

REJA

KIRISH

ASOSIY QISM

- 1-§. Model tushunchasi, imitatsion modellashtirish.
- 2-§. Imitatsion modellashtirishning asoslari.
- 3-§. Imitatsion modellashtirish bosqichlari.
- 4-§. Imitatsion model strukturasi.
- 5-§. Imitatsion modellarga qo'yiladigan talablar.
- 6-§. Imitatsion modeldan foydalanilgan chiziqli dasturlashni o'rgatish dars konspekti.

Xulosa

Ilova

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

Internet materiallari

KIRISH

Kelajakda O'zbekiston yuksak darajada taraqqiy etgan iqtisodi bilangina emas, balki bilimdon, ma'naviy jihatdan yetuk farzandlari bilan ham jahonni qoyil qilishi lozim

I.A. Karimov.

Mamlakatimiz ishlab chiqarish sohalarini axborotlashtirish jamiyat rivojlanishining ob'ektiv jarayoni hamda zarur bo'lgan axborotlarni yig'ish, saqlash, uzatish, qayta ishlash va takdim etishning tabiiy davomidir. Iqtisodiyot, ishlab chiqarish, aloqa, ilmiy-tadqiqot, ta'lim, tibbiyot va biznes sohalaridagi mehnatsifati, mehnat unumdorligi va samaradorlik darajasini yuksaltirish ularda tadbqiq qilinayotgan eng zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari bilan bog'liq.

Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari to'plangan axborot mahsulotlarini kishilarga tezkor sur'atda etkazib sermehnatlik darajasini kamaytirgan holda mavjud muammolarni hal etish uchun keng imkoniyatlar yaratib bermoqda. Shuning uchun ham axborot-kommunikatsiyalar texnologiyalarini iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida samarali qo'llash mamlakatni texnologik va iqtisodiy jihatdan rivojlantirishni ifodalovchi ko'rsatkich bo'lib xizmat qilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimov 2012 yilda mamlakatimizni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari hamda 2013 yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan vazirlar mahkamasining majlisidagi ma'ruzasida quyidagilarni aytib o'tdilar:

“Biz qisqa vaqt mobaynida nafaqat axborot xizmatlari ko'rsatishning ko'plab turlari bo'yicha mavjud kamchiliklarni bartaraf etishimiz, balki

axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish borasida yuksak darajaga erishgan ilg'or mamlakatlar safiga qo'shilishimiz zarur"¹.

O'zbekistonning iqtisodiy va ijtimoiy sohalarida ham yuqori natijalarga erishishi, jahon iqtisodiy tizimida to'laqonli sheriklik o'rnini egallay borishi, inson faoliyatining barcha jabhalarida zamonaviy axborot texnologiyalaridan yuqori darajada foydalanish ko'lamlari qanday bo'lishiga hamda bu texnologiyalar ijtimoiy mehnat samaradorligini oshishida qanday rol o'ynashiga bog'liq. Bu borada Prezidentimiz I.A. Karimov ta'kidlaganlaridek: **«Bugungi kunda milliy axborot tizimini shakllantirish jarayonida Internet va boshqa global axborot tizimlaridan foydalanish, ayniqsa, muhim ahamiyatga ega. Bunga erishish XXI asrda mamlakat taraqqiyoti uchun hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi»**.

Axborotlashgan jamiyat iqtisodiy va ilmiy-texnikaviy jihatdan yanada yuksalishga, mamlakatda ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini va mehnat unumdorligini oshirishga, iqtisodiyotni makro va mikro darajada boshqarishni takomillashtirish hamda istiqbolli ilmiy yo'nalishlarni rivojlantirishga katta zamin yaratib beradi. Bunday jamiyatni barpo etish ilmiy-texnika tarakkiyoti yutuklari va axborot-kommunikatsiyalar texnologiyalarini ilg'or ishlab chiqarish sohalarida qo'llash hamda materiallar va xom-ayosh yaratish bilan chambarchas bog'langan. Jamiyatning asosiy ijtimoiy ishlab chiqaruvchi kuchi sanalmish inson barkamolligi yo'lida axborotlashtirish jarayonlari asosiy negiz bo'lib xizmat qiladi. U insonlarga eng zamonaviy kompyuter texnika vositalarini amaliyotda keng qo'llash bo'yicha malakasini oshirishga va o'zining tuganmas qobiliyatini amalda sinab ko'rishga katta imkoniyat tug'diradi.

Insonning axborotni qayta ishlash bo'yicha imkoniyatlarini kuchaytiruvchi zamonaviy texnologiyalar bilan qurollantirish - axborotlashtirish sanoatini jadal rivojlantirishni talab etuvchi eng muxim texnik, iqtisodiy vazifa hisoblanadi. Iqtisodiyotda axborot texnologiyalaridan foydalanish iqtisodiy axborotlar sifati,

¹ Bosh maqsadimiz – keng ko'lamli islohotlar va modernizatsiya yo'lini qat'iyat bilan davom ettirish. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimovning 2012 yilda mamlakatimizni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari hamda 2013 yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar mahkamasining majlisidagi maruzasi.

uning aniqligi, ob'ektivligi, tezkorligini va buning natijasi sifatida esa boshqaruv qarorlarini o'z vaqtida qabul qilish imkoniyati oshishini ta'minlaydi.

Demak, axborotlashtirishning milliy tizimini shakllantirish shu kunning eng dolzarb vazifalardan biri bo'lib, jamiyat taraqqiyotining asosiy omili hisoblanadi.

Axborot texnologiyalarini joriy qilishning asosiy mezonlari har bir insonning, har qanday bozor munosabatida va davlat boshqaruvida yo'naltirilgan bo'lishi kerak. Axborot texnologiyalari inson faoliyatining barcha sohalarida qo'llaniladigan, tashkiliy, iqtisodiy va ijtimoiy tuzilishga ega bo'lgan axborot tizimini o'z ichiga oladi.

Axborot tizimlari va texnologiyalari yildan-yilga kishilik faoliyatining turli sohalarida yanada keng qo'llanilib borilmoqda. Ularni yaratish, ishga tushirish va keng qo'llashdan maqsad - jamiyat va insonning butun xayot faoliyatini axborotlashtirish borasidagi muammolarini hal etishdir.

“Barchamiz bir xaqiqatni anglab etishimiz lozim – O'zbekiston bugun xalqaro hamjamiyatning va global moliyaviy-iqtisodiy bozorning ajralmas tarkibiy qismi hisoblanadi. Buning tasdig'ini tashqi dunyo bilan aloqalarimiz toboro kengayib borayotganida, taraqqiy topgan etakchi davlatlar ko'magida iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirish, modernizatsiya qilish, texnik va texnologik qayta jixozlash bo'yicha dasturlarning amalga oshirilayotganida va boshqa misollarda yaqqol ko'rishimiz mumkin”, deb ta'kidlagan edi respublikamiz Prezidenti I.A. Karimov.

Bugungi kunda mamlakatimizda olib borilayotgan keng ko'lamli islohotlar ko'p jixatdan uzluksiz iqtisodiy ta'lim tizimini shakllantirishni taqozo etadi. Yangicha fikrlaydigan, bozor sharoitlarida muvaffaqiyatli xo'jalik yurita oladigan malakali, chuqur bilimli mutahassislarni, ayniqsa, axborot texnologiyalaridan keng foydalana oladigan kadrlarni tayyorlash davr talabi bo'lib qolmoqda.

2005 yil 2 iyunda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining “Axborot texnologiyalari sohasida kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish to'g'risida”gi Qarori qabul qilindi. Ushbu Qarorni qabul qilishdan maqsad kadrlar tayyorlash

milliy dasturida belgilangan vazifalarni bajarish, respublikamiz iqtisodiyoti va ijtimoiy sohalari uchun zamonaviy talablarga javob beradigan yuqori malakali mutahassislar tayyorlash, shuningdek, zamonaviy kompyuter va axborot texnologiyalari sohasida mutahassislar, kasb-hunar kollejlari va umumta'lim maktablari uchun oliy ma'lumotli pedagog kadrlar tayyorlashni yanada takomillashtirish va ularning sifatini oshirish hisoblanadi.

Ko'rsatib o'tilgan chora-tadbirlar mamlakat iqtisodiyoti samaradorligini o'sishida telekommunikatsiyalar, kompyuter va axborot-texnologiyalarining faol roli oshishini, odamlarning faoliyat va turmushi texnik qurilmalar va xizmatlarning eng zamonaviy turlari bilan jixozlanishini ta'minlash, respublikaning jahon jarayonlariga muvaffaqiyatli integratsiyalashuvi imkonini beradi.

Demak, iqtisodiy mutaxassisliklar bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarni davr talabiga javob bera oladigan etuk mutahassis, komil inson bo'lib tarbiyalanishlarida, axborotlashtirishning milliy tizimini shakllantirishda, iqtisodiyot va jamiyat hayotining barcha sohalarida zamonaviy axborot texnologiyalarini, kompyuter texnikasi va telekommunikatsiya vositalarini ommaviy ravishda joriy etishda hamda ulardan foydalanishda, fuqarolarning axborotga ortib borayotgan talabextiyojlarini yanada to'liqroq qondirishda, jahon axborot hamjamiyatiga kirishda hamda jahon axborot resurslaridan bahramand bo'lishni kengaytirishda «Axborot tizimlari» fanini o'qitish katta ahamiyatga egadir.

Prezidentimiz I.A. Karimov "Barkamol avlod yili" davlat dasturi to'g'risidagi Qarorida ta'kidlaganlaridek: **“Ta'lim jarayoniga yangi axborot kommunikatsiya va pedagogik texnologiyalarni, elektron darsliklar, multimediya vositalarini keng joriy etish orqali mamlakatimiz maktablarida, kasb-hunar kollejlari, litseylari va oliy o'quv yurtlarida o'qitish sifatini tubdan yaxshilash, ta'lim muassasalariningg o'quv-laboratoriya bazasini zamonaviy turdagi o'quv va laboratoriya uskunalari, kompyuter texnikasi bilan mustaxkamlash; zamonaviy axborot va kommunikatsiya**

texnologiyalari, raqamli va keng formatli telekommunikatsiya aloqa vositalari hamda internet tizimini yanada rivojlantirish, ularni har bir oila hayotiga joriy etish va keng o'zlashtirish ... “ shu kunning dolzarb vazifalaridir.

Axborotlashgan jamiyatga o'tish ta'lim tizimidan, atrofdagi real voqeliklarga tezda moslasha oladigan, nafaqat axborotlarni qabul qilish, saqlash va qayta ishlash, balki yangilarini yaratish, axborot oqimlarini boshqarish hamda ularga samarali ishlov berishga qodir bo'lgan mutaxassislar tayyorlashning printsiplari jihatdan yangi muammolarini hal etishni talab etadi. Mutaxassislarga qo'yilayotgan talablarning o'zgarishi, kutilishi mumkin bo'lgan natijalarning globalligi, nostandartligi, tizimli va fanlararo xususiyatlari bilan farqlanuvchi yangi turdagi nazariy va amaliy vazifalarning yuzaga kelishi bilan bog'liq.

Bunday vazifalar oddiy va birgina ma'noga ega bo'lgan yechimlarga ega emas, balki mutaxassislarning butun kasbiy faoliyati xarakterini jiddiy ravishda o'zgartirilishini talab etadi va vaziyatlarni butun holatda ko'ra oladigan, eng samarali qarorlar qabul qilish yo'lini topadigan, uning natijalarini tashxislay biladigan, o'ziga tegishli ulushni va mas'uliyatni tushunib yetadigan yangi ko'rinishdagi mutaxassislar tayyorlash zaruriyati kelib chiqadi. Zamonaviy jamiyatda, axborotlarning muhimligi moddiy resurslar bilan bir darajada turadi, bugungi kunda eng zarur bo'lgan axborotlarning shiddat bilan oshib borishi natijasida uning hajmi ortishi, shu bilan birga, ularni saqlash va qayta ishlash esa faqatgina kompyuter texnikasi yordamida amalga oshirilishi mumkin. Ushbularga bog'liq holda zamonaviy axborot texnologiyalari (AT) sohasidagi mutaxassislar tayyorlash sifatida takomillashtirilgan talablar taqdim etiladi. Xalqaro miqyosda olib qaraydigan bo'lsak, hozirgi vaqtda kompyuter texnologiyalari bilan ishlovchi mutaxassislarni uch guruhga ajratish qabul qilingan:

Birinchi guruhga tegishli: kompyuterlar, tashqi qurilmalar va avtomatlashgan tizimlarni tuzatish va sozlash, texnik xizmat ko'rsatish, ishlov berish bo'yicha mutaxassislar; tizimli, amaliy dasturchilar; axborotlarni himoyalash bo'yicha mutaxassislar.

Ikkinchi guruhga ikki sohaning tutashgan chegarasida joylashadigan: predmetli va dasturiy faoliyat mutaxassislari tashkil etadi. Ularga loyihalar menejeri, zamonaviy axborot texnologiyalari sohasida top-menejerlar; zamonaviy axborot texnologiyalari asosida yirik tashkilotlarning boshqaruv vazifalarini hal etuvchi mutaxassislar kiradi.

Uchinchi guruh mutaxassislarga o'zining kasbiy faoliyatida axborot texnologiyalarini faqat birgina tor doirada faol qo'llayotgan barcha shaxslarni keltirish mumkin, masalan, tashkilotning moliyaviy faoliyatini avtomatlashtirishga mo'ljallangan dasturiy ta'minotdan foydalanuvchi hisobchi yoki huquqiy faoliyatni ta'minlaydigan ma'lumot-axborot tizimi bilan ishlovchi huquqshunoslar tashkil etadi.

Keltirilgan guruhlariga mansub mutaxassislar kasbiy faoliyatlarida turlicha amaliy dasturiy mahsulotlardan foydalanib kelmoqdalar. Kasbiy faoliyatning turli sohalariga axborot texnologiyalarining kirib borishi va uning rivojlanishi ko'pchilik tomonidan dasturchilar tayyorlash sur'atining ilgarilab ketganligi bilan izohlanmoqda. Shuni ham ta'kidlash kerakki, ishlab chiqarish bilan o'zaro aloqada bo'lmaslik, OTM bitiruvchilarining raqobatbardoshligini pasaytirib yuboradi. Bundan tashqari, belgilangan yo'nalishdagi dasturchilarga bo'lgan talab hududga bog'liq ravishda turlicha bo'ladi. Shuning uchun OTM tomonidan ijtimoiy buyurtmalarni amalga oshi-rishda eng ko'p talab qilinadigan texnologik ta'minotni qo'llashlik va rivojlanish yo'nalishlarini hisobga olmaslik mumkin emas. Nihoyat, AT-mutaxassislarning uzluksiz ta'lim tizimini mehnat bozori talablariga moslab amalga oshirmaslik mutlaqo mumkin emas.

Bo'lajak mutaxassislarning raqobatbardoshligini shakllantirish — dunyo miqyosidagi zamonaviy oliy ta'lim rivojining asosiy tendensiyalaridan biri hisoblanadi. Kasbiy muammolar bo'lajak dasturchining muammolarni hal etishi uchun zarur bo'ladigan resurslarga mos zaruriy sifatlar to'plamini belgilaydi. Mutaxassisning raqobatbardoshligini uning turlicha sifatlari, qobiliyatlari, ularning rivojlanganlik darajasi, yuzaga keladigan muammolarni ushbu sohadagi

mutaxassislarga nisbatan samarali hal qilish uchun yetarli bo'lgan resurslari holati orqali belgilanadi.

Oliy ta'lim muassasasida dasturchilarni tayyorlashda mavjud ish beruvchilar bilan chambarchas aloqani o'rnatish va ko'mak olish eng muhim hisoblanadi. Bugungi kunda yosh mutaxassislarning ish o'rinlariga moslashishlari bilan bog'liq talaygina muammolar mavjud. Ulardan biri, ish jarayonida yuzaga keluvchi, guruhda yangi yosh mutaxassislarni kasbiy rivojlantirish, ularda dasturiy ta'minotni jamoaviy ishlash tamoyillari va qoidalari haqidagi ma'lumotlarning amalda mutlaqo mavjud emasligi muammosi bo'ldi. Bunga qo'shimcha ravishda dasturiy ta'minot yaratishning umumiy tamoyillarini yetarlicha tushunmasligi, shuningdek, ingliz tilini va algoritmlashning qoniqarsiz darajada bilishi.

Axborot texnologiyalari sohasida tayyorlanayotgan bo'lajak mutaxassislarga zamonaviy ish beruvchilarning talablarini o'rganib va tahlil qilib, quyida bizning fikrimizcha, eng muhim deb hisoblangan jihatlarni keltirdik:

- Ingliz tilini bilish. U malakalar majmuidan tashkil topib, uning tarkibida quyidagilarni belgilash mumkin: matnlarni o'qish va yozish malakasi, og'zaki nutqni tushunish va so'zni tinglab talaffuz qilish malakasi.

- Matematikaga oid bilimlarni yaxshi egallaganlik. Dasturchi o'zining fikrlarini aniq va ravshan ifodalashi lozim. Mantiqiy fikrlash, matematik apparatga ega bo'lish, matematikadan to'g'ri foydalanish uzoq fikrlashdan vaqt tejallishiga olib keladi.

- Dasturlashtirishning asosiy g'oyalaridan foydalanishni bilish. Eng muhim sanalganlardan ba'zilarini keltiramiz: tizimli dasturlashtirish g'oyasini bilish zarur, obyektga yo'naltirilgan dasturlashtirish asoslari va yuqoridan-pastga va pastdan-yuqoriga loyihalash ta'minoti vositalarini tasavvur qilish; ma'lumotlar tuzilmasini bilish zarur, oddiylardan murakkablarni qura olish; oddiy va hodisaga yo'naltirilgan dasturlashtirish o'rtasidagi farqni tushunish foydali; Internet uchun dasturlashtirish va mijoz-server arxitekturasi haqida tasavvurga ega bo'lish;

relyatsion ma'lumotlar bazasi mohiyatini bilish va ularga so'rovlarni yoza olish; makrovositalar haqida, quyi darajadagi tillar haqida tasavvurga ega bo'lish.

- Dasturiy ta'minot ishlab chiqishning hayotiy davri mohiyatini bilish va hujjatlar bilan ishlay olish.

- Guruhda, jamoada ishlash malakasiga ega bo'lish.

- Texnikaga oid fanlarni bilish va amal qilish. Yosh mutaxassis shuni to'g'ri tushunishi kerakki, u jamoada qanday o'rinni egallab turibdi, uning qanday huquq va mas'uliyatlari bor.

- Internetda ishlash ko'nikmasiga ega bo'lishi.

E. Deykstra, G. S. Tseytina, Ch. Uezerella kabi olimlarning ishlari asosida dasturchi lavozimi uchun nomzodlarga taqdim etiladigan yuqorida keltirilgan talablardan tashqari, professional dasturchilarning o'ziga xos xususiyatlari, sifatlari va fikrlash qobiliyatlarini belgilaymiz.

- Dastur arxitekturasini belgilash qobiliyati, ya'ni murakkab vazifani elementar qismlarga bo'lish va ularning kombinatsiyasini belgilash. Bu dasturchining dastur yozish bilan bevosita bog'liq bo'lgan asosiy sifatidir.

- Qismlarga ajratishning turlicha darajalarida vazifalarni bir vaqtda ko'ra olish.

- Dinamikada loyihalashtirilayotgan jarayonni o'zida ifodalay olish. Ishlov berilayotgan ma'lumotlar vaqtning qandaydir lahzalarida bitta qiymatga va o'zaro bog'lanishga ega bo'lishi mumkin, keyingi lahzalarda ulardan ba'zilar o'zgarishi mumkin.

- Keyinchalik dasturning ayni paytda bitta jarayonga ishlov berayotganini ko'ra olish. Ushbu qismli topshiriqning keng qamrovli ekanligini va ba'zi umumiy tizimga kiritish mumkinligi hisobga olish. Ushbu xususiyat sezilarli darajada professional dasturchining aniq natijani olishga yo'naltirilgan xarakteridan farq qiladi.

- Odatdagi vaziyatlarni umumlashtira olish. Ushbu jihat dasturda g'oyaviy sohalarni topa olish zaruriyatini anglatadi. Bunday sohalar uchun ularni

umumlashtirish bo'yicha qaror qabul qilish zarur, uning chegaralari aniqlashtirish va topilgan yechimning dasturli amalga oshirilishi uchun yaxshi usulni tanlash. Bu funksiya yoki paketni ishlab chiqishda bo'lgani kabi, xuddi shunday yangi dasturda eskilarning qismlaridan nusxa olish bo'li-shi mumkin.

- Yaxshi ma'lum bo'lgan dasturlashtirish usullari va namunali algoritmlarni kombinatsiyalash va qo'llay olish. Aksariyat yangi g'oyalar allaqachon ma'lum bo'lgan g'oyalar va metodlar bilan uzviy aloqada bo'lishi kerak.

- U yoki bu masalani yechish uchun bosib o'tish kerak bo'lgan bosqichlarni oldindan belgilay olishni o'z ichiga olgan majmuaviy fikrlashning mavjudligi.

- O'zigagina xos mehnat madaniyati, ishlash uchun zaruriy asboblari bilan o'zini ta'minlay olish.

- O'zi yo'l qo'ygan xatolarini tahlil qilish qobiliyati. Ushbu jihat bir tomondan, dasturchining o'ziga nisbatan talabchanligini ko'rsatadi va boshqa tomondan, dasturlashtirish usullarini qo'llash xatoliklar sonini kamayishiga olib keladi.

- Jamoada ishlash malakasi. Amalda har qanday yirik ishlanmalar jamoaviy xarakterga ega bo'ladi. Ishdagi barcha muvaffaqiyatlar jamoadagi hamjihatlik, o'zaro munosabatlarni va funksiyalarni taqsimlashga bog'liq.

- Foydalanuvchilar bilan ishlay olish. Professional dasturchi foydalanuvchi ehtiyojlarini tushunishi, interfeys shaklining qulayligini baholay olish, yangi tizim va vositalarga foydalanuvchilarni o'rgatish imkoniyatiga ega bo'lishi kerak. Dasturchi foydalanuvchilar bilan muloqotda bo'lishiga yordam beruvchi minimum psixologik bilimlarga ega bo'lishi zarur.

- Abstraksiya, hisoblash, matematik induksiya singari dasturlarni tushunish uchun qo'llaniladigan intellektual vositalarga ega bo'lish.

- Umuminsoniy axloq normalariga rioya qilish.

- Mavjud qiyinchiliklarni aniq ko'rish va ishga aloqador bo'lmaganlarini bir chetga surishga qodirlik.

- Nazariyani qayerda qo'llash mumkin, uni qo'llashni mustaqil ravishda hal qilish yoki ancha tajribali dasturchiga maslahat olish uchun murojaat etish bilan bog'liq barcha hodisalarni amalga oshirishga qodirlik.

- Muvaffaqiyatsizlikka duch kelganda o'zini qo'lga olish va boshqa yondashuvlarni izlashga qodirlik.

Shunday ekan, ilmiy va texnik jarayonlarning yuqori sur'atlar bilan rivojlanishini hisobga olib, yuqori malakali, raqobatbardosh va kasbiy kompetentli dasturchilarni tayyorlash vazifasini birinchi o'ringa qo'yish mumkin. Bunday kadrlar mamlakatimizning axborot texnologiyalari sanoatini rivojlantirishga va haqiqiy dasturiy mahsulotlar yaratib ichki va tashqi bozor ehtiyojlarini qondirishga xizmat qiladi.

BITIRUV MALAKAVIY ISH MAVZUSINING DOLZARBLIGI

Ushbu bitiruv malakaviy ish dasturlarni bajarilish jaryonini imitatsiya qilish haqida bo'lib, so'nggi yillarda, axborotlashgan jamiyatga o'tish ta'lim tizimidan, atrofdagi real voqeliklarga tezda moslasha oladigan, nafaqat axborotlarni qabul qilish, saqlash va qayta ishlash, balki yangilarini yaratish, axborot oqimlarini boshqarish hamda ularga samarali ishlov berishga qodir bo'lgan mutaxassislar tayyorlashning printsiplal jihatdan yangi muammolarini hal etishni talab etadi. Mutaxassislarga qo'yilayotgan talablarning o'zgarishi, kutilishi mumkin bo'lgan natijalarning globalligi, nostandartligi, tizimli va fanlararo xususiyatlari bilan farqlanuvchi yangi turdagi nazariy va amaliy vazifalarning yuzaga kelishi bilan bog'liq. Dasturlashni o'rgatishda talabalarga dastur tuzishni ularning bajarilish jarayonini imitatsiya qilishni qo'llash natijasida o'quv jarayoni qiziqarli bo'ladi, talabalar dars mazmunini chuqurroq, tezroq tushunishadi, darsni mustahkam o'rganishadi.

Bitiruv malakaviy ishi mavzusining dolzarbligini yuqorida ma'lumotlardan ham ko'rinib turibdi.

BITIRUV MALAKAVIY ISHINING MAQSADI VA VAZIFALARI

Mazkur bitiruv malakaviy ish dasturlarni bajarilish jarayonini imitatsiya qilishga bag'ishlangan. Uning maqsad va vazifalari quyidagilardan iborat:

1. Imitatsion modellarni tahlil qilish
2. Talabalarning dasturlash tillarni o'rganishlaridagi muammolarni tahlil qilib chiqish
3. Chiziqli, tarmoqlanuvchi va takrorlanuvchi dasturlarni bajarilish jarayonini imitatsiya qiluvchi dasturlarni ishlab chiqish

BITIRUV MALAKAVIY ISHINING TANLANGAN OB'YEKT VA TADQIQOT USULLARI

Ishning asosiy ob'yekti dasturlashni, dasturlash tillarini o'rganish jarayonidan iborat.

Ishni tayyorlash jarayonida tajriba va kuzatish, taqqoslash, analiz va sintez, umumlashtirish, abstraktsiyalash, induksiya va analogiya, xulosa chiqarish metodlaridan unumli foydalanishga harakat qilindi.

BITIRUV MALAKAVIY ISHINING YANGILIGI

Ushbu bitiruv malakaviy ish, asosan, referativ xarakterga ega, ushbu yo'nalishda yaratilgan o'zbek, rus va ingliz tillaridagi adabiyotlardan foydalanib yozildi. Ishda bevosita yangiliklar bayon etilgan emas, biroq mazkur bitiruv malakaviy ish matematik tizimlarni qo'llash natijasida o'quv jarayoni qiziqarli bo'lishi, talabalar dars mazmunini chuqurroq, tezroq tushunishi, o'tilgan darslarni mustahkamlashi hamda tadqiqotchi o'z nazariy xulosalarini to'g'riligini amaliy jihatdan tekshirib ko'rishi uchun uslubiy qo'llanma sifatida yaratilgan.

BITIRUV MALAKAVIY ISHINING AMALIY AHAMIYATI

Mazkur bitiruv malakaviy ishda bayon etilgan barcha ma'lumotlar dasturlarni o'rganishda katta yutuqlarga erishishga omil bo'ladi deb aytish mumkin. Buning uchun dasturlashga kirib kelayotgan yosh dasturchi yuqorida ko'rsatilgan bir necha ko'rsatmalarga amal qilgan holda tinimsiz mehnat va izlanishda bo'lmog'i lozimdir.

BITIRUV MALAKAVIY ISHINING TUZILISHI

Bitiruv malakaviy ish kirish, asosiy qism (6 ta paragraf), xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va internet materiallaridan iborat.

ASOSIY QISM

1-§. MODEL TUSHUNCHASI, IMITATION MODELLASHTIRISH

Sistema yoki boshqaruv masalalarini o'rganayotgan tadqiqotchi tomonidan o'rganilayotgan sistemaning modelini qurish jarayonini intuitiv (hissiy) san'ant deb qarash mumkin. Modellarni qurish uchun ishlab chiqilgan ixtiyoriy qoidalar to'plami eng yaxshi xolatda bo'lg'usi model uchun karkas yoki boshlang'ich punkt bo'lishi mumkin. Modellash tirish jarayonini aniq atamalar yordamida tashkil qilishda biz intuitsiyaga asoslangan va ilgari modellash tirish bilan shug'ullangan mutaxassislarning bilimlarini sistemaga solishga xarakat qilamiz. Baxtga qarshi, barcha ilmiy izlanishlarning natijalari olingan natijalarni to'g'ri ekanligini isbotlashga qaratilgan mantiqiy tuzilmalar ko'rinishida bayon qilinadi va umumlashtiriladi. Bu mantiqiy tuzilmalar tadqiqotlar olib borilgan sharoitlarga xar doim xam mos kelavermaydi. Birorta xam ilmiy xisobotda keyinchalik tuzatilgan xato muloxazalar, falstartlar xaqida biror jumla topib bo'lmaydi. Bunday xisobot va maqolalarda faqat xodisalar ketma-ketligi va tadqiqotchining izoxlari keltiriladi xalos.

Albatta, modellarning tajribasiz quruvchisi uchun adabiyotlarda mantiqiy qurilgan retrospektiv ma'lumotlardan boshqa xeq narsa keltirilmaganligi uchun, u bu ma'lumotlarni tadqiqot jarayonini ifodalash uchun qabul qiladi. Ishlari kitoblarda aytilganidek (ko'ngildagidek) ketmayotganligini ko'rganidan keyin u o'ziga ishonchni yo'qotadi. Modellarning tajribali quruvchi esa model ishlab chiqish bilan bog'liq muloxazalar qurish jarayoni adabiyotlarda keltirilganidan ancha farq qilishini biladi.

Aftidan, modellash tirishning asosiy samarali metodikasi modellarni sinchkovlik bilan tanlab olishdan iborat bo'lmog'i lozim. Odatda, juda sodda modeldan boshlab, murakkab vaziyatni to'laroq ifodalovchi mukammalroq modellarga ketma-ket o'tib boriladi. YAxshi tuzilgan strukturalarga o'xshashlik va

assotsiatsiyalar mukammallashtirish jarayoni uchun boshlang'ich material bo'lishi mumkin. Bu jarayon real vaziyat va model o'rtasidagi o'zaro munosabat, aloqadorlik va teskari aloqalarni e'tiborga olish bilan bog'liq. Modelni yaxshilash va real ob'ekt tug'dirayotgan ma'lumotlarni qayta ishlash jarayoni uzluksiz ravishda bir-biriga bog'langan bo'ladi. Tajribalar o'tkazish va modelning xar variantini baholash oqibatida modelning yangi tajriba va qayta baxolashlarni talab qiladigan yangi varianti yuzaga keladi.

Modelni matematik ko'rinishda ifodalashga erisha olgan tadqiqotchi modellarni yanada mukammallashtirishi mumkin. Ammo, model bunday ifodalash mumkin bo'lmay qolganidan keyin, tadqiqotchi uni soddalashtirishga va abstraksiyalashga xarakat qiladi.

SHunday qilib, modellashtirish san'ati muammoni tahlil qilish qobiliyati, abstraksiyalash yordamida uning muhim xususiyatlarini ajratib olish, sistemaning asosiy xarakteristikalarini ifodalovchi farazlarni tanlash va yaxshilash, so'ngra modelni amaliyot uchun foydali xolga kelguncha mukammallashtirishdan iborat bo'ladi.

Model quruvchi quyidagilarni amalga oshira olishi lozim:

- umumiy masalani soddaroq ichki masalalarga ajratib olish;
- maqsadni aniq ifodalash;
- o'zhashliklarni qidirib topish;
- quyilgan masalaga mos keluvchi maxsus sonli namunalarni ko'rib chiqish;
- ma'lum bir belgilashlarni tanlash;
- ko'rinib turgan munosabatlarni qayd etish;
- agar modelni matematik ifodalash mumkin bo'lsa, bnga erishish va uni kengaytirish. Aks xolda modelni soddalashtirish.

Umuman aytganda, modelni quyida ko'rsatilgan amallarning biridan foydalanib soddalashtirish mumkin:

- o'zgaruvchi miqdorlarni konstantalarga aylantirish;
- ayrim o'zgaruvchilarni yo'qotish yoki birlashtirish ;

- o'rganilayotgan miqdorlar o'rtasidagi chiziqli bog'liqlikni aniqlash ;
- qat'iyroq cheklovlar va farazlarni qabul qilish ;
- sistemaga yanada qat'iy chegaraviy shartlarni qo'yish .

Yaxshi model qurish jarayonining evolyusion (rivojlanuvchan) xarakterda bo'lishi tabiiy. SHuning uchun model qurishda bitta model bilan cheklanib qolinmaydi. Oldinga qo'yilgan masalar hal qilib borilgani va kutilgan maqsadlarga erishib borilgani sari, real ob'ekt va uning modeli o'rtasidagi o'xshashlikni yanada oshirish ustida ish olib boriladi. Eng sodda model qurishdan boshlanib, mukammallashtirish o'z ichiga oladigan bu jarayon bir qator afzalliklarga ega bo'ladi. Modellarni evolyusion o'zgarish sur'ati va qo'nalishi ikkita omilga bog'liq bo'ladi: birinchidan, modelga xos bo'lgan moslashuvchanlik, ikkinchisi, model ishlab chiquvchi va undan foydalanuvchilar o'rtasidagi o'zaro munosabatlar. Agar bu omillar modelning rivojlanishi jarayonida e'tiborga olib borilsa, ishlab chiquvchi va foydalanuvchi o'rtasida o'zaro ishonch va bir-birini tushunish shyuzaga keladi va bu vaziyat qo'yilgan masala, maqsad va kriteriyalarga to'laroq mos keluvchi natijalarga erishishga olib keladi.

Modellashtirish san'atini original mulohaza yurita oladigan, kashfiyotchilik va tadqiqotchilik hususiyatlariga ega bo'lgan, sistema yoki o'rganilayotgan xodisalar bo'yicha chuqur bilimga ega bo'lgan kishilar egallashi mumkin.

Modellashtirish jarayonining boshida masalani qo'yish va rasmiylashtirish bo'yicha qat'iy va samarali qoidalar mavjud bo'lmaydi. O'zgaruvchi va parametrlarni tanlash, sistema hulqini ifodalaydigan munosabatlarni belgilash, modelning samarasini baholash uchun "mo'jizakor" formulalar ham mavjud emas.

Shuni yodda tutish kerakki, xech kim masalani "sof" xolicha xal qila olmaydi. Xamma qo'yilgan masaladan kelib chiqib, o'zi qurgan model bilan ish olib boradi.

Ko'plab ilmiy fanlarga doir bo'lgan texnik usullardan farqli o'laoroq, imitatsion modellashtirish usulini ihtiyoriy fan sohasiga qo'llash mumkin.

Tizim yoki sistemani modellashtirish uchun biz avval modellashtirilayotgan

holatning asosiy tomonlarini o'zida aks ettiruvchi sun'iy tajriba o'tkaziladi. Buning uchun esa sistemada ro'y berayotgan xodisalar ketma-ketligining sun'iy imitatsiya qilish usulini o'ylab topishimiz lozim bo'ladi.

Masalalarni echishda eng muhim tushuncha – bu model tushunchasidir. Model - ob'ekt, sistema yoki tushuncha (g'oya) ning uning mavjudlik ko'rinishdan farqli bo'lgan biror bir holatdagi ifodasidir. Model bizga sistemaning o'rganish, tushunish, izohlash, mukammalshtirish sohasida yordam berishi mumkin bo'lgan vosita hisoblanadi. Model biror ob'ektni to'la va aniq yoki biror bir xususiyatlarini ifodalashi mumkin.

Eslatma: Ob'ektning absolyut aniq modeli uning o'zidir. +olgan barcha modellar taqribiy model hisoblanadi.

Imitatsiya – modellashtirish ko'rinishlaridan biridir

Model – bu mantiqiy yo'l bilan u yoki bu xarakat natijasini bashorat qilish yoki qiyoslashga imkon beruvchi vosita bo'lib, oqibatda qilinishi mumkin bo'lgan xarakatlardan eng yaxshisini tanlab ko'rsata oladi. Imitatsiya – modellashtirishning ana shunday ko'rinishlaridan biridir.

Mohiyati jihatidan fan va texnikaning rivojlanishi insonning tabii xodisalarni imitatsiya qilish qobiliyatini rivojlanishi bilan chambarchas bog'liqdir. Murakkab masalalarni samarali echishning asosiy elementlaridan mos keluvchi modellarni qurish va ulardan foydalanish hisoblanadi.

Bunday modellar turli hil ko'rinishlarda bo'lishi mumkin. Ammo ulardan eng ko'p qo'llaniladigani – bu matematik modellardir. Unda real olam, ob'ekt va xodisalar matematik belgilar orqali ifodalanadi. Baxtga qarshi, har doim ham qo'yilgan masala uchun matematik model qurib bo'lavermaydi.

Ko'plab sanoat va xarbiy sistemalarni o'rganar ekanmiz, biz maqsadni aniq o'yishimiz, zarur cheklanishlarni o'rnatishiz, bir qurayotgan konstruksityalar texnik va iqtisodiy qonunlarga bo'ysunishini nazorat ilishimiz mumkin. Bunda sistemaning komponentalari o'rtasidagi muhim bog'lanishlarni aniqlashimiz va u yoki bu matematik ko'rinishda ifodalashimiz mumkin. Ekologik muammolarni

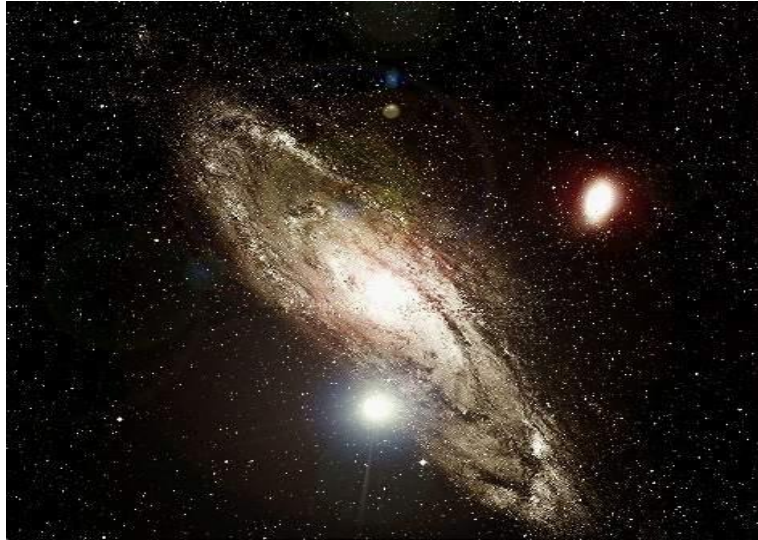
hal qilish esa noaniq muammolar, qarama-qarshi maqsadlar, jamiyat, siyosat va iqtisodiyot nuqtai-nazaridan mavjud alternativ variantlardan birini tanlash bilan bog'liq bo'lib qoladi. Demak, biz qurayotgan modelda nafaqat miqdoriy ko'rsatkichlarni, balki sistemaning sifat ko'rsatkichlarini xam e'tiborga olinishi zarur. Modellardan quyidagi maqsadlarda foydalanish mumkin:

- borliqni anglash vositasida sifatida;
- muomala vositasi sifatida;
- o'qitish, o'rgatish va trenirovka vositasi sifatida;
- bashorat qilish vositasi sifatida;
- tajribalarni yo'lga qo'yish vositasi sifatida.

Modellarning real olamning, borliqning anglash vositasi sifatida foydaliligi hammaga ayon. U bizning tushunchalarimizni tartiblashga, sistemaga solishga, qarama-qarshi tushunchalar haqida hulosalar chiqarishimizga yordam berishi mumkin. Model o'zaro aloqadorlikni, talab qilinadigan resurslarni aniqlashda eng yaxshi vositalardan biri hisoblanadi.

Muomala vositasi sifatida shuni aytish mumkinki, yaxshi qurilgan modelning bahosi bo'lmaydi. Bekorga "Yuz marta eshitgandan bir marta ko'rgan yaxshi" deyishmaydi. Asosida so'z yotadigan xar qanday til murakkab jarayonlarni, tushuncha va ko'rinishlarni ifodalashda ojiz bo'lib qolishi mumkin. Modelning sso'zlar orqali ifodalashdan afzalligi uning berilgan vaziyatni ihsam, qisqa va aniq ifodalashidadir. Model qaralayotgan ob'ektning umumiy strukturasini tushunarliroq ko'rinishda ifodalaydi, muhim sabab va oqibatlarni ochib beradi.

Modellar kasbiy mahoratga o'qitish va o'rgatish vositasi sifatida borgan sari keng qo'llanilmoqda. Model – qayotiy boshqarish sistemasida mumkin bo'lgan barcha kritik tasodifiy holatlarda insonga o'zini tutishni o'rgatuvchi ajoyib tayyorlash vositasidir.



Quyosh galaktikasining imitatsion modeli

Modellarning eng muhim qo‘llash sohalaridan biri – bu modellashtirilayotgan ob’ektning kelajakdagi hulqini bashorat qilishdan iboratdir. Masalan, uchish xarakteristikalarini aniqlash uchun dastlab ovozdan tez uchadigan samolyotni qurish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanmaydi, ammo bunday xarakteristikalarni modellashtirish vositalari yordamida hal qilinishi mumkin.



O‘zga sayyoralikning imitatsion modeli

Modellardan foydalanish real ob’ektlar ustida tajribalar o‘tkazishning iloji bo‘lmaganda, yoki bunday tajribalar inson xayoti va ekologiya uchun katta xavf-

xatar bilan bog‘liq bo‘lgan yoki iqtisodiy jihatdan o‘zini oqlamaydigan vaziyatlarda boshqariladigan tajribalar o‘tkazishga imkon beradi. Sistema (tabiiy sistemalar) bilan bevosita tajribalar o‘tkazishda, odatda uning ayrim parametrlarini o‘zgartirishga to‘g‘ri keladi va tajriba natijalarini kuzatiladi. Murakkab sistemalarning modellari bilan tajriba o‘tkazilganda, biz sistemaning elementlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqliklarni aniqlashimiz mumkin. Buning sababi shuki, biz sistemaning modeli bilan ishlaganimizda, biz sistemaning strukturaviy sonli o‘lchamlarini bilishimiz, tajriba jarayonida uning parametrlarini osongina o‘zgartirishimiz mumkinligi, sistema hulqini boshqarish imkoniyatiga ega bo‘lishimiz mumkin.

Model – bu shunday narsaki, uning yordamida tajriba jarayonidagi qandaydir fizik ob’ektlarni almashtirish mumkin bo‘ladi. Modellardan tajriba o‘tkazish uchun juda katta mablag‘ talab qilingan hollarda foydalanish mumkin bo‘ladi.

Odatda hal qilinayotgan masala uchun juda katta hajmdagi parametrlarni hisobga olish talab qilinganda yoki qandaydir sabab bilan uning ob’ektlarini oshkor (analitik) ko‘rinishda ifodalash mumkin bo‘lmaganda Imitatsion modellashtirishdan foydalaniladi. .

Zamoanviy dunyoda boshqaruv masalalari tobora qiyinlashib bormoqda, chunki jamiyatning boshqaruv strukturasi murakkablashib ketmoqda. Bu murakkablik turli tuzilmalar o‘rtasidagi o‘zaro munosabatlarning xarakteri bilan belgilanadi. Ana shu munosabatlarning bittasining o‘zgarishi sistemaning boshqa qismlarida turli o‘zgarishlarni keltirib chiqarmoqda. Buni o‘rganishga intilish oqibatida sistemali analiz metodologiyasi rivojlanib bormoqda. Bu metodologiya rahbarlar, injener va olimlarga yuz berayotgan o‘zgarishlarni qayd qilish va ularning oqibatlarini o‘rganishda katta amaliy yordam bermoqda. Hususan, hisoblash mashinalarini murakkab jarayonlarni o‘rganishga tatbiq qilish natijasida imitatsion modellashtirish rivojlanib bormoqda. Imitatsiya qilish deganda "xodisa va jarayonlarni real ob’ekt ustida tajriba o‘tkazmay turib o‘rganish” tushuniladi.

Mohiyati jihatidan har qanday model imitatsiyaning bir ko‘rinishi hisoblanadi. Imitatsion modellashtirish juda ham keng, ammo to‘liq va aniq ta’riflanmagan tushuncha bo‘lib, murakkab sistemalarni loyihalashtirish va faoliyat yuritishiga aloqador mutaxassislar uchun juda katta ahamiyatga ega.

Ta’rif: Imitatsion modellashtirish – bu real sistema modelini yaratish va bu modellar yordamida sistemaning hulqini o‘rganish yoki qo‘yilgan aniq kriteriyalar asosida turli strategiyalarni baholash maqsadlarida tajribalar o‘tkazish jarayonidir.

Shunday qilib, Imitatsion modellashtirish jarayonini modelni yaratish va uni biror muammoni o‘rganish maqsadida amaliyotga tatbiq qilish jarayoni sifatida qabul qilamiz. Real sistemaning modeli deganda biz ob’yektlar yoki turli g‘oyalar guruhini asliga qaraganda boshqacha ko‘rinishda ifodalashni tushunamiz.

“Real” so‘zini "mavjud yoki mavjudlik ko‘rinishlaridan birini qabul qilish” ma’nosida qo‘llaymiz. Hozircha faqat qog‘ozda mavjud bo‘lgan yoki loyihalash bosqichida turgan sistemani xuddi ishlab turgan sistema sifatida modellashtirish mumkin.

Ta’rifga ko‘ra, imitatsion modellashtirish atamasi chorrahalaridagi transportlarning xarakatini o‘rganishni ham, Monte-Karlo metodi yordamida tashkil qilingan stoxastik modellar va tajribalarni ham qamrab oladi. Model faoliyati uchun zarur bo‘lgan ma’lumotlar va ular orasidagi funksional munosabatlar ehtimollar nazariyasi qonuniyatlariga bo‘ysinishi ham, bo‘ysinmasligi ham mumkin.

Imitatsion modellashtirish tajribaviy va amaliy metodologiya hisoblanadi va quyidagi maqsadlarga ega bo‘ladi:

- sistema xulqini ifodalash ;
- kuzatilayotgan ob’ekt hulqini anglashga qaratilgan nazariya va farazlarni qurish ;
- bu nazariyani sistemaning kelajakdagi hulqini bashorat qilishda foydalanish.

Ko‘plab texnik metodlardan farqli o‘laroq, imitatsion modellashtirishni ixtiyoriy fan va sohalarga qo‘llash mumkin.

Sistemani modellashtirish uchun modellashtirilayotgan vaziyatning asosiy shart-sharoitlarini aks ettiruvchi sun'iy tajriba o'tkazish talab qilinadi.

Model sistemani tushunish, mohiyatini anglash yoki mukammalshtirish vositasi bo'lib xizmat qiladi. Model biror ob'ektning boshqacha masshtabda ifodalangan aniq nusxasi bo'lishi yoki ob'ektga xos bo'lgan ayrim xususiyatlarni abstrakt ko'rinishi tarzida bo'lishi mumkin.

Model – bu bashorat qilish va qiyoslash vositasi bo'lib, mantiqiy usul yordamida etarlicha ishonch bilan alternativ xarakatlarni baholash, bashorat qilish, afzallarini tanlashga yoki borliq olamni anglashga imkon beradi. Imitatsiya – esa modellashtirish ko'rinishlaridan biridir.

Modellardan bugungi kunda quyidagi sifatlarda foydalanish mumkin :

- borliqning mohiyatini anglash vositasi ;
- o'zaro munosabat vositasi;
- o'qitish va o'rgatish, shug'ullantirish vositasi ;
- bashorat qilish vositasi ;
- tajribalarni o'tkazish vositasi.

Modellarning real munosabatlar va qonuniyatlarni o'rganish vositasi sifatidagi ahamiyati eja katta. Ular mulohazalarimizni tartibga solish, noaniq tushunchalar va o'zaro hamda vaqtga bog'liq munosabatlarni anglashga, talab qilinadigan iresurlarni aniqlashga yordam beradi.

“Ming marta eshitgandan bir marta ko'rgan afzal” degan naql bejizga aytilmagan. Model tadqiq qilinayotgan ob'ektning umumiy strukturasini tushunarliroq qiladi va muhim sabab-oqibat aloqalarini ochib beradi. Modellardan kasbiy tayyorgarlik va ta'lim sohalarida keng foydalanib kelingan va foydalainib kelinmoqda. Model – boshqaruv sistemasida turli tasodifiy xodisalarning ro'y berishiga qarab javob reaksiyasini ko'rsatishga operatorlarni tayyorlashda ajoyib vosita bo'lib xizmat qilishi mumkin. Jumladan, bizning bitiruv malkaviy ishimizda ko'rilyotgan chorahadagi transport vositalarining xarakatini modellashtirish ham

o'quvchilarni, bog'cha yoshidagi bolalarni chorrahadan o'tishga o'rgatish uchun muhim vositalardan iborat bo'lishi mumkin.

Modellardan foydalanishning yana bir sohasi modellashtirilayotgan ob'ektning xulqini bashorat qilishdan iborat. Texnik xarakteristikalarini o'rganish uchun tovushdan tez uchadigan samolyotni qurish iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanmaydi, ammo ularni modellashtirish orqali aniqlash mumkin bo'ladi. Qolaversa, modellardan qimmatbaho yoki iqtisodiy jihatdan o'zini oqlamaydigan yoki real holatdagi hulqini o'rganish uchun ob'ektdan amaliy jihatdan foydalanib bo'lmaydigan vaziyatlarda tajribalarni o'tkazish va ularni boshqarishga imkon beradi. Sistema ustida bevosita tajribalar o'tkazilganda, odatda uning ayrim parametrlarini o'zgartirib, qolganlarini o'zgartirmay olingan natijalar taqqoslanadi. Real sistema juda ham qimmat bo'lgan hollarda uning modelidan foydalaniladi. Murakkab sistemaning modeli bilan tajriba o'tkazilganda, xuddi real sistema ustida o'tkazilgan tajribalardagi kabi uning ichki xususiyatlari va ularning o'zaro aloqasi haqidagi ma'lumotlarni olishimiz mumkin. Bu holat model strukturasi elementlarini o'lchamga ega ekanligi va bu o'lchamlarni boshqarib, uning hulqini nazorat qilishga imkon beradi.

Model ikki maqsaddan biri uchun xizmat qiladi: ifodalovchi, agar model ob'ektni chuqurroq anglash uchun xizmat qilsa; ko'rsatmalovchi, agar model ob'ektning hulqini belgilovchi xarakteristikalarini qayta tiklash yoki bashorat qilishga imkon bersa. Ko'rsatmalovchi model odatda ifodalovchi ham bo'lishi mumkin, ammo aksi emas.

Texnik va ijtimoiy fanlarda qo'llanadigan modellarning foydalilik darajasi modellarni qurishda foydalanilgan metod va vositalarga bog'liq bo'ladi. Texnikada modellar yangi sistemalarni yaratish, mavjudlarini takomillashti-rishda yordamchi vosita bo'lib xizmat qiladi. Ijtimoiy sohada esa modellar faqat mavjud sistemalarni izoxlash maqsadida foydalaniladi. Sistemalarni ishlab chiqish uchun mo'ljallangan modellar ularning asosiy xarakteristikalarini qamrab olgan bo'lib, ob'ekt xususiyatlarini izoxlab berishi xam lozim.

Imitatsion modellarni turli belgilariga qarab, turlicha sinflash mumkin. Ammo ularning birortasi ham talabga to'la javob bera olmaydi. Imitatsion modellarning ayrim vakillarini keltirib o'tamiz:

- statik (masalan, ob'ektning ko'ndalang kesimi) va dinamik (vaqtga bog'liq qatorlar);
- deterministik va stoxastik;
- diskret va uzluksiz;
- tabiiy, analogli, simvolik (belgili).

Imitatsion modellarni real ob'ektning maketi yoki aniq modelidan tortib to abstrakt matematik modelgacha bo'lgan uzluksiz spektr ko'rinishida tasavur qilish mumkin.

Analogli modellar bo'lib real ob'ektning xususiyatlari hulqi o'xshash (analog) bo'lgan boshqa ob'ektning xususiyati bilan almashtiriladigan modellar tushuniladi. Bu xolda ham olingan natijalarni o'rganilayotgan ob'ekt ga xam taaluqli bo'ladi deb xisoblanadi. Namuna sifatida analogli EHM larni olish mumkin. Grafiklar xam analogli modelga misol bo'lishi mumkin. Bu xolda masofa ob'ektning vaqt, muddat, birlik miqdori kabi xarakteristikalarini ifodalaydi.

Inson va mashinalarga bog'liq bo'lgan komponentalar qatnashgan modellarni boshqaruv o'yinlari (boshqaruv, xarbiy, rejalash) modellari deb ataladi. Bu modellarda inson xisoblash mashinasidan kelayotgan ma'lumotlar bilan o'zaro aloqada bo'ladi. U ma'lumotlar asosida qandaydir qarorlarni qabul qiladi. bu qarorlar maxsus ko'rinishda yana xxisoblash mashinasiga kiritiladi.

Belgili (matematik) modellarda jarayon yoki sistema haqidagi ma'lumotlar belgilar ko'rinishida ifodalanadi. Misol sifatida differensial tenglamalar sistemasini olish mumkin. Belgili model masalalarni abstrakt ideallashtirish dan iborat bo'ladi.

Murakkab sistemalarni modellashtirishda tadqiqotchi bir nechta modellardan foydalanishi mumkin. Ko'pincha sistemali ilmiy izlanishlarda bir sistemaning bir nechta modeliniqurish mumkin bo'ladi. Tadqiqotchi muammoning mohiyatini

tushunib borgani sari sodda modellar o'rnini murakkab modellar egallaydi.

2-§. IMITATSION MODELLASHTIRISHNING ASOSLARI.

Amaliy masalalarda optimizatsion va o'yin modellarini qo'llash ko'pincha "katta sistema" larni modellashtirishda qiyinchiliklar va muammolar tug'diradi. Bunday sistemalariga katta sondagi parametr va maqsadli ijtimoiy-siyosiy sistemalarni misol qilib olish mumkin. Bunday katta xajmdagi ma'lumotlarni to'la formallashtirish va modellashtirish hamda bu ma'lumotlar asosida optimizatsion yoki o'yinli modellarni yaratish deyarli mumkin emas. YUzaga keladigan muammolar asosan jarayonda qatnashadigan parametrlarning to'la hisobga olishning iloji yo'qligi bilan bog'liq.

Imitatsion model nima? Imitatsion model – bu biror bir jismoniy ob'ektni tajriba jarayonida almashtirishi mumkin bo'lgan modeldir. Imitatsion modellarning yuzaga kelishiga sabab shuki, odatda, jismoniy ob'ekt bilan tajriba o'tkazishning iloji bo'lmaydi yoki bunday tajribalar juda ham qimmat turishi yoki odamlarning hayotlari uchun katta xavf-xatar bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Imitatsion modellashtirishdan qo'yilgan masalada juda katta sondagi parametrlarni hisobga olishga to'g'ri kelganda, yoki echimni oshkor (analitik) ko'rinishda biror bir sabab bilan topishning iloji bo'lmaganda foydalanish mumkin.

Katta sistemalarni modellashtirish ko'pincha noaniq kriteriyalarning mavjudligi, ziddiyatli talablarni echishga qaratilgan kriteriyalarning yoki o'zgaruvchan kriteriyalarning mavjudligi bilan bog'liq.

SHu munosabat bilan "katta sistemalar" ni iqtisodiy-matematik modellashtirishning yangi yo'nalishi bo'lgan **imitatsion modellashtirish** sohasi rivojlanmoqda.

Imitatsiya qilish deganda, real ob'ekt bilan tajriba o'tkazmasdan turib, uning mohiyatini o'rganish va tushunish, tasavvur qilishni nazarda tutiladi.

Mohiyati jihatidan har qanday model bu imitatsiyadir. Imitatsion modellashtirish etarlicha keng va shuning uchun aniq ta'riflanmagan tushuncha hisoblanadi. Imitatsion modellashtirish murakab tizimlarning loyixalash va ishlashi uchun ma'sul shaxslar uchun juda katta ahamiyatga ega.

Imitatsion modellashtirish asosan quyidagi ikki maqsaddan biri uchun quriladi:

1. Ifodalash maqsadida, agar imitatsion model ob'ektni yaxshiroq tushunish, uning hulqini izohlash maqsadida qurilgan bo'lsa;
2. Bashorat qilish maqsadida, agar imitatsion model ob'ektning xarakteristikalarini qaytarishga, biror sonli parametrlar uchun oldindan sistema hulqini aniqlashga mo'ljallangan bo'lsa.

Odatda bashorat qiluvchi modellar ifodalovchi model ham hisoblanadi, ammo buning aksi mumkin emas. Chunki, ifodalovchi model modellashtirilayotgan ob'ektga nisbatan faqat ifodalovchi hisoblanadi, bu modelllar rejalashtirish va loyixalashtirish maqsadlarida foydasi ko'p bo'lmaydi.

Ijtimoiy, iqtisodiy va texnik fan sohalarida qo'llanayotgan imitatsion modellarning turli darajadagi samaradorligi asosan modellarni qurish uchun foydalanilgan usul va vositalardan hamda model qurish uchun qo'yilgan yakuniy maqsadlarning turtiligi bilan bog'liqdir. Texnikada imitatsion modellashtirish yangi sistemalarni yaratish yoki mavjudlarini mukammalshatirish uchun yordamchi vosita hisoblanadi. Ijtimoiy fanlarda esa imitatsion modellashtirish mavjud sistemalarni turli vaziyatlardagi hulqlarini izohlash uchun xizmat qiladi. Yangi sistemalarni yaratish uchun qurilgan modellar uning hulqini ham izohlab berishi lozim.

Imitatsion modellashtirish asosan real sistemaning modeli ustida tajribalar o'tkazish maqsadida quriladi. Birorta ham manba orqali zarur bo'lgan ma'lumotlarni olishning imkoni bo'lmaganda imitatsion modellashtirishga murojaat qilinadi. Real sistema ustida tajriba ishlarini olib borish ko'plab qiyinchiliklarning oldini olishi mumkin, agar real sistema va uning modeli

o'rtasida o'zaro mutanosiblik o'rnatilgan bo'lsa. Ammo, bunday tajribalar o'tkazishning kamchiliklari ayrim hollarda sezilarli darajada bo'ladi, chunki:

1. U ob'ektning belgilangan ish tartibini o'zgartirishi va buzishhi mumkin;
2. Agar sistemaning tarkibiy elementi odamlar bo'lsa, ular o'zlarining kuzatilayotganligini sezib qolganidaen so'ng, o'z hulqlariga o'zgartirishlar kiritishi mumkin;
3. Tajriba davomida yoki tajribalar seriyasini o'tkazishda bir hil tarkibdagi ishchi-xodimlarni ushlab turishning qiyinligi.
4. Tanlashning u yoki bu miqdorini belgilash uchun (va demak tajriba natijalarining statistik ahamiyatligini belgilash uchun) juda katta hajmda vaqt, mablag' va vositalar talab qilinishi mumkin.
5. Real sistema bilan tajriba o'tkazishda alternativ variantlar to'plamini tekshirishning iloji yo'qligi.

SHu sabablar bilan, tadqiqotchilar quyidagi shart-sharoitlarni birortasi ham mavjud bo'lganida, imitatsion modellashtirishning maqsadga muvofiqligini ko'rib chiqishi kerak:

1. Qo'yilgan masala uchun tugal matematik modelning mavjudligi va bu modeldagi masalani echishning analitik usulini hozircha ishlab chiqilmaganligi. Bu kategoriyaga navbat kutish bilan bog'liq maishiy va ommaviy xizmat ko'rsatish modellari kiradi.
2. Analitik metodlar mavjud, amml matematik protsedura shunchalik qiyinki, imitatsion modellashtirish bu masalaning oson va sodda echish usulini beradi.
3. Analitik echimi mavjud, ammo mavjud personal xodimlarning malakalari etarli bo'lmagani uchun, bu echimlarni joriy qilib bo'lmaydi. Bu holda imitatsion modellashtirish va uni tekshirib ko'rish chetdan malakali xodimlarni ishga taklif qilish va foydalanish harajatlari bilan qiyoslanadi.
4. Aniq va ma'lum parametrlarni baholashdan tashqari, ma'lum bir vaqt mobaynida imitatsion model ustida jarayonning borishini kuzatish maqsadga muvofiq.

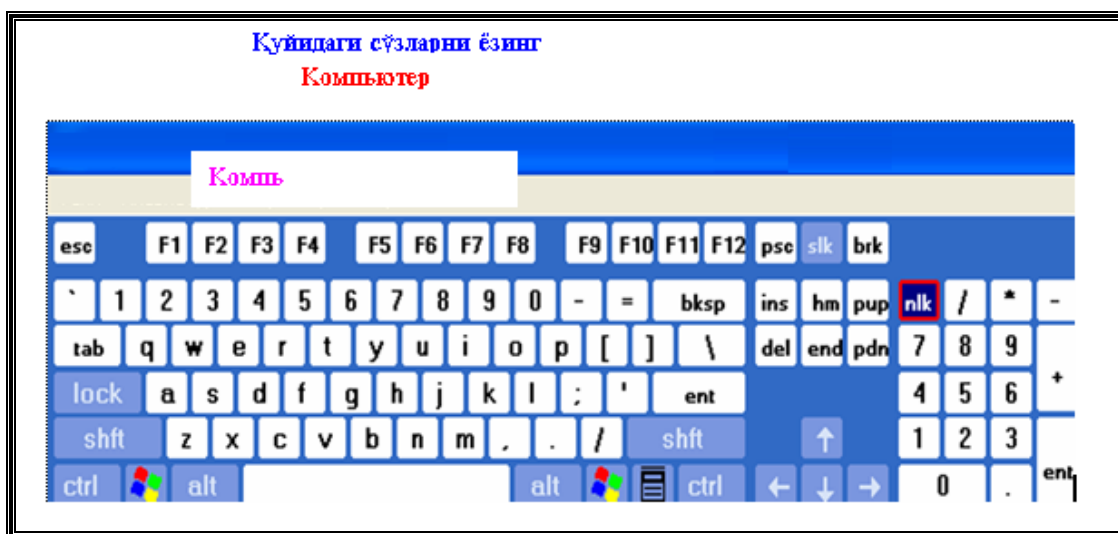
5. Imitatsion modellashtirish mavjud sharoitlarda tajribalar o'tkazishning yagona usuli bo'lishi mumkinligi. Bunga misol qilib, planetalarga uchadigan raketalar qurish va ularning hulqini o'rganishni olish mumkin.

6. Uzoq ishlaydigan sistema va jarayonlar uchun qisilgan vaqt shkalasi talab qilinihi mumkin. Imitatsion modellashtirish o'rganilayotgan jarayon uchun vaqt masalasini to'la boshqarishga imkon beradi, chunki bunda vaqtni tezlashtirish yoki sekinlashtirish mumkin. Misol qilib, ushbu bitiruv malakaviy ishi doirasida yaratilgan modelni olishimiz mumkin. U sartaroshxonaning 12 soatlik ish kunini kuzatish masalasini 12 minutga keltirgan.

Imitatsion modellashtirishning qo'shimcha afzalliklari ularni ta'lim sistemasida keng qo'llanishi bilan bog'liq. Imitatsion modellarni ishlab chiqarish tadqiqotchilarga real jarayonlarni "qo'yish", turli kritik vaziyatlarni yuzaga keltirishga imkon beradi

Imitatsion modellashtirish degan sistema o'z ichiga quyidagi elementlarni oladi.

- "katta sistema" larning ma'lum bir xususiyatlari, belgilarini ifodalovchi hamda ma'lum bir parametr va shart-sharoitlar yaratilgan sistemada nima voqea ro'y berishini ko'rsatuvchi imitatsion modellarni;



Klaviatura trenajyori ekranining umumiy ko'rinish

- turli qarorlarni qabul qilishda ularni baholash va tahlil qilish, voqealarning rivoji uchun "ssenariyaning rivojlanishi" qurish, "kuchsiz echimlarni chiqarib tashlash, maqsad va kriteriyalarni aniqlash uchun zarur bo'lgan ekspertlar va ekspert protseduralarni;

- Ekspertlarning EHM lar bilan ikkitomonlama aloqa vositasi bo'lgan kompyuter tillari. Ekspert boshlang'ich ma'lumotlarni kiritadi, modelning strukturasi o'zgarishlar kiritadi, maxsus modellashtirish tilida kompyuter uchun savollar tayyorlaydi.

SHunday qilib, imitatsion modellarda uchta muhim elementni alohida ta'kidlab o'tish mumkin.

Imitatsion modellar kompyuterlar uchun murakkab programmalar sistemasidan iborat bo'lib, sistemaning komponentalarining hulqini o'rganadi, ular o'rtasidagi aloqani belgilaydi, Turli hildagi boshlang'ich ma'lumotlar uchun kompyuterda shu programmalar vositasida hisob-kitob ishlarini bajarib, real sistemada ro'y berishi mumkin bo'lgan voqealarni ko'rsatib beradi.

Real ob'ektning analogi bo'lgan modelni tekshirish natijasida yaratilgan sharoitlarda sistema o'zini qanday tutishi haqida sonli xarakteristikalar va boshqa ma'lumotlar olinadi.

Modellashtirishning boshlang'ich ma'lumotlarini o'zgartirib, ob'ektni u yoki bu shartlardagi hulqi haqida ishonchli ma'lumotlarni olish mumkin. Bu ma'lumotlar ob'ektning hulqlari nazariyasini qurishda poydevor bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Imitatsion modellar qaysidir ma'noda fizik modellarni, ya'ni mavjud real ob'ektning mitti modelini eslatib yuboradi. Masalan, Bratsk GES ida uning to'la faoliyatini namoyon qiluvchi mitti modeli yaratilgan. Suvning turli oqim tezliklarini kiritib, suv oqimini gidroagregat g'ildiraklari orasidan o'tishini o'zgartirgan holda olimlar suv oqimini turli parametrlarini o'lchashadi, stansiya qurilmalari va binosining mustahkamligini tahlil qilishadi va baholashadi, daryo tubi va qirg'og'ini o'zgarish darajasini aniqlashadi, GES ning eng optimal ish

rejimi haqida hulosalar berishadi. Imitatsion modelda ham huddi shu holatlar takrorlanadi. Farqi shundaki, suv oqimi o'rniga ma'lumotlar oqimidan foydalaniladi. Natijada fizik qurilmalarning turli ko'rsatkichlari o'rniga kompyuter bergan turli sonli ma'lumotlarga ega bo'linadi. Albatta, imitatsion model fizik tajribalar kabi hamma narsani to'la ko'zga ko'rsatib bera olmaydi, ammo uning imkoniyatlari kengroq, chunki imitatsion modellarda amaliy jihatdan hamma o'zgarishlarni yuzaga keltirish mumkin. Har bir faktorni tekshiruvchi mutaxassis tomonidan etarlicha darajada o'zgartirish mumkin, modeldagi va boshlang'ich ma'lumotlardagi hatoliklarni osongina ko'rish mumkin.

Imitatsion model qurish kerak bo'lgan matematik apparat turlicha bo'lishi mumkin, misol sifatida ommaviy xizmat ko'rsatish, agregativ sistemalar nazariyasi, avtomatlar nazariyasi, differensial tenglamalar nazariyasi kabi sohalarini olish mumkin. Imitatsion ilmiy tekshirishlar odatda modellashtirish natijalarini statistik qayta ishlashni talab qiladi. SHuning uchun har qanday imitatsion model asosida extimollar nazariyasi va matematik statistika yotadi.

Imitatsion modellashtirish murakkab jarayon hisoblanadi hamda struktura, maqsad va modellash kriteriyalarini o'zgartirib olingan natijalarni baholash bilan bog'liq bo'ladi. Olingan tajribaviy natijalarni o'rganish uchun bevosita o'rganilayotgan ob'ekt bo'yicha etarlicha ma'lumotga ega bo'lgan yuqori malakali mutaxassis olimlar (ekspertlar) guruhi zarur bo'ladi.

Ekspert protseduralar tajribali odamlar jamoasidan foydalanadi va biror voqea yoki xodisa haqidagi ma'lumotlarni o'rtachalashtirish, umumiyalashtirish hamda ob'ektiv baholarni olish bilan shug'ullanadilar. Ekspertizaning borishi ko'pincha bir qator xodisalarga aloqador aniq qarorlarni ishlab chiqishga, olingan ko'rsatkichlar o'rtasidagi munosabatlarni topishga imkon beradi. Masalan, aholiga xizmat ko'rsatish sferasida rejalashtirish bilan band bo'lgan ekspertlarga savol berilishi mumkin: "Aholiga xizmat ko'rsatishda uning sohaları qanday proporsiyali hajmda rivojlanishi mumkin?". Savolga javob sifatida har bir ekspertga nisbiy muhimligiga qarab, jadvalda har bir xizmat ko'rsatish sohasi to'g'risiga ballarni

yozib chiqishni taklif qilinadi. Bu jadval quyidagi ko'rinishda ham bo'lishi mumkin:

Xizmat ko'rsatish sohasi	ball ar	Normalashgan ballar
savdo	20	0,33
umumiy ovqatlanish	10	0,17
maishiy xizmat	11	0,18
kommunal xo'jalik	13	0,21
odam tashish	6	0,11

Sohalararo proporsiyalarning rivojlanishini aniqlash uchun ekspertlarga ma'lum bmr tartibda tuzilgan anketalar tarqatiladi hamda aholiga xizmat ko'rsatishni rivojlantirish ssenariyasi bilan tanishtiriladi. Bu ssenariy odatda uzoq yillarga mo'ljallangan aholiga pullik xizmat ko'rsatishning perespektivalari bo'yicha bashoratnomalardan iborat bo'lishi mumkin. Unda aholining soni va o'sish darajalari, uning daromad va sohalar bo'yicha xarajatlari, yashash sharoitlari, amaliyotga yangi texnika va texnologiyalarni joriy qilish, aholiga xizmat ko'rsatish turi va formalarini mukammalashtirish, xizmat ko'rsatishning tashkil qilish va boshqarish va boshqa ma'lumotlar aks ettirilishi mumkin.

Ssenariya bilan tanishganidan so'ng, ekspertlar o'z fikrlarini ballar ko'rinishida ifodalashadi va bu anketalar yig'ib olinadi hamda ekspertiza tahlili o'tkaziladi. Bu tahlil (misol uchun yuqoridagi jadvaldagi) ballar har bir guruh bo'yicha o'rtachalashtiriladi, ya'ni normalashtiriladi, ya'ni har bir soha bo'yicha ballarni ularning umumiy ballariga bo'linadi. Olingan natijalar xizmat ko'rsatishning sohalar bo'yicha kutilgan ma'lumotlarni, ya'ni proporsiyalarni ifodalaydi.

Ekspert tahlillarini o'tkazishning katta miqdordagi forma va metodlari mavjud. Masalan, ekspertlar guruhini chaqirib, ko'rilyotgan masalalarni

muhokama qilinishi mumkin. Anketalar ekspertlarga, ularning ish joylariga (uy-lariga) jo'natilishi mumkin. Bu holda ekspert diskussiya va tashqi tayziqlarsiz o'z fikrlarini bildirishi mumkin. Ekspertga, uning fikrlarining qimmatlilik darajasiga qarab, "tosh qo'yilishi" mumkin.

Biror imitatsion modelning ish sifatida baholash uchun, ekspertlar modelning asosiy va ikkinchi darajali parametr-larini aniqlashadi; parametrlarning o'zgarish oraliqlarini topishadi; modelning eng yaxshi variantini tanlashadi. SHuningdek, zarurat bo'lsa, modellashtirish sharoitlarini o'zgartirish va tanlash, modelda tajribalar o'tkazish jarayonida kutilmagan yangi ma'lumotlar yuzaga kelganda tuzatmalar kiritish ham ekspertlarning vazifasi hisoblanadi.

Odatda, ekspert yoki ekspertlar guruhining faoliyati ma'lumotlarni kompyuterda qayta ishlash, modellashtirish natijasida olingan natijalarni baholash bilan bog'liq. Bu ishda ular kompyuter bilan maxsus tillarda doimiy aloqada bo'lishadi.

"Katta sistema" larni imitatsiya qilishda odam-ekspertning kompyuter bilan muloqoti ikki holda ro'y berishi mumkin. Birinchi holda, imitatsion model formal matematik apparatdan foydalanmaydi va asosan xodisalarning ekspert sifatida baholash bilan shug'ullanadi. Muloqot uchun MICRISOFT OFFICE paketiga kiruvchi MICROSOFT WORD, MICROSOFT EXCELL kabi dasturlardan foydalanadi. Ekspertning kompyuter bilan muloqotida u yoki bu xodisa va maqsadlarni baholashdagi o'rtacha ballar va koeffitsientlarni aniqlash jarayoni ekspert tahlil qoidasi bilan amalga oshiriladi. Bu erda kompyuterlardan minimal darajada foydalaniladi. Ikkinchi holda esa, biror murakkab, masalan, biror yirik ishlab-chiqarish korxonasi, bank, bozor kabi ob'ektlar faoliyatini o'rganish uchun imitatsion modellardan foydalanilganda, boshlang'ich ma'lumot va shart-sharoitlarni hisobga olib, informatsion jarayonni kompyuter yordamida imitatsiya qilishda, model maxsus imitatsiya tillaridan birida ifodalanadi. Bunday tillarga misol sifatida JPSS, Simskript, Simula, Dinamo, MathCad kabi tillarni olish

mumkin.

Bu tillarning afzal tomoni shundaki, ularda boshqa universal tillarga nisbatan xatoliklarni topish bo'yicha kengroq imkoniyatlar yaratilgan. Ammo, maxsus imitatsion tillarni qo'llashda ayrim cheklanishlar mavjud. Masalan, modellashtirilayotgan ob'ekt haqidagi ma'lumotlarni kiritish va chiqarishdagi cheklanishlar. FORTRAN, DELPHI kabi universal tillar ma'lumotlarni chiqarishdagi ana cheklanishlarni bartaraf qilishi mumkin. Ammo, SimSkript kabi imitatsiya tilidan foydalanilganda, ma'lumotlarni chiqarishda shu til imkoniyatlari bilan "kelishish" ga majbur bo'linadi. SHuning uchun, murakkab isitemalarning imitatsion modellarini yaratishda turli hildagi tillardan foydalaniladi. Imitatsiya jarayonida ob'ektning xususiyatlarini ifodalashda JPSS, Simskript, Simula kabi tillardan foydalanilsa, turli servis xizmatlarini tashkil qilishda Fortran, DELPHI tillaridan, shuningdek zarurat bo'lsa WORD, EXCELL kabi programmalardan ham foydalanish mumkin.

Shunday imitatsion modellar mavjud bo'ladiki, ular yuqorida keltirilgan klassifikatsiyaga (masalan, boshqaruvsiz modellar, o'yinli modellar, optimizatsion modellar va x.k.) bo'ysinmaydi. Bunday modellarni aralash tipdagi imitatsion modellar deb ataladi.

3-§. IMITATSION MODELLASHTIRISH BOSQICHLARI.

Imitatsion modellashtirish real sistemalar vaoliyatlini ilmiy asosda tekshirish uchun foydalanishini hisobga olib, ularni qurish jarayonini quyidagi bosqichlarga bo'lish mumkin:

1. Sistemani aniqlash – o'rganilayotgan sistema samaradorligining chegarasi, cheklanishlari va o'lchamlarini aniqlash;
2. Model formulirovkasi – real sistemadan biror mantiqiy sxemaga o'tish (absrtakt)lash;
3. Ma'lumotlarni tayyorlash – model qurish uchun zarur bo'lgan

ma'lumotlarni tanlash va ularni maxsus ko'rinishlarda ifodalash;

4. Modelning translyasiya qilish - modelni EHM "tushunadigan" biror tilda ifodalash;

5. Adekvatligini baholash – ishonchlilik darajasini "ishonish mumkin bo'lgan" darajagacha ko'tarib, real tizim haqida olingan hulosalarning korrektligi haqida mulohaza qilish;

6. Strategik rejalashtirish – talab qilingan ma'lumotlarni olish uchun tajribalarni rejalashtirish;

7. Taktik rejalashtirish - tajribalar rejasiga muvofiq ravishda tajribalar seriyasini o'tkazish ketma-ketligini aniqlash;

8. Tajribalar o'tkazish – kutilgan ma'lumotlarni olish va sistema sezgirligini tahlil qilish uchun imitatsiya jarayonini o'tkazish;

9. Interpretatsiya – imitatsiya natijasida olingan natijalar bo'yicha hulosalar chiqarish;

10. Realizatsiya – model va modellashtirish natijalaridan amalda foydalanish.

11. Xujjatlashtirish - loyixani amalga oshirishning borishi va u bergan natijalarni qayd qilib borish, shuningdek modelni yaratish va foydalanish jarayonini xujjatlashtirib borish.

Yuqorida sanab o'tilgan imitatsion modelning yaratish va foydalanish bosqichlari qo'yilgan masala faqat imitatsion modellashtirish yordamida eng yaxshi echimini topish mumkin degan nuqtai-nazardan aniqlandi. Ammo bu usul eng yaxshi usul bo'lmasligi ham mumkin. Chunki, imitatsion modellardan faqat qo'yilgan masala echimini topishning boshqa usuli mavjud bo'lmagan holdagina foydalanish mumkin. Agar masala uchun oddiy model qurib, uning echimini analitik usulda topish mumkin bo'lsa, u holda imitatsion modelga hech qanday xojat qolmaydi. Masala uchun imitatsion model qurish va uning imkoniyatlarini baholashga kirishishdan avval, bu masala echimini topishning boshqa optimal usullari qolmaganligiga ishonch hosil qilish kerak. Masalaning echimini topish

uchun mos keluvchi zarur vositalarni tanlashga to'g'ri kelgani uchun, echishning u yoki bu vositasi va usulini tanlashda masalaning qo'yilishiga albatta e'tibor berish kerak bo'ladi.

Imitatsion modellashtirishdan foydalanishni hech qachon eng qulay va samarali usul deb qaramaslik lozim. Echilayotgan masala uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar yig'ilib borgani hamda masalani tushunish darajasi chuqurlashib borgani sari imitatsion modellashtirishdan foydalanishni shubha ostiga olish kerak bo'ladi. Hamma hollarda ham qo'yilgan masalani echish jarayonida imitatsion model qurish va uni amalga oshirish zarur bo'ladigan barcha mumkin bo'lgan vosita va xarajatlarni hisobga olish, tahlil qilish lozim, bu ma'lumotlarni biz imitatsiyalash natijasida olmoqchi bo'lgan ma'lumotlarimizning qiymati bilan taqqoslash kerak bo'ladi.

4-§. IMITATSION MODEL STRUKTURASI.

Model qurishdan avval, biz modelning strukturaviy elementlarini aniqlab olishimiz lozim. Matematik yoki jismoniy model strukturasi murakkab bo'lsada, ularni qurish asoslari sodda bo'lishi mumkin. Umumiy holda model strukturasi quyidagi forqali ifodalash mumkin:

$$E = f(x, y)$$

Bu erda E - sistema xarakatining natijasi, x - biz boshqarishimiz mumkin bo'lgan parametr va o'zgaruvchilar, u - biz boshqara olmaydigan parametr va o'zgaruvchilar, f – bu parametrlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik. Bu sodda formula sistemaning faoliyati biz boshqarishimiz mumkin bo'lgan parametr va o'zgaruvchilar hamda boshqara olmaydigan parametr va o'zgaruvchilarga bog'liqligini ko'rsatadi. Umuman aytganda, har qanday imitatsion model quyidagi tarkibiy elementlarning qandaydir kombinatsiyasini ifodalaydi:

- strukturaviy komponentalar,
- o'zgaruvchilar,

- parametrlar,
- funksional bog'liqliklar,
- cheklanmalar,
- maqsad funksiyalari.

Kombinatsiya deganda tarkibiy qismlardan foydalanib, sistema yaratish usullari nazarda tutiladi. Komponentalar esa birgalikda sistemani hosil qiluvchi tarkibiy elementlarni anglatadi. Parametrlar – modelda ishlayotgan operator tomonidan ihtiyoriy ravishda o'zgartirilishi mumkin bo'lgan miqdorlardir. O'zgaruvchilar funksiya tomonidan qabul qilinishi mumkin bo'lgan qiymatlarni belgilaydi. Parametrlar, o'zgartirilgandandan so'ng, to shu tajriba tugaguncha o'zgarmas miqdorlar ko'rinishini oladi. Masalan, $y = 3x$ tenglamadan 3 soni parametr, x – o'zgaruvchi miqdor hisoblanadi.

Imitatsion modellashtirishda ikkita turdagi o'zgaruvchilardan foydalaniladi: ekzogen va endogen o'zgaruvchilar. Ekzogen o'zgaruvchilar kiruvchi ma'lumotlar hisoblanadi va sistemadan tashqarida yuzaga keladi. Bu o'zgaruvchilar tashqi ta'sirlar natijasida yuzaga keladi. Endogen o'zgaruvchilar esa sistemada, ichki ta'sirlar natijasida yuzaga keladi. Endogen o'zgaruvchilar holat o'zgaruvchilari (sistemaning ichidagi holatlarni belgilash uchun ishlatiladi) hamda chiquvchi (natijaviy) o'zgaruvchilarga bo'linadi. Statistlar odatda ekzogen o'zgaruvchilarni erkli, endogen o'zgaruvchilarni esa bog'liq o'zgaruvchilar deb ham atashadi.

Funksional bog'liqlik parametr va o'zgaruvchilarning o'zaro bog'lanish prinsiplarini ko'rsatib beradi. Bu bog'lanish munosabatlari deterministik va stoxastik turlarga bo'linadi. Deterministik munosabatlar – ayniyat va ta'riflardan iborat bo'lib, sistemadan chiqishda parametr va o'zgaruvchilarning o'zaro bog'lanishlarini bildiradi. Stoxastik munosabatlar esa berilgan kiruvchi ma'lumotlar uchun sistemadan chiqishda oldindan aniq bo'lmagan ma'lumotlarni berish bilan bog'liqdir. Har ikki munosabatlar matematik ko'rinishda aniqlanadi va endogen hamda ekzogen o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlik munosabatlarini ifodalaydi.

Cheklanishlar o'zgaruvchilarning o'zgarish sohalari, taqsimotning

chegaralangan shartlari, u yoki bu vositalarning xarajatlari va hajmlaridan iborat bo'ladi. Ular tadqiqotchi tomonidan kiritilishi yoki sistemaning mavjudligi va ichki-tashqi xususiyatlari bilan berilishi mumkin.

Borlik olamning kichik bir uchastkasi xam to'liq ifodalash, inson tomonidan tushunish uchun etarlicha murakkab xisoblanadi. Deyarli barcha muammoli vaziyatlar o'ta murakkab bo'lib, cheksiz sondagi ma'lumotlar, o'zgaruvchilar, parametrlar va munosabatlarni qamrab olishi mumkin. Model qurishga xarkat qilar ekanmiz, biz unga cheksiz faktlarni kiritishimiz, katta vaqt sarf qilishimiz mumkin. Misol tariqasida, qo'lga qog'oz olib, xat yozish masalasini ko'raylik. Buning uchun qog'ozning kimyoviy tarkibi, qalam grafiti va o'chirgichning turi, xavo namligini qog'ozga ta'siri, qog'ozga ishqalanish kuchi kabi ma'lumotlarni to'plashga to'g'ri kelar edi. Ammo bu vaziyatda bizni faqat jo'natiladigan xat qiziqtiradi va yuqorida keltirilgan ma'lumotlarning birortasi ham bu masalaga aloqasi bo'lmaydi. Demak, biz o'rganilayotgan ob'ektga xos bo'lgan real ma'lumotlarning kattagina qismini tashlab yuborishimiz mumkin. SHuning uchun ayta olamizki, barcha modellar real olamning soddalashtirilgan ifodasi yoki abstraksiyadir. Agar ular korrekt bajarilgan bo'lsa, real vaziyatning aksi asliga yaqinlashtirilgan bo'ladi.

Modelning u ifodalayotgan ob'ekt bilan o'xshashligi izomorfizm deb ataladi. Model ikkita shartni qanoatlantirishi lozim. Birinchidan, model va u ifodalayotgan ob'ektning elementlari o'rtasida o'zaro bir qiymatli moslik mavjud bo'lishi lozim. Ikkinchidan, elementlar o'rtasidagi munosabatlar aniq saqlangan bo'lishi lozim. Modelning izomorfizmlilik darajasi nisbiydir va ko'pchilik modellar izomorfdan ko'ra gomomorfroqdir.

Gomomorfizm deganda biz asosiy strukturalari farqli bo'lsa ham shakl bo'yicha o'xshashlikni tushunamiz. Bu erda ob'ekt va uning modeli o'rtasidagi faqat yuzaki o'xshashliklar nazarda tutilmoqda. Gomomorf modellar soddalashtirish va abstraksiyalashning mevasi xisoblanadi.

Ideal gomomorf model ishlab chiqish uchun sistemani maydaroq qismlarga ajratiladi. Bu amal masalani etarlicha tahlil qilish maqsadida bajariladi. Bu xarakatlar bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan yoki etarlicha sodda munosabatlar bilan bog‘langan kislarning mavjudligiga bog‘liq. SHu usul bilan biz avtomashinani tahlil qilishimiz mumkin. Unda ketma-ket ravishda dvigatel, uzatmalar qutisi, privodlar va x.k. larni ish rexjimini tahlil qilishimiz mumkin.

Modellar qurishda bunday tahlillar bilan real sistemani soddalashtiri-Masalan, biz faraz qilamizki, ikkita o‘zgaruvchilar o‘rtasida chiziqli bog‘liklik mavjud bo‘lsin. Injener-elektrik zanjirlar modeli bilan ishlar ekan, faraz qiladiki, rezistor, kondensator va x.k. lar o‘z parametrlarini o‘zgartirishmaydi. Bu soddalashtirishdir, chunki, bu komponentalarning elektrik xarakteristikalarini temperaturq, namlik, ishlash muddatlariga bog‘liq ravishda o‘zgarishi mumkin. Boshqaruv muammolarini o‘rganayotgan olim foydali modellarni qurish uchun soddalashtirishdan foydalanadi. Uning faraziga ko‘ra, o‘zgaruvchilar yoki determinantlashgani (borliqning zta soddalashtirilgan talqini) yoki tasodifiy xodisalar qonuniyatlariga bo‘ysinadi. Bu qonuniyatlar ehtimollikning puasson, normal, eksponensial kabi taqsimot funksiyalariga bo‘ysinadi. O‘Zgaruvchilar o‘rtasidagi munosabatlar chiziqli xarakterga ega.

Analizning boshqa aspekti abstraksiya bo‘lib, u soddalashtirishdan farqli o‘laroq, tushuntirish va izoxlash oson bo‘lmaydi.

Abstraksiyalash o‘zida ob‘ekt hulqiga xos belgilar va muhim sifatlarini mujassamlashtiradi, ammo uning ko‘rinishi asli nusxadagi ko‘rinishlardan farq qilishi mumkin. Ko‘pincha modellarda abstrakitsiya ana shunday xolatda namoyon bo‘ladi. Masalan, ishlarni tashqik qilish sxemasida ishchilarning turli guruhlarini o‘rtasidagi o‘zaro munosabatlarni abstrakt formada ifodalashga xarakat qilinadi.

Bunday sxema real munosabatlarni faqat sirtidan ifodalydi.

Biz sistemaning kislari yoki ejlementlarini tahlil qilganimizdan keyin, ularni birlashtirishga xarakat qilamiz. Boshqacha aytganda sintezdan foydalanib, murakkab sistemaga qaysidir ma’noda yaqinlashadigan vazimiyatni

modellashtiramiz. Bu erda ikki momentni nazarda tutish kerak bo'ladi. Birinchidan, sintez uchun tanlab olingan kism yoki elementlar to'g'ri tanlangan bo'lishi lozim. Ikkinchidan, ularning o'zaro munosabatlari to'g'ri ifodalangan bo'lishi kerak. Bu amallar analiz, soddalashtirish va abstraksiyalash jarayoni bo'lib, o'rganilayotgan sistema ishini approksimssiya qiluvchi modelni qurishga yordam beradi va biz real sistemani emas, balki uning modelini optimallashtiramiz. Biz qurgan model va real sistema o'rtasidagi o'zaro aloqaning mavjudligi va mosligi masalasi analiz, abstraksiya va sintez ishlarini qay darajada amalga oshirilganligiga bog'liq bo'ladi.

5-§. IMITATION MODELARGA QO'YILADIGAN TALABLAR.

Borliq olamning kichik bir uchastkasi xam to'liq ifodalash, inson tomonidan tushunish uchun etarlicha murakkab xisoblanadi. Deyarli barcha muammoli vaziyatlar o'ta murakkab bo'lib, cheksiz sondagi ma'lumotlar, o'zgaruvchilar, parametrlar va munosabatlarni qamrab olishi mumkin. Model qurishga xarkat qilar ekanmiz, biz unga cheksiz faktlarni kiritishimiz, katta vaqt sarf qilishimiz mumkin. Misol tariqasida, qo'lga qog'oz olib, xat yozish masalasini ko'raylik. Buning uchun qog'ozning kimyoviy tarkibi, qalam grafiti va o'chirgichning turi, xavo namligini qog'ozga ta'siri, qog'ozga ishqalanish kuchi kabi ma'lumotlarni to'plashga to'g'ri kelar edi. Ammo bu vaziyatda bizni faqat jo'natiladigan xat qiziqtiradi va yuqorida keltirilgan ma'lumotlarning birortasi ham bu masalaga aloqasi bo'lmaydi. Demak, biz o'rganilayotgan ob'ektga xos bo'lgan real ma'lumotlarning kattagina qismini tashlab yuborishimiz mumkin. SHuning uchun ayta olamizki, barcha modellar real olamning soddalashtirilgan ifodasi yoki abstraksiyadir. Agar ular korrekt bajarilgan bo'lsa, real vaziyatning aksi asliga yaqinlashtirilgan bo'ladi.

Modelning u ifodalayotgan ob'ekt bilan o'xshashligi izomorfizm deb ataladi. Model ikkita shartni qanoatlantirishi lozim. Birinchidan, model va u ifodalayotgan

ob'ektning elementlari o'rtasida o'zaro bir qiymatli moslik mavjud bo'lishi lozim. Ikkinchidan, elementlar o'rtasidagi munosabatlar aniq saqlangan bo'lishi lozim. Modelning izomorfizmlik darajasi nisbiydir va ko'pchilik modellar izomorfdan ko'ra gomomorfroqdir.

Gomomorfizm deganda biz asosiy strukturalari farqli bo'lsa ham shakl bo'yicha o'xshashlikni tushunamiz. Bu erda ob'ekt va uning modeli o'rtasidagi faqat yuzaki o'xshashliklar nazarda tutilmoqda. Gomomorf modellar soddalashtirish va abstraksiyalashning mevasi xisoblanadi.

Ideal gomomorf model ishlab chiqish uchun sistemani maydaroq qismlarga ajratiladi. Bu amal masalani etarlicha tahlil qilish maqsadida bajariladi. Bu xarakatlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan yoki etarlicha sodda munosabatlar bilan bog'langan kislarning mavjudligiga bog'liq. SHu usul bilan biz avtomashinani tahlil qilishimiz mumkin. Unda ketma-ket ravishda dvigatel, uzatmalar qutisi, privodlar va x.k. larni ish rejimini tahlil qilishimiz mumkin.

Modellar qurishda bunday tahlillar bilan real sistemani soddalashtiri-Masalan, biz faraz qilamizki, ikkita o'zgaruvchilar o'rtasida chiziqli bog'liklik mavjud bo'lsin. Injener-elektrik zanjirlar modeli bilan ishlar ekan, faraz qiladiki, rezistor, kondensator va x.k. lar o'z parametrlarini o'zgartirishmaydi. Bu soddalashtirishdir, chunki, bu komponentalarning elektrik xarakteristikalarini temperaturq, namlik, ishlash muddatlariga bog'liq ravishda o'zgarishi mumkin. Boshqaruv muammolarini o'rganayotgan olim foydali modellarni qurish uchun soddalashtirishdan foydalanadi. Uning faraziga ko'ra, o'zgaruvchilar yoki determinantlashgani (borliqning zta soddalashtirilgan talqini) yoki tasodifiy xodisalar qonuniyatlariga bo'ysinadi. Bu qonuniyatlar ehtimollikning puasson, normal, eksponensial kabi taqsimot funksiyalariga bo'ysinadi. O'Zgaruvchilar o'rtasidagi munosabatlar chiziqli xarakterga ega.

Analizning boshqa aspekti abstraksiya bo'lib, u soddalashtirishdan farqli o'laroq, tushuntirish va izoxlash oson bo'lmaydi.

Abstraksiyalash o'zida ob'ekt hulqiga xos belgilar va muhim sifatlarini mujassamlashtiradi, ammo uning ko'rinishi asli nusxadagi ko'rinishlardan farq qilishi mumkin. Ko'pincha modellarda abstraktsiya ana shunday xolatda namoyon bo'ladi. Masalan, ishlarni tashqik qilish sxemasida ishchilarning turli guruhlarini o'rtasidagi o'zaro munosabatlarni abstrakt formada ifodalashga xarakat qilinadi.

Bunday sxema real munosabatlarni faqat sirtdan ifodalydi.

Biz sistemaning ismlari yoki elementlarini tahlil qilganimizdan keyin, ularni birlashtirishga xarakat qilamiz. Boshqacha aytganda sintezdan foydalanib, murakkab sistemaga qaysidir ma'noda yaqinlashadigan vazimiyatni modellashtiramiz. Bu erda ikki momentni nazarda tutish kerak bo'ladi. Birinchidan, sintez uchun tanlab olingan ism yoki elementlar to'g'ri tanlangan bo'lishi lozim. Ikkinchidan, ularning o'zaro munosabatlari to'g'ri ifodalangan bo'lishi kerak. Bu amallar analiz, soddalashtirish va abstraksiyalash jarayoni bo'lib, o'rganilayotgan sistema ishini approksimatsiya qiluvchi modelni qurishga yordam beradi va biz real sistemani emas, balki uning modelini optimallashtiramiz. Biz qurgan model va real sistema o'rtasidagi o'zaro aloqaning mavjudligi va mosligi masalasi analiz, abstraksiya va sintez ishlarini qay darajada amalga oshirilganligiga bog'liq bo'ladi.

Biz imitatsiya qilishni kelajakda tajribalar o'tkazish yoki hulqini o'rganish, turli strategiyalarni baholash maqsadlarida real sistemaning modelini yaratish jarayoni sifatida ta'rifladik. Ushbu ta'rifdan imitatsion modellarning o'ziga xos belgilari kelib chiqadi. Bu belgilar quyidagilardan iborat bo'ladi:

- sistema faoliyati bilan bog'langan ;
- real olamga xos masalalarni echishga mo'ljallangan ;
- sistemani boqaruvchilariga munozara ob'ekti bo'lib xizmat qilishi lozim.

Imitatsiya sistemaning faoliyati bilan chambarchas bog'langan. Sistema biror maqsadga ko'ra, o'zaro aloqa va munosabatlarni e'tiborga olib, biror funktsiyani (amalni) bajarish uchun bir guruhga birlashtirilgan elementlar yoki ob'ektlar to'plamidan iborat bo'ladi.

Sistemga misol qilib qurollarni, ishlab chiqarish korxonalarini, tashkilotlarni, transport tarmogʻini, kasalxona, loyihalar, inson va u boshqaradigan mashinalarni olish mumkin. Sistemaning faoliyati qoʻzlangan maqsadga erishish uchun bajarilishi talab qilingan xarakatlar toʻplamidan iborat. Sistemalar xos boʻlgan xususiyat – bu bir maqsadga qaratilganlikdir. Bu xolat bizdan model qurishda asosiy eʼtiborni modellashtirilayotgan sistemaning maqsad va vazifalariga qaratishni talab qiladi.

Imitatsiya real masalalarni echishga moʻljallanganligi uchun, biz oxirgi natijalarimizning sistema tomonidan berilishi kutilgan natijalarga toʻla mos kelishi va aks etishiga qatʼiy ishonch xosil qilishimiz kerak. Ayrim xollarda model maʼnosiz natijalarni ham berishi mumkin. Bu xolda biz modellarni shubha ostiga olishimiz kerak boʻladi. Ixtiyoriy model parametr va oʻzgaruvchilarning maksimal oʻzgarish oraligʻlari uchun baholangan boʻlishi lozim. SHuningdek, model “agar ... boʻlsa-chi?” qabilidagi savollarga ham javob berishi lozim. Qolaversa, bizning modelimiz berishi mumkin boʻlgan maʼlumotlardan foydalanuvchilar ham doimo yodimizla turishi zarur. Oxir-oqibatda foydalanish mumkin boʻlmagan yoki qaror qabul qiluvchi shaxsga foyda keltira olmaydigan imitatsion modellarni ishlab chiqishni oqlab boʻlmaydi.

Natijalarning isteʼmolchilari sifatida sistemani yaratuvchi yoki faoliyati uchun maʼsul shaxs boʻlishi mumkin. Umuman aytganda, modelning foydalanuvchisi boʻlmasa, uni yaratishning qizigʻi yoʻq.

YUqoridagi mulohazalarni eʼtiborga olib, biz yaxshi model ega boʻlishi kerak boʻlgan sifatlarni keltiramiz:

- foydalanuvchiga tushunarli va sodda boʻlishi;
- maqsadga qaratilganligi;
- maʼnosiz natidalardan ishonchli ravishda kafolatlangan;
- boshqarish va muloqotda oson boʻlishi;
- asosiy masalaning mumkin boʻlgan echimlarini toʻliq ifodalashi;
- maʼlumotlarni yangilash va boshqa oʻzgarishlarni qiritish maʼnosida ;

- dastlab sodda bo'lib, asta-sekinlik bilan o'zgarishlarga va mukammallashtirishga qodir imkon beruvchi bo'lishi.

Bu kriteriyalarning ko'pchiligining zarurligshi tabiiy. SHuni alohida ta'kidlash joizki, modeldan foydalanish mumkin bo'lishi uchun uning foydalanuvchisining ehtiyojlari va psixologiyasi sinchkovlik bilan o'rganilgan bo'lishi lozim. Imitatsion modellashtirish yaratuvchi uchun xam, foydalanuvchi uchun ta'lim berish jarayonidan iborat bo'lishi kerak.

IMITATSIYA QILISH JARAYONI

Imitatsiya odatda real sistemalarning tadqiqoti uchun zarur bo'lishini e'tiborga olinsa, bu jarayonning quyidagi bosqichlarini ta'kidlab o'tish mumkin:

1. sistemani aniqlash – chegara va cheklovlarni o'rnatish, o'rganilayotgan sistemaning samaralilk ko'rsatkichlarini anq belgilash;
2. modelni shakllantirish - real sistemadan biror mantiqiy sxemaga o'tish;
3. model uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarni saralash va tanlash hamda ularni maxsus ko'rinlarda ifodalash;
4. model translyasiyasi –modelni EHM uchun tushunarli tilda yozish;
5. to'g'riligini baholash – ishonchliligini qabul qilish mumkin bo'ladigan darajagacha ko'tarish,
6. Strategik rejalashtirish -zarur ma'lumotlarni brea oladigan tajribalarni rejalashtirish;
7. Taktik rejalashtirish – tajribalarning xar bir seriyasini o'tkazish usullarini aniqlash;
8. tajriba o'tkazish – kutilgan ma'lumotlarni olish uchun imitatsiyani amalga oshirish ;
9. Interpretatsiya – imitatsiya orqali olingan ma'lumotlar bo'yicha xulosalar chiqarish;

10. Realizatsiya – model va modellashtirish natijalaridan amaliyotda foydalanish;

11. Hujjatlarni rasmiylashtirish –loyixani amalga oshirishni borishi haqidagi ma'lumotlarni qayd etish, modelni yaratish va foydalanish jarayonini xujjatlashtirish jarayoni.

Yuqorida keltirilgan modelni yaratish va foydalanish bosqichlari qo'yilgan masala imitatsion modellashtirish yordamida eng yaxshi echimga ega bo'ladigan xollar uchun o'rindir. SHuni xam aytish lozimki, bu eng yomon usul bo'lishi ham mumkin. Imitatsiya masalalarni echishdagi eng oxirgi, eng qo'pol usul bo'lishi xam mumkin. Masalalar sodda modellarga ajratib, analitik usulda echish mumkin bo'ladigan vaziyatlarda imitatsiyaga ehtiyoj bo'lmaydi. Konkret masalani echish uchun mumkin bo'lgan barcha vosita va usullarni tahlil qilish, masalani echish xarajatlari va kutilgan natijalar orasidagi qiymatni optimallashtirishga xarakat qilish zarur.

Imitatsiya imkoniyatlarini baholashdan oldin oddiy analitik usul bu masala uchun yaroqli emasligiga ishonch xosil qilish talab qilinadi. Masala uchun kerakli vosita va usullarni tanlash talab qilinarkan, u yoki bu metodni qo'llash haqidagi qarorlar masalaning qo'yilishidan keyinroq ko'rsatilishi lozim.

Imitatsiyani qo'llash bo'yicha qaror uzil-kesil deb xisoblammaslik zarur. Ma'lumotlarning to'planishi va masalalarni tushunishda chuqurlashib borgani sari imitatsiyalardan foydalanishni maqsadga muvofiqligi qayta ko'rib chiqiladi. Buning uchun qudratli EHM va katta xajmdagi ma'lumatlar talab qilingani uchun, imitatsiyalar bilan bog'liq xarajatlar unchalik katta bo'lmagan masalaning analitik echimi sarfiga qaraganda katta bo'ladi. Hamma hollarda xam imitatsiya uchun kerak bo'ladigan vaqt va vositalarning sarfini olinishi kutilayotgan ma'lumotlarning qiymati bilan qiyoslash lozim.

Odatda modelni loyixalash biror xodimning o'rganilishi zarur bo'lgan muammo haqida xulosaga kelishidan boshlanadi. Ilk tadqiqotlarni bajarish uchun maxsus xodim tayinlanadi. (odatda bu xodim ana shu muammo bilan ish olib

borayotgan guruhga mansub bo'ladi). Tadqiqotning qaysidir bosqichida muammoni chuqurroq o'rganish uchun miqdoriy izlanishlarning foydali bo'lishi ayon bo'lib qoladi va sahnada matematik paydo bo'ladi. Masalaning qo'yilish bosqichi ana shundan boshlanadi.

Oxirgi ikki metod o'rta qiymat va dispersiya, spektral analiz, regression analiz, faktor analiz "xi-kvadrat" usulida tekshirishlarni baholash uchun statistik tanlanmalardan foydalanishga olib keladi. Ushbu statistik metodlarning har biri ma'lum bir cheklanishlarga yo'l qo'ygani uchun baholarning asliga mos kelishi bilan bog'liq masala ko'tariladi. Umuman aytganda tekshirishlarning samarasi boshlang'ich cheklanishlarga bog'liq ravishda pasayib boradi. imitatsion modellarni baholash usullarini uch toifaga bo'linadi:

1) verifikatsiya. Undan foydalanib eksperimentator model o'zini kutilgan darajada tutayotganligiga ishonch xosil qilmoqchi bo'ladi; 2) asliga mos kelish bahosi real sistema va model hulqlarining o'zaro mosligini tekshirish; 3) muammoli analiz- statistik qiymatga ega bo'lgan xulosalarni shakllantirish.

Bunday aholashni amalga oshirish uchun modelni stol kalkulyatoridan boshlab bosqichma-bosqich tekshirishdan boshlab to dala tajribalarigacha bo'lgan bir qator xarakatlarni bajarishga to'g'ri keladi. Ammo, bu tajribalarning o'zi ham empirik tadqiqotlarga xos muammolar bilan bog'liq bo'ladi. Bu muammolarga quidagilar kiradi: 1) Ma'lumot olishning qiymati juda baland bo'lgani uchun, ma'lumotlarni ng unchalik katta bo'lmagan tanlanmalaridan foydalanishga to'g'ri keladi; 2) ma'lumotlar turli guruhlariga keragidan ortiq bo'lib tashlangan; 3) to'g'riligi shubha ostida bo'lgan ma'lumotlardan foydalaniladi.

SHunday qilib, modelning asliga mosligini baholash masalasining ikki tomoni mavjud: model o'zini xuddi real sistema kabi tutayotganligiga ishonch xosil qilish; model yordamida olingan xulosalarning xaqqoniyligi va korrektiligi. Har ikki xolat birgalikda modelning asliga mosligi, olinayotgan ma'lumotlarning qiymati, xato mulohazalar oqibati bilan bog'liq xarakatlarning qiymatlari o'rtasidagi muvozanatni aniqlash masalasiga olib keladi.

STRATEGIK VA TAKTIK REJALASHTIRISH

Biz imitatsion modellashtirishni real ishlab turgan sistema haqidagi ma'lumotlarni model yordamida olish uchun tajribalar o'tkazish deb ta'riflagan edik. Bundan kelib chiqadiki, biz kutilgan natijalarni bera oladigan tajribalarni qay tarzda olib borishni rejalashtirishimiz lozim. Tajribalarni rejalashtirishdan biologik va fizik, sistemalarni modellashtirish kabi fanlar doirasida keng foydalaniladi. Rejalashtirilgan tajribalardan foydalanish ikki maqsadda olib boriladi: 1) ular talab qilingan eksperimental tekshirishlar sonini kamaytirishni ta'minlaydi; 2) ular tadqiqotchini o'rgatish asoslari strukturasi belgilab beradi.

Ixtiyoriy eksperimental tadqiqotning (shu jumladan, modellashtirishning xam) maqsadi o'rganilayotgan sistema haqida ko'proq ma'lumot to'plashdan iborat bo'ladi. Tajriba qaror qabul qilish uchun asos bo'la oladigan ma'lumotlarni beradigan kuzatish va analiz jarayonini o'z ichiga oladi. Tajriba rejasi boshlang'ich ma'lumotlarni yig'ish metodlarini tanlashga imkon beradi.

Eksperimental tadqiqotlarda ikkita tipdagi masalalarni ajratib ko'rsatish mumkin: 1) javob o'zgaruvchilarini optimallashtiradigan ma'lumotlar yig'ilmasi; 2) javob o'zgaruvchilari va sistemadagi nazorat ostiga olingan faktorlar o'rtasidagi o'zaro aloqalarni izoxlash. Xar ikki masala uchun tajribalarni o'tkazishning ko'plab rejalari ishlab chiqilgan.

Ta'lim muvaffaqiyatli bo'lishi uchun ilgari to'plangan bilimlardan to'liq foydalanish talab qilinadi. U esa tekshirilishi lozim bo'lgan turli farazlarni ilgari surish uchun kerak bo'ladi. Tajribaning yaxshi rejasi bunday sintez va farazlarni ilgari surish uchun kerak bo'ladigan boshlang'ich ma'lumotlarni to'plash strategiyasini ishlab chiqishga imkon beradi. Bugungi kunda mavjud bo'lgan tajribalarni rejalashtirish metodlari va analitik metodlar ehtiyojimizni qanoatlantira oladi. tajribalarni rejalashtirishga yo'ldosh bo'lgan matematik

ifodalar alternativ variantlarni taklif eta oladi. Tajriba rejalarida mavjud bo'lgan ma'lumotlar yaxshi yoritilgan va oson tatbiq etiladigan bo'lmog'i lozim.

SHunday qilib, tajribalarni rejalashtirish yangi ma'lumotlar sintezini va yangi g'oyalarni ilgari surishni engillashtirishi mumkin. Bu bilan turli shakldagi sarf-xarajatlarni kamaytiradi.

Taktik rejalashtirish, umuman aytganda tajribalarni o'tkazish usullarini aniqlash va ularning samaraliligi masalalari bilan bog'liq bo'ladi. Taktik rejalashtirish avvalo ikki tipdagi masalalar echimiga bog'liq bo'ladi: 1) o'rnatilgan rejimga erishishga ta'sir ko'rsata oladigan boshlang'ich shartlarning aniqlanishi; 2) tanlanmalarning o'lchamlarini kamaytirgan holda echimlar dispersiyasini pasaytirish.

Birinchi masala modelning ishlashining sun'iy xarakterga ega bo'lishi natijasida yuzaga keladi. Model ifodalayotgan real ob'ektdan farqli ravishda, imitatsion model epizodik (vaqti-vaqti bilan) ishlaydi. Bu tadqiqotchi modelni ishga tushirishi va to'xtatish, kuzatishlarni bajarish imkoniga ega ekanligini anglatadi. Xar gal, navbatdagi tajriba boshlanganda, muvozanat sharoitlariga erishishi uchun ma'lum bir vaqt talab qilinadi. Bu esa real ob'ektning ishlash shartlariga mos keladi. SHunday qilib, modelning dastlabki ishlash davri modelni ishga tushirishning boshlang'ich shartlari tufayli bir oz buziladi. Masalani hal qilish uchun birinchidan, dastlabki davrga mansub bo'lgan ma'lumotlarni chiqarib tashlash (xisobga olmaslik), ikkinchidan, o'rnatilgan rejimga erishish uchun tadab qilinadigan vaqtni kmaytiradigan boshlang'ich shartlarni tanlash lozim. Aql bilan tanlangan boshlang'ich shartlar o'tish davrini kamaytiradi yoki to'la yo'qotadi. SHuning uchun qo'shimcha ravishda o'lchashlarni boshlash vaqtin aniqlash talab qilinadi.

Taktik rejalashtirishning ikkinchi masalasi tajriba natijalarini aniqligini, chiqarilgan xulosalarning ishonchliligini baholash bilan bog'liq. Bu erda shartlarning o'zgaruvchanligi, tanlanmalarning o'lchamlari, tajribalarning takrorlanuvchanligi kabi savollar tug'iladi. CHEklangan ma'lumotlar asosida olib

borilgan ixtiyoriy tajribalarda iloji boricha ko‘proq ma’lumotlarni chiqarib olishga xarakat qilamiz. Xarakteristikalarini sochilib ketmasligi uchun bir qancha metodlar (asosan, tanlanmalarni olish jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lgan) taklif qilingan. Bu metodlar tanlanmalar o‘lchami hamda tajribalar sonini kamaytirishga imkon berishi mumkin. Juda katta tanlanmalardan foydalanish oxir oqibatda imitatsion modellashtirishning barcha muammolarini xal qilishi mumkin, ammo, buning uchun katta sarf-xarajat (mashina vaqti, mablag‘, texnik va insoni resurslar) talab qilinadi.

Imitatsion model qanchalik murakkab bo‘lsa, tajribalar uchun taktik rejalashtirish bosqichi shunchalik muhim.

G‘OYALARNI AMALGA OSHIRISH VA XUJJATLASHTIRISH

Modellashtirish topshirig‘iga kiritiladigan oxirgi ikki element g‘oyalarni amalga oshirish va xujjatlashtirish xisoblanadi. Modellashtirish bo‘yicha xar qanday topshiriq bo‘yicha yaratilgan model tushunilib, foydalanish uchun qabul qilinmasa, tugallangan xisoblanmaydi. Boshqaruv muammolari bildan shug‘ullanuvchi mutaxassislarning eng ko‘p muvafaqqiyatsizliklari ularning maxsulotini qabul qilinishi va foydalanilishi bilan bog‘liq bo‘ladi. Model ishlab chiqish uchun sarflanadigan vaqt quyidagicha taqsimlanadi: 25% vaqt – maslalarni shakllantirish va qo‘yish, 25% - statistik ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish, 40% - mashinali modelni ishlab chiqish, va 10% - tatbiq etish.

Jarayonlar tadqiqoti va boshqaruv nazariyalari sohasidagi loyixa topshiriqlarining asosiy kamchiligi odatda modellashtirish natijalarini foydalanuvchilar tomonidan noto‘g‘ri tushunilishidan iborat. Bu esa g‘oyalarni etarli darajada amalga oshirilmasligiga olib kelishi mumkin.

Xujjatlashtirish amalga oshirish bilan chambarchas bog‘langan. Modelni ishlab chiqish va tajribalar o‘tkazish jarayonining sinchkovlik bilan to‘la xujjatlashtirish ularning xayotini uzaytiradi, muvafaqqiyat bilan tatbiq qilish

extimolligini oshiradi. Xujjatlalashtirishni yaxshi tashkil qilish modelni zaruratga qarab oson o'zgartirish va foydalanish ta'minlaydi. Bundan tashqari, aniq xujjatlalashtirish orqali model ishlab chiquvchi o'z xatolarini taxlil qilishi, o'rganishi, keyingi loyixalarda foydalanish uchun yangi vositalarni yaratishi mumkin.

6-§. IMITATION MODEL DAN FOYDALANILGAN CHIZIQLI DASTURLASHNI O'RGATISH DARS KONSPEKTI.

Mavzu: Turbo Pascal dasturlash tilida chiziqli dasturlar tuzish.

Darsning maqsadi:

Ta'limiy maqsad: O'quvchilarni axborot haqida, informatika fanining rivojlanish tarixi va avlodlari hamda qo'shimcha qurilmalar bilan tanishtirish va kompyuter bilan ishlash malakalarini oshirish.

Tarbiyaviy maqsad: O'quvchilarni dunyo qarashlarini shakllantirish, matn mazmuniga ko'ra aqliy ma'naviy hamda estetik tarbiyani amalga oshirish.

Rivojlantiruvchi maqsad: O'quvchilarni EHM ning rivojlanish tarixini yaqindan o'rgatish, kompyuterning asosiy va qo'shimcha qurilmalari ishlashni o'rgatish.

Dars jihozi: Zaomonaviy kompyuterlar va zamonaviy ORG texnika jihozlari: Uchitel-60 dasturi va Elektron doska, Videoproyektor, Web kamera, testlar, tarqatma materiallar, palakatlar, elektron ma'ruza.

Darsning uslubi: Monologik, ko'rgazmali, dialogik, informatsion ma'lumot.

Dars turi: Suhbat;

Darsning tipi: Yangi materiallarni o'rganish

DARSNING BORISHI:

Tashkiliy qism:

a) Salomlashish

b) yo'qlama (navbatchi yordamida davomat aniqlanadi va kompyuter sinfini darsga tayyorgarligini aniqlash)

c) tarbiyaviy daqiqa

Talabalarni siyosiy bilimlarini sinab ko'rish uchun quyidagi savollarga javob beriladi.

Savol - 1 : O`zbekiston Respublikasining Davlat bayrog`i qachon qabul qilingan?

Javob: 1991 yil 18 noyabr.

Savol - 2 : O`zbekiston Respublikasi konstitusiyasi qachon qabul qilingan?

Javob: 1992 yil 8 dekabr.

Savol - 3 : O`zbekiston Respublikasi qachon mustaqillikka erishgan?

Javob: 1991 yil 31 avgust.

1-ilova

Guruhda ishlash qoidalari

1. Har kim o`z o`rtoqlarini tinglashi, xurmat bildirishi kerak.
2. Har kim aktiv, birgalikda, berilgan topshiriqqa masuliyat bilan qaragan holda ishlashi kerak.
3. Har kim zarur bo`lgan holda yordam so`rashi lozim.
4. Har kim undan yordam so`ralganda albatta yordam berishi kerak.
5. Har kim guruh ishi natijasini baholashda ishtirok etishi shart.
6. Har kim aniq tushunishi kerakki:
7. Boshqalarga o`rgatib o`zimiz o`rganamiz.
8. Kemaga tushganning joni bir: yo birga qutilamiz yoki birga cho`kamiz.

2-ilova

Blits-so`rov savollari:

1. Paskal dasturining asosiy buyruqlarini aytib bering?
2. Paskalda ma`lumotlarni berilish tiplarini keltiring?
3. Paskalda tarmoqlanuvchi va takrorlanuvchi operatorlarni ayting?

3-ilova

Talaba o`zining amaliy topshiriq dafatarachasida berilgan masalaga dastur tuzib topshiradi va belgilangan balni to`playdi.

Yangi mavzu bayoni

DASTURNING UMUMIY KO'RINISHI

Paskal tilida eng sodda dasturlarni yozish uchun quyidagi umumiy qoida qabul qilingan:

1. Dastur **program** so'zi bilan boshlanadi, undan keyin dasturning nomi yoziladi.
2. Dastur **end** so'zi bilan tugaydi.
3. O'zgarmlar ro'yxati odatda ikkinchi satrda joylashib, **const** so'zidan keyin keltiriladi.
4. Dasturda qatnashadigan barcha o'zgaruvchilar va ularning tiplari **var** so'zidan keyin ko'rsatiladi.
5. Masalaning echish uchun paskal tilidagi buyruqlar ketma-ketligi **begin** dan keyin yoziladi.
6. Dasturdagi har bir ko'rsatma yoki buyruq boshqalaridan “;” belgisi bilan ajratiladi.
7. Dasturdagi oxirgi **end** dan keyin nuqta qo'yiladi.

Agar yozilayotgan dasturda o'zgarmlar ma'lumotlar qatnashmasa, ushbu umumiy sxemadagi 3-punktini tushirib qoldirish mumkin.

Dasturda o'zgaruvchilardan ham foydalanishga ehtiyoj bo'lmasa, 4-punktini ko'rsatmaslik mumkin. Demak dasturning umumiy strukturasi quyidagicha:

- **Program** {Dastur nomi}
- **Uses** {Modullar ro'yxati}
- **Label** {Nishonalar ro'yxati}
- **Const** {Konstantalar (o'zgarmlar miqdorlar) ni tavsiflash}
- **Var** {O'zgaruvchilarni tavsiflash}
- **Protsedura va funksiyalar**
- **Begin**
- {Asosiy qism}
- **End.**

QIYMAT BERISH BUYRUG'I

O'zgaruvchilarning qiymatlarini o'zgartirish uchun ularga qiymat beriladi. Bu ishni qiymat berish buyrug'i, ya'ni ":= " yordamida amalga oshiriladi. Buyruqning umumiy ko'rinishi quyidagicha:

$$\alpha := \beta;$$

Bu erda α -qiymat olayotgan o'zgaruvchi, β – esa qiymati α ga beriladigan sonli, arifmetik, mantiqiy yoki xarfiy ifoda. Bu buyruqning ma'nosi quyidagicha: β – ifodaning qiymati hisoblanadi va bu qiymat α ga beriladi, ya'ni EHM xotirasidan α uchun ajratilgan yacheykaga yozib qo'yiladi. Masalan:

$$\begin{aligned} x &:= 20.25; y := (x + 0.75) * 2; \\ a1 &:= 'paskal tili'; \end{aligned}$$

Bu buyruqlar bajarilganidan so'ng, x -o'zgaruvchi 20,25 ni, u -esa 42 ni, xarfiy $a1$ o'zgaruvchi esa «raskal tili» degan qiymatlarni oladi. Demak, bu o'zgaruvchilar uchun ajratilgan yacheykaga ana shu qiymatlar yozib qo'yiladi.

Agar zarur bo'lsa, qiymat olayotgan o'zgaruvchi qiymat berish buyrug'ining o'ng tomonida ham kelishi mumkin. Bu holda o'ng tomondagi ifodaning qiymatini hisoblash uchun uning «eski» qiymatidan foydalaniladi. Ifodaning qiymati hisoblab bo'linganidan keyin yacheykadagi «eski» qiymat o'chiriladi va uning o'rniga «yangi» qiymat yozib qo'yiladi. Masalan:

$$alfa := 15; \quad alfa := alfa * 2;$$

buyruqlari bajarilganidan keyin, **alfa** ning qiymati 30 ga teng bo'lib qoladi.

Eslatma: Qiymat berish buyrug'ining o'ng tomonidagi ifodada qatnashayotgan har bir o'zgaruvchining qiymati oldindan aniqlangan bo'lishi lozim.

KIRITISH VA CHIQRISH BUYRUQLARI

Ko'pincha masalalarni echish jarayonida masalaning shartida berilgan ma'lumotlarni klaviatura orqali kiritishga to'g'ri kelib qoladi.

read operatori o'zgaruvchilarga qiymatlarni klaviatura yordamida berishni tashkil qilish uchun ishlatiladi. Bu operator umumiy ko'rinishda quyidagicha

yoziladi:

read (o'zgaruvchilar ro'yxati);

Ro'yxatdagi o'zgaruvchilar bir-birlaridan vergul bilan ajratiladi. Masalan:

read (r,k,h); .

Read buyrug'ini bajargan EHM ishdan to'xtaydi va ro'yxatda ko'rsatilgan barcha o'zgaruvchilar uchun qiymat kiritilishini kutadi. Klaviaturadan kiritilayotgan ma'lumotlar bir-biridan bo'sh joy belgisi bilan ajratiladi. Kiritilgan ma'lumotlar tartib raqamlariga qarab mos ravishda berilgan ro'yxatdagi o'zgaruvchilarga qiymat qilib beriladi. Boshqacha aytganda, birinchi kiritilgan ma'lumot ro'yxatdagi birinchi o'zgaruvchiga, ikkinchi ma'lumot ikkinchisiga va xokazo tartibda beriladi. Yuqoridagi o'preator uchun klaviaturadan quyidagi ma'lumotlar kiritilgan bo'lsin:

2.34 15 Paskal

U xolda *r* ga 2.34, *k* ga 15, *h* ga esa «Paskal» qiymatlari beriladi va dasturning keyingi buyruqlari o'zgaruvchilarning ana shu qiymatlari uchun bajariladi.

Qiymat olayotgan o'zgaruvchi bilan unga berilayotgan qiymat bir xil tipga mansub bo'lishi lozim. *Char* yoki *string* tipidagi ma'lumot kiritilayotganda ularni apostrof orasiga olish shart emas. *Real* tipida ma'lumot kiritilayotganda esa butun sonlarni xam kiritishga ruxsat beriladi. (Bu holda kiritilgan 10 sonini 10.00 tarzida qabul qilinadi.) *Boolean* tipidagi ma'lumot sifatida faqat *false* yoki *true* qiymatlaridan birini kiritish mumkin xalos.

Klaviaturadan kiritilgan ma'lumotlar soni *read* operatorida berilgan ro'yxatdagi o'zgaruvchilar sonidan kam bo'lmasligi lozim. Aks holda, ro'yxatdagi qaysidir o'zgaruvchi qiymat olmagan sababli navbatdagi operatorlar bajarilmay turaveradi.

Agar kiritilgan ma'lumotlar soni *read* operatori bilan ko'rsatilgan o'zgaruvchilar sonidan ko'p bulsa, buning zarari yo'q. Chunki ortiqcha qiyomatlar yoki navbatdagi *read* dagi o'zgaruvchilarga qiymat qilib beriladi. Masalan, bitta dasturda

read (a,b,s); read (x,y);

operatorlariga javoban klaviaturadan

2.3 -1.5 2.4 22 -0.05 4.125

ma'lumotlari kiritilgan bo'lsa, *a* ga 2.3, *b* ga -1.5, *s* ga 2.4 qiymatlari o'zlashtirilsa, *x* o'zgaruvchi 22, *y* esa -0.05 qiymatlari beriladi. Ortiqcha kiritilgan 4.125 dan esa EHM foydalanmaydi, ya'ni tashlab yuboradi.

Read ln o'preatori ro'yxatda ko'rsatilgan o'zgaruvchilarga qiymat kiritilganidan so'ng, kursorni yangi satrning boshiga o'tkazib qo'yadi. Bu xolda ortiqcha ma'lumotlarning barchasi tashlab yuboriladi, navbatdagi *read* yoki *read ln* yordamida berilgan o'zgaruvchilarga esa qiymat qilib yangi satrning boshida kiritilgan ma'lumotlar olinadi. Masalan:

read ln (a,b,s); read (x,y);

operatorlari uchun klaviatura orqali

2.3 -1.5 2.4 22 3.75

-0.05 4.125

ko'rinishidagi ma'lumotlar kiritilgan bo'lsa, *a*, *b*, *s* o'zgaruvchilar mos ravishda 2.3, -1.5, 2.4 qiymatlarini olsa, *x* bilan *y* o'zgaruvchilar -0.05 va 4.125 ni oladi.

Write operatori turli hisoblash natijalarini, matnlarni hamda arifmetik ifodalarning qiymatlarini hisoblab displey ekraniga chiqarish uchun xizmat qiladi. Bu operator umumiy holda quyidagicha yoziladi:

write (chiqariladigan ma'lumotlar ro'yxati); .

CHiqariladigan ma'lumotlar bir-birlaridan vergul bilan ajratiladi.

Ekranga chiqarish kerak bo'lgan matnlarni apostrof belgisi bilan ko'rsatiladi.

Masalan:

write ('Paskal tili');

buyrug'i bajarilganda ekranga

Paskal tili

yozuvi chiqariladi.

Write operatori yordamida paskal dasturlash tili qoidalarini bilan yozilgagn arifmetik ifodalarning qiymatlarini ham hisoblash mumkin. Masalan:

write(3*4+15/3-10.5);

buyrug'ining natijasi qavslar ichida berilgan ifodaning qiymati bo'lgan 6,5000000000 E + 00 ko'rinishdagi sonni ekranga chiqarishdan iborat bo'ladi.

Agar *write* yordamida ekranga chiqarish talab qilingan ma'lumotlar sifatida o'zgaruvchilar ro'yxati berilgan bo'lsa, u holda bu o'zgaruvchilarning qiymatlari EHM xotirasidan qidirib topiladi va ekranga chiqariladi. Faraz qilaylik, biror dasturning bajarilishi davomida x, y, x o'zgaruvchilar mos ravishda 23, 123.12, 'Paskal' qiymatlarini olgan bo'lsin. U holda

write(x,y,z);

operatorini bajarilishi natijasida ekranda

2.3000000000 E + 01 1.2312000000 E + 02 Paskal

ko'rinishidagi ma'lumotlar chiqariladi. Bu yozuvlardan ko'rinish turibdiki, ekrandagi sonli ma'lumotlar o'qish va tushunish uchun bir oz noqulay. Ana shu noqulaylik oldini olish uchun ekranda uzatiladigan sonli ma'lumotlarni ma'lum bir o'lchamga solishga (formatlashga) to'g'ri keladi. O'lcham odatda ikki butun sondan iborat bo'lib, ularning birinchisi umumiy raqamlar sonini, ikkinchisi esa kasr qismning raqamlari sonini belgilaydi. O'lcham formatlanayotgan o'zgaruvchidan keyin ikki nuqta (:) orqali aniqlanadi va faqat shu o'zgaruvchigagina tegishli bo'ladi. Yuqoridagi ma'lumotlarni formatlab, ekranga uzataylik:

write(x:4:2, y:6:2, z);

Bu buyruq ta'sirida ma'lumotlar quyidagi ko'rinishda ekranga chiqariladi:

23.00 123.12 Paskal

Butun son tipidagi ma'lumotlarda haqiqiy qism bo'lmasligini yodda tutish zarur.

Ekranda (ko'rsatkich) kursor mavjud bo'lib, u ma'lumotlarni qaysi joydan boshlab kiritilishi yoki chiqarilishi kerakligini ko'rsatadi. Navbatdagi ma'lumot

kursor turgan joydan boshlab kiritiladi yoki chiqariladi. Yuqorida biz *readln* yordamida ana shu kursorni navbatdagi satrning birinchi pozitsiyasiga o'tkazishni ko'rgan edik. SHu holatni *writeln* yordamida ham takrorlash mumkin.

Writeln operatori talab qilingan ma'lumotlarni ekranga chiqarganidan keyin, kursorni yangi satrning boshiga o'tkazadi. Masalan:

write(x); write(y); write(z);

buyruqlari ma'lumotlarni

2.3000000000 *E* + 01 1.2312000000 *E* + 02 Paskal

ko'rinishida ekranga chiqarsa,

writeln(x); writeln(y); write(z);

buyruqlari ma'lumotlarni ekranga

2.3000000000 *E* + 01

1.2312000000 *E* + 02

Paskal

tarzida chiqarilishini ta'minlaydi.

Readln va *writeln* operatorlaridan hech qanday argumentsiz ham foydalanish mumkin. *Readln* buyrug'i ENTER tugmasini bosilishi kutadi va kursorni yangi satrning boshiga o'tkazsa, *writeln* esa shunchaki kursorni yangi satrning boshiga ko'chiradi.

CHIZIQLI DASTURLAR YOZISH

2.2-dagi ma'lumotlarni hisobga olsak, dasturlarning paskal tilidagi umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'lishini ko'rish qiyin emas:

Program dasturning nomi;

Const o'zgarmaslar ro'yxati;

Var o'zgaruvchilar va ularning tiplari ro'yxati;

Begin

Paskal tilida echilayotgan masalaning algoritmiga mos keluvchi buyruqlar ketma-ketligi;

End.

Agar yozilayotgan dasturda o'zgarmas ma'lumotlar qatnashmasa, ushbu umumiy sxemadagi *sonst* ni tushirib qoldirish mumkin.

Dasturga majburiy bo'lmagan, ammo ehtiyoj paydo bo'lganda yozish shart bo'lgan yangi qo'shimcha turli elementlarni qo'shish mumkin. Biz bu elementlar bilan keyinchalik tanishamiz.

Chiziqli dastur deganda masalaning algoritmiga mos keluvchi buyruqlar ketma-ketligi dasturda uchrash tartibiga mos ravishda bajariladigan dasturlarni tushuniladi. Demak, dasturni bajarish boshlanganda, dastlab 1-buyruq, keyin 2-buyruq va x.k. tarzida bajariladi. Bunda *begin* va *end* larga alohida e'tibor beriladi. Ular operatorlar qavsi hisoblanadi va amallarni bajarish paytida ustunlikka ega bo'ladi.

Dasturning bitta satrida bir nechta buyruqlar kelishi mumkin. Bunda ular bir-biridan «;» belgisi bilan ajratiladi. Paskal tilidagi dastur qo'yilgan masalaning echish algoritmidagi buyruqlarni kompilyatorga «tushunarli» bo'lgan ko'rinishda yuqoridagi umumiy sxemaga muvofiq ifodalash natijasida hosil bo'ladi.

Misol. Radiusi R bo'lgan aylananing uzunligini hisoblash dasturi tuzilsin va $R=9$ birlik qiymat uchun bajarilsin.

Yechish. Aylananing uzunligini hisoblash formulasini esga olamiz: $L = 2\pi R$. Paskal dasturlash tilida u $L := 2 * \pi * R$ ko'inishda yoziladi. Dasturda bitta o'zgarmas π va ikkita o'zgaruvchi R va L qatnashadi. Masala shartiga ko'ra $R=9$, ya'ni butun son. Shu sababli R o'zgaruvchi turi Integer deb olinadi. Aylananing uzunligi L esa ko'paytmada π qatnashganligi uchun, albatta haqiqiy (Real) turli bo'ladi. Aytilganlarni hisobga olib quyidagi dastur tuziladi:

Program aylana_uzunligi;

Var

R:Integer;

L:Real;

Begin

r := 9;

```

L := 2*pi*R;
WriteLn('L= ',L, ' birlik. ');
readln;
End.

```

Dastur ishga tushirilgach (Ctrl+F9 klavishalar juftligi bosilgach yoki Run menyusidan Run bandi tanlangach), ekranda quyidagi natija hosil bodadi: L= 5.6548667765E+01 birlik.

Dasturda L — real turli bodgani uchun natija eksponensial kohinishda chiqdi. Agar chiqarish operatorida L:7:2 formatidan foydalanilsa radiusi 9 birlik bodgan aylananing uzunligi 56,54 birlikka tengligi kohinadi.

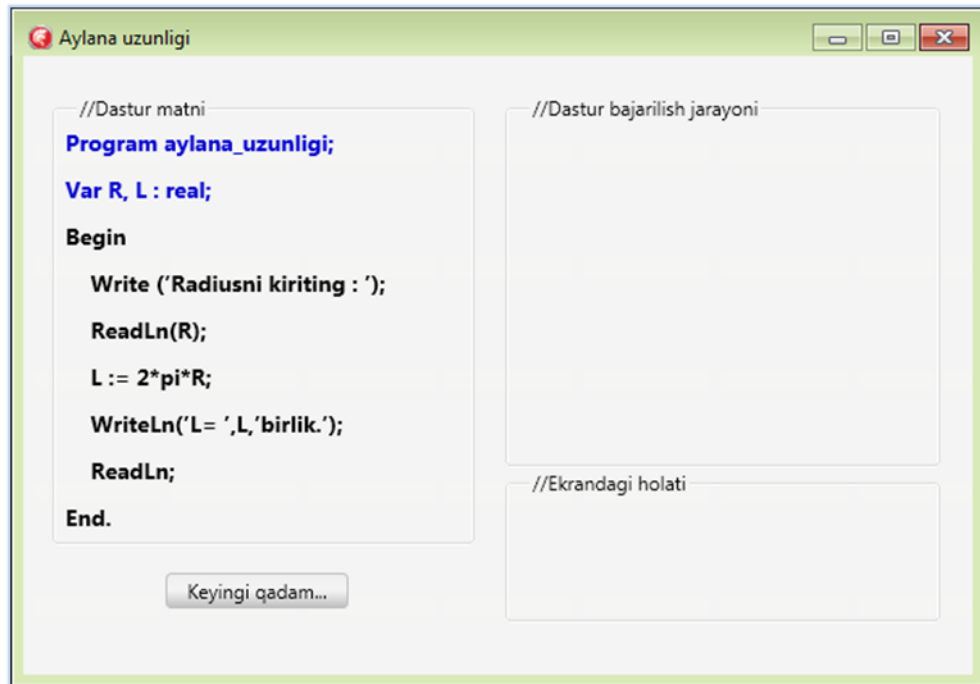
Bu dastur yordamida ixtiyoriy butun radiusli aylananing uzunligini hisoblash mumkin. Faqat har safar dasturdagi R ning qiymatini o‘zgartirib turish lozim. Dasturga har safar ohgartirish kiritmaslik uchun R ning qiymati kiritish operatori yordamida beriladi. Radiusning qiymati doim butun son bodavermasligini inobatga olib, uni Real turdagi ohgaruvchi sifatida tavsiflanadi. Bularni hisobga olib quyidagi dastur tuziladi:

Dasturi	Ekrandagi natija
Program aylana_uzunligi; Var R, L : Real; Begin Write ('Radiusni kiriting : '); ReadLn(r); L := 2*pi*r; WriteLn('L= ',L,'birlik.');	Radiusni kiriting : 9 L=5.6548667765E+01 birlik
Readln; End.	

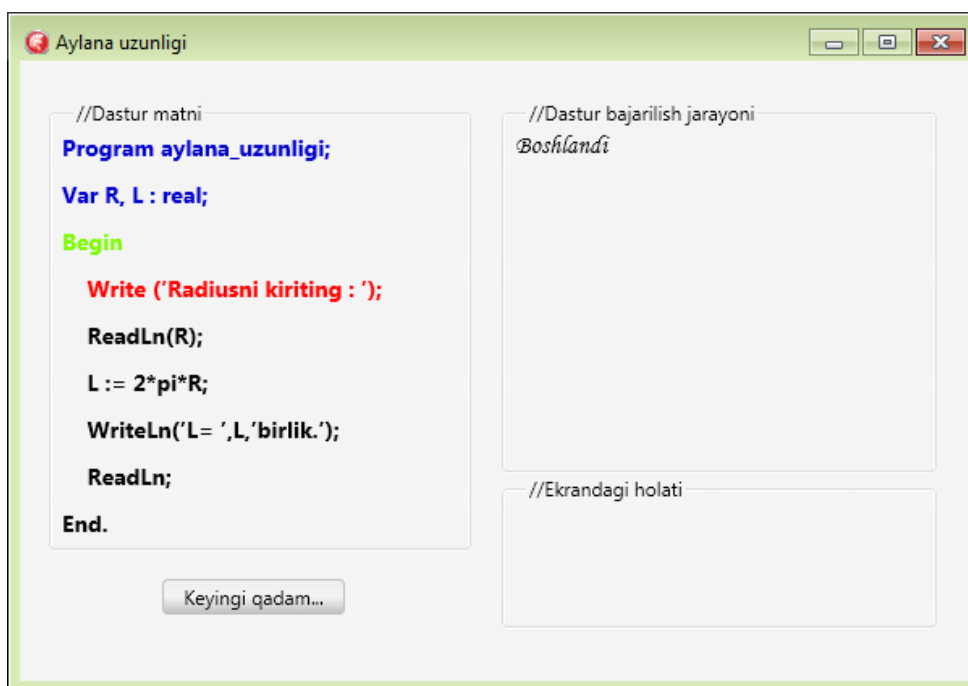
Bu dastur ishga tushirilgach, ekranga «Radiusni kiriting : » yozuvi chiqadi va yurgich shu satrda qoladi. ReadLn operatori dastur bajarilishini to‘xtatib, R o‘zgaruvchiga qiymat berilishini kutadi. Klaviatura orqali radiusning sonli qiymati

9 ni kiritib ENTER klavishi bosilsa, R o'zgaravchining qiymati 9 ga teng deb olinib, dastur bajarilishda davom etadi. Natijada kompyuter ekranida izlangan natija hosil bodadi. Dasturni qayta-qayta ishlatib, turli radiusli aylanalar uzunligini hisoblashni tashkil etish mumkin.

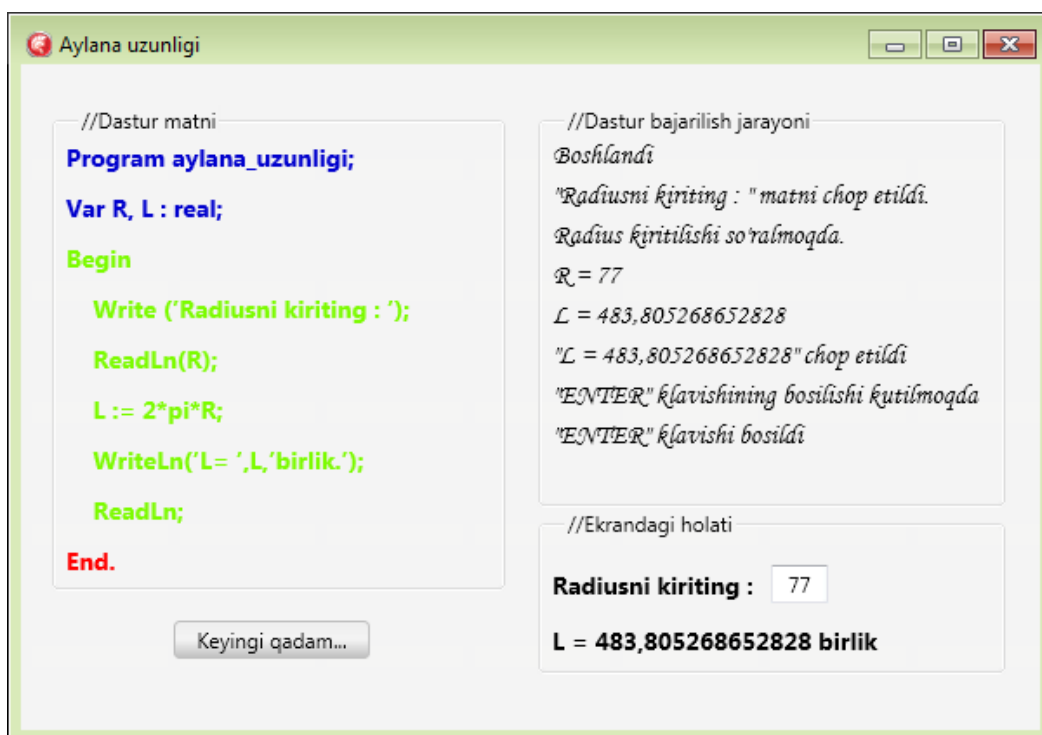
Shu o'rinda ushbu misolni talabalarga yanada tushunarli bo'lishi uchun dastur bajarilishi imitatsiya qiluvchi dasturdan foydalanamiz.



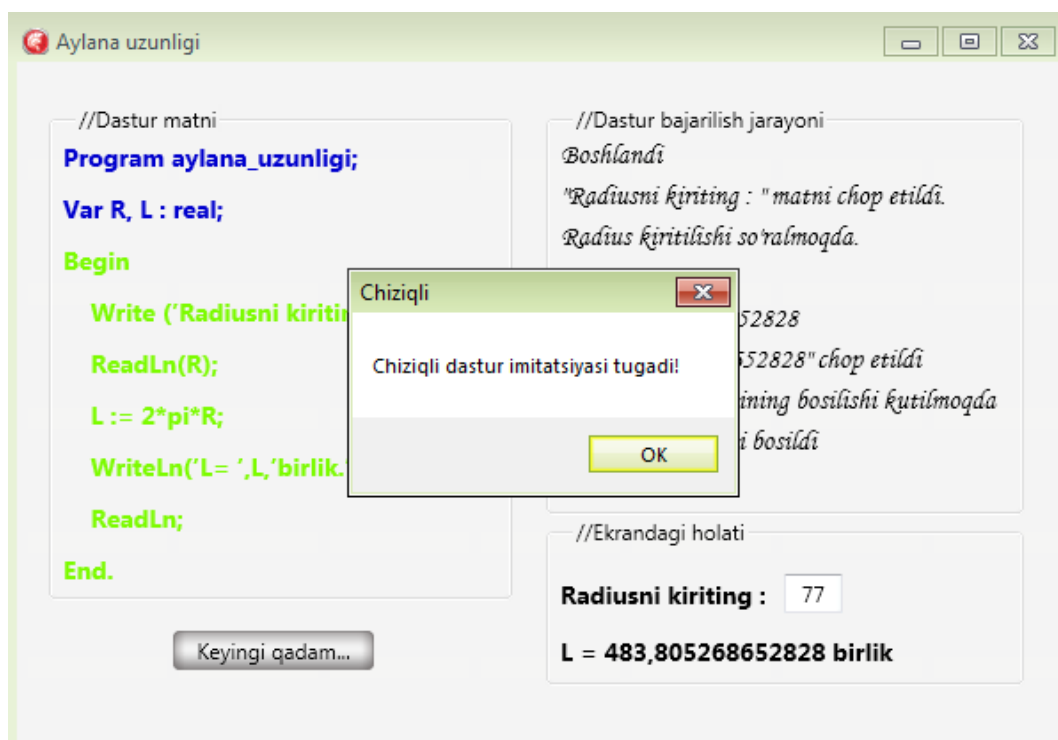
Dastur ishga tushirilgan paytda oynaning chap tomonida tayyor chiziqli dastur kodi berilgan bo'ladi. Chiziqli dasturning asosiy dastur kodidan oldingi qismi ko'k rangda beriladi va u qism imitatsiya qilinmaydi. Oynaning o'ng qismidan esa dastur bajarilish jarayoni imitatsiyasi ushbu jayonning ekrandagi aks etishi ko'rsatib boriladi.



Dasturda bajarilishi kutilayotgan amal qizil rangda va bajarib bo'lingani esa yashil rangda ifodalanadi.



Dasturdan kiritiluvchi ma'lumotlar mavjud bo'lib ular imitatsiya qiluvchi dastur tomonidan generatsiya qilinadi yoki aynan shu amal bajarilishi kerak bo'lgan qadamda o'rganuvchi uni o'zgartirishi mumkin.



Ushbu ko'rinish dastur tamomlanganini bildiradi.

XULOSA

Dasturlarning bajarilish jarayonini imitatsiya qilish nafaqat dasturlash olamiga kirib kelayotgan qiziquvchilar, balki ayni paytda dasturchilik faoliyati bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar uchun qiziqarli va foydalidir.

Bizga ma'lumki, dasturlovchining oldida uch xil jarayonga dastur kodi tuzish muammosi qo'yiladi: chiziqli, tarmoqlanuvchi va takrorlanuvchi. Dasturlashga qiziqishi yuqori lekin kod yozishni uddasidan chiqar olmayotgan o'rganuvchi dastur tuzishda bajariladigan jarayonlarning mohiyatiga tushunmasligi sabab bo'ladi.

Ushbu bitiruv malakaviy ishning mazmuni dasturlarning bajarilish jarayonini imitatsiya qilish bo'lib, bizning tadqiqot ishimiz asosan modellashtirishga bog'liq hosoblanadi. Modellashtirishning turlaridan biri bo'lgan imitatsion modellashtirish haqida turli xil adabiyotlardagi buyuk shaxslarning izlanishlaridan foydalangan holda dasturlarning bajarilish jarayonini imitatsiya qiluvchi bir necha dasturlar tuishga muvaffaq bo'ldik.

Dasturlarda foydalanuvchi uchun qulay interfeys yaratilgan. Foydalanuvchilar uchun juda ham qulay ko'rinishdagi dasturiy ta'minot tashkil qilingan. Bu dasturiy ta'minot bilan ishlash nihoyatda oson. Chunki yetarli ma'lumotlarni hisobga olgan holda kerakli ma'lumotlar tasodifiy sonlar generatori tomonidan tashkil qilinadi. Foydalanuvchi tomonidan kiritiladigan ma'lumotlar minimal darajaga keltirilgan.

Tuzilgan dasturlar dasturlashga kirib kelayotgan o'rganuvchilar oldida turgan muammolarni bartaraf etishga ma'lum ma'noda yordam beradi.

Ilovalar

```

unit Unit1;
interface
uses
    System.SysUtils, System.Types, System.UITypes, System.Classes,
    System.Variants,
    FMX.Types,      FMX.Controls,      FMX.Forms,      FMX.Graphics,
FMX.Dialogs, FMX.StdCtrls,
    FMX.Controls.Presentation, FMX.Edit;
type
    TForm1 = class(TForm)
        Label1: TLabel;
        Label2: TLabel;
        st1: TLabel;
        st2: TLabel;
        st3: TLabel;
        st4: TLabel;
        st6: TLabel;
        st5: TLabel;
        st7: TLabel;
        GroupBox1: TGroupBox;
        GroupBox2: TGroupBox;
        res1: TLabel;
        res2: TEdit;
        GroupBox3: TGroupBox;
        im1: TLabel;
        im3: TLabel;
        im5: TLabel;
    end;

```

```

    im6: TLabel;
    im7: TLabel;
    im2: TLabel;
    im8: TLabel;
    res3: TLabel;
    next: TCornerButton;
    im4: TLabel;
    im9: TLabel;
    play: TCornerButton;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure nextClick(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;
var
    Form1: TForm1;
    i: integer;
    R, L: real;
implementation
{$R *.fmx}
procedure TForm1.nextClick(Sender: TObject);
begin
    inc(i);
    case i of
        0:
            begin
                st1.FontColor := TAlphaColors.Red;

```

end;

1:

begin

st1.FontColor := TAlphaColors.Lawngreen;

st2.FontColor := TAlphaColors.Red;

im1.Opacity := 1;

end;

2:

begin

st2.FontColor := TAlphaColors.Lawngreen;

st3.FontColor := TAlphaColors.Red;

res1.Visible := true;

im2.Opacity := 1;

im3.Opacity := 1;

res2.Text := IntToStr(Random(100) + 1);

res2.Visible := true;

end;

3:

begin

st3.FontColor := TAlphaColors.Lawngreen;

st4.FontColor := TAlphaColors.Red;

res2.ReadOnly := true;

try

R := StrToFloat(res2.Text);

except

on EConvertError do

begin

ShowMessage('Faqt musbat haqiqiy son kiriting!');

dec(i);

```

        exit;
    end;
end;
im4.Text := 'R = ' + res2.Text;
im4.Opacity := 1;
end;
4:
begin
    st4.FontColor := TAlphaColors.Lawngreen;
    st5.FontColor := TAlphaColors.Red;
    L := 2 * pi * R;
    im5.Text := 'L = ' + FloatToStr(L);
    im5.Opacity := 1;
end;
5:
begin
    st5.FontColor := TAlphaColors.Lawngreen;
    st6.FontColor := TAlphaColors.Red;
    res3.Visible := true;
    im6.Text := '"L = ' + FloatToStr(L) + '" chop etildi';
    res3.Text := 'L = ' + FloatToStr(L) + ' birlik';
    im6.Opacity := 1;
    im7.Opacity := 1;
end;
6:
begin
    st6.FontColor := TAlphaColors.Lawngreen;
    st7.FontColor := TAlphaColors.Red;
    im8.Opacity := 1;

```

```

    end;
7:
    begin
        im9.Opacity := 1;
        st7.FontColor := TAlphaColors.Lawngreen;
        ShowMessage('Chiziqli dastur imitatsiyasi tugadi!');
        next.Enabled := false;
    end;
end;
end;
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    i := -1;
end;
end.

```

```

//////////

```

```

unit Unit1;
interface
uses
    Winapi.Windows, Winapi.Messages, System.SysUtils, System.Variants,
    System.Classes, Vcl.Graphics,
    Vcl.Controls, Vcl.Forms, Vcl.Dialogs, Vcl.StdCtrls, Vcl.ExtCtrls;
type
    TForm1 = class(TForm)
        GroupBox1: TGroupBox;
        Label1: TLabel;
        Label2: TLabel;

```

```
Label3: TLabel;  
st1: TLabel;  
st2: TLabel;  
st3: TLabel;  
st4: TLabel;  
st5: TLabel;  
st6: TLabel;  
st7: TLabel;  
st8: TLabel;  
st9: TLabel;  
st10: TLabel;  
step: TButton;  
Button2: TButton;  
Timer1: TTimer;  
Panel1: TPanel;  
LA: TLabel;  
AV: TEdit;  
BV: TEdit;  
LB: TLabel;  
res: TLabel;  
imitl: TLabel;  
Label4: TLabel;  
GroupBox2: TGroupBox;  
Button1: TButton;  
procedure FormCreate(Sender: TObject);  
procedure stepClick(Sender: TObject);  
procedure Button2Click(Sender: TObject);  
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);  
procedure Button1Click(Sender: TObject);
```

```

private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  Form1: TForm1;
  l, A, B, Max: integer;
  play: boolean = false;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.stepClick(Sender: TObject);
begin
  inc(l);
  case l of
    4:
      begin
        imitl.Caption := '→ Dastur boshlanishi';
        step.Caption:='Qadamba qadam';
        Button2.Enabled:=true;
        imitl.Top := st1.Top + 15;
        st1.Color := clYellow;
      end;
    5:
      begin
        imitl.Caption := '→ "A = " ekranga chop etildi';
        LA.Visible := true;
        imitl.Top := st2.Top + 15;
        st1.Color := clWhite;
      end;
  end;
end;

```

```
st2.Color := clYellow;
```

```
end;
```

```
6:
```

```
begin
```

```
  imitl.Caption := '→ A ga qiymat kiritilishi kerak';
```

```
  AV.Visible := true;
```

```
  A := random(1000) - 500;
```

```
  AV.Text := IntToStr(A);
```

```
  imitl.Top := st3.Top + 15;
```

```
  st2.Color := clWhite;
```

```
  st3.Color := clYellow;
```

```
end;
```

```
7:
```

```
begin
```

```
  imitl.Caption := '→ "B = " ekranga chop etildi';
```

```
  LB.Visible := true;
```

```
  A := StrToInt(AV.Text);
```

```
  AV.ReadOnly := true;
```

```
  imitl.Top := st4.Top + 15;
```

```
  st3.Color := clWhite;
```

```
  st4.Color := clYellow;
```

```
end;
```

```
8:
```

```
begin
```

```
  imitl.Caption := '→ B ga qiymat kiritilishi kerak';
```

```
  BV.Visible := true;
```

```
  B := random(1000) - 500;
```

```
  BV.Text := IntToStr(B);
```

```
  imitl.Top := st5.Top + 15;
```



```

    st4.Color := clWhite;
    st5.Color := clYellow;
end;
9:
begin
    B := StrToInt(BV.Text);
    if A > B then
        begin
            imitl.Caption := '→ ' + IntToStr(A) + '>' + IntToStr(B) +
                ' mantiqiy ifoda ROST';
        end
    else
        begin
            inc(l);
            imitl.Caption := '→ ' + IntToStr(A) + '>' + IntToStr(B) +
                ' mantiqiy ifoda YOLG`ON';
        end;
    imitl.Top := st6.Top + 15;
    st5.Color := clWhite;
    st6.Color := clYellow;
end;
10:
begin
    imitl.Top := st7.Top + 15;
    imitl.Caption := '→ ' + IntToStr(A) + '>' + IntToStr(B) +
        ' shart o`rinli Max ga ' + IntToStr(A) + ' qiymat beriladi';
    Max := A;
    inc(l);
    st6.Color := clWhite;

```

```

    st7.Color := clYellow;
end;
11:
begin
    imitl.Top := st8.Top + 15;
    imitl.Caption := '→ ' + IntToStr(A) + '>' + IntToStr(B) +
        ' shart o`rinli emas Max ga ' + IntToStr(B) + ' qiymat beriladi';
    Max := B;
    st6.Color := clWhite;
    st8.Color := clYellow;
end;
12:
begin
    imitl.Top := st9.Top + 15;
    imitl.Caption := '→ Max ning qiymati chop etiladi';
    st7.Color := clWhite;
    st8.Color := clWhite;
    st9.Color := clYellow;
    res.Visible := true;
    res.Caption := 'Max = ' + IntToStr(Max);
end;
13:
begin
    imitl.Top := st10.Top + 15;
    imitl.Caption := '→ Dastur tugadi!';
    st9.Color := clWhite;
    st10.Color := clYellow;
    play := false;
    Button2.Caption := 'Avtomatik';

```

```

    step.Caption:='Tugatish';
    Button2.Enabled:=false;
end;
14:
begin
    imitl.Top := -100;
    step.Caption:='Boshlash';
    st10.Color := clWhite;
    LA.Visible := false;
    LB.Visible := false;
    AV.Visible := false;
    BV.Visible := false;
    res.Visible := false;
    AV.ReadOnly := false;
    BV.ReadOnly := false;
    l := 3;
end;
end;
end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    ShowMessage('Berilgan butun A va B sonlarining kattasini topish
dasturini tuzing!');
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    if play then
    begin
        play := false;

```

```
    Button2.Caption := 'Avtomatik';  
end  
else  
begin  
    play := true;  
    Button2.Caption := 'To`xtatish';  
end;  
end;  
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);  
begin  
    l := 3;  
end;  
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);  
begin  
    if play then  
        step.Click;  
end;  
end.
```

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR VA INTERNET MATERIALLARI

1. Ўзбекистон Республикаси “Таълим тўғрисида”ги қонуни ва “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури”. 1997 – йил, 29 – август.
2. Karimov I.A. "Tarixiy xotirasiz kelajak yo'q ". "Munojat" jurnali, 1998 yil №5
3. Karimov I.A. "O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: Xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyoti kafolatlari. ", Toshkent – 1998 yil 262 – bet.
4. Karimov I.A. “Barkamol avlod orzusi” Toshkent – 2000 yil.
5. Karimov I.A. “Inson baxt uchun tug'iladi”, “Sharq” – T. 2001
6. Karimov I.A. “Yuksak ma'naviyat – yengilmas kuch”. T., “Ma'naviyat” 2005
7. Karimov I.A. “Jahon moliyaviy – iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari va choralari” – T: O'zbekiston, 2009 yil.
8. Karimov I.A. “Mamalakatimizda demokratik islohotlarni yanada chuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatini rivojlantirish konsepsiyasi” – T: O'zbekiston, 2010 yil.
9. Karimov I.A. “Mamlakatimizni modernizatsiya qilish yo'lini izchil davomi – taraqqiyotimizning muhim omilidir”, “Ishonch” gazetasi; 2010 yil 8 – dekabr.
10. Каримов И. А. Ўзбекистон Республикаси мустақиллигининг 20-йиллигига бағишланган қарори. Халқ сўзи газетаси. 2011 7-апрел 68-сон.
11. Oliy ta'limning Davlat ta'lim standarti. Informatika va axborot texnologiyalari ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavrlarning tayyorgarlik darajasi va zaruriy bilimlar mazmuniga qo'yilgan talablar. Toshkent — 2010. O'zDSt 1980:2010. — 24 б. UDK002:651.1/7
12. Л. З. Давлеткиреева. Информационно-предметная среда в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов в

университете. Монография. / Л. З. Давлеткиреева. — Магнитогорск: МаГУ, 2008. — 142 с.

13. М. В. Махмутова. Образовательная информационная среда подготовки ИТ-специалиста с использованием технологии дистанционного обучения. Монография. / М. В. Махмутова, И. Г. Овчинникова. — Магнитогорск: МаГУ, 2009. — 162 с.

14. Дипломное проектирование. Методические указания по охране труда — М.: Мосстанкин, 1988

15. Ирискулов С. ва бошқлар. Визуал дастурлаш тиллари. Наманган, 2004.

16. Зелковиц М. и др. Принципы разработки программного обеспечения. М, Мир, 1982.

17. Кобелев Н. Е. Управление научно-техническим прогрессом в отрасли бытового обслуживания. М, изд. Легпромбўтиздат. 1989.

18. Кобелев Н. Б. Практика применения экономико-математических методов и моделей. Москва, Финансинформ, 2000 г.

19. Чернев Дю А. Технология разработки программного обеспечения. Тошкент, изд-во Мехнат, 2004 г.

20. Яковлев В. И. Машинная имитация. М, Наука, 1975.

21. <http://www.apkit.ru/committees/education/meetings/standarts.php>

22. <http://bourabai.kz/cm/simulation.htm>

INTERNET MA'LUMOTLARI

<http://bourabai.kz/cm/simulation.htm>

Понятие имитационного моделирования

Все рассмотренные до сих пор численные модели имели очень важные общие черты. Для каждой моделируемой ситуации была известна цель (или несколько целей), достижение которой (которых) считалось желательным. Однако далеко не все ситуации таковы. В особенности ими изобилует современный этап прикладных исследований, когда приходится иметь дело со сложными системами, в которых не только наличествует множество целевых функций, но далеко не все ясно с количественным выражением этих функций. Здесь речь вообще может идти не столько о решении тех или иных оптимизационных задач (хотя и это тоже есть), сколько об исследовании сложных систем, о прогнозировании их будущих состояний в зависимости от избираемых стратегий управления.

Когда скоро практика настоятельно потребовала метод для исследования сложных систем, он появился. Этот метод получил название “имитационное моделирование”, что представляет собой дословный перевод английского выражения “Simulation modeling”. Как легко убедиться, в этом термине содержится тавтология, фактически “имитационная имитация”. Однако термин “имитационное моделирование” так широко уже распространился, что, хоть он и неудачен, маловероятно, что он претерпит изменение. Попытаемся сейчас глубже понять, что стоит за этим термином.

Общие свойства имитационного моделирования

Метод имитационного моделирования - состоит в том, что процесс функционирования сложной системы представляется в виде определенного алгоритма, то есть логических действий, которые и реализуются на компьютере. По результатам реализации могут быть сделаны те или иные выводы относительно исходного процесса. На самом деле в имитационном моделировании применяется не только логика, но и весь аппарат численного моделирования без изъятия, так как имитационное моделирование не есть параллельная с численным моделированием методика, но методика, иерархически стоящая выше, чем количественный счет. Она включает элементы принятия решений, то есть логику, стоящую выше математики [см. Готлоб Фреге].

Прежде чем переходить к описанию метода имитационного моделирования, попробуем вкратце резюмировать основные принципы, лежащие в основе построения абстрактно-математических и физико-математических моделей, достоинства и недостатки численного моделирования.

Начнем с двух замечаний общего порядка. Всякая сложная система, модель которой мы создаем, при своем функционировании подчиняется

определенным законам - физическим, химическим, биологическим и др. Причем вполне возможно, и это очень важно отметить, что далеко не все эти законы нам на сегодняшний день уже известны. В дальнейшем рассматриваются такие системы, для которых знание законов предполагает известными количественные соотношения, связывающие те или иные характеристики моделируемой системы.

Всякая модель создается для определенной цели - для ответа на некоторое множество вопросов о моделируемом объекте. Иными словами, интересуясь некоторым набором вопросов относительно функционирующей системы, мы должны взглянуть на нее под вполне определенным “углом, зрения”. Выбранный “угол зрения” в значительной степени и определяет выбор модели.

После этих общих замечаний перейдем к описанию процесса построения численно-математической модели сложной системы. Его можно представить себе так.

Этапы численного (математического) моделирования - это следующая последовательность действий:

1. Формируются основные вопросы о поведении системы, ответы на которые мы хотим получить с помощью модели.
2. Из множества законов, управляющих поведением системы, учитываются те, влияние которых существенно при поиске ответов на поставленные вопросы (здесь проявляется искусство модельера).
3. В дополнение к этим законам, если необходимо, для системы в целом или отдельных ее частей формулируются определенные гипотезы о функционировании. Как правило, эти гипотезы правдоподобны в том смысле, что могут быть приведены некоторые теоретические доводы в пользу их принятия. (Здесь проявляется как искусство модельера, так и специалиста по функционированию моделируемой системы.)
4. Гипотезы, так же, как и законы, выражаются в форме определенных математических соотношений, которые объединяются в некоторое формально-математическое описание модели.

На этом, собственно, и оканчивается процесс построения численно-математической модели. Далее следует процесс исследования этих соотношений с помощью аналитических или вычислительных методов, приводящий, в конце концов, к отысканию ответов на предъявляемые модели вопросы. Если модель хороша, то ответы, найденные с ее помощью, как правило, бывают весьма близки к ответам на те же вопросы о моделируемой системе. Более того, в этом случае зачастую с помощью модели удастся ответить и на некоторые ранее не ставившиеся вопросы, расширить круг представлений о реальной системе. Если же модель плоха, т. е. недостаточно адекватно описывает систему с точки зрения задаваемых ей вопросов, то она подлежит дальнейшему улучшению или замене. Критерием адекватности служит практика, которая и определяет, когда может закончиться процесс

улучшения модели. Нет надобности говорить, что критерий этот не формализован и в каждом конкретном случае требует специального исследования.

В чем же достоинства и недостатки такого метода? Безусловно, к достоинствам следует отнести тот факт, что модель представляет собой формализованную запись тех или иных законов природы, управляющих функционированием системы, а также гипотез, правдоподобность которых, во всяком случае, может быть предметом отдельного рассмотрения. Есть немалое изящество в строгом математическом выводе содержательных высказываний об объекте, если вывод этот сделан из очень ограниченного числа формализованных безусловных утверждений (аксиом, принятых на веру). Именно таким изяществом обладают теоремы евклидовой геометрии, модели теоретической механики и многие другие, ставшие уже классическими.

Однако, несмотря на всю привлекательность, описанный метод в применении к изучаемым в настоящее время сложным системам обладает определенными недостатками, к перечислению которых мы и переходим.

Прежде всего, определенные трудности могут возникнуть при попытке построить численную модель очень сложной системы, содержащей много связей между элементами, разнообразные нелинейные ограничения, большое число параметров и т. п. Вернее, выписать соотношения модели удастся и в этом случае, когда отсутствие в настоящее время математического аппарата, пригодного для исследования, делает ее совершенно бесполезной. Может статься, что для моделируемой системы еще не разработана стройная теория, объясняющая все аспекты ее функционирования, в связи с чем, затруднительно формулировать те или иные правдоподобные гипотезы. Далее, реальные системы зачастую подвержены влиянию различных случайных факторов. Учет этих факторов аналитическим путем представляет весьма большие трудности, зачастую непреодолимые при большом их числе. Наконец, возможность сопоставления модели и оригинала при таком подходе имеется лишь вначале (проверка принятых решений) и после применения соответствующего математического аппарата, так как результаты промежуточных расчетов могут даже не иметь соответствующих аналогов в реальной системе. Такое обстоятельство чрезвычайно затрудняет верификацию модели.

Все перечисленные трудности, в особенности две первые, систематически возникающие при изучении сложных систем методами численного анализа, заставили искать и найти более гибкий метод моделирования - имитационное моделирование, использующее нечисловые, логические инструменты. В основе этого метода лежит вполне понятное желание - максимально использовать всю имеющуюся в распоряжении исследователя информацию о системе с тем, чтобы получить возможность преодолеть аналитические трудности и найти ответ на поставленные вопросы о поведении системы. Часто на этом понимании сути имитационного метода

моделирования и заканчивается, так как математику трудно принять примат логики, логического принятия решений над математикой.

Круг приложений имитационного моделирования определяется, с одной стороны, спецификой изучаемого объекта - это должна быть сложная система. Ее сложность состоит в разбиении поля моделирования на дискретные домены, математика которых может принципиально отличаться от домена к домену. С другой стороны, этот круг определяется спецификой интересующих нас вопросов об этом объекте. Если вопросы относятся не к выяснению фундаментальных законов и причин, определяющих динамику реальной системы, а к анализу поведения системы, как правило, выполняемому в сугубо практических целях, то его применение более чем уместно. Проследим по этапам, как реализуется этот новый метод с тем, чтобы лучше понять отличие его от описанного выше классического численно-математического моделирования.

Этапы имитационного (логико-алгоритмического) моделирования - это следующая последовательность действий:

1. Как и ранее, формируются основные вопросы о поведении сложной системы, ответы на которые мы хотим получить. Множество этих вопросов позволяет задать множество параметров, характеризующих состояние системы - вектор состояния (здесь, кроме искусства модельера, требуется глубокое знание реальной системы).

2. Осуществляется декомпозиция системы на более простые части - блоки-домены. В один домен объединяются "родственные", т. е. преобразующиеся по близким или одинаковым правилам, компоненты вектора состояния и процессы, их преобразующие (требуется знание реальной системы).

3. Формулируются законы и "правдоподобные" гипотезы относительно поведения как системы в целом, так и отдельных ее частей. При этом очень важно отметить, что в каждом домене для его описания обычно используется свой математический аппарат (алгебраические и дифференциальные уравнения, математическое программирование и др.), наиболее удобный для соответствующего домена. Именно доменный принцип дает возможность при построении имитационной модели устанавливать необходимые пропорции между точностью описания каждого блока-домена, обеспеченностью его информацией и необходимостью достижения цели моделирования.

4. В зависимости от поставленных перед исследователем вопросов вводится так называемое системное время, моделирующее ход времени в реальной системе. Хотя это еще не физическое время, но уже не математическое обратимое, а настоящее однонаправленное необратимое время, на котором может быть реализован принцип причинности.

5. Формализованным образом задаются необходимые феноменологические свойства системы и отдельных ее частей. Нередко

эти свойства вообще не могут быть обоснованы при современном уровне знаний, а опираются на длительное наблюдение над системой. Иногда же с точки зрения получения ответов на интересующие нас вопросы одно феноменологическое свойство оказывается эквивалентным множеству сложных математических соотношений и с успехом их заменяет. (В этом пункте требуется глубочайшее знание моделируемой физической системы, конечно, если мы хотим добиться высокой степени адекватности модели реальному объекту).

6. Случайным параметрам, фигурирующим в модели, сопоставляются некоторые их реализации, сохраняющиеся в течение одного или нескольких тактов системного (модельного) времени. Далее отыскиваются новые реализации.

Поскольку осуществление пятого и шестого из перечисленных выше этапов наиболее просто в компьютере, под имитационной моделью системы (имитационной системой) обычно понимают комплекс программ для компьютера, описывающий функционирование отдельных блоков системы и правил взаимодействия между ними. Использование реализаций случайных величин делает необходимым многократное проведение экспериментов с имитационной системой (счет на компьютере по соответствующим программам) и последующий статистический анализ полученных результатов.

Нельзя не сказать и вот о чем. Как известно, в настоящее время слова “математическая модель” стали почти синонимом известного выражения: “Сезам, откройся”. Создаются модели самых разнообразных систем, процессов, явлений. Если траектория математической модели хотя бы отдаленно похожа на траекторию реальной системы, то у многих недостаточно искушенных в математике специалистов - прикладников возникает желание немедленно использовать модель в практических целях (такое стремление не менее опасно, чем игнорирование моделирования вообще). Очень важно поэтому, чтобы модель была не только качественно, но и количественно близка к реальной системе. При достаточно глубоком знании поведения реальной системы и правильном представлении феноменологической информации в модели имитационные системы характеризуются, вообще говоря, большей близостью к реальной системе, чем математические модели. В значительной степени такая близость обусловлена тем, что блочный принцип построения имитационной модели (принцип расщепления) дает возможность верифицировать каждый блок до его включения в общую модель, а также благодаря тому, что она может включать зависимости более сложного характера, не описываемые простыми математическими соотношениями.

Работа имитационной модели на компьютере представляет собой “вычислительный эксперимент”, осуществляемый на компьютере, во многом родственному физическому эксперименту, хотя и не являющийся настоящим физическим экспериментом в силу того, что работа модели - это работа не

настоящей физической системы, а условно-воображаемой системы, то есть только имитация физической системы, которая часто не соответствует реальности.

В ходе вычислительного эксперимента варьируются экзогенные переменные, параметры модели, совершенствуются ее структура, принятые гипотезы о поведении отдельных частей системы. В связи с такой спецификой работы имитационная система обычно дает ответы на вопросы лишь в статистическом смысле, что следует признать неизбежным при работе со сложной системой и более соответствующим существу дела.

Перечисленные достоинства имитационного моделирования во многом определяют и его недостатки. Как правило, построить имитационную систему во много раз дольше, труднее и дороже, чем математическую модель (это естественно, так как имитационная модель включает не только математику, но и логику, принятие решений).

Может, естественно, возникнуть вопрос: а не заменяет ли имитационное моделирование методы оптимизации? Ответ совершенно однозначен: нет, не заменяет, но очень удачно дополняет. Поясним, каким образом осуществляется этот синтез.

Мы уже говорили, что имитационную модель можно представить себе как программу, реализующую некоторый логический алгоритм на компьютере. На некоторых тактах его работы используются параметры, выбираемые человеком, так называемые управляющие воздействия. Выбор управляющих воздействий осуществляется из некоторого множества и обычно имеет критерий качества этого выбора, т. е. функцию, которую следует оптимизировать. Тогда перед тем как вводить управляющие воздействия в имитационную модель, решается оптимизационная задача по их отысканию, и лишь после этого найденные оптимизационные значения вводятся в имитационную модель. В этом случае имитация позволяет моделировать отклик системы на оптимальные в каком-то смысле управления ею. Может быть, и иная связь между оптимизацией и имитацией. Если множество управляющих воздействий не слишком богато, то все они, быть может, с какой-то степенью точности могут быть перепробованы в имитационной системе. Благодаря механизму принятия решений, входящему в состав имитационного метода, результат его работы позволяет провести оценку управляющих воздействий — отбросить заведомо плохие, упорядочить по качеству оставшиеся и т. п. Здесь имитационная система выступает в роли тест-лаборатории, в которой анализируются некоторые технологии — часть бракуется, часть остается для дальнейшего использования.