «tashkilotlarni loyihalash» degan nomni olgan.

Tizimli tahlilida muammolar uchta sinfga bo'linadi. Birinchi sinfga mansub muammolarni yechish uchun (yaxshi tuzilmaga ega bo'lgan, miqdoriy tasvirlanishi) matematik dasturlash usullari, o'yinlar nazariyasi, Monte Karlo usuli, ketma-ketlik nazariyasi qo'llaniladi. Ushbu usullar u yoki bu yechimni sifatli baholash imkonini beradi. Ayrim texnik, iqtisodiy, tashkiliy muammolar birinchi sinf muammosi sirasiga kirishi mumkin.

Tizimli tahlilda asosiy usublarni qo'llanilish sohasi bu ikkinchi sinf sodda tuzilishga ega bo'lgan muammolar bo'lib (yetarli miqdorda shakllanmaganligi), qaysiki faqat matematik usublar bilangina emas, balki intuitsiya va boshqaruvchilar tajribasini ham qo'llashga to'g'ri keladi.

Uchinchi sinfga (strukturalanmagan) tegishli muammolarni yechish uchun odatda evristik (mantiqiy-intuitiv) usullar yechim-

lari qo'llaniladi, buning yordamida strukturalanmagan muammolar kuchsiz strukturalangan sinfga o'tkaziladi. Bundan keyin yoxud to'g'ri yechimlarni topa oluvchi yoxud muammolarning kelib chiqish sabablarini ko'rsata olish imkoniyatini bera oluvchi tizimli tahlil metodlaridan foydalaniladi.

Tizimli yondashuv sun'iy tizimlarning (texnik va biologik) loyihalashda ham samarador. Bunday holda vazifa tizimning maqsadi orqali aniqlanadi. Tizim tuzilishi esa bergan vazifalarni bajarish uchun tahlil qilinadi. Bu holat tizimli yondashuvning tamoyili sifatida talqin etiladi, vazifalar va tuzilma tizimning maqsadida aniqlanadi.

Tizimli tahlilning foydaliligi resurslarni yuqori samaradorlik bilan taqsimlashida, nostandart yechimlarini aniqlovchi xususiyatga egaligida, maqsadni yuqori aniqlikda shakllantirishida, o'zaro aloqalarni ko'rsata olishida, muammolar mohiyatiga so'zsiz chuqur kirib borishidadir.

Tizimli tahlilning chegaralanganligi sababi tahlilning to'laqonlik emasligidan qochib qutulolmasligi (anglanmaganlik tamoyili), samaradorlik bahosiga yaqinlashish istiqbolining aniq bashorat qilish usullarining yo'qligi oqibatida tizimli tahlil jarayoni to'liq shakllanmagan bo'ladi, ammo tajribada tekshirilgan ayrim ko'p takrorlangan qonunlarni tavsiya qilish mumkin.

Tizimli tahlil jarayoni to'liq shakllanmagan bo'lib, lekin amaliyotda ko'p marotaba tekshirilgan ayrim qoidalarni tavsiya qilish mumkin.

Har qanday obyektning modellarining mumkin bo'lgan to'plami orqali ifodalash mumkin. Qadimgi hind masalida shunday misol keltirilgan. Uchta ko'r odam fil nimaligini bilmoqchi bo'lishgan ekan. Birinchisi dumini, boshqasi oyog'ini, uchinchisi esa yonboshini ushlab ko'rishibdi. «Fil bu arqon kabi, — debdi birinchisi». «Yo'q fil ustun kabi» — debdi ikkinchisi. Uchinchisi esa filni tog' bilan taqqoslabdi. Ularning qaysi biri haq? Demak, masal shuni o'rgatadiki, hodisaning umumlashgan obrazini yaratish uchun uning turli tomonlarini o'rganish kerak.

Obyektни faqat statikada qarash mumkin emas evolutsion dinamikani ham ko'rib chiqish kerak.

Tadqiqot o'tkazishda deduksiya usulini (umumiylikdan xususiylikka o'tish) keng qo'llash zarur.

Tizimli yondashuv strukturali, tizimli-funksional va tarkibiy-funksional-maqsadli yondashuvlarga bo'linadi.

Tizimli-tarkibiy usul tizimning tuzilishi va tarkibini o'rganishga yo'naltirilgan. Tizim tarkibini aniqlashda elementlar ajratiladi, ushbu elementlar xossalari va ular orasidagi bog'liqlik qonuniyatlari o'rganiladi.

Barcha obyektlar ierarxik tuzilishga ega, shu sababli ierarxiyani o'rnatish tizimli-tarkibiy usulning tamoyili sifatida qaralishi kerak. Ierarxiklik tamoyili bo'yicha har qanday butun narsa bir tomondan elementlarga nisbatan tizim bo'ladi, ikkinchi tomondan yuqori ierarxiyaga nisbatan quyi tizim bo'ladi. L.A. Petrushenko yozgan edi: «Tizimli tadqiqotlar ko'p holatda mehnat sinflarini eslatadi. Tizim deb qabul qilingan narsa chuqurroq o'rganilganda boshqa tizimning quyi tizimi bo'lib chiqadi».

Oddiy holatda tizim ikkita ierarxik pog'onaga ega bo'ladi: elementlar pog'onasi va tizimlar pog'onasi. Murakkabroq holatlarda tizim quyitizim pog'onasi va tizimusti pog'onasiga ega bo'lishi mumkin.

Tizimli-tarkibiy usul uch bosqichni o'z ichiga oladi. Birinchi bosqichda tizim va tizimusti (tashqi muhit) aniqlanadi, so'ngra uning elementlarini to'liq o'z ichiga olgan tizim tarkibi aniqlanadi. Uchinchi bosqichda elementlar xossalari va ularning munosabati aniqlanadi.

Agarda tadqiqodchini faqat statistika emas, balki dinamika ham qiziqтира tizimli-tarkibiy yondashuv samaradorli bo'lmaydi. Bu holda tizimli-funksional yondashuvni qo'llash ma'qul. Bunda tizim maqsadini uning ishlash qonunlarini bilish orqali aniqlash mumkin.

Tizimni tizimli-funksional-maqsadli yondashuv to'liq (ham statikada, ham dinamikada) xarakterlaydi. Bu yondashuvning mo-

hiyati shundaki, noma'lum tizim tahlilida tarkib bo'yicha uning funksiyasi aniqlanadi, funksiyalar asosida esa maqsad taxmin qilinadi.

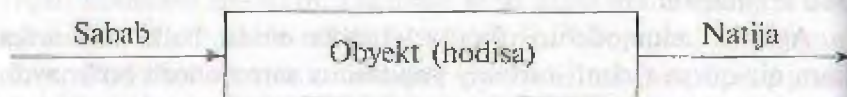
2.2. Bilish va boshqarish jarayonlarida modellashtirish

Modellashtirish muammosiga ikkita holda duch kelishimiz mumkin:

1. Biror-bir hodisa yoki jarayonni bilish yoki anglash lozim bo'lganda.
2. Ma'lum bir jarayon yoki hodisani maqsadga muvofiq boshqarish lozim bo'lganda.

Har ikkala tur modellashtirishni atroflicha qarab chiqaylik.

Bilish, anglash jarayonida qaralayotgan obyekt faoliyati (vazifasi) mexanizmini kerakli darajada aks ettiruvchi modeli, ya'ni obyektning bilish modeli ishlab chiqiladi. Bunday turdagi modellashtirishga bizni o'rab turgan atrof-muhitni o'rganishni misol qilib keltirishimiz mumkin. Tabiat hodisalarini (fenomenlarini), ularning o'zaro bog'liqligini va belgilanganligini tushuntirish, ro'y berish mexanizmlarini tahlil qilish va boshqalar mazkur turdagi modellashtirishning asosiy masalalari bo'lib hisoblanadi. Bunday modellashtirish mazmun va mohiyati jihatdan umumiy bilish va anglashdan kam farq qiladi. Bilamizki, umumiy bilish bu modellar sintezi (jamiyasi) bo'lib hisoblanadi. Ma'lumki, har bir hodisa yoki jarayon biror-bir sabab ta'siri natijasida sodir bo'ladi. Mazkur fikrni quyidagicha ifodalab olsak bo'ladi:



2.2-rasm. Bilish obyektini tasvirlash

Mazkur ko'rinishdagi akslantirish «ishi»ni biror-bir tilda tasvirlashga modellashtirish deb ataymiz.

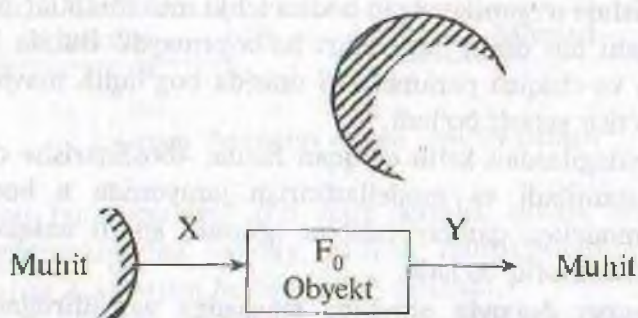
Shunday qilib, modellashtirish deganda kuzatilayotgan hodisani imitatsiya (taqlid) qilib beruvchi mulohaza tushuniladi (bunday mulohaza ixtiyoriy ko'rinishda (tilda) bo'lishi mumkin: matematik, grafik, algoritmik, so'zlar va boshqalar). Moddiy va texnik modellar yaratish uchun ko'pincha matematik tildan foydalaniladi.

Faraz qilaylik, sabab X , natija esa Y bo'lsin. U holda ular orasidagi bog'liqlikni shartli ravishda quyidagicha yozish mumkin:

$$Y=F(X),$$

bu yerda: F – X sababni natija Y ga akslantirish qoidasi. F model operatori deb ataladi.

Quyidagi chizmada modellashtirilayotgan obyektning muhit bilan o'zaro ta'siri keltirilib o'tilgan.



2.3-rasm. Obyektning muhit bilan o'zaro ta'siri

Modellashtirish masalasi kirish va chiqish obyektining bog'lovchi F operatorini aniqlashga olib kelinadi.

Faraz qilaylik, diskret $1, 2, \dots, N$ vaqt mobaynida x_1, x_2, \dots, x_n – obyektning kirish vaqtidagi kuzatilayotgan parametrlari, y_1, y_2, \dots, y_n – lar esa mos ravishda ularning chiqish parametrlari bo'lsin. Keltirib o'tilgan kattaliklar noma'lum F_0 operator bilan bog'langan bo'lsin, ya'ni:

$$Y_i = F_0(x_i), (i=1,2,\dots,N).$$

U holda modelashtirish masalasi x_i va y_i parametrlarni kuza-tishlar natijasida F_0 yordamida F model operatorni aniqlashga olib kelinadi. Tabiiyki, qaysidir mezon ma'nosida F bilan F_0 ya-qin bo'lishi talab qilinadi, ya'ni: $F \sim F_0$.

Boshqarish modelidan bu obyektни boshqarishga talab bo'lganda foydalaniladi. Albatta boshqarish uchun birinchi navbatda nimani boshqarish lozimligini aniqlab olish kerak bo'ladi. Buning uchun obyekt modelini bilishimiz va qaysi parametrlarni boshqarish lo-zimligini aniqlab olish muhim ahamiyatga ega. Shundan so'ng biz boshqarishning eng yaxshi variantini tanlab olishimiz mum-kin bo'ladi. Shuning uchun bunday ko'rinishdagi modellar yaratilayotganda, u boshqarish talablarini qanoatlantirishi shart bo'ladi.

Shuni ta'kidlab o'tish zarurki, bunday modellar bilish modelidan farqli ravishda o'rganilayotgan hodisa ichki mexanizmlarini o'zida aks ettirishi har doim ham shart bo'lavermaydi. Bunda faqatgi-na kirish va chiqish parametrlari orasida bog'liqlik mavjudligini keltirib o'tish yetarli bo'ladi.

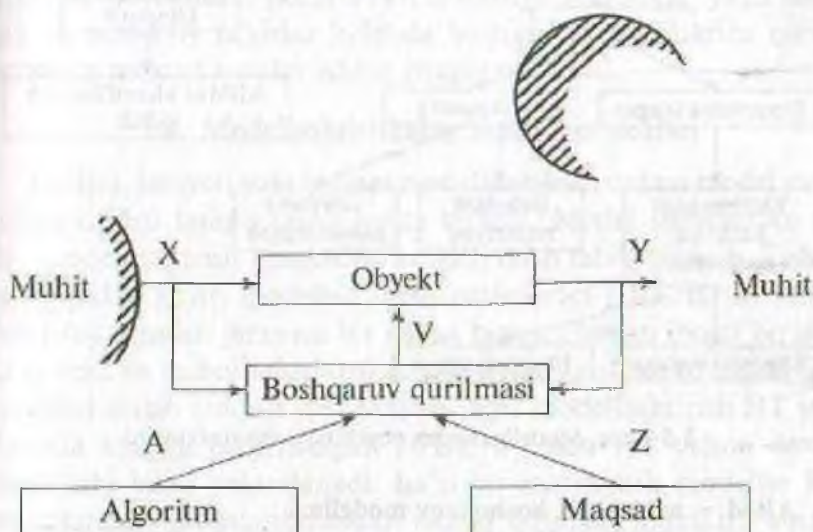
Yuqoridagilardan kelib chiqqan hokla, «boshqarish» deganda nima tushuniladi va modelashtirish jarayonida u boshqaruv obyektни modeliga qanday talablar qo'yadi, shuni aniqlab olish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Boshqaruv deganda obyektga maqsadga yo'naltirilgan shun-day ta'sir etish jarayoni tushuniladiki, natijada obyekt ma'lum bir ma'noda boshqaruvdan oldingi holatga nisbatan qo'yilgan maqsad-ga «yaqin» bo'ladi. Quyidagi chizmada obyektни boshqarishning umumiy sxemasi keltirib o'tilgan.

Bu yerda: X — boshqarib bo'lmaydigan, lekin nazorat qilina-digan tashkil etuvchilar; U — boshqariladigan tashkil etuvchi-lar; Y — boshqaruv qurilmasi ega bo'lgan obyekt holati haqida-gi ma'lumot.

Boshqaruvni sintezlash uchun avvalambor Z maqsadni, ya'ni obyektga ta'sir natijasida boshqaruvchi qurilma nimaga «intilishi»

zarur hamda boshqaruv nuqtayi nazaridan obyekt qanday bo'lishi lozimligini, aniqlab olish zarur bo'ladi.



2.4-rasm. Boshqaruv obyektini umumiy sxemasi

Biroq bu narsalarni o'zi ham kamlik qiladi, shu sababli, qo'yilgan maqsadga qanday erishish mumkinligini aniqlovchi boshqaruv A algoritmi bo'lishi talab qilinadi.

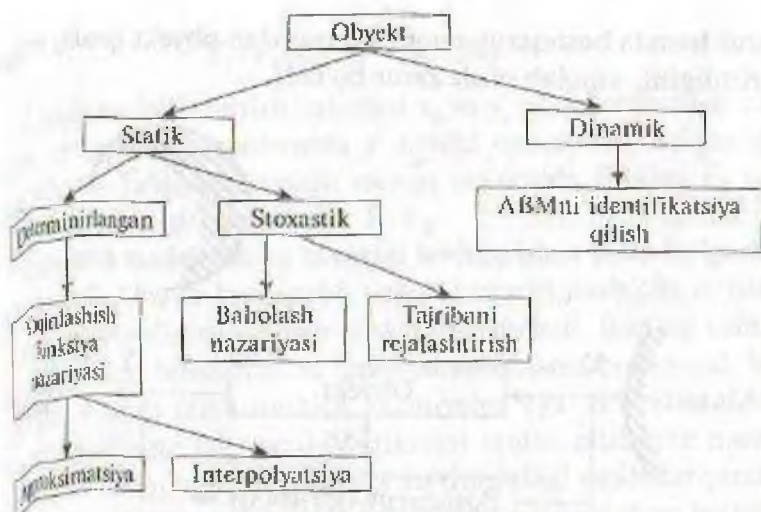
Shunday qilib, boshqaruv to'rtlik orqali amalga oshiriladi, ya'ni

$$\langle U, I = \langle X, Y \rangle, A, Z \rangle,$$

Bu yerda: U – boshqaruvchi ta'sir; $I = \langle X, Y \rangle$ – muhit va obyekt holati haqidagi ma'lumot; A – algoritmi; Z – boshqaruv maqsadi.

2.3. Modellashtirish obyektlarining sinflanishi

Modellashtirish masalasi, ya'ni obyektning sifat va sonli tomonlarini aks ettiruvchi model quyidagi chizma ko'rinishida shakllantirilishi va hal qilinishi mumkin:



2.5-rasm. Modellashtirish obyektlarining sinflanishi

ABM – avtomatik boshqaruv modellari

Yuqorida keltirib o'tilgan yondashuvlar bir-biriga bog'liq bo'lgan ravishda turli xil masalalarni hal qilish asnosida vujudga kelgan.

Modellashtirish tatbiq qilingan birinchi va sodda obyektlar bo'lgan statik ko'rinishdagi determinirlangan, ya'ni obyekt kirish va chiqishini bog'lovchi regulyar funktsiyalar hisoblanadi. Ushbu nazariya boshlang'ich funktsiyalarni biror-bir tizimdagi funktsiyalar orqali ya'ni qatorlar ko'rinishida (ko'pincha ko'phadlarga yoyish) baholash bilan bog'liq. Mazkur nazariyaning ikki yo'nalishi mavjud: aproksimatsiya (yaqinlashtirish) nazariyasi va interpolyatsiya nazariyasi. Stoxastik obyektlarni identifikatsiya qilish uchun avtomatik statistika usullari qo'llaniladi. Baholash nazariyasining asosiy masalasi sifatida «shovqin» va tasodifiy ta'sirlar holatidagi kuzatishlarga qarab statik obyektlarning noma'lum parametrlarini baholash hisoblanadi. Tajribalarni rejalashtirish nazariyasi esa Stoxastik obyektlarning noma'lum parametrlarini aniqlash maqsadiga qaratiladigan faol tajribalarni tadqiq qiladi.

Dinamik obyektlarni modellashtirishda avtomatik boshqaruv tizimi nazariyasi usullaridan foydalaniladi. Mazkur nazariyada dinamik obyektlarni normal ekspluatatsiya sharoitida, ya'ni shovqin va tasodifiy ta'sirlar holatida boshqaruv modellarini qurish bo'yicha maxsus usullar ishlab chiqilgan.

2.4. Modellashtirishning asosiy bosqichlari

Hodisa, jarayon yoki holatni modellashtirish uchun model yaratilishi va uni tadqiq qilish lozim bo'ladi. Model yaratishdan oldin modellashtirish maqsadini aniqlab olish talab qilinadi. Tadqiq qilingandan keyin modellashtirish natijalarini tahlil qilish kerak. Modelni yaratish jarayoni bir necha bosqichlardan iborat bo'ladi. U obyekt va tashqi ta'sirlarni o'rganishdan boshlanib, matematik modelni ishlab chiqish yoki tanlash, agar modellashtirish HT yordamida amalga oshiriladigan bo'lsa, u holda HT uchun dastur yaratilishi bilan yakunlanadi. Ba'zi bir matematik modellar HT vositalaridan foydalanilmasdan tadqiq qilinishi mumkin, ammo biz kelgusida HT vositalari yordamida hal qilinadigan tadqiqotlarni ko'rib o'tamiz. HT yordamida modellashtirish uchun quyidagicha ishlarni amalga oshirishimiz lozim bo'ladi (kattalashtirilgan bosqichlar): maqsadni shakllantirish, obyektни o'rganish, tasnifli modellashtirish, matematik modellashtirish, masalani hal qilish usulini tanlash yoki ishlab chiqish, masalani EHMda hal qilish uchun dastur tanlash yoki ishlab chiqish, EHMda masalani yechish, olingan yechimni tahlil qilish.

Obyekt (hodisa, jarayon)larni modellashtirish bosqichlari

1. **Maqsadni shakllantirish.** Har qanday masala, aniqrog'i modellashtirish muammosi negizida subyekt (inson) obyektдан nima kutmoqda, nimaga erishmoqchi, ya'ni uning maqsadi $\{Z\}$ nimadan iborat degan ma'lumot yotadi. Aynan shu ma'lumot obyektни aniqlab beradi. Bu yerda o'ziga xos paradoks (tushunmovchilik) mavjud: maqsad obyekt orqali aniqlanadi, obyekt esa maqsad orqali. Mazkur tushunmovchilik oddiygina hal qilinadi. Subyekt maqsadni shakllantirar ekan, har doim obyekt haqida

qandaydir tasavvurga ega bo'ladi. Mazkur tasavvurlar juda ko'p hollarda taxminiy bo'lsada, ammo ular doimo modellashtirish maqsadini samarali va yetarlicha shakllantirishda obyektning ba'zi bir xususiyatlarini ijobiy aks ettiradi. Odatda, maqsad biror-bir funksiya ko'rinishda berilgan bo'lib, maqsadga ushbu funksiya ni maksimallashtirish yoki minimallashtirish orqali erishiladi.

2. **Obyektni o'rganish.** Buning uchun sodir bo'layotgan jarayonni tushunish, agar mavjud bo'lsa, obyektning uni o'rab turgan muhit bilan chegarasini aniqlash talab qilinadi. Bundan tashqari, mazkur bosqichda tadqiq qilinayotgan obyektning barcha kirish va chiqish parametrlari ro'yxati hamda modellashtirish maqsadiga ularning ta'siri aniqlanadi.

3. **Tasnifli modellashtirish** — obyektning kirish va chiqish parametrlari orasidagi bog'liqlikni o'rnatish va so'z orqali ifodalash.

4. **Matematik modellashtirish** tasnifli modelni rasmiy matematik tilga o'tkazish. Maqsad odatda funksiya ko'rinishida ifodalanadi.

5. **Masalani hal qilish usulini tanlash yoki ishlab chiqish.** Mazkur bosqichda hosil bo'lgan matematik masalani hal qilish uchun mos usul tanlanadi. Bunday usul tanlanayotganda uning murakkabligi va talab etiladigan hisoblash resurslari e'tiborga olinishi lozim. Agar keltirilgan mezon bo'yicha hal qilishga mos usul mavjud bo'lmasa, u holda masalani hal qilish uchun yangi usul ishlab chiqiladi. Umuman olganda, har doim asosiy hisoblash ko'rsatkichlari bo'yicha oldin ma'lum bo'lgan usullardan qolishmaydigan yangi samarali usullar yaratishga intilish lozim.

6. **Masalani EHMda hal qilish uchun dastur tanlash yoki ishlab chiqish.** Mazkur bosqichda tanlangan usulni amalga oshiruvchi dastur tanlanadi. Agar bunday dastur mavjud bo'lmasa, u holda dastur ishlab chiqiladi.

7. **EHMda masalani yechish.** Masalani hal qilish uchun zarur bo'lgan barcha ma'lumot dastur bilan birgalikda EHM xotirasiga kiritiladi. Mos keluvchi dasturdan foydalanib, maqsad axborotlari qayta ishlanadi va olingan natijalar qulay shaklga keltiriladi.

8. **Olingan yechimni tahlil qilish.** Yechimni tahlil qilish ikki xil ko'rinishga ega bo'ladi: olingan yechimni qurilgan matematik modelga mosligini tekshirish, ya'ni formal (matematik) (agar nomutanosiblik mavjud bo'lsa, u holda dastur, boshlang'ich ma'lumotlar va boshqalar tekshiriladi); olingan yechimni modellashtirilgan obyektga mosligini tekshirish, ya'ni mohiyati (iqtisodiy, texnologik va boshqalar). Ushbu tahlil natijasida modelga o'zgartirishlar yoki aniqlashlar kiritilib, yuqoridagi barcha jarayon takrorlanadi. Agar obyekt faoliyati tanlangan mezon bo'yicha yetarlicha aniqlikda tavsiflanib berilsa, u holda mazkur obyekt modeli qurilgan va tugallangan hisoblanadi. Faqatgina shundan keyingina, ushbu modeldan hisoblashlarda foydalanish mumkin.

Modellashtirishning tashkiliy aspektlariga keladigan bo'lsak, u holda quyidagilarni ajratib o'tish lozim: to matematik model qurilguncha hamda modellashtirish natijalarini tahlil qilish bosqichida buyurtmachilar tomonidan yuqori malakali mutaxassislar ishtirok etishi talab qilinadi.

2.5. Modelning asosiy xususiyatlari

Istalgan modelning asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- maqsadga yo'naltirilganlik – model har doim qandaydir tizimni ifodalaydi, ya'ni maqsadga ega;
- yakuniyligi – model originalini uning munosabatlari yakunlanganligiga ko'ra ifodalaydi va undan tashqari modellashtirish resurslari;
- soddalashtirilganlik – model faqatgina obyektning mavjud tomonlarigina aks ettiradi va bundan tashqari tadqiqot qilish va amalga oshirish uchun soddaga bo'lishi kerak;
- taxminiyligi – haqiqat modelda taxminiy ifoda etiladi;
- adekvatligi – model modellashtirilayotgan tizimni muvaffaqiyatli tasvirlashi kerak;
- ko'rgazmaliligi – uning asosiy xususiyatlari va munosabatlarini aks ettiruvchanlik;

- ruxsat berilganligi va texnologiyaga oidligi — tadqiqot yo-ki qayta tiklash uchun;

- axborotlilikgi — model tizim haqida yetarlicha axborotni (gipoteza doirasida, modelni qurishdagi qabul qilinganlar) saqlashi lozim va yangi axborotlarni olish imkoniyatini berishi kerak;

- asl nusxada (model gipotezasini qurishda aniqlikda ko'rib chiqish) joylashgan axborotlarni saqlash;

- to'liqliligi — modelda modellashtirish maqsadini ta'minlash uchun zarur bo'lgan barcha aloqalar va munosabatlar inobatga olingan bo'lishi kerak;

- bardoshlilikgi — model boshidan bardoshsiz bo'lganda ham tizim holatining bardoshlilikini ta'minlab va tasvirlab berishi lozim;

- butunlilikgi — model ba'zi tizimni tatbiq etadi;

- yopiqiligi — model yopiq tizimdagi kerakli asosiy gipotezalarni ifodalaydi, ya'ni aloqalarni va munosabatlarni ko'zda tutadi;

- moslashuvchanligi — model turli kiruvchi parametrlarga, atrof-muhitga ta'sir qilishga moslashgan bo'lishi kerak;

- boshqaruvchanligi (imitatsionligi) — model hech bo'lmaganda bitta o'lchamga ega bo'lishi kerak, ya'ni modellashtirilayotgan tizim harakati o'zgarishlarni turli xil sharoitda ham imitatsiya qilish mumkinligi;

- rivojlantirilishi — modellarning rivojlanish imkoniyati mavjudligi (oldingi sathning).

Modellashtirilayotgan tizimning hayotiy sikli:

- obyekt haqida ma'lumot yig'ish, gipotezani ilgari surish, model oldi tahlili;

- model tarkibiy tuzilmasini loyihalashtirish (modelosti);

- model spetsifikatsiyalarini qurish, ishlab chiqish va quyi alohida tizim sozlash modelini to'liq qilib yig'ish, model o'lchamlarini identifikatsiyalash (keraklilikiga qarab);

- model tadqiqoti — tadqiqot usulini tanlash va modellashtirish algoritmini (dasturni) ishlab chiqish;

- modelning adekvatligi, chidamliligi, sezuvchanligi tadqiqoti;
- modellashtirish vositalarini baholash (sarflangan resurslarni);
- modellashtirish natijalarini talqin va tadqiq etilayotgan tizimdagi qadamma-qadam sababli aloqalarni tahlil etish;
- hisobot va loyiha yechimlarini generatsiyalash (xalq xo'jaligi);
- agar lozim bo'lsa modelni aniqlashtirish modifikatsiyalash va tizimdagi tadqiq qilinayotgan model va modellashtirish yordamida olingan yangi bilimlarga qaytish.

Modellashtirish — tizimli tahlil usuli. Ko'p hollarda tizimli tahlilda tadqiqotga modeli yondashuvda bir qancha uslubiy xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin. Aynan adekvat va korrekt modellarning quyi tizimlarining qurilishi va ularni mantiqiy bog'lash muammoga butun tizim modelini bu yo'l orqali qurilishini korrektligiga kafolat bermaydi.

2.6. Misol yechilishida Dyuri modelining qo'llanishi

Misol uchun bizga, ikkilik sanoq tizimini son yozilishiga aniq bir ta'rif kerak. Buni ko'p yo'llar bilan qilish mumkin. Bu bo'limda biz boshqa sanoq tizimlarida qo'llanadigan usullarni ham ko'rib chiqamiz. Ikkilik tizimi bu usul, bo'sh-kontekst (BK) grammatikasi asosiga ko'ra aniqlanadi.

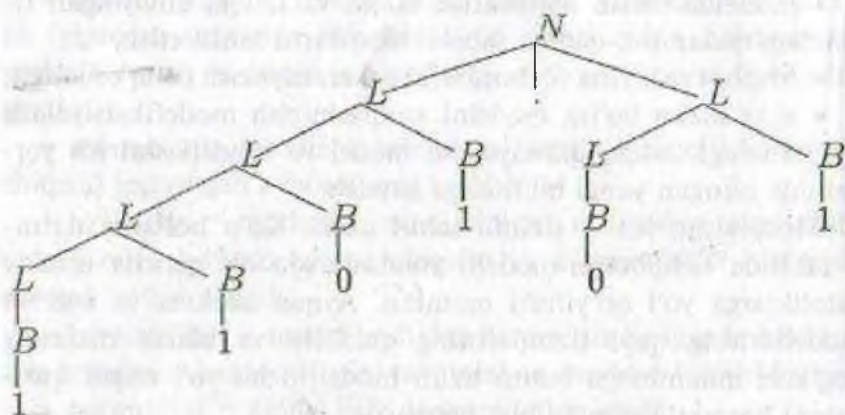
$$B \rightarrow 0 \quad B \rightarrow 1$$

$$L \rightarrow BL \quad L \rightarrow LB$$

$$N \rightarrow L \quad N \rightarrow LL$$

1-misol. Bitni, bitlar ro'yxatini va sonini bildiruvchi, terminal belgilar «0», «1» va «L», noterminal esa B, L va N. Qonun bilan N belgisi chiqariladigan, terminal belgilardan ixtiyoriy hosil bo'lgan zanjirni ikkilik son deb hisoblaymiz. Bu grammatika shunday faktlarni belgilaydiki, ikkilik sonlar birdan ko'proq nol va birlarni ketma-ketligini va yana nuqtadan, yana bir nol va birlar ketma-ketligi yaratilishi mumkin. Bundan tashqari, bu grammatika har bir ikkilik songa aniq bir tuzi-

lishga yondashtiradi. Masalan, 1101.01 zanjiri quyidagi qatlamga ega:



2.6-rasm. Ikkilik tizimini yozish

Ikkilik tizimini yozishda, uning tuzilishiga qarab tizimni qadamma-qadam aniqlash odatiy hol (2.7-rasm). Har bir noterminalga quyidagi moslamalarni (atributlar) yozdirib uni amalga oshirish mumkin:

Bit B butun qiymatli moslamaga ega «ma'no», $V(B)$ bilan belgilanadi.

Bitlar ro'yxati L butun qiymatli moslamaga ega «uzunlik», $l(L)$ bilan belgilanadi.

Bitlar ro'yxati L butun qiymatli moslamaga ega «ma'no», $V(L)$ bilan belgilanadi.

Son N «ma'no» moslamaga ega, ratsional son bo'lib, $v(n)$ bilan belgilanadi.

(Shuni ta'kidlash kerakki, hamma noterminal L da ikkitadan moslama; umuman olganda, har bir noterminalga ixtiyoriy miqdorda moslamalarni qo'llash mumkin.)

Bu grammatikani shunday ko'paytirish mumkiyki, har bir sintaktik qonunga semantik qonunlar javob berishi kerak.

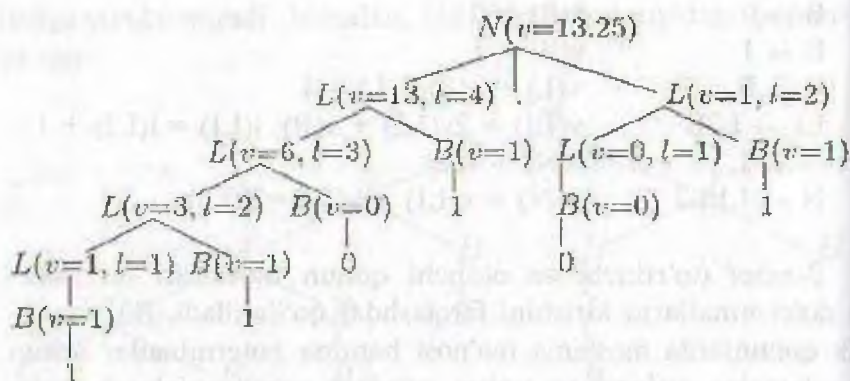
$B \rightarrow 0$	$v(B) = 0$
$B \rightarrow 1$	$v(B) = 1$
$L \rightarrow B$	$v(L) = v(B); l(L) = 1$
$L1 \rightarrow L2B$	$v(L1) = 2v(L2) + v(B); l(L1) = l(L2) + 1$
$N \rightarrow L$	$v(N) = v(L)$
$N \rightarrow L1:L2$	$v(N) = v(L1) + v(L2) - 2l(L2)$

2-misol (to'rtinchi va oltinchi qonun indeksleri bir nomli noterminallarni kirishini farqlashda) qo'llaniladi. Bu semantik qonunlarda moslama ma'nosi hamma noterminallar uchun moslamalar ma'nosi va uning avlodiga qarab aniqlanib, oxirgi ma'nosi hamma moslamalarga tegishli bo'ladi. Taxmin qilish mumki, semantik qonun yozilishiga belgilangan mazmun tushunarli. Shuni inobatga olish kerakki, masalan, «o» belgisi semantik qonunda $v(b)=0$ kabi, sintaksis qonundagi «o» $B \rightarrow 0$ kabi tushunilmaydi. Birinchi ko'rinishda «o» qandaydir matematik ma'noga ega bo'lib, nol sonini bildiradi, ikkinchi ko'rinishda qandaydir ellips formaga ega bo'lgan belgini bildiradi. Qandaydir ma'noda bu belgilarni o'xshashligi tasodifan boshqa hech narsaga ega emas.

Har bir tugundagi moslamalarni yozib olib, tuzilishni kengaytirsa bo'ladi (2.7-rasm).

Shunday qilib, '1101.01»ni 13.25 ko'rinishiga keltiramiz (o'nlik sanoq tizimida). BK tillarini bunday aniqlash yo'llari o'ziga yaraSha mashhur, chunki uni ko'p avtorlar qo'llagan. Biroq bu usulni kengaytirishga muhim omillar mavjud. Aynan shu omillar bizga kerak.

Taxmin qilamizki, masalan, biz semantik ikkilik tizimi yozilishi aniqlanishini boshqa yo'l bilan aniqlashimiz kerak. Birinchi bir 1101.01 yozuvi aslida 8 ni bildiradi, ammo unga tegishli ravishda 1 ni yondashtiriladi (2.7-rasm). Balki shuning uchun, semantikani aniqroq aniqlaymiz, ya'ni belgining qayerda turishi ham qandaydir rol o'ynashi uchun. Quyidagi moslamalarni kiritish mumkin:



2.7-rasm. Tugundagi moslamalar

B belgisi «ma'no» moslamasiga ega va u ratsional son va $v(B)$ bilan belgilanadi.

B simboli butun son «masshtab» moslamasiga ega, $S(B)$ bilan belgilanadi.

L belgisi «ma'no» moslamasiga ega, ratsional son va $v(L)$ bilan belgilanadi.

L belgisi butun son «uzunlik» moslamaga ega, $s(L)$ bilan belgilanadi.

N belgisi «ma'no» moslamaga ega, ratsional son sifatida kiritiladi va $v(N)$ bilan belgilanadi.

Bu moslamalarni quyidagi kabi aniqlash mumkin:

2.1-jadval

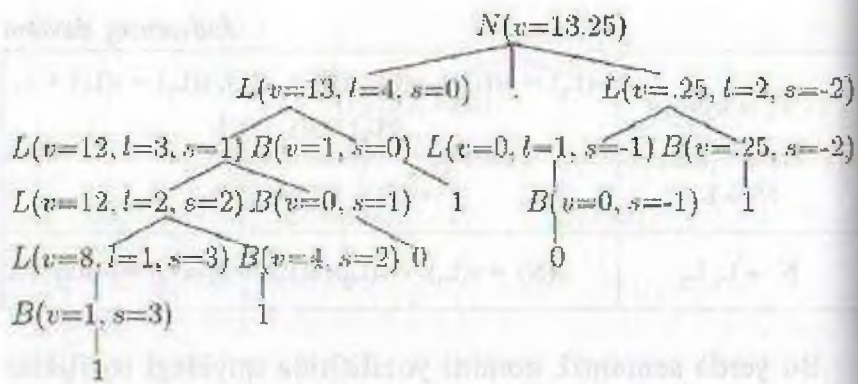
Sintaktik qoida	Semantik qoida
$B \rightarrow 0$	$v(B) = 0$
$B \rightarrow 1$	$v(B) = 2^{v(B)}$
$L \rightarrow B$	$v(L) = v(B), s(B) = s(L), l(L) = 1$

Jadvalning davomi

$L_1 \rightarrow L_2 B$	$v(L_1) = v(L_2) + v(B), s(B) = s(L_1), s(L_2) = s(L_1) + 1,$ $l(L_1) = l(L_2) + 1$
$N \rightarrow L$	$v(N) = v(L); s(L) = 0$
$N \rightarrow L_1 L_2$	$v(N) = v(L_1) + v(L_2), s(L_1) = 0, s(L_2) = -l(L_1)$

Bu yerda semantik qonuni yozilishida quyidagi roziliklar kiritilgan. O'ng qismidagi har bir qonun chap qismidagi aniqlanishini bildiradi, shunday qilib, $s(B)=s(L)$ da oldin $s(L)$ aniqlanib, keyin aniqlangan qiymat $s(B)$ o'zlashtirishni bildiradi.

Grammatikaning (2.1-jadval) asosiy xossalaridan biri shuki, ba'zi bir moslamalar noterminallarga yondashgan, o'ng tomonda turgan sintaksis qonunlarga mos keladi, qachonki 1.3 moslamasi chap tomondagi semantik qonunlari noterminalga tegishli bo'lib, chap tomondagi sintaksis qonunlarda aks etadi. Bu yerda biz sintezlangan moslamalarni (aniq bir noterminal avlodlar moslamalariga qarab aniqlanishi) va merosiy moslamalarni ko'rib chiqamiz (ota-bobolar moslamalariga qarab aniqlanadi). Sintezlangan moslama shajaraviy tuzilishiga qarab pastdan tepaga, merosiyda esa yuqoridan pastga qarab shakllantiriladi. Grammatika (2.1-jadval) sintezlangan moslamani $v(B)$, $v(L)$, $l(L)$, $v(N)$ va merosiy moslamani $s(B)$ va $s(L)$ shunday o'z ichiga oladiki, uni aniqlaganda ikkala yo'nalishda ham shajaraviy tuzilish daraxtda o'tishini o'z ichiga oladi. Tuzilishning aniqlanishi, 1101.01 zanjiri quyidagi ko'rinishga ega:



2.8-rasm. Tuzilishning aniqlanish zanjiri

Shuni ko'rish mumkinki, L belgisining «uzunlik» moslamasi, nuqtadan o'ng tomonda joylashgan bo'lib, pastdan yuqoriga aniqlanishidan oldin, moslama «masshtab» (yuqoridan pastga) va moslama «ma'no» (pastdan yuqoriga) bo'yicha aniqlanishi kerak.

Grammatika (2.1-jadval) albatta «eng zo'r imkoniyat» bo'lmashligi mumkin, ammo u bizning intuitsiyamizga mos kelishi aniq. 2-misol grammatikasiga ko'ra ikkilik mos keluvchi boshqa ko'pgina chiqish qonunlari mavjud. Bu qonunlar bitlar zanjiri bilan o'ngdan nuqttagacha bo'lgan boshqa tuzilishini qiyoslaydi, undan keyin asosiy rol o'ynamaydigan «uzunlik» moslamasi butunlay kerak bo'lmaydi.

2.1-jadval grammatikasi ikkilik tizimining yozilishida ideal yechim bo'lishi uchungina qiziqirib qolmay, balki merosiy va sintezlangan moslamalarning o'zaro ta'sirini ko'rsatadi. Bu yerda moslamalar bir yo'nalishda daraxtni birlamchi aylanib o'tadigan bo'lgani uchun semantik qonunlar moslamalarning aniqlanishiga o'ziga yarasha qandaydir nishon kabi qo'yilishi ham mumkin. Semantik qonunlarini nishonlik yoki o'ljalikni tekshiruvchi algoritmi pastda yozilgan.

Merosiy moslamalarning muhimligi shundaki, u tabiiy holda tajribalar natijasida kelib chiqadi va sezilarli darajada sintazatorli moslamada ikki xildir. Ammo ikkilik tizimning yozilishi ma'nosini aniqlanishi uchun sintazatorlik moslamalar yetarlicha bo'lganiga qaramay, bunday ehegarani noodatiy va beso'naqay semantikaning aniqlanishiga olib keluvchi qator tillar ham mavjud. Shunday vaziyatlar borki, qachon merosiy va sintezlangan moslamalar to'qnashib semantikaning aniqlanishida jiddiy qiyinchiliklarga olib keladi.

Formal xossalalar

Sintezatorlik va merosiy moslamalarni ishlatilish g'oyasiga aniqlik kiritamiz.

Shunday BK-grammatika kiritamiz $G = (V, N, S, P)$, bu yerda, V – terminal va noterminal belgilarning (yakuniy) alifbosi, $N \subseteq V$ – miqdoriy noterminal belgilar, $S \in N$ – qonunning o'ng qismiga kirmaydigan boshlang'ich belgi va P – miqdoriy qonunlar.

Semantik qonunlar G ni quyidagicha to'ldirib turadi. $X \in V$ oxirgi merosiy $A(X)$ moslamalari bilan bog'laydi. $A(X)$ ikki kesishmaydigan to'plamlarga bo'linadi: sintezlangan moslamalar to'plami $A_0(X)$ va merosiy moslamalar to'plami $A_1(X)$. $A_1(S)$ to'plami bo'sh bo'lishi kerak (ya'ni boshlang'ich S belgisi merosiy moslamaga ega bo'lishi kerak emas); ya'ni $A_0(X)$ bo'sh, agar X terminal belgi bo'lsa. Har bir R moslamasi $A(X)$ to'plamidan, $\forall R$ ma'noviy to'plamlarga ega. Har bir X ning chiqish daraxtiga kirishi $\forall R$ ga kerakli moslamalarni bir ma'nosini aniqlashga olib keladi.

Misol uchun, P m qonunlardan tashkil topgan va p shunday ko'rinishga ega:

$$X_{p0} \rightarrow X_{p1} X_{p2} \dots X_{pnp};$$

bu yerda: $n_p > 0$, $1 \leq j \leq n_p$ uchun $X_{p0} \in N$ va $X_{pj} \in V$. Semantik qonunlarga shunday funksiyalar $f_{pj} \in R$ aytiladiki, hammasi uchun $1 \leq p \leq m$, aniq, $0 \leq j \leq n_p$ ayrimlari uchun $\alpha \in A_0(X_{pj})$, agar $j = 0$, yoki $\alpha \in A_1(X_{pj})$, yoki $j > 0$. Har bir funksiya o'ziga $\forall \alpha_1 \times \forall \alpha_2 \times \dots \times \forall \alpha_j$, $\forall R$ dan o'z aksi sifatida ko'riladi, qandaydir $t = t(p, j, \alpha)$

> 0 , uchun, bu yerda hamma $\alpha_i = \alpha_i(p, j, \alpha)$ qandaydir X_{pk1} uchun moslama hisoblanadi, qachonki $0 \leq k_i = k_i(p, j, \alpha) \leq n_p$, $1 \leq i \leq t$. Boshqacha qilib aytganda, ayrim moslama belgilarini $X_{p0}, X_{p1}, \dots, X_{pnp}$ va ayrim belgili moslamalarni X_{pj} ni ma'nosini akstaydi.

Misol uchun grammatika (1.1-jadval) shunday ko'rinishga ega $G = (\{0, 1, \alpha, \beta, B, L, N\}, \{B, L, N\}, N, \{B \rightarrow 0, B \rightarrow 1, L \rightarrow B, L \rightarrow LB, N \rightarrow L, N \rightarrow L-1\})$.

Bu yerda moslamalar:

$$A_0(B) = \{v\}, \quad A_1(B) = \{s\};$$

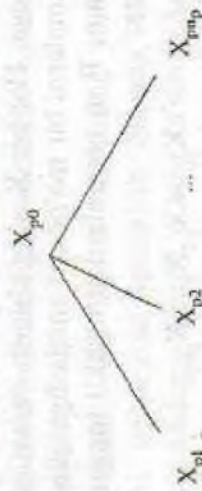
$$A_0(L) = \{v, l\}, \quad A_1(L) = \{s\};$$

$$A_0(N) = \{v\}, \quad A_1(N) = \emptyset$$

$$\text{va } A_0(x) = A_1(x) = \emptyset$$

$x \in \{0, 1, j\}$ uchun. Ma'noviy moslamalar to'plami $V_v = \{\text{ratsional son}\}$, $V_s = V_l = \{\text{butun son}\}$ ko'rinishda bo'ladi. Ko'rsatish qonuni uchun to'rtinchi qonun ishlatiladi $X_{40} \rightarrow X_{41}X_{42}$, bu yerda $n_4 = 2$, $X_{40} = X_{41} = L$, $X_{42} = B$. Semantik qonun f_{40} , ham o'ziga yarasha ko'rsatish qonuniga ega. U $v(x_{40})$ ni ko'rsatadi, $\forall v f_{40}(x, y) = v$ aniqlaydi; bu holda $f_{40} \forall v x \forall y, v$ ni ko'rsatadi, $\forall v f_{40}(x, y) = x+y$ formulasiga oid. Bu (2.1-jadvalda) $v(L_1) = v(L_2) + v(B)$ qonuni; bundan oldingi satrda yozilganlarni ishlatgan holda:

$$t(4, 0, v) = 2, \alpha_1(4, 0, v) = \alpha_2(4, 0, v) = v, k_1(4, 0, v) = 1, k_2(4, 0, v) = 2.$$



2.9-rasm. Daraxt ildizlaridan aniqlangan moslamalar

Semantik qonular BK til «ma'no» zanjiri taqqoslanishiga ishlatiladi (1). Ixtiyoriy terminal zanjir chiqishida S dan t, sintaksis

qonular yordamida oddiy daraxt chiqishini yasaymiz. Aynan, S daraxt ildizi, har bir tugun esa yoki terminal belgi yoki p qonun ixtiyoriy p uchun to'g'ri qo'llanilishi uchun noterminal X_{p0} belgisi bilan belgilanadi; yakuniy hodisada bu tugun bevosita np avlodlarga ega bo'ladi.

Misol uchun, endi X ni qandaydir daraxtning tugun nishoni va $Re A(X) - X$ ning moslama belgisi deb qaraymiz. Agar $\alpha \in A_0(X)$, ya'ni qandaydir p uchun $X = X_{p0}$, agar $\alpha \in A_1(X)$ bo'lsa, qandaydir p va j uchun $X = X_{pj}$. A moslamasi aniqlanishida bu tugunda a, b ma'nosiga ega, agar semantik qonular mos ravishda to'g'ri keladigan ko'rinishda bo'lsa $f_{pj} \alpha: \forall \alpha_1 x \dots x \forall \alpha_2 \dots \forall \alpha_n \rightarrow \forall \alpha$ hamma moslamalar $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ aniqlangan va tugunlarda mo'ljalga ega X_{pk1}, \dots, X_{pknt} ma'nosi v_1, \dots, v_t mos ravishda, $\alpha v = f_{pj} \alpha(v_1, \dots, v_t)$. Moslama aniqlash jarayoni boshqa umuman moslama aniqlash mumkin bo'lmagunicha davom etadi. Chiqish daraxtiga to'g'ri keladigan holda, daraxt ildizlaridan aniqlangan moslamalar «ma'no» ni aniqlaydi (2.7-rasm). Semantik qonular moslamalarni ixtiyoriy tugundan ixtiyoriy chiqish daraxtidan aniqlanishini talab qilish odatiy hol. Agar bu shart to'g'ri qo'yilgan bo'lsa, semantik qonuni to'g'ri qo'yilgan deb hisoblanadi. Chiqish daraxtlari cheksiz bo'lgani uchun, umumiy qilib aytganda, semantik qonular to'g'ri qo'yilganligini aniqlashni bilish kerak.

Shuni inobatga olish kerakki, bu semantikaning aniqlash usuli boshqa usulgar kabi bir kuchga ega, ya'ni ixtiyoriy moslama ixtiyoriy tugunda daraxt tuzilishiga bog'liq bo'lishi mumkin. Misol uchun, BK grammatikasining hamma belgilariga, S dan tashqari, ikki merosiy moslama yondashtirilgan: l («holat») va t («daraxt»), hamma noterminallarga esa bittadan sintezlangan moslamadan tashqari s («daraxt tagida») mos keladi. I ning mazmunini musbat ketma-ket sonlar bo'ladi $\{a_1, a_2, \dots, a_k\}$, u Dyuri tizimiga asoslangan holda tugun daraxtning qayerida joylashganini aniqlaydi, t va s moslamalari tartibli juftliklar (l, X) to'plamini tasavvur qiladi, bu yerda l tugun joylashishi, X esa grammatika belgisi. Semantik qonular har bir sintaksis qonular uchun xizmat qiladi.

$$I(X_{p_0}) = \begin{cases} I(X_{p_0}) \cdot j, & \text{agar } X_{p_0} \\ j, & \text{agar } X_{p_0} \end{cases}$$

$$I(X_{p_0}) = \begin{cases} I(X_{p_0}), & \text{agar } X_{p_0} \neq \\ S(X_{p_0}), & \text{agar } X_{p_0} = \end{cases}$$

$$S(X_{p_0}) = \{ (I(X_{p_0}), X_{p_0}) \mid X_{p_0} \neq S \} \cup \bigcup_{j=1}^{n_r} \{ S(X_{p_0}) \mid X_{p_0} \in N \}$$

Shundan kelib chiqadiki, (2.7-rasm) daraxti uchun misol

- $s(N) = \{(1, L), (2, \cdot), (3, L),$
 $(1, L), (1, 2, B), (3, 1, L), (3, 2, B),$
 $(1, 1, L), (1, 1, 2, B), (1, 2, 1, D), (3, 1, 1, B), (3, 2, 1, D),$
 $(1, 1, 1, L), (1, 1, 1, 2, B), (1, 1, 2, 1, 0), (3, 1, 1, 1, 0),$
 $(1, 1, 1, 1, B), (1, 1, 1, 2, 1, D), (1, 1, 1, 1, 2, 1, D)\}.$

Shunisi ma'lumki, bu yozma chiqish daraxti haqida hamma ma'lumotga ega. Semantik qonunlarga ko'ra, 1 moslamasi hamma tugunlarda (ildizdan tashqari), chiqish daraxtini xarakterlovchi, to'plamlarni tasvirlaydi; 1 moslama bu tugunlarning joyini aniqlaydi. Shundan kelib chiqadiki, ixtiyoriy o'ylangan funktsiyaning ixtiyoriy tugun moslamasi bo'lishi mumkin, chunki bu funktsiya qandaydir f uchun $f(L, 1)$ ko'rinishiga ega. Ixtiyoriy chiqish daraxtiga bog'liq bo'lgan, ma'nosini aniqlash uchun sintezlangan moslamalar yetarlicha, chunki w sintezlangan moslama,

$$\psi(X_{p_0}) = \{(0, X_{p_0}) \cup \bigcup_{j=1}^{n_r} \{j \cdot \alpha, X\} \mid (\alpha, X) \in \omega(X_{p_0}), X_{p_0} \in N\}$$

formulasi bilan aniqlanib, daraxtning ildizlarida butun daraxtni aniqlaydi. Har bir semantik qonuni w moslama funktsiya sifatida ko'rish mumkin. Agar moslamalar daraxtning har bir tu-

gunda butun daraxtga bog'liq bo'lsa, unda semantik qonunlar aniqlanish jarayonida bizlarga quyiroq bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Modellashtirish mohiyati nimadan iborat?
2. Tizimlarning qanday modellari mavjud?
3. Tizimlar tadqiq qilimayotiganda qanday modellardan foydalaniladi?
4. Modellarining sinflanishini sanab o'ling.
5. Modellar qanday aniqlanadi?
6. Matematik model qanday aniqlanadi?
7. Tizimni tahlil qilishda modellashtirishning ahamiyati.
8. Modellashtirish obyektlari sinflanishini sanab o'ling.
9. Bilish va boshqarish jarayonlarida modellashtirish.
10. Modellashtirishning asosiy bosqichlari.
11. Modelning asosiy xususiyatlari.