

XAKIMOV JAMSHID OKTYAMOVICH

KOMPYUTERLI LOYIHALASH



O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIG‘I

XAKIMOV JAMSHID OKTYAMOVICH

KOMPYUTERLI LOYIHALASH

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi
tomonidan darslik sifatida tavsiya etgan*

“Adabiyot uchquni”

Toshkent 2018

УДК 733.518
ББК 86(8-9) М-36

Xakimov J.O. Kompyuterli loyihalash. – T.: “Adabiyot uchquni”, 2018, 255 bet.

УДК 733.518

Darslikda kompyuterli loyihalashning material va dasturaviy ta'minoti, kompyuterli loyihalash ta'minoti turlarining komponentlari, kompyuterli loyihalashning texnik vositalari, kompyuterli loyihalashda operatsion tizimlar, kompyuterli loyihalash (AutoCAD/Komnac), AutoCAD/Komnac redaktorini ishga tushirish, uch o'lchamli modellash, avtomatlashtirilgan hisoblash (MathCAD), MathCADda algebraik hisoblashlar, MathCADda differensiallash va integrallash masalalari zamonaviy ilg'or xorijiy tajribalardan foydalanilgan holda bayon qilingan.

Darslik 5111000 – “Kasb ta'limi (5310600 – Yerusti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi)”, 5111000 – “Kasb ta'limi (5320300 – Texnologik mashinalar va jihozlar)”, 5312500 – Energiya mashinasozligi (ichki yonuv dvigatellari), 5320300 – “Texnologik mashinalar va jihozlar”, 5610100 – “Xizmatlar sohasi (avtomobil transporti)”, 5610600 – “Xizmat ko'rsatish texnikasi va texnologiyasi (qishloq xo'jalik texnikasiga xizmat ko'rsatish)” ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan. Magistratura talabalari va ilmiy tadqiqotchi-izlanuvchilar uchun ham foydali bo'lishi mumkin.

Taqrizchilar:

t.f.n., dots. Sindarov R.U. (TAYLQEI);
t.f.n., dots. Sevinov J.U. (ToshDTU)

ISBN 978-9943-4660-8-1

© Xakimov Jamshid - 2018
© “Adabiyot uchquni” - 2018

ANNOTATSIYA

Darslikda kompyuterli loyihalashning zamonaviy muhim masalalari – kompyuterli loyihalashning material va dasturaviy ta'minoti, kompyuterli loyihalash ta'minoti turlarining komponentlari, kompyuterli loyihalashning texnik vositalari, kompyuterli loyihalash ta'minoti, kompyuterli loyihalash (AutoCAD/Компас), AutoCAD/Компас redaktorini ishga tushirish va uning darchasi, uch o'lchamli modellash, avtomatlashtirilgan hisoblash (MathCAD), algebraik hisoblashlar, differensiallash, integrallashlar bayon qilingan.

АННОТАЦИЯ

В учебнике раскрыты современные важные вопросы компьютерного проектирования – материальное и программное обеспечение компьютерного проектирования, компоненты видов обеспечения компьютерного проектирования, технические средства компьютерного проектирования, обеспечение компьютерного проектирования, компьютерное проектирование (AutoCAD/Компас), запуск и окно графического редактора AutoCAD/Компас, трехмерное моделирование, автоматизированный расчет (MathCAD), алгебраические вычисления, дифференцирование, интегрирование.

THE SUMMARY

In the textbook modern important questions of computer designing - material and the software of computer designing, components of kinds of maintenance of computer designing, means of computer designing, maintenance of computer designing, computer designing (AutoCAD/Compas), start and a window graphic editor AutoCAD/Compas, the three-dimensional modelling, the automated calculation (MathCAD), algebraic calculations, differentiation, integration are opened.

KIRISH

Darslikda “Kompyuterli loyihalash” fani bo'yicha loyihalash jarayonlarining obyektlari, bosqichlari va strukturasini; loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish metodlarini hamda kompyuterli loyihalash strukturasini va ta'minoti; kompyuterli loyihalashni texnikaviy, umumtizimli, dasturiy va lingvistik ta'minlashni tanlash; loyihalash metodi va kompyuterli loyihalashni zaruriy, amaliy, dasturiy, informatsion va dialogli ta'minlash masalalari ko'rib chiqilgan.

Xalqaro raqobat, tajribali mutaxassislar sonining tobora ortib borishi va sifatga qo'yiladigan talablarning ortishi korxonalar rahbarlarini loyihalash va ishlab chiqarishni avtomatlashtirishga majbur qilmoqda. Buning natijasida texnikaviy oliy ta'lim muassasalarining professor-o'qituvchilari loyihalashga taalluqli bo'lgan o'quv fanlari dasturlarining mazmunini zamonaviylashtirishga bo'lgan ehtiyojni sezishmoqda. Bundan maqsad – talabalarni kompyuterli loyihalashdan samarali foydalanishga o'rgatish va ularda bu tizimlar asosida yotgan asosiy prinsiplar haqida tasavvur hosil qilish, natijada kompyuterli loyihalashdan samarali foydalanish bo'yicha ularda amaliy malaka va ko'nikmalarni shakllantirishdir.

Mavjud darslik va o'quv qo'llanmalarda kompyuter dasturlari va vositalaridan foydalanish alohida-alohida bayon qilingan, masalalarning hammasi bir butunlikda qamrab olinmagan. Ushbu darslikda loyihalashda kompyuter imkoniyatlaridan tizimiy foydalanish masalalari: kompyuterli loyihalashning material va dasturaviy ta'minoti, kompyuterli loyihalash ta'minoti turlarining komponentlari, kompyuterli loyihalashning texnik vositalari, kompyuterli loyihalashning dasturiy ta'minoti, kompyuterli loyihalash (AutoCAD/Kompas), uch o'lchamli modellash, MathCAD haqida umumiy ma'lumotlar, MathCADda algebraik hisoblashlar, MathCADda differensiallash, MathCADda integrallash – uzviy bog'lanishda bir butunlikda ko'rib chiqilgan; “Kompyuterli loyihalash” fanidan o'zbek tilida (lotin imlosida) darsliklar yozilmagan, mavjud o'quv qo'llanmalar faqat ushbu darslik mualliflari tomonidan yozilgan.

1 – BOB. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNING MATERIAL VA DASTURAVIY TA'MINOTI

1.1. Kompyuterli loyihalashga kirish. Kompyuterli loyihalashni yaratish prinsiplari

*Texnikaviy obyekt*ni loyihalash ushbu obyekt obrazini qabul qilingan forma (shakl)da yaratish, qayta o'zgartirish va tasvirlab berish bilan bog'liq. Obyekt yoki uning tarkibiy qismining obrazi inson tasavvurida ijodiy jarayon natijasida yaratilishi yoki inson va kompyuterlarning o'zaro ta'siri jarayonida ba'zi algoritmlar bo'yicha yuzaga kelishi mumkin.

Loyihalash loyihalash uchun topshiriq bo'lgan holda bajariladi. Topshiriq jamiyatning qandaydir texnikaviy buyumni olishga bo'lgan ehtiyojini aks ettiradi. Bu topshiriq u yoki bu hujjatlar ko'rinishida bo'ladi va obyektning birlamchi bayoni vazifasini bajaradi. Loyihalash natijasini, odatda, obyektning berilgan sharoitlarda tayyorlash uchun yetarli ma'lumotlarni jamlagan hujjatlarning to'liq komplekti o'taydi. Bu hujjatlar obyektning natijaviy bayoni bo'ladi.

Loyihaviy yechimlarning hammasi yoki bir qismi inson va kompyuterlarning o'zaro ta'siri yo'li bilan olinadigan loyihalash avtomatlashtirilgan deb, kompyuterdan foydalanilmaydigan loyihalash esa, avtomatlashtirilmagan loyihalash deb ataladi.

Loyihalash – bu obyektning birlamchi bayoni va (yoki) uni mavjud qiladigan algoritm asosida berilgan sharoitda ham mavjud bo'lmagan obyektning yaratish uchun zarur bo'lgan bayonini tuzish jarayonidir. Loyihalash berilgan talablarga javob beradigan, yangi buyumni yaratish yoki yangi jarayonni amalga oshirish uchun zarur va yetarli bo'lgan loyihalanadigan predmet bayonini olish maqsadidagi izlanish, tadqiqot, hisob va konstruksiyalash bo'yicha ishlar majmuini o'z ichiga oladi. Loyihalash – bu chuqur ilmiy bilimlarga va ijodiy izlanishlarga hamda ma'lum sohada to'plangan tajriba va ko'nikmalardan foydalanishga asoslangan, lekin sermashaqqat oddiy ishlarni bajarish zarurati bo'lgan inson bunyodkorlik faoliyatining murakkab, o'ziga xos turidir.

Loyihalashni avtomatlashtirish deganda loyihani ishlab chiqish jarayonini bajarishning shunday usuli tushuniladiki, bunda loyihalash protseduralari va operatsiyalari loyihalovchining kompyuter bilan chambarchas muloqotida amalga oshadi. Loyihalashni avtomatlashtirish hisoblash texnikasi vositalaridan muntazam ravishda foydalanishni

nazarda tutadi; bunda loyihalovchi va kompyuter orasidagi funksiyalarni ratsional taqsimlash va masalalarni mashinada yechish metodlarini asosli tanlash lozim.

Kompyuterli loyihalashni yaratish uchun:

- matematik metodlar hamda metodlar va hisoblash texnikasi vositalarini qo'llash asosida loyihalashni takomillashtirish;

- izlash, ishlov berish va informatsiya (ma'lumot)ni chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish;

- optimallashtirish va ko'p variantli loyihalash metodlaridan foydalanish;

- loyihalalanayotgan obyektlar, buyumlar va materiallarning matematik modellarini samarali qo'llash;

- obyektlarni kompyuterli loyihalash uchun zarur bo'lgan, ma'lumotnoma tavsifidagi tizimlashtirilgan ma'lumotlarga ega ma'lumotlar bankini yaratish;

- loyiha hujjatlarini shakllantirish (rasmiylashtirish) sifatini oshirish;

- ijodiy bo'lmagan ishlarni avtomatlashtirish hisobiga loyihalovchilar mehnatining ijodiy ulushini oshirish;

- loyihalash metodlarini unifikatsiyalash va standartlashtirish;

- kompyuterli loyihalash sohasidagi mutaxassislarni tayyorlash va qayta tayyorlash;

- loyihalovchi bo'limlarning turli darajadagi hamda vazifasi har xil bo'lgan avtomatlashtirilgan tizimlar bilan mustahkam aloqada ishlashi zarur.

Kompyuterli loyihalash – avtomatlashtirilgan loyihalashni bajaruvchi loyihalovchi tashkilot yoki mutaxassislar jamoasi bilan bog'langan avtomatlashtirilgan loyihalash vositalarining majmuidir. Kompyuterli loyihalash texnikaviy vositalar hamda matematik va dasturiy ta'minlashni birlashtiradi; matematik va dasturiy ta'minot muhandislik loyihalash va konstruksiyalash masalalarining xususiyatlarini maksimal hisobga olgan holda tanlanadi. Kompyuterli loyihalashda muhandisning kompyuter bilan operativ bog'lanishi vositalari, maxsus muammoli-yo'naltirilgan tillar va informatsion-ma'lumot bazasi qo'llanilishi hisobiga dasturlardan foydalanish qulayligi ta'minlanadi.

Kompyuterli loyihalashning asosiy vazifasi – obyekt va uning tarkibiy qismlarini loyihalashni avtomatlashtirilgan tarzda bajarishdir. Kompyuterli loyihalash va uning tarkibiy qismlarini yaratishda tizimiy birlik, bir-biriga mos kelish, tipik xususiyatlarga qarab tip va turlarga bo'lish hamda rivojlanish prinsiplariga amal qilish lozim.

Tizimiy birlik prinsipi. Loyihalanayotgan obyektning alohida elementlari va obyektни to'liq loyihalashda tizimning bir butunligini va tizimiy «yangilik»ni ta'minlaydi.

Bir-biriga mos kelish prinsipi kompyuterli loyihalashning tarkibiy qismlarining birgalikda ishlashini ta'minlaydi va ochiq tizimni bir butunlikda saqlaydi.

Tipik xususiyatlarga qarab tip va turlarga bo'lish prinsipi kompyuterli loyihalashning tipiklashgan va unifikatsiyalashgan elementlarini yaratish va ulardan foydalanishga e'tiborini qaratadi.

Rivojlanish prinsipi kompyuterli loyihalash asosiy qismlarining to'ldirib borilishini, takomillashtirilishini va yangilanib borishini hamda darajasi va funksional vazifasi turlicha bo'lgan avtomatlashtirilgan tizimlar bilan birgalikda ishlashini ta'minlaydi.

Kompyuterli loyihalash – inson-mashina tizimi. Kompyuter yordamida hamma tuzilgan va tuzilayotgan loyihalash tizimlari avtomatlashtirilgan tizimlarga kiradi. Ularda loyihani texnikaviy vositalar yordamida ishlayotgan inson – muhandis salohiyatli o'rin egallaydi. Kompyuterli loyihalashda inson, birinchidan, formalizatsiya qilinmagan masalani va, ikkinchidan, insonning evristik qobiliyatlari asosida samaraliroq yechiladigan masalalarni yechadi.

Kompyuterli loyihalash – iyerarxik tizim. U hamma darajalarda loyihalashni avtomatlashtirishga kompleks yondoshuvni amalga oshiradi. Kompyuterli loyihalash qo'llanilganida loyihalashga blokli-iyerarxik yondoshuv saqlanib qolishi kerak. Loyihalashning iyerarxik darajalari iyerarxik nimtizim ko'rinishida kompyuterli loyihalashning maxsus dasturiy ta'minoti (DT) strukturasida o'z aksini topadi.

Loyihalash – tadqiqot, hisoblash va konstruktorlik tavsifidagi ishlar kompleksini bajarish asosida obyektning birlamchi bayonini natijaviy bayonga o'zgartiradigan jarayondir.

Birlamchi bayonni natijaviy o'zgartirish *oraliq bayon*larni tug'diradi; ular loyihalash tugaganini aniqlash yoki uni davom ettirish yo'llarini tanlash maqsadida qarab chiqiladigan predmet vazifasini o'taydi. Bunday bayonlar *loyihali yechimlar* deyiladi.

Kompyuterli loyihalash – ochiq va rivojlanuvchi tizimdir. Kompyuterli loyihalash vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchi tizim bo'lishi zarurligiga kamida ikkita sabab bor. Birinchidan, kompyuterli loyihalash kabi murakkab obyektни ishlash uzoq muddatni egallaydi, shuning uchun kompyuterli loyihalash tizimining qismlari tayyor bo'la borgan sari ularni ekspluatatsiyaga kiritish iqtisodiy nuqtayi nazardan foydalidir.

Ekspluatatsiyaga kiritilgan tizimning bazaviy varianti keyinchalik kengaytirib boriladi. Ikkinchidan, hisoblash texnikasi va hisoblash matematikasining doimiy progressi yangi, ancha takomillashgan matematik modellar va dasturlar paydo bo'lishiga olib keladi; ular eskirgan, samaradorligi kam bo'lgan analoglarni almashtirishi kerak. Shu sababli kompyuterli loyihalash ochiq tizim bo'lishi, ya'ni yangi metod va vositalarni ulash qulay bo'lgan qobiliyatga ega bo'lishi zarur.

Kompyuterli loyihalash – unifikatsiyalashgan modullardan maksimal foydalaniladigan ixtisoslashtirilgan tizimdir. Yuqori effektivlik va universallik talablari, odatda, bir-biriga qarama-qarshidir. Loyihalash vazifalarini yechishda kam vaqt va materiallar sarf bo'lishida ifodalanadigan kompyuterli loyihalashning yuqori samaradorligiga tizimlarning ixtisoslashtirilishi hisobiga erishiladi. Ixtisoslashtirilgan kompyuterli loyihalashni ishlab chiqishga ketadigan sarfni kamaytirish uchun ularni unifikatsiyalashgan tarkibiy qismlardan maksimal foydalangan holda tuzish maqsadga muvofiqdir. Unifikatsiyalashning zaruriy sharti – turli texnikaviy obyektlarni modellashtirishda, tahlil va sintez qilishda umumiy holatlarni qidirishdadir.

1.2. Kompyuterli loyihalash tarkibi va strukturasi

Nimtizimlar kompyuterli loyihalashning tarkibiy strukturaviy qismi bo'lib, loyihalovchi tashkilotning tashkiliy strukturasi bilan chambarchas bog'lanadi; ularda ixtisoslashgan vositalar kompleksi yordamida kompyuterli loyihalashning funksional tugal masalalar ketma-ketligi yechiladi.

Vazifasi bo'yicha nimtizimlar loyihalovchi va xizmat ko'rsatuvchilarga ajratiladi.

Loyihalovchi nimtizimlar. Ular obyektga yo'nalgan bo'ladi va loyihalashning ma'lum bosqichini yoki o'zaro bevosita bog'langan loyihalash masalalarining bir guruhini amalga oshiradi.

Xizmat ko'rsatuvchi nimtizimlar. Bunday nimtizimlar umumiy tizimda ishlatiladi va loyihalovchi nimtizimlar o'z funksiyalarini bajarishda ularni qo'llab-quvvatlashni hamda ularda olingan natijalarni shakllantirish, uzatish va chiqarishni ta'minlaydi.

Kompyuterli loyihalashning tizimiy birligi bir-biri bilan o'zaro bog'langan modullarning mavjudligi hamda o'zaro bog'lanishni amalga oshiruvchi interfeyslar tizimi kompleksi bilan ta'minlanadi; modullar loyihalanadigan obyektni butunligicha belgilaydi. Loyihalovchi nimtizimlar ichidagi tizimiy birlik ushbu nimtizimda loyihaviy yechimi

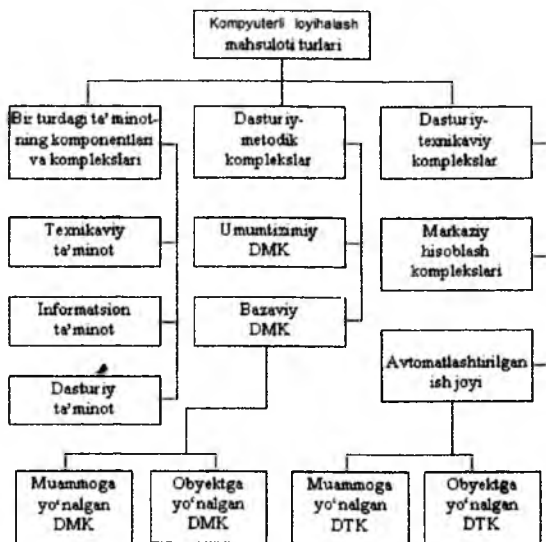
olinishi kerak bo'lgan obyekt qismining yagona informatsion modeli mavjudligi bilan ta'minlanadi.

Amaliy masalalarda loyihalanadigan obyekt modellarini shakllantirish va ulardan foydalanish kompyuterli loyihalash vositalari kompleksi (KLVK) bilan amalga oshiriladi.

KLVK tizimining strukturaviy qismlari bo'lib turli vositalar komplekslari hamda tashkiliy ta'minlash komponentlari xizmat qiladi. *Vositalar kompleksi* – kompyuterli loyihalashning mos loyihalovchi va (yoki) xizmat ko'rsatuvchi nimtizimlaridan foydalaniladigan, tirajlash uchun mo'ljallangan va ma'lum klass (tur, turkum) obyektlarini loyihalashga yo'nalgan va (yoki) unifikatsiyalashgan protseduralarni bajarishga mo'ljallangan komponentlar va (yoki) vositalar kompleksi majmuidir.

Vositalar kompleksi tayyorlanadigan, tirajlanadigan va kompyuterli loyihalash tarkibida qo'llaniladigan sanoat buyumlariga kiradi va spetsifikatsiyalanadigan buyumlar kabi hujjatlantiriladi.

Kompyuterli loyihalash vositalari kompleksi va komponentlarining turlari (1.1-rasm). Vositalar kompleksi ikki turga: bir turdagi ta'minlash vositalari kompleksiga (texnikaviy, dasturiy, informatsion) va kombinatsiyalashgan vositalar kompleksiga ajratiladi.



1.1- rasm. Kompyuterli loyihalash vositalari kompleksi va komponentlarining turlari

Bir turdagi ta'minot vositalari komplekslari bir turdagi ta'minlash komplekslaridan va (yoki) komponentlaridan tarkib topadi; kombinatsiyalashgan vositalar komplekslari esa – har xil turdagi ta'minlash komplekslari va komponentlari majmuidan tashkil bo'ladi. Vazifasi ishlab-chiqarish-texnikaviy bo'lgan mahsulotlarga taalluqli kombinatsiyalashgan KLVKlar ikki turga bo'linadi:

- dasturiy-metodik kompleks (DMK);
- dasturiy-texnikaviy kompleks (DTK).

Dasturiy metodik kompleks loyihalash obyekti (obyektning bir yoki bir necha qismi yoki bir butun obyekt) bo'yicha tugal loyiha yechimini olish yoki unifikatsiyalashgan protseduralarni bajarish uchun zarur bo'lgan dasturiy, informatsion va metodik ta'minotlar (matematik va lingvistik ta'minotlar komponentlari bilan birga) komponentlarining o'zaro bog'langan majmuidan iborat.

Vazifasi bo'yicha DMKlar umumtizimiy DMKlarga va bazaviy DMKlarga bo'linadi; bazaviy DMKlar o'z navbatida muammoga yo'ngan va obyektga yo'ngan DMKlarga bo'linadi.

Dasturiy-texnikaviy kompleks DMKlarning texnikaviy ta'minotning komplekslari va (yoki) komponentlari bilan o'zaro bog'langan majmuidan iborat.

Vazifasi bo'yicha DTKlar avtomatlashtirilgan ish joyi (AIJ) va markaziy hisoblash komplekslari (MHK)ga bo'linadi.

Vositalar komplekslari o'zlarining hisoblash va informatsion resurslarini birlashtirib nimtizim yoki butun tizimlarning lokal hisoblash tarmoqlarini tashkil qilishi mumkin.

Dasturiy informatsion, metodik, matematik, lingvistik va texnikaviy ta'minot turlarining komponentlari vositalar komplekslarining tarkibiy qismi hisoblanadi.

KLVK funksiyalarini samarali bajarilishi vositalar komplekslari tarkibiga kiruvchi komponentlarni sotib olinadiganlari bilan o'zaro moslashuvini ta'minlagan holda ishlab chiqish hisobiga erishilishi kerak.

Umutizimiy DMKlar dasturiy, informatsion, metodik va boshqa turdagi ta'minotlarni o'z ichiga oladi. Ular boshqaruv, nazorat, hisoblash jarayonini rejalashtirish, kompyuterli loyihalash resurslarini taqsimlashni bajarish va nimtizim yoki butun kompyuterli loyihalash uchun umumiy bo'lgan boshqa funksiyalarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan.

Umutizimiy DMKlarga misollar: monitor tizimlari, ma'lumotlar bazalarini (MB) boshqarish tizimlari, informatsion-qidiruv tizimlari, mashina grafikasi vositalari, dialogli rejimni ta'minlovchi nimtizimlar va h.k.

Kompyuterli loyihalashda texnikaviy vositalar funksiyalarini bajarishini boshqaruvchi monitor tizimlari. Monitor tizimlarining asosiy funksiyalari:

- talab qilinadigan va mavjud resurslar masalalari paketini nazorat qiluvchi topshiriqlar ustuvorligi va navbat nomeri o'rnatilgan holda ma'lumotlar bazasiga kirish huquqini shakllantirish;

- topshiriqlar va masalalarni boshqarish tillarining yo'riqlariga ishlov berish hamda uzilishlarga boshqarishni ilib olib, uzilish sababini tahlil qilish va uni loyihalovchiga tushunarli atamalarda izohlab reaksiya (sezib ta'sir) qilish;

- nimtizimlar parallel ishlagan sharoitlarda dialogli va interaktiv-grafik hamrohligini tashkil qiluvchi masalalar oqimiga xizmat ko'rsatish;

- avtomatik rejimlarda loyihalash operatsiyalarining bajarilishi sifatini tahlil qilgan, bosqich yoki marshrutning davom etishi mezonlari tekshirilgan, marshrutning alternativ qaytarilishi variantlarini tanlagan holda loyihalashni boshqarish;

- tizimni ekspluatatsiya qilish statistikasini olib borish va optimallashtirish;

- topshiriqlar, masalalar va nimtizimlar, rejali topshiriqlar va joriy ko'rsatmalar va so'rovlar ustuvorligini hisobga olgan holda kompyuterli loyihalash resurslarini taqsimlash;

- resurslar va ma'lumotlarni ruxsat etilmagan kirishdan va nazarda tutilmagan ta'sirlardan himoya qilish.

Kompyuterli loyihalashda informatsion-qidiruv tizimlar (IQT) quyidagi funksiyalarni bajaradi:

- informatsion fond (infoteka)ni ma'lumotlar bilan to'ldirish;

- raqamli ma'lumotlarga arifmetik ishlov berish va matnlarga leksik ishlov berish;

- informatsion so'rovlarga zarur bo'lgan ma'lumotlarni qidirish maqsadida ishlov berish;

- chiquvchi ma'lumotlarga ishlov berish va chiquvchi hujjatlarni shakllantirish. IQTning xususiyati shundaki, ularga kelgan so'rovlar dasturiy yo'l bilan emas, balki bevosita foydalanuvchi tomonidan shakllantiriladi va monitorga tushunarli bo'lgan formallashtirilgan tilda emas, balki tayanch so'zlar ketma-ketligi ko'rinishida «d e s k r i p t o r»lar deb nomlanuvchi tabiiy tilda shakllanadi. Saqlash uchun qabul qilingan hamma bayonlarda bo'lgan deskriptorlar ro'yxati deskriptorlar lug'atini tashkil qiladi va qidiruvchi yo'riqlarni shakllantirishga mo'ljallangan.

Deskriptorlarga nisbatan ancha murakkab bo'lgan IQTlar ham mavjud. Ularda informatsion-qidiruv tili katta ahamiyatga ega; bu tilda informatsion obyektlar orasidagi semantik munosabatlar hisobga olinadi.

Bu esa noto'g'ri tanlanadigan til qurilmalari sonini kamaytirish imkonini beradi, so'rovlarga ishlov berish esa ma'no mos kelishi mezonlari asosida bajariladi.

Ma'lumotlar banki katta kompyuterli loyihalashlarda informatsiyani tashkil qilishning yuqori shakli hisoblanadi. Ular – muammoli-yo'nalgan informatsion-ma'lumotnomalar tizimlaridir. Bu tizimlar kiritishning muayyan vazifalariga bog'liq bo'lmagan zarur informatsiyalarni kiritishni, informatsion massivlar saqlanishi hamda foydalanuvchilar yoki dasturlar so'rovi bo'yicha zarur bo'lgan informatsiyani chiqarishni ta'minlaydi. Ma'lumotlar bankida faktografik ko'rinishdagi informatsiyadan foydalaniladi.

Ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimi (MBBT) – ma'lumotlar strukturasi ko'rinishida tashkil qilingan informatsion baza bilan ishlashni ta'minlaydigan dasturiy-metodik kompleksdir.

MBBT quyidagi asosiy funksiyalarni bajaradi:

- ma'lumotlar bazasini aniqlab olish, ya'ni sxemalarning konseptual tashqi va ichki darajalarini bayon qilish;
- ma'lumotlarni bazaga yozish;
- ma'lumotlarga o'zgartish va qo'shimchalar kiritish, ularni qayta tashkil qilishni bajargan holda ularning saqlanishini tashkil qilish;
- ma'lumotlarga kira olishni ta'minlash (qidirish va chiqarib olish).

Ma'lumotlarni tanib olish va ularga kirish uchun MBBTdagi vositalari mavjud. Masalan, ma'lumotlar strukturasi bayonidan tashkil topgan ma'lumotlarni tanib olish tili yordamida ta'minlanadi.

Mashina grafikasining dasturiy-metodik komplekslari (DMK) foydalanuvchining kompyuter bilan muloqotida grafik informatsiya almashinuvi, geometrik masalalarni yechish, tasvirlarni shakllantirish va grafik informatsiyani avtomatik ravishda tayyorlashni ta'minlaydi. Foydalanuvchining kompyuter bilan grafik muloqoti («kirishning grafik metodi») kirish-chiqish nimdasturlariga asoslanadi; bu nimdasturlar kiritish-chiqarish qurilmalaridan olinadigan komandalarning qabul qilinishini va ularga ishlov berilishini hamda ushbu qurilmalarga boshqaruv ta'sirlarining chiqarilishini ta'minlaydi. Geometrik masalalar yechimi (grafik modellash) grafik informatsiyani qayta o'zgartirishga keltiradi; bu o'zgartirish surish, burash, masshtablash va sh.k. turlardagi elementar grafik operatsiyalarni u yoki bu ketma-ketlikda bajarilishida ifodalanadi. Grafik modellash uchun DMKlardan foydalaniladi; ularda alohida elementar grafik operatsiyalardan tashqari uch o'lchamli tasvirlarni grafik qayta o'zgartirishlar, proyeksiya, kesim va h.k.larni qurish protseduralari amalga oshirilishi mumkin. Grafik o'zgartirishlar DMKsida ba'zi tez-tez foydalaniladigan tasvirlarni shakllantirish, grafik

ma'lumotlar bazasini boshqarish, grafikaviy nimdasturlarni sozlash uchun vositalar odatda nazarda tutiladi.

Dialogli rejim grafik va (yoki) belgi (simvol)li informatsiyalarni kiritish, nazorat, tahrirlash, qayta o'zgartirish va chiqarishni amalga oshiradigan dasturiy-metodik komplekslar yordamida amalga oshiriladi. Topshiriqlar bajarilishini paket rejimida va uzoqdagi terminallarga natijalarni chiqarishni aloqa kanallari orqali ta'minlaydi. Kompyuterli loyihalashda vazifasi umumiy bo'lgan dialogli DMKlar bilan bir qatorda ixtisoslashgan DMKlardan ham foydalanish mumkin. Vazifasi umumiy bo'lgan DMKlarni kompyuterli loyihalashni yaratish va ekspluatatsiya qilishning boshlang'ich bosqichlarida qo'llash maqsadga muvofiq; bu DMKdan loyihalash metodologiyasini, ma'lumotlar va amaliy dasturlarga ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqish va tekshirish uchun foydalaniladi. Keyinchalik kompyuterli loyihalashda dialogni tashkil qilish bo'yicha maxsus talablarni hisobga olgan holda DMKlarni modifikatsiyalash mumkin. Bunda so'rovlarga dialogli yoki paketli rejimda ishlov berilishini; tizimning dasturchi bo'lmagan foydalanuvchiga yo'nalishini; yuqori daraja tillardagi dialogli amaliy dasturlar kiritilishi (qo'shilishi) yo'li bilan tizim kengaytirilishi mumkinligini; «МЕНЮ» va direktivalar yordamida dialogni boshqarish imkonini hisobga olish zarur. AIJ ruknlari uchun umumtizimiy DMKlarning tavsiya qilinadigan to'plami 1.1-jadvalda keltirilgan.

1.1-jadval

DMK nomi	Yuqori unumdor AIJ	O'rta unumdor AIJ	Kam unumdor AIJ
Monitorli, dialogli tizim	+	±	±
Dialogli rejimni ta'minlash	-	+	+
Ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimi (MBBT)	+	±	-
Dasturlash tillarining translyatorlari va interpretatorlari	+	+	+
Mashina geometriyasi va grafikasining vositalari:			
geometrik protsessor	+	±	-
grafik protsessor	+	+	+
Matnlar, hujjatlarni shakllantirish	±	+	+
Chizma-grafikaviy hujjatlarni shakllantirish	+	+	±
Umumtexnikaviy hisoblar	+	±	±
AIJ – AIJ, MHK – AIJ aloqalarini ta'minlash	+	+	+
Komponovka va topologiyani loyihalash	+	+	+
Optimallashtirish	+	±	-

*** Izo h:** «+» texnikaviy vositaning bo'lishi zarurligini bildiradi, «-» komponentlarning kompleks tarkibida bo'lishining majbur emasligini bildiradi, «±» ushbu turdagi qurilma bilan komplektatsiyalanish zarurati AIJ yaratish bo'lgan texnikaviy topshiriqda belgilanishi kerak.

M u a m m o l i y o ' n a l g a n DMKlar o'z ichiga boshlang'ich ma'lumotlar, butun loyihalash obyektiga yoki uning yig'ma birliklariga bo'lgan talablar va cheklanishlarni avtomatlashtirilgan ravishda tartibga solish uchun mo'ljallangan dasturiy vositalar; loyihalash obyektining fizikaviy ishlash prinsipini tanlash; texnikaviy yechimlar va loyihalash obyekti strukturasini tanlash; konstruksiyalarning sifat ko'rsatkichlari (texnologikligi)ni baholash va detallarga ishlov berish marshrutini loyihalashni olishi mumkin.

O b y e k t l i - y o ' n a l g a n DMKlar loyihalash obyektlari xususiyatlarini predmet sohasi majmui sifatida aks ettiradi. Bunday DMKlarga, masalan, yig'ma birliklar; standart yoki qabul qilingan yechimlar asosidagi detallar; shakl elementlari sintezi asosidagi detallar; detallarga ishlov berish turlari bo'yicha texnologik jarayonlar va h.k.larni loyihalashni avtomatlashtirishni qo'llab-quvvatlaydigan DMKlar kiradi.

Qisqacha xulosa:

Loyihalash jarayoni chuqur ilmiy bilimlarni talab etish bilan birga, uzoq vaqt talab etadigan jarayondir. Bundan tashqari loyihalash jarayoni hisob ishlari, eskiz va chizmalarni bajarish aniqligi yuqoriligini talab etadi. Shu maqsadda avtomatlashtirilgan loyihalash bu jarayonni aniq, tez va sifatli bajarish imkonini beradi.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Texnikaviy obyektni loyihalash nimalarga bog'liq?
2. Loyihalash jarayonini tushuntirib bering
3. Kompyuterli loyihalashni yaratish prinsiplarini bayon qiling.
4. Kompyuterli loyihalashni yaratishdagi asosiy holatlarni bayon qiling.
5. Kompyuterli loyihalash strukturasini tasvirlab bering.
6. Loyihalovchi nimitizimlar qanday bosqishlarni amalga oshiradi?
7. Xizmat ko'rsatuvchi nimitizimlar nimalarni ta'minlaydi?
8. Kompyuterli loyihalash vositalari kompleksi va komponentlarining turlarini aytib bering.
9. Kompyuterli loyihalashda informatsion-qidiruv tizimlari (IQT) qanday funksiyalarni bajaradi?
10. Ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimi nimalarni ta'minlaydi?

2 – BOB. KOMPYUTERLI LOYIHALASH TA'MINOTI TURLARINING KOMPONENTLARI

2.1. Kompyuterli loyihalashning matematik ta'minoti (MT)

Kompyuterli loyihalashning matematik ta'minoti asosini algoritmlar tashkil qiladi; bu algoritmlar bo'yicha kompyuterli loyihalashning dasturiy ta'minoti ishlab chiqiladi. Kompyuterli loyihalashda matematik ta'minotning elementlari har xil bo'ladi. Ular ichida invariant elementlar – funksional modellarni tuzish prinsiplari, algebraik va differensial tenglamalarning sonli yechimi metodlari, ekstremal masalalarni qo'yish, ekstrimumni qidirishlar mavjud. Matematik ta'minotni ishlab chiqish kompyuterli loyihalashni yaratishdagi eng murakkab bosqichdir; kompyuterli loyihalash unumdorligi va ishlashining samaradorligi ko'p jihatdan unga bog'liq.

Kompyuterli loyihalash DTsi vazifasi va amalga oshirish usullari bo'yicha ikki qismga bo'linadi:

1) matematik metodlar va ular asosida tuzilgan loyihalash obyektlarini tavsiflovchi matematik modellar;

2) avtomatlashtirilgan loyihalash texnologiyasining formallashtirilgan bayoni.

Matematik ta'minot birinchi qismini amalga oshirishning usullari va vositalari turli kompyuterli loyihalashlarda o'ziga xosligi bilan ajralib turadi va loyihalash obyektlarining xususiyatlariga bog'liq. Matematik ta'minotning ikkinchi qismiga kelsak, avtomatlashtirilgan loyihalash jarayonlarini formallashtirish majmui, alohida loyihalash masalalarini algoritmlash va dasturlashga nisbatan ham murakkab masala ekan. Bu masalani yechishda loyihalashtirish texnologiyasining mantiqiy butunligicha, jumladan avtomatlashtirish vositalaridan foydalanish asosida loyihalovchilarning bir-biri bilan muloqoti mantiqi, formallashtirilishi kerak. Ushbu turdagi masalarni yechishga mos keladigan tizimlar umumiy nazariyasining metodlari va holatlari ko'rilayotgan sohada hozircha qo'llanilishini topmadi. Loyihalashni avtomatlashtirish bo'yicha ishlar ko'p holatlarda loyihalash metodologiyasining takomillashmaganligini namoyon qildi va bir vaqtning o'zida loyihalash jarayonlarini takomillashtirish bo'yicha masalalarni yechish zaruratiga olib keldi. Loyihalash metodologiyasini takomillashtirish va rivojlantirish konsepsiyasiga turli mualliflarning qarashlari bir narsada bir-biriga o'xshash: loyihalash asosida tizimli yondashuv yotishi kerak. Kompyuterli

loyihalashning matematik ta'minoti loyihalashni avtomatlashtirishning obyekti, jarayoni va vositalarini o'zaro bog'liqlikda bayon qilishi lozim. Hozirgi paytda ushbu masalani yechish uchun tayinli nazariy baza bo'lmaganligi uchun, amalda turli matematik metodlarning murakkab tizimlarini modellash vositalari yagona kompleksga integratsiyalashishi jarayoni bormoqda.

Ushbu jarayon rivojida ikkita istiqbolli yo'nalishni ajratish mumkin:

- optimal loyihaviy yechimlarni olish metodlarining, jumladan avtomatlashtirilgan loyihalashga yo'ngan metodlarning rivoji;
- loyihalanayotgan obyektlarning turlariga invariant avtomatlashtirilgan loyihalash jarayonlarining o'zini takomillashtirish va tipiklashtirish.

Davlat standartlarining «САПР. Типовые функциональные схемы проектирования изделий в условиях функционирования систем» metodik ko'rsatmalarni ishlab chiqish loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirishni takomillashtirish va tipiklashtirishda ahamiyatli natija bo'ldi. Unda loyihalashni avtomatlashtirish jarayoni tarkibi va protseduralar ketma-ketligi, loyihaviy hujjatlarning mazmuni va shakllari bo'yicha an'anaviy loyihalash jarayonidan keskin farq qiladi. Shu bilan birga avtomatlashtirilgan loyihalash jarayonida loyihalash obyektlariga invariant bo'lgan ma'lum sondagi protseduralarni ajratish mumkin. Loyihalashning namunaviy jarayonini modellashning matematik apparatini markazlashtirilgan holda ishlab chiqish va bunday modellarni amalga oshiruvchi bazaviy dasturiy-metodik komplekslarni chiqarish avtomatlashtirilgan loyihalash jarayonlari texnologiyasini takomillashtirish va tipiklashtirishda istiqbolli yo'nalishdir.

2.2. Kompyuterli loyihalashning dasturiy ta'minoti (DT)

Kompyuterli loyihalashning dasturiy ta'minoti avtomatlashtirilgan loyihalashni bajarish uchun zarur bo'lgan hamma dasturlar va ekspluatatsion hujjatlaridan iborat. Dasturiy ta'minot umumtizimiy va maxsus (amaliy)larga bo'linadi.

Umumtizimiy DT texnikaviy vositalar funksiyalarini tashkil qilish uchun, ya'ni hisoblash jarayonini rejalashtirish va boshqarish, mavjud resurslarni taqsimlash uchun mo'ljallangan va kompyuter hamda hisoblash komplekslari (HK)ning operatsion tizimlari ko'rinishida namoyon bo'ladi. Umumtizimiy DT odatda ko'p ilovalar uchun yaratiladi va kompyuterli loyihalash spetsifikasini aks ettirmaydi.

Maxsus (amaliy) DT da loyihalash protseduralarini bevosita bajaradigan matematik ta'minot realizatsiya qilinadi. Maxsus DT odatda amaliy dasturlar paketi (ADP) ko'rinishida bo'ladi; ulardan har biri loyihalash jarayonining ma'lum bosqichini yoxud turli bosqichlar ichidagi bir turdagi masalalar guruhini boshqaradi.

Kompyuterli loyihalashni tashkil qilish hamda uni yaratish va undan foydalanish samaradorligiga ta'sir qiluvchi DTning prinsipial xususiyatlari. Kompyuter rivojlanishi va takomillashgani sari umumtizimiy DTning operatsion tizim (OT) kabi komponentining ahamiyati tobora ortib bormoqda. Zamonaviy hisoblash tizimi (HT)ning foydalanuvchilar ixtiyoriga berayotgan imkoniyati texnikaviy qurilmalarga nisbatan ko'proq operatsion tizimlar bilan aniqlanmoqda. OT kompyuterda turli masalalar yechilishini, ma'lumotlarni uzatish kanallarini va tashqi qurilmalarni masalalar orasida dinamik taqsimlashni, masalalar oqimini rejalashtirishni va ularni belgilangan mezonlarni hisobga olgan holda yechilishining ketma-ketligini, hisoblash kompleksi xotirasini dinamik taqsimlashni bir vaqtning o'zida tashkil qiladi. Lekin OT o'z faoliyati uchun ma'lum resurslarni: protsessor, tashqi va asosiy xotiralarni talab qiladi. OTning imkoniyati qanchalik ko'p bo'lsa, unga shunchalik ko'p resurslar talab qilinadi.

Bazaviy DT umumtizimiy DT ning ahamiyatli komponentidir.

Kompyuterli loyihalashning dasturiy ta'minoti yaratilayotganda bazaviy DT ishlab ishlab chiqiladigan obyektlar qatoriga kirmaydi. Geometrik va grafik informatsiyalarga ishlov berish, ma'lumotlar bazasini shakllantirish va undan foydalanish uchun mo'ljallangan bazaviy DT bunga misol bo'la oladi. Quruvchining avtomatlashtirilgan ishchi joyi (QAIJ) mashina grafikasining bazaviy DT yaratildi va tasdiqlandi. Uning asosini grafik kiritish-chiqarish amaliy dasturlar paketi tashkil qiladi; bu paket amaliy dastur bilan va grafikaviy qurilmalar to'plami orasida funksional interfeysni qurilmalar drayveri va grafikaviy drayverlar yordamida ta'minlaydi. Uning asosida ishlab chiqilgan grafikaviy hujjatlashtirishning amaliy dasturlar paketi esa maxsuslashgan dasturiy ta'minot tarkibiga kiradi. Grafikaviy hujjatlashtirishning amaliy dasturlar paketi translyatsiya qilish, vizuallashtirish, chizmalar namunaviy elementlari (ChNE) bayonini saqlash uchun alohida masalalar to'plami hamda amaliy dasturlar paketi (ADP)ni yaratish uchun modullar kutubxonasi, kutubxonadan (ChNE) bayonlarini tanlab olish va ularning tasvirini olish to'plamlaridan iborat.

Standartlashtirilgan loyihalash protseduralarini amalga oshiradigan, tarkibiga shunday bazaviy DT kiritilgan APJlaridan foydalanish kompyuterli loyihalashning dasturiy ta'minotini yaratish mehnatini sezilarli darajada yengillatadi. Lekin hamma hollarda ham kompyuterli loyihalashni yaratuvchilar amaliy DTni ishlab chiqishlari lozim bo'ladi. Hisoblash texnikasi qo'llaniladigan soha kengayib borishi va loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish masalalari murakkablashib borishi bilan dasturlashning murakkabligi mehnati ortib boradi.

2.3. Kompyuterli loyihalashning informatsion ta'minoti (IT)

Loyihalovchilar loyihalash jarayonida loyihaviy yechimlarni bevosita ishlab chiqish uchun foydalanadigan ma'lumotlar kompyuterli loyihalashning informatsion ta'minoti (IT) asosini tashkil qiladi. Ushbu ma'lumotlar turli tashuvchi (носитель)lardagi u yoki bu ko'rinishdagi hujjatlar ko'rinishida taqdim qilinishi mumkin; bu tashuvchilarda materiallar komplektlovchi (butlovchi) buyumlar, namunaviy loyihaviy yechimlar, elementlar parametrlari haqidagi ma'lumot tavsifidagi axborotlar hamda oraliq va natijaviy loyihaviy yechimlar, loyihalanayotgan obyektlar strukturasi va parametrlari va shu kabilar ko'rinishidagi joriy ishlamlarning holati haqidagi ma'lumotlar bo'ladi.

Bunda bir o'zgarish natijasi bo'lgan ma'lumotlar boshqa jarayon uchun boshlang'ich ma'lumot bo'lishi mumkin. Kompyuterli loyihalashning hamma komponentlari tomonidan foydalaniladigan ma'lumotlar majmui kompyuterli loyihalashning informatsion fondini tashkil qiladi. Kompyuterli loyihalashni ITning asosiy funksiyasi – informatsion fondni boshqarishdir, ya'ni ma'lumotlarga kira olishni hosil qilish, qo'llab-quvvatlash va tashkil qilishni ta'minlaydi. Shunday qilib, kompyuterli loyihalashning IT – informatsion fond va uni boshqarish vositalarining majmuidir.

Kompyuterli loyihalashning informatsion fondi tarkibiga quyidagilar kiradi:

- dasturiy modullar; ular belgi (simvol) obyekt matn ko'rinishida saqlanadi. kompyuterli loyihalashning hayotiy sikli davomida bu ma'lumotlar kam o'zgaradi, belgilangan o'lchamlarga ega bo'ladi va informatsion fond yaratilishi bosqichida paydo bo'ladi. Bu ma'lumotlarning iste'molchilari – kompyuterli loyihalashning turli nimitizimlari monitorlaridir;

- boshlang'ich va natijaviy modullar; ular bir ko'rinishdan ikkinchisiga o'zgarish jarayonida dasturiy modullarni bajarishda zarur.

Loyihalash jarayonida bu ma'lumotlar tez-tez o'zgarib turadi, lekin ularning turi o'zgarmas bo'lib, bu tur mos dasturiy modul bilan aniqlanadi. Oraliq ma'lumotlarni tashkil qilishda turli turdagi ma'lumotlarni o'zaro muvofiqlashtirish jarayonida tafovutli vaziyatlar vujudga kelishi mumkin;

– me'yoriy ma'lumotnomaviy loyihaviy hujjatnoma (MMLH) o'z ichiga materiallar, sxemalar elementlari, unifikatsiyalashgan uzellar konstruksiyalar haqidagi so'rov ma'lumotlarni oladi. Odatda bu ma'lumotlar yaxshi strukturlangan va faktografik ma'lumotlar qatoriga kiritish mumkin. Davlat va tarmoq standartlari, amal qilinadigan materiallar va yo'riqlar, namunaviy loyihaviy yechimlar, qat'iy belgilangan (reglamentlangan) hujjatlar (bo'sh strukturlangan hujjatli ma'lumotlar) ham MMLHga kiradi;

– loyihalashning borishida dialogni tashkil qilish maqsadida informatsiyani displey ekranida tasvirlash imkonini beradigan va kadr shaklini belgilaydigan o'zaro bog'langan ma'lumotlar majmuini ifodalaydigan displeylar ekranlarining mazmuni. Odatda bu ma'lumotlar kompyuterli loyihalashning hayotiy sikli davomida o'zgarmaydi; qat'iy belgilangan o'lchamga ega bo'ladilar va o'zlarining xarakteristikalari bo'yicha dasturiy modullar va boshlang'ich ma'lumotlar orasida o'rin egallaydi; berilgan dialog grafi realizatsiyasi jarayonida kompyuterli loyihalash dialogli tizimi tomonidan foydalaniladi;

– joriy loyihaviy informatsiya; loyiha holati va bajarilishining borishini aks ettiradi. Odatda bu informatsiya bo'sh strukturalangan, loyihalash jarayonida tez-tez o'zgaradi va matnli hujjatlar shaklida ifodalanadi. Kompyuterli loyihalashning informatsion fondini boshqarish usullarini tanlashda prinsiplarni ta'riflash va informatsion fond, ma'lumotlarni strukturalash vositalarini aniqlash, ma'lumotlar massivlarini boshqarish usullarini tanlab olishning ahamiyati katta.

Kompyuterli loyihalash informatsion fondini boshqarishning quyidagi usullari farqlanadi:

- fayl tizimidan foydalanish;
- kutubxonalarni qurish;
- ma'lumotlar bankidan foydalanish;
- adapterlar informatsion dasturlarini yaratish.

Faylli tizimlardan va kutubxonalarni qurishdan foydalanish hisoblash tizimlarining ITni tashkil qilishda keng tarqalgan, chunki OT vositalari tomonidan qo'llab-quvvatlanadi. Kompyuterli loyihalash ilovalarida bu usullar dasturiy modullarni simvolli va obyektli kodlarda saqlashda, loyihalash jarayonini qo'llab-quvvatlashning dialogli

ssenariylarini, boshlang'ich ma'lumotlarning yirik massivlarini birlamchi kiritishda, matnli hujjatlarni saqlashda qo'llaniladi. Lekin ular so'rovli ma'lumotlarga tez kirishni ta'minlashda, o'zgarib turuvchi ma'lumotlarni saqlashda, joriy loyihaviy hujjatlarni boshqarishda, zarur bo'lgan matnli hujjatlarni qidirishda, har xil tilli modullar orasida o'zaro muloqotni tashkil qilishda ishga kam yaraydi.

Uzluksiz ortib borayotgan informatsiya hajmini umumlashtirishning maqbul bo'lgan usullarini qidirib topish bo'yicha olib borilgan ishlar 60-yillar boshida «*Ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlari*» (MBBT) deb ataluvchi maxsus dasturiy komplekslar yaratilishiga olib keldi.

MBBTning asosiy xususiyati – nafaqat ma'lumotlar o'zini, balki ular strukturasi ham bayonini ham kiritish va saqlash uchun protseduralarning mavjudligidir. Ularda saqlanayotgan ma'lumotlar bayoni bilan jihozlangan va MBBT boshqaruvi ostida bo'lgan fayllar «*Ma'lumotlar banki*» deb, so'ngra esa «*Ma'lumotlar bazasi*» (MB) deb atala boshlandi.

Eng to'liq variantda MBBT quyidagi tarkibiy qismlarga ega bo'lishi kerak:

- *foydalanuvchi muhiti* – klaviatura yordamida ma'lumotlarni bevosita boshqarish imkonini beradi;

- interpretator sifatida realizatsiya qilingan, ma'lumotlarga ishlov berish amaliy tuzilishini dasturlash uchun *algoritm tili*; interpretator dasturlarni tez tuzish va sozlash imkonini beradi;

- *kompilyator* – tayyor bo'lgan dasturga mustaqil EXE-fayl shaklida tayyor kommersiya mahsuloti ko'rinishini beradi;

- *utilit-dasturlar* – o'zgarmas, oddiy operatsiyalarni tez dasturlashga xizmat qiladi (hisobotlar, ekranlar, menyu va boshqa ilovalar generatorlari).

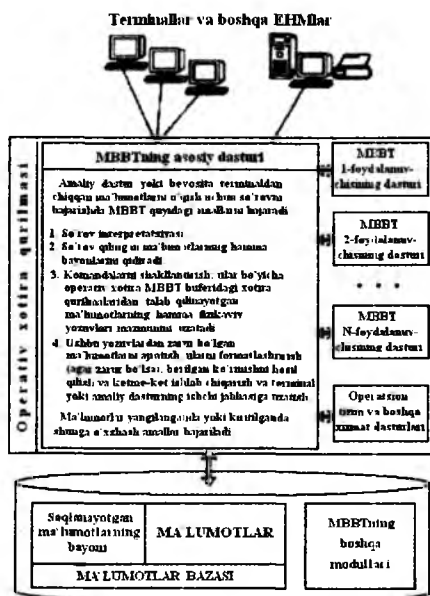
MBBT – bu foydalanuvchi qobig'idir. Bunday muhit foydalanuvchining so'rovlarini tezlik bilan qoniqtirishga yo'nalganligi sababli, bu – doim interpretator-tizimdir.

MBBTda dasturlash tilining mavjud bo'lishi muayyan masala va hatto muayyan foydalanuvchiga mo'ljallangan ma'lumotlarga ishlov berish murakkab tizimlarini yaratish imkonini beradi. Faqat tilga ega bo'lib foydalanuvchi qobig'i bo'lmagan MBBTlar ham mavjud. Ular faqat dastur tuzuvchilarga mo'ljallangan; ular kompilyatsiyalovchi turdagi tizimlardir. Bunday paketlar faqat shartli ravishda MBBT deb atalishi mumkin. Odatda ular kompilyatorlar deb ataladi.

MBBT *so'rovlar tili* ma'lumotlar bo'yicha ham dasturga va ham terminalga murojaat qilish imkonini beradi (2.1-rasm).

Lekin MBBT orqali ma'lumotlarni almashtirish uchun, u yoki bu ilovalar uchun maxsus yaratilgan fayllardan shunday ma'lumotlarni almashtirishga nisbatan, ko'proq vaqt talab qilinadi.

Ma'lumotlarni manipulyatsiya qiluvchi tillar yaratilgan; ular relyatsion algebraning hamma operatsiyalarini amalga oshirish imkonini beradi. Ular orasida eng ko'p tarqalganlari – SQL (Structured Query Language – *so'rovlarning strukturlangan tili*) va QBE (Query-By-Example – *namuna bo'yicha so'rovlar*). Ikkala til ham juda yuqori darajadagi tilga kiradi; ular yordamida foydalanuvchi ularni olish protsedurasini aniqlamay turib olinishi zarur bo'lgan ma'lumotlarni ko'rsatadi.



2.1- rasm. MBBTdan foydalanganda dasturlar va ma'lumotlar orasidagi bog'lanish

MBBT hamma foydalanuvchilarga jumladan:

- ma'lumotlarning xotirada fizik joylashuvi va ularning bayoni;
- so'ralayotgan ma'lumotlarni qidirib topish mexanizmi;
- bir xil ma'lumotlarni, amaliy dasturlarni ko'p foydalanuvchilar bir vaqtning o'zida so'raganda hosil bo'ladigan muammolar;

– ma'lumotlarni noto'g'ri yangilashlar va (yoki) ularga ruxsatsiz kirishdan himoyalashni ta'minlash usullari;

– ma'lumotlar bazasini dolzarb holda ushlab turish va h.k.lar haqida tushunchaga ega bo'lmagan yoki ega bo'lishni istamagan foydalanuvchilarga ham ma'lumotlarga kirish imkonini berishi kerak.

MBBT o'zining ushbu funksiyalaridan asosiylarini bajarayotganda ma'lumotlarning turli bayonlaridan foydalanishi kerak. Bu bayonnomalar qanday yaratiladi?

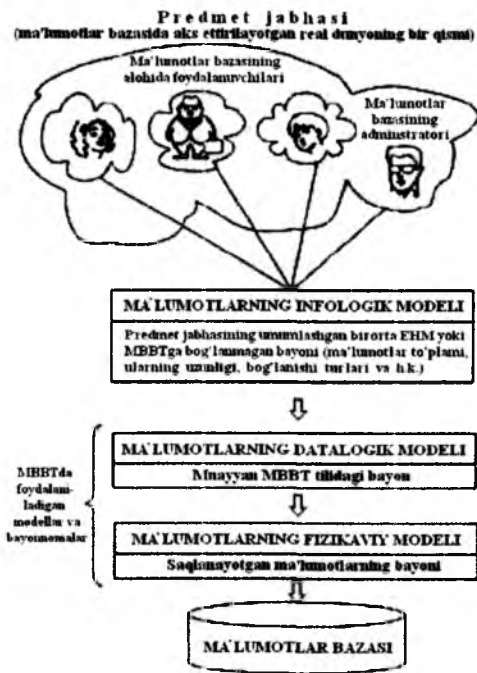
Ma'lumotlar bazasi loyihasini predmet (mavzu) sohasini tahlil qilishdan va alohida foydalanuvchilarning (tashkilot xizmatchilari; ma'lumotlar bazasi ular uchun yaratiladi) unga qo'yadigan talablarini aniqlashdan boshlash zarur. Bu jarayon keyinchalik batafsilroq ko'riladi, bu yerda esa quyidagini qayd qilamiz – odatda loyihalash bir odamga (bir guruh odamlarga) – *ma'lumotlar bazasi administratorlariga* (MBA) topshiriladi. U – tashkilot tomonidan maxsus ajratilgan xodim yoki ma'lumotlarga mashina ishlovi berish bilan yaxshi tanish bo'lgan, ma'lumotlar bazasidan kelajakda foydalanadigan odam bo'lishi mumkin.

Ma'lumotlar bazasining mazmuni haqida foydalanuvchilar fikrini jamlash natijasida olingan hamda bo'lajak ilovalarda zarur bo'lib qolishi mumkin bo'lgan ma'lumotlar haqida o'zining tushunchalarini birlashtirib, MBA dastlab yaratilayotgan ma'lumotlar bazasining umumlashgan noformal bayonini yaratadi. Ma'lumotlar bazasini loyihalash ustida ishlayotgan hamma odamlar uchun tushunarli bo'lgan tabiiy til, matematik formulalar, jadvallar, grafiklar va boshqa vositalardan foydalanib bajarilgan bu bayonnoma *ma'lumotlarning infologik modeli* deb ataladi (2.2-rasm).

Bunday insonga yo'nalgan model ma'lumotlar saqlanadigan muhitning fizik parametrlaridan batamom mustaqil bo'ladi. Borib-borib bunday muhit kompyuter emas, balki inson xotirasi bo'lishi mumkin. Shuning uchun real dunyodagi qandaydir o'zgarishlar infologik modeldagi qandaydir o'zgarishni taqozo qilmaguncha, bu model o'zgarmasligi kerak; qandaydir o'zgarishdan murod – model predmet sohasini aks ettirishni davom ettirishi lozim.

2.2-rasmda ko'rsatilgan boshqa modellar kompyuterga yo'nalgan. Ular yordamida MBBT dasturlar va foydalanuvchilarga saqlanayotgan ma'lumotlarga ularning fizik joylashishini o'ylab o'tirmasdan, faqat ularning nomi bilangina kirish imkonini beradi. Zarur bo'lgan

ma'lumotlarni MBBT tashqi xotirada saqlash qurilmalarida *ma'lumotlarning fizikaviy modellari* bo'yicha qidirib topadi.



2.2- rasm. Ma'lumotlar modellarining darajalari

Ko'rsatilgan kirish muayyan MBBT yordamida amalga oshirilgani uchun, modellar ushbu MBBTning *ma'lumotlarni bayon qilish tilida* ifodalangan bo'lishi kerak. Ma'lumotlarning infologik modeli bo'yicha MBA yaratayotgan bunday bayonnomalar *ma'lumotlarning datalogik modeli* deb ataladi.

Uch darajadagi arxitektura (infologik, datalogik va fizik darajalar) *saqlanayotgan ma'lumotlar mustaqilligini* ulardan foydalanayotgan dasturlardan saqlash imkonini beradi. Zarurat bo'lganda MBA saqlanayotgan ma'lumotlarni boshqa informatsiya tashuvchilarga ko'chirib yozib berishi va (yoki) ularning fizikaviy strukturasini qayta tashkil qilishi (ma'lumotlarning faqat fizikaviy modelini o'zgartirib) mumkin.

Sodda tashkil qilinganligi, mohiyatlar orasida oldindan belgilangan bog'lanishlarning mavjudligi, ma'lumotlarning fizikaviy modellari bilan

o'xshashligi, xotira hajmi cheklangan, sekin ishlaydigan kompyuterlarda iyerarxik MBBTlar unumdorligi qabul qilsa bo'ladigan darajada bo'lishi imkonini beradi. Lekin agar ma'lumotlar daraxtsimon strukturali bo'lmagan holda iyerarxik modelni qurishda va zarur bo'lgan unumdorlikka erishishda talay qiyinchiliklar tug'ilardi.

"Paradox" (Borland firmasining dasturiy mahsuloti) – ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlari bozorida tan olingan lider. Oxirgi besh yil davomida (3,0 versiyasidan boshlab) "Paradox" mutaxassislar tomonidan personal kompyuterlar uchun eng yaxshi relyatsion MBBT deb tan olinmoqda.

"Paradox"ning ko'p xususiyatlari orasida juda soddaligi va shaffofligining, ma'lumotlarni boshqarishning funksional tugal tizimining ulkan imkoniyatlari unikal, hamohang ekanligi ajratiladi («paradoks» ham ana shunda). Bunday paradoksli birikma natijasida baquvvat MBBT nafaqat professional dasturchiga, balki dasturlash yoki kompyutyerdagi informatsiyaga ishlov berish haqida tushunchaga ega bo'lmagan foydalanuvchiga ham bo'ysunadi.

Ilgari tarmoqli modellar hamda kam resursli kompyuterlar yaratilar edi. Ular – «to'plamlar» – deb nomlangan ikki darajali daraxtlardan tarkib topgan yetarli darajada murakkab strukturalardir. «To'plamlar» «yozuv-bog'lamalar» yordamida birikib zanjirlar hosil qiladi. Tarmoqli modellar ishlanganda MBBT unumdorligini oshirish imkonini beradigan ko'p «kichik ayyorliklar» o'ylab chiqilgan edi, lekin ular MBBTni sezilarli darajada murakkablashtirgan edilar. Amaliy dasturchi ko'p atamalarni bilishi va MBBTning bir nechta ichki tillarini o'rganishi, turli nusxalar, to'plamlar, yozuvlar va h.k. orasida navigatsiya uchun ma'lumotlar bazasini mantiqiy strukturasini iker-chikirigacha ko'z oldiga keltirishi lozim. UNIX operatsion tizimini ishlovchilardan biri: «Tarmoqli baza – ma'lumotlarni yo'qotishning eng ishonchli usuli» degan.

Iyerarxik va tarmoqli MBBTdan amalda foydalanishdagi qiyinchiliklar ma'lumotlarni ifodalashning boshqa usullarini qidirishga majbur qildi. 60- yillar oxirida inventirlangan fayllar asosidagi MBBTlar paydo bo'ldi; ular tashkil qilishning osonligi va ma'lumotlarni manipulyatsiya qilishning juda qulayligi bilan farqlanadi.

Lekin bunday MBBTlarda ma'lumotlarni saqlash, ma'lumotlar orasidagi bog'lanishlar miqdori, yozuv uzunligi va uning maydoni miqdori uchun fayllar miqdori cheklangan.

Modullararo interfeysni tashkil qilish muammosi adapterlarning informatsion dasturlarni yaratilishiga sabab bo'ldi; bu ixtisoslashgan

(maxsus) tizimlar va dasturiy texnologiya ishlab chiqilishiga olib keldi. Tayyor modulardan yirik dasturiy komplekslarni tuzishga yo'naltirilgan tizimlar bularga kiradi. Bu tizimda oraliq ma'lumotlar yagona protsessor va ixtisoslashgan modellararo informatsion dastur-adapterlar yordamida unifikatsiyalanadi; dastur – adapterlar quyidagi funksiyalarni amalga oshiradi:

- 1) har bir alohida modul uchun boshlang'ich ma'lumotlar mavjudligini nazorat qilish;
- 2) yetishmaydigan boshlang'ich ma'lumotlarni berish;
- 3) ma'lumotlar turlari, strukturasi va ketma-ketligining chaqirilayotgan modulda qabul qilingan ma'lumotlarning o'xshash xarakteristikalariga muvofiqligini tekshirish;
- 4) turlar muvofiq bo'lmagan holda ma'lumotlarni qaytadan tashkil qilish;
- 5) almashinish turiga mos ravishda chaqirilayotgan modulga ma'lumotlar uzatilishini ta'minlash;
- 6) modulni dasturlash tili belgilaydigan muhitni tashkil qilish;
- 7) natijalarni tekshirish;
- 8) oraliq natijalarni saqlash uchun qabul qilingan ko'rinishda ma'lumotlarning qaytadan o'zgartirilishini bajarish;
- 9) modul ishi natijalarini keyinchalik foydalanish uchun saqlash.

Dasturlari katta miqdorda kiruvchi, oraliq va natijaviy o'zgaruvchilar bilan ishlaydigan yirik kompyuterli loyihalashlarda almashish jabhasini qandaydir ma'lumotlar banki ko'rinishida tashkil qilish qulay.

2.4. Kompyuterli loyihalashning texnikaviy ta'minoti (TT)

Kompyuterli loyihalashning texnikaviy ta'minoti – avtomatlashtirilgan loyihalashni bajarish uchun mo'ljallangan o'zaro bog'langan va o'zaro ta'sir qiluvchi texnikaviy vositalar majmuidir.

Kompyuterli loyihalashning istalgan hisoblash komplektlari quyidagilarni yetarli miqdorda o'z ichiga olishi kerak: informatsiyani kiritish va chiqarish periferiya qurilmalari, grafik planshetali va elektron peroli, grafikli va alfavitli-raqamli displeylar (GD va APD) har xil formatli yuqori aniqlikdagi rulonli va planshetali grafquruvchilar, grafik informatsiyani kodlovchilar, skanerlar, printerlar, magnitli disklarda to'plovchilar (MDT), lazerli disklarda to'plovchilar, 200...500 Gbayt hajmli «Vinchester» tipidagi disklardagi to'plovchilar (2003-yilgi holat), funksional klaviaturalar, informatsiyani mikrofilm va mikrofishlarga

chiqaruvchi qurilmalar, yuqori darajadagi kompyuter bilan bog'lanish qurilmalari.

2.5. Kompyuterli loyihalashning lingvistik ta'minoti (LT)

Kompyuterli loyihalashning lingvistik ta'minoti asosini maxsus til vositalari (loyihalash tillari) tashkil qiladi; ular avtomatlashtirilgan loyihalash protseduralarini va loyihaviy yechimlarni bayon qilish uchun mo'ljallangan. Lingvistik ta'minotning asosiy qismi – insonning kompyuter bilan muloqot qilish tillaridir. Loyihalashning muammoli-yo'nalgan tillari (MYT) loyihalashning algoritmik tillari (*Turbo Pascal, Visual C++, Delphi, Java, Visual Fox Pro* va sh.k.)ga o'xshash. Ba'zi masalani yechish topshirig'i asosan fizikaviy va funksional mazmundagi original atamalarni o'z ichiga oladi. Masalaning fizikaviy va funksional bayonidan kompyuter uchun dasturlarga o'tish so'ngra translyator yordamida avtomatik ravishda amalga oshadi. Boshqa hollarda masalan, muhandislik tipidagi masalalarni yechishda, DT o'zida hisobiy matematik masalalarni yechish uchun yuqori darajali algoritmik til vositalarini va geometrik obyektlarni modellashning maxsus til vositalarini birlashtiradi. Yuqori darajali algoritmik til translyatori zarur bo'lgan maxsus dasturlar bilan to'ldiriladi.

DTlar tillar deb nomlansa ham amalda lingvistik va dasturiy vositalar kompleksini ifoda etadi. Ular quyidagi vositalarni o'z ichiga olishi kerak: MYT terminal simvollarining to'plami; MYTdan interpretatsiya qiluvchi; sintaksistik tahlil vositalari; direktivalarni paketlash vositalari; MYT bazaviy funksiyalarining kutubxonalari; MBBT bilan bog'lanish interfeysi.

Qisqacha xulosa:

Kompyuterli loyihalash ta'minoti turlarining komponentlariga matematik, dasturaviy, information, texnikaviy va lingvistik ta'minotlar mansub bo'lib, ularsiz kompyuterli loyihalashni sifatli amalga oshirish imkonsiz.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Kompyuterli loyihalash matematik ta'minotining asosini bayon qiling.
2. Kompyuterli loyihalashning matematik ta'minoti nimalarni bayon qilishi lozim?
3. Kompyuterli loyihalashning dasturiy ta'minoti majmuini bayon izohlang.

4. Dasturiy ta'minot qanday turlarga bo'linadi?
5. Kompyuterli loyihalashning informatsion ta'minoti asosini bayon qiling.
6. Kompyuterli loyihalashning informatsion ta'minoti strukturasini tushuntiring.
7. Kompyuterli loyihalashning texnikaviy ta'minotini bayon qiling qiling.
8. Kompyuterli loyihalashning texnikaviy ta'minotiga nimalar kiradi?
9. Kompyuterli loyihalashning lingvistik ta'minoti mohiyatini yoritib bering.
10. Loyihalashning muammoli-yo'nalgan tillarini izohlang.

3 – BOB. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNING TEXNIK VOSITALARI

3.1. Protsessorlar

3.1.1. Umumiy holatlar

Texnikaviy vositalar (TV) va umumtizimiy dasturiy ta'minot (DT) kompyuterli loyihalashning instrumental bazasini tashkil qiladi. Ular fizikaviy muhitni hosil qiladi; bu muhitda kompyuterli loyihalashning boshqa turdagi ta'minotlari (matematik, lingvistik, informatsion va h.k.) realizatsiya qilinadi. Muhandis ushbu muhit bilan o'zaro muloqotda bo'lib va loyihalashning turli masalalarini yechib, texnikaviy obyektlarni avtomatlashtirilgan loyihalashni amalga oshiradi. Loyihalash jarayonida texnikaviy vositalar va umumdasturiy ta'minot informatsion qayta shakllantirish va uni masofada va vaqtda uzatishni ta'minlash bo'yicha turli, lekin o'zaro bog'liq funksiyalarni bajaradi.

Texnikaviy vositalar kompyuterli loyihalashda quyidagi masalalarni yechadi:

- loyihalash obyekti bayonining birlamchi ma'lumotlarini kiritadi;
- kiritilgan informatsiyani nazorat qilish va muharrirlash maqsadida uni aks ettiradi;
- informatsiyani qayta shakllantiradi (ma'lumotlar taqdim qilinishi shaklini o'zgartirish, qayta kodirovka qilish, translyatsiya qilish, arifmetik va mantiqiy operatsiyalarni bajarish, ma'lumotlar strukturasini o'zgartirish va sh.k.);
- turli informatsiyalarni saqlaydi;
- yechimning natijaviy va oraliq natijalarini aks ettiradi;
- masalani yechish jarayonida loyihalovchining tizim bilan operativ muloqotini ta'minlaydi.

Ushbu vazifalarni bajarish uchun kompyuterli loyihalashning texnikaviy vositalarni o'z ichiga protsessorlar, operativ xotira (OX), tashqi xotirada saqlovchi qurilmalar (TXQ), informatsiyani kirituvchi-chiqaruvchi qurilmalar (IKChQ), insonning kompyuter bilan operativ muloqotini ta'minlovchi qurilmalar, kompyuterning masofadagi terminallar va boshqa mashinalar bilan aloqasini ta'minlaydigan qurilmalarni oladi. Kompyuterli loyihalashning ishlab chiqarish jihozi bilan bevosita aloqasini yaratish zarurati tug'ilganda texnikaviy vositalar tarkibiga loyihalash natijalarini dastgohlar, texnologik komplekslar va avtomatlarni boshqaruvchi signallarga o'zgartiradigan qurilmalar kiritilishi kerak.

Yuqorida qayd qilingan masalalarni texnikaviy vositalar umumtizimiy DT bilan birgalikda yechadi. *Umumtizimiy dasturiy ta'minot* deganda kompyuterning *operatsion tizimi* (OT) nazarda tutiladi. Kompyuter texnikaviy vositalari va uning dasturaviy ta'minoti majmui *hisoblash tizimi* (HT) deb ataladi.

OT vazifasi – HTda hisoblash jarayonini tashkil qilish; yechilayotgan alohida masalalar orasida hisoblash resurslarini ratsional taqsimlash; foydalanuvchilarga dasturlash jarayonini va ularning masalalarini sozlashni yengillatuvchi har xil servis vositalarini taqdim qilishdir.

Operatsion tizim qayd qilingan funksiyalarni HTning o'tkazish qobiliyatini oshirish, loyihalovchi so'roviga tizim reaksiya qiladigan vaqtni kamaytirish va HT resurslaridan foydalanish samarasini oshirish maqsadida bajaradi. Kompyuterli loyihalashda odatda hisoblash texnikasining keng tarqalgan universal vositalari va vazifasi umumiy bo'lgan operatsion tizimlardan foydalaniladi. Texnikaviy vositalarning muammoli yo'nalishi hisoblash texnikasining har xil qurilmalari kompyuterli loyihalashning texnikaviy vositalari kompleksiga birlashtirilganida amalga oshadi. Umumtizimiy DT tarkibini aniqlashda odatda HTning talab qilinadigan ish rejimlarini eng samarali ta'minlaydigan va uning hamma resurslaridan ratsional foydalanishni ta'minlaydigan OT tanlanadi.

Operatsion tizim foydalanuvchi va HT orasida o'ziga xos interfeys vazifasini bajaradi, ya'ni OT foydalanuvchiga virtual hisoblash tizimini taqdim etadi. Demak, HT foydalanuvchida HT imkoniyatlari, u bilan ishlash qulayligi, uning o'tkazuvchanlik qobiliyati haqida tushuncha shakllantiradi. Turli OTlar bir xil texnikaviy vositalarda foydalanuvchiga hisoblash jarayonini tashkil qilish yoki ma'lumotlarga avtomatlashtirilgan ishlov berish uchun har xil imkoniyatlar berishi mumkin.

OT ko'p sonli har xil yordamlarni, servis vositalarini, amaliy dasturlar unumdorligini oshirish usullarini taqdim etadi; ularni bilish ham yangi dasturlarni yaratish va mavjud kompyuterli loyihalash komplekslaridan foydalanishda foydalanuvchining imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi.

Muayyan kompyuterli loyihalash xarakteristikasi sezilarli darajada texnikaviy vositalar kompleksi (TVK) va umumtizimiy DT bilan aniqlanadi, ular

- hamma loyihaviy masalalarni yechish uchun yetarli kompyuter unumdorligi;
- loyihalash jarayonida loyihalovchining kompyuter bilan operativ

muloqotda bo'lishi imkoni;

- loyihalovchi so'roviga tizim reaksiyasi vaqtining loyihalovchi uchun ma'qul darajada bo'lishi;

- TVKni o'zlashtirish, ekspluatatsiya qilish va unga xizmat ko'rsatish osonligi;

- rekonfiguratsiya va yanada rivojlantirish uchun TVK ochiqqligi;

- loyihalalanayotgan obyekt haqida kiruvchi va chiquvchi grafik informatsiyadan keng foydalanish;

- loyihalashning har xil darajalari orasida informatsion aloqani ta'minlashi kerak.

Kompyuterli loyihalash loyihalovchi bilan apparat-dasturiy vositalari orasida funksiyalarning ratsional taqsimlanishida amalga oshadi. Bu taqsimlanish kompyuterli loyihalashning hamma turdagi ta'minoti rivojining darajasiga bog'liq. Hozirgi paytda texnikaviy vositalar tez rivojlanayotganligi sababli, apparat vositalari yechadigan avtomatlashtirilgan loyihalash masalalari hajmi ortishi tendensiyasi mavjud.

3.1.2. Kompyuterli loyihalashda foydalaniladigan HT haqida umumiy ma'lumotlar

Kompyuterli loyihalash TVK asosini eng oddiy bir kristall mikro-kompyuterlardan boshlab, murakkab super kompyutergacha bo'lgan turli kompyuterlar tashkil qiladi. TVK tarkibida u yoki bu kompyuterdan foydalanish imkonini aniqlashda, ular turli ko'rsatkichlar majmui bo'yicha baholanadi; ulardan eng asosiylari – texnikaviy xarakteristikalar, sotib olish va ekspluatatsiya qilish narxidir.

Kompyuterlarning asosiy texnikaviy parametrlari. Kompyuterlarning asosiy texnikaviy parametrlariga unumdorlik, operativ xotirada saqlash qurilmasi (OXQ)ning sig'imi, informatsiyani kiritish-chiqarish nimitziminining o'tkazuvchanlik qobiliyati, ishini bajarish ishonchligi kiradi.

Unumdorlik – kompyuterning eng ahamiyatli ko'rsatkichlaridan biri; vaqt birligida odatda bir sekundda bajariladigan operatsiyalar soni bilan o'lchanadi. Zamonaviy kompyuterlarda ishlanayotgan informatsiyalar xususiyatlariga (ishlov berilayotgan so'zlar razryadligi, sonlarning taqdim qilinayotgan shakli – suzuvchi yoki muayyan belgilangan nuqtali, bajarilayotgan dasturlarning umumiy oqimida turli operatsiyalarning qaytalanish chastotasi va boshqalar) ham bog'liq.

OXQ sig'imi katta hajmli informatsiyaga ishlov beriladigan

murakkab dasturlarni bajarish bo'yicha kompyuter imkoniyatini aniqlaydi. OXQ sig'imi bitl, bayt, kilobayt, megabayt va sh.k.larda ifodalanishi mumkin. OXQ sig'imini bayt, kilobayt ($1 \text{ Kbayt} = 2^{10} \text{ bayt} = 1024 \text{ bayt}$), megabayt ($1 \text{ Mbayt} = 1024 \text{ Kbayt}$), gigabaytlarda ($1 \text{ Gbayt} = 1024 \text{ Mbayt}$) baholash mumkin.

Kompyuter *kiritish-chiqarish nimitizimining o'tkazuvchanlik qobiliyati* kompyuterning turli periferiya qurilmalari (PQ) yoki boshqa kompyuterlar bilan informatsiya almashishdagi imkoniyatini aniqlash imkonini beradi. U vaqt birligida kiritish-chiqarish nimitizimi orqali uzatilgan informatsiya birligining maksimal miqdori bilan o'lchanadi. Ko'pincha o'tkazuvchanlik qobiliyati bir sekundda uzatilgan bayt, kilobayt, megabaytlar bilan o'lchanadi va bir sekundda yuzlab baytdan to bir sekundda o'nlab va yuzlab megabaytlargacha o'zgaradi.

Kompyuter ishlashinigng ishonchliligi ehtimollik tavsifiga ega bo'lgan bir qator ko'rsatkichlar bilan baholanadi, masalan:

- berilgan vaqt oralig'i (τ)da kompyuterning to'xtamasdan (buzilmasdan) ishlashi ehtimoli $R(\tau)$;
- to'xtaguncha (buzilguncha) ishlashi – buzilmasdan ishlashining o'rtacha vaqti T_b ;
- kompyuter ishchanlik qobiliyatini qayta tiklashning o'rtacha vaqti T_v ;
- tayyorlik koeffitsiyenti $K_g = T_b / (T_b + T_v)$ va h.k.

Kompyuter klassifikatsiyasi. Kompyuterni uning har xil belgilari bo'yicha klassifikatsiya qilish mumkin. Hozirgi paytda hamma kompyuterlar foydalanilayotgan protsessorlarning turi bo'yicha klassifikatsiya qilinadi, vaholanki, kompyuter tez ishlashiga uning deyarli hamma komponentlari ta'sir qiladi.

Hozirgi paytda sakkizinchi avlodga taalluqli protsessorlardan foydalanilmoqda. Ularga hozirgi paytda eskirgan protsessorlar *Pentium IV* va *Intel Pentium Pro* yo'l ochdi. Ushbu avloddan boshlab protsessorlar uchta kategoriyada ko'rilmogda:

- boshlang'ich darajadagi tizimlar (Celeron/Dual Core/Core i3/Core i5);
- unumdor tizimlar (Intel Core 2 Quad/Core i7/Core i9);
- korporativ qo'llanadigan tizimlar (Intel Xeon/Itanium).

Celeron protsessorlari faqat boshlang'ich darajadagi tizimlarga taalluqli bo'lishi mumkinligini e'tiborga olib bo'lmaydi, kompyuterlarning boshqa kategoriyalari haqida ham bunday qeb bo'lmaydi, chunki

texnologik jarayon rivojlanmoqda. Masalan, Intel Amerika kompaniyasining rejaları tobora ortmoqda. Bundan tashqari AMD kompaniyasi o'zining Athlon, Phenom, Opteron va Ryzen protsessorlari bilan protsessorlarni ishlab chiqarishda Intel kompaniyasiga kuchli raqobat qilmoqda.

3.1.3. Mikroprossessorlar arxitekturası

Tizimni boshqarish vazifasi xotira (X) va kiritish-chiqarish tizimi (KChT) bilan xotira kanali va kiritish-chiqarish kanali orqali ulangan markaziy protsessor (MP)ga yuklanadi. MP xotira ichidan muayyan dasturni shakllantiruvchi komandalarni solishtirib chiqarib, ularning kodini ochadi. Komandalar kodi ochilishining natijasiga muvofiq MP xotira va kiritish portlaridan ma'lumotlarni tanlab olib, ularga ishlov beradi va xotiraga yoki chiqarish portlariga qaytarib yuboradi. Shu bilan birga ma'lumotlarni MP ishtirokisiz ham xotiradan tashqi qurilmalarga va aks yo'nalishda kiritish-chiqarish imkoniyati mavjud. Bunday mexanizm xotiraga to'g'ridan-to'g'ri kirish (XTTK) deb ataladi. MP tizimining har bir tarkibiy qismi etarlicha murakkab ichki tuzilishga ega.

Foydalanuvchi nuqtai nazaridan qaraganda MP tanlash fursatida mikroprotsessor imkoniyatlarining ma'lum darajada umumlashtirilgan kompleks tavsiflariga ega bo'lish maqsadga muvofiqdir. Ishlab chiqaruvchi mutaxassis MPning faqat dasturlarda ochiq aks etadigan hamda tizim ishining chizmalari va dasturlarini tayyorlash mobaynida inobatga olinishi lozim bo'lgan komponentlarini anglab olib, o'zi uchun tushuncha hosil qilib olishga ehtiyoj sezadi xolos. Bunday tavsiflar mikroprotsessor arxitekturası tushunchası orqali belgilanadi.

Mikroprotsessor arxitekturası haqida tushuncha.

Mikroprotsessor arxitekturası – foydalanuvchi nuqtai nazaridan qaraladigan mantiqiy tuzilish bo'lib, MP tizimini tuzish uchun zarur bo'ladigan funktsiyalarning apparatlar va dasturlar vosita amalga oshirilishiga ko'ra mikroprotsessorda joriy etiladigan imkoniyatlarni belgilab beradi. Mikroprotsessor arxitekturası tushunchası quyidagilarni aks ettiradi:

- mikroprotsessor tuzilishini, ya'ni mikroprotsessorni tashkil etadigan tarkibiy qismlar komponentlarining majmui va ular orasidagi aloqalarni (foydalanuvchi uchun mikroprotsessorning registrli modeli bilan cheklanish kifoyadir);

- ma'lumotlarning taqdim etilish usullari va ularning formatlarini;

- tuzilishning dasturiy jihatdan foydalanuvchi uchun tushunarli bo'lgan barcha elementlariga murojaat qilish usullarini (registrarga,

doimiy va tezkor xotiralar uyalariga, tashqi qurilmalarga ma'lum manzil bo'yicha murojaat qilish);

- mikroprotsessor tomonidan bajariladigan operatsiyalar to'plamini;
- mikroprotsessor tomonidan shakllantiriladigan va uning ichiga tashqaridan kirib keladigan boshqaruvchi so'zlar va signallar tavsifini;
- tashqi signallarga bildiriladigan munosabatlarni (uzilishlarga ishlov berish tizimi va shu kabilar).

Mikroprotsessor tizimining xotira bo'shlig'ini shakllantirish usuliga ko'ra MP arxitekturalari ikkita asosiy turga bo'linadi.

Dasturlar va ma'lumotlarni saqlash uchun bitta xotira bo'shlig'i qo'llanilgan tuzilish *fon Neyman arxitekturas*i deb ataladi (dasturlarni ma'lumotlar formatiga muvofiq keladigan formatda kodlash taklifini kiritgan matematik nomi berilgan). Bunda, dasturlar ham, ma'lumotlar ham yagona bo'shliqda saqlanib, xotira uyasidagi axborot turiga ishora qiluvchi biror-bir alomat bo'lmaydi. Bunday arxitekturaning afzalliklari jumlasiga mikroprotsessorning ichki tuzilishi nisbatan soddaligi va boshqaruvchi signallar sonining kamligi kiradi.

Dasturlar xotirasi CSEG (ingl. Code Segment) va ma'lumotlar xotirasi DSEG (ingl. Data Segment) o'zaro ajratilgan hamda har biri o'zining manzilli bo'shlig'i va kirish usullariga ega bo'lgan tarzda yaratilgan tuzilish *Garvard arxitekturas*i deb ataladi (shunday arxitekturaning yaratish taklifini kiritgan Garvard Universiteti laboratoriyasining nomi berilgan). Ushbu arxitektura nisbatan murakkab bo'lib, qo'shimcha boshqaruv signallarini talab qiladi. Biroq, u axborot bilan ancha uddaburon harakatlar bajarish, ixcham kodlashtiriladigan mashina komandalari to'plamini joriy etish va qator hollarda mikroprotsessor ishini jadallashtirish imkonini beradi. Intel firmasining MCS-51 oilasiga mansub mikrokontrollerlar mulohaza yuritilayotgan arxitekturalarning bir vakili sanaladi.

Bugungi kunda aralash arxitekturali mikroprotsessorlar ishlab chiqarilib, ularda CSEG va DSEG yagona manzilli bo'shliqqa joylangan, ammo ular turli murojaat mexanizmlariga ega. Bunga aniq misol tariqasida Intel firmasining 80x86 oilasiga mansub mikroprotsessorlarni keltirish mumkin.

Jismonan mikroprotsessor xotira qurilmasi hamda kiritish- chiqarish tizimi bilan tizim shinalarining yagona to'plami – tizim ichidagi magistral orqali hamkorlik qiladi. Ushbu magistral aksariyat hollarda quyidagilardan tashkil topadi:

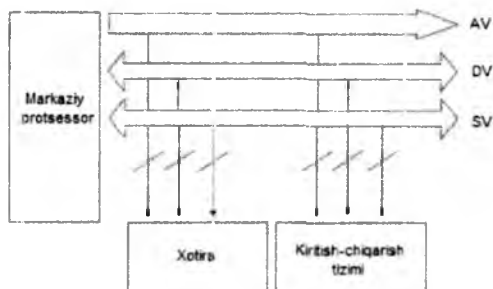
- DB (ingl. Data Bus) rusumli ma'lumotlar shinalaridan (ushbu

shinalar orqali MP, xotira va kiritish-chiqarish tizimi o'rtasida ma'lumotlar almashinuvi amalga oshadi);

- AB (ingl. Address Bus) rusumli manzillar shinalaridan (murojaat qilinayotgan xotira va kiritish-chiqarish portlari uylarining manzillarini uzatish uchun qo'llaniladi);

- CB (ingl. Control Bus) rusumli boshqaruv shinalaridan (axborot almashinuvi sikllarini amalga oshirib, tizim ishini boshqaradigan signallar ayni shu shinalar orqali uzatiladi).

- Shinalarning ayni shunday to'plami XTTK kanalini tashkil toptirish uchun ham qo'llaniladi. Bunday turdagi magistral *demultipleks magistrali* yoki *ayiruvchi manzil* va ma'lumotlar shinalariga ega *uch shinali magistral* deb ataladi (3.1-rasm).



3.1-rasm. Demultipleks magistrali

Ma'lumotlarning magistral orqali tabiiy almashinishi kanalga so'zlar yoki baytlar vositasida bir-biridan keyin amalga oshiriladigan murojaatlar ko'rinishida kechadi. Magistralga murojaatlarning bitta sikli davomida MP, xotira qurilmasi va kiritish-chiqarish tizimi o'rtasida bitta so'z yoki bayt uzatiladi.

Almashinishning bir nechta sikllari mavjud. Ular jumlasiga xotirani o'qish va xotiraga yozish sikllari kiradi.

Kiritish-chiqarish makoni izolyatsiya bo'lganida kiritish-chiqarish portini o'qish va kiritish-chiqarish portiga yozish sikllari qo'shiladi.

Magistralda, ishlash tezligi MPning ishlash tezligidan past bo'lgan qurilmalar ishlab turgan ayrim holatlarda RD, WR va shu kabi boshqa stroblar davomiyli chetdagi modul tomonidan almashinish operatsiyasi to'g'ri bajarilishi uchun etarli bo'lmay qolishi mumkin. Magistral operatsiya muvaffaqiyatli yakun topishini tashkillashtirish uchungina CV

tarkibiga maxsus READY signali kiritiladi. Kanalga murojaatlarning har bir siklida RD yoki WR strobasi yakuniga etishdan oldin MP READY signalining holatini tekshiradi. Agar READY ushbu fursatda hali uloqtirib yuborilmagan bo'lsa, MP tegishli stroba muddatini unga WS (ingl. Wait State) deb nomlanadigan kutish taktlarini o'rnatib, uzaytiradi.

Mikroprotsessorning ma'lum modeli va ish rejimiga bog'liq holda WS ning maksimal miqdori cheklangan yoki cheklanmagan bo'lishi mumkin. Magistralda amalga oshadigan ishning oddiy rejimida faqat bitta faol qurilma ishlaydi, u ham bo'lsa, MP bo'lib, magistralda kechadigan ma'lumotlar almashinuvining barcha sikllarini qo'zg'atadi.

Biroq, shunday holatlar ham joizki, bunda ayni bitta magistralda bir nechta faol qurilma bo'lib, ular ayni bir xotira va kiritish- chiqarish bloklari bilan ishlashi darkor bo'ladi. Boshqa faol qurilma ma'lumotlarni magistral bo'ylab uzata olishi uchun MPni vaqtincha dezaktivatsiya qilish zarur bo'ladi. Bu maqsadda aksariyat zamonaviy mikroprotsessorlar "*bevosita xotiraga kirish*" (BXX) deb nom berilgan rejimda ishlay oladi. Ushbu rejim amalga oshishi uchun CB ga qo'shimcha HOLD va HLDA signallari kiritiladi. CB boshqaruv shinasining kirish qismiga HOLD ning faol sathi etib kelganida mikroprotsessor o'z dasturi ishining ijrosini to'xtatadi, shinalarining chiqish qismlarini yuqori impedan holatga o'tkazib, chiqish qismidagi faol sathni HLDA ga havola etadi. Bu esa, o'z navbatida, magistral bo'ylab almashinish siklini boshlash mumkinligi haqida boshqa faol qurilma uchun signal xizmatini o'taydi. Ushbu qurilma o'z almashinish sikllarini nihoyasiga etkazgach, HOLD signalini uloqtirib yuboradi. Shundan so'ng MP o'zining odatiy holatiga o'tib, dastur ishini davom ettiradi.

MPdan dastur ishining me'yoriy kechishini o'zgartirish talab etiladigan boshqa ish rejimi ham mavjud bo'lib, unga "*uzilish*" deb nom berilgan. Zamonaviy mikroprotsessorlarning deyarli hammasi bitta yoki bir nechta INT0, INT1 va h. k. nomlanadigan tashqaridan uzib qo'yadigan kirish qismlariga ega. Ushbu kirish qismlariga tizimda muayyan hodisalar ro'y berayotganligi haqida dalolat beruvchi signallar yetib keladi. MP esa, o'z navbatida, kelgan signallarga muayyan tarzda munosabat bildirishi lozim. Bunday kirish qismlaridan biriga faol sathli signal etib kelganida, mikroprotsessor, me'yoriy tarzda kechayotgan dastur ishi uzilib, ishni to'xtatishga sabab bo'lgan komanda manzilini xotiraga saqlaydi va muayyan manzil bo'ylab CSEGga yozilib qolgan "*uzilishga ishlov berish kichik dasturi*"ni (TQIKD) bajarishga kirishadi. Bunday kichik dastur manzili "*uzilish vektori*" deb nomlanadigan maxsus xotira uyasiga

yoziqlan. Dastur ishini uzgan har bir alohida manba o'z uzilish vektoriga ega. TQIKDni bajarib bo'lgach, protsessor, xotirada saqlangan manzil bo'yicha TQIKD ijrosi yakunlanadigan maxsus komandaga binoan ishi uzilgan dastur ijrosiga qaytadi. Dastur ishi uzilishiga sababchi bo'lgan manbalar jumlasiga ichki manbalar ham (ya'ni, mikrosxemaning "uzilish so'raladigan kirish qismlari" deb nomlanadigan kirish qismlaridan biriga kelishi), tashqi manbalar ham (ya'ni, muayyan sharoitlarga ko'ra protsessor ichida generatsiyalanishi) kirishi mumkin. Bir vaqtning o'zida bir nechta turlicha uzilish so'rovlari kelishi mumkinligi bois, bunday so'rovlarning har biriga alohida xizmat ko'rsatish izchilligini belgilaydigan muayyan tartib mavjud. Uning ishini MP ichida yoki maxsus kontoller vositasida joriy etilgan "*uzilishlarning ustuvor arbitraj*" tizimi ta'minlaydi. Mulohaza yuritilayotgan tizimga muvofiq dastur ishi uzilishiga sababchi bo'lgan har bir manba, unga xizmat ko'rsatilish navbatini belgilab beradigan o'z ustunligiga (doimiy yoki o'zgaruvchan ustunlikka) ega. Bir vaqtning o'zida bir nechta uzilish so'rovlari kelgan paytda dastavval ustunlik darajasi yuqori, shundan so'ng past darajali uzilish so'rovlariga xizmat ko'rsatiladi. Ustunlik darajasi yuqori so'rov asosiy dastur ishini qanday to'xtatib qo'ysa, ishi boshlangan past darajali uzilishga ishlov berish kichik dasturining ishini ham xuddi shu tariqa to'xtatib qo'yishi mumkin. Ayni paytda "kiritilgan uzilish" deb ataladigan uzilish vujudga keladi.

Mikroprotsessor registrarlari funktsional jihatdan bir xil bo'lmaydi, xususan: ularning bir turi ma'lumotlarni yoki manzilga oid axborotni saqlash uchun xizmat qilsa, boshqa turi – MP ishini boshqarish uchun xizmat qiladi. Shunga muvofiq barcha registrarlarni *ma'lumotlar registrarlari*, *ko'rsatkichlar* va *maxsus vazifalar bajaruvchi registrarlarga* farq qilish mumkin. Ma'lumotlar registrarlari operandlar manbalari va natija qabul qilgichlar sifatida arifmetik va mantiqiy operatsiyalarda ishtirok etadi, manzil registrarlari yoki ko'rsatkichlar esa asosiy xotira qurilmasidagi ma'lumotlar va komandalarning manzillarini hisoblab chiqarishda qo'llaniladi. Maxsus registrlar MPning joriy holatiga indeks berish va tarkibiy qismlarining ishini boshqarish uchun xizmat qiladi. Shunday arxitektura ham bo'lishi joizki, ayni bir registrlar ma'lumotlarni ham, manzillarga oid axborotni ham saqlash uchun qo'llaniladi. Bunday registrlar *umummaqsadli registrlar* (UMR) deb ataladi. Registrarning u yoki bu turidan foydalanish usullari MP arxitekturasining muayyan xususiyatlarini belgilab beradi.

3.1.4. Protssessorlar

Markaziy, ixtisoslashgan, kiritish-chiqarish, ma'lumotlarni uzatish va kommunikatsion protssessorlar mavjud.

Protssessor (mikroprotssessor) – bu kompyuterning eng katta mikrosxemasi. Protssessor o'nlab millionlab tranzistorlardan tarkib topadi; ular yordamida mantiqiy sxemalar yig'iladi. Protssessorning asosiy ichki sxemalari arifmetik-mantiqiy qurilma, ichki xotira (registrarlar) va kesh-xotira (o'ta operativ xotira) hamda hamma operatsiyalarni boshqaruvchi sxemalar va tashqi shinalarni boshqarish sxemalari («tashqi dunyo» bilan aloqa sxemalari)dan iborat.

3.1.5. Protssessorlar avlodi

Shaxsiy kompyuter (SHK) platformasining uzoq yillar davomida rivojlanishida protssessorlarning bir necha o'nlab avlodi almashdi, lekin ularning hammasi hozircha sakkiz avlodga joylashmoqda. Ma'lumot uchun o'tgan avlodlarning qisqacha obzori:

1. Birinchi avlod – SHK kompyuterlarida ishlagan Intel 8086 protssessorlaridir. Bugungi kunda bu kompyuterlar haqida gapirishga hojat yo'q.

2. IBM PC AT 286 kompyuterlari ikkinchi avlod Intel 80286 protssessorlarida yig'ilar edi. 80- yillar oxirida bunday kompyuterning narxi ikkita «Volga» avtomobili narxiga teng kelar edi, lekin bugun bu kompyuterni sovg'aga olishga ham arzimaydi. Dasturiy ta'minotni tanlashga bo'lgan ovoragarchilik (ularni topish kundan-kunga qiyin bo'lib bormoqda) erishgan natijalarni oqlamaydi.

3. Uchinchi avlod protssessorlari Intel 80386 da yig'ilgan SHK AT 386 kompyuterlarida bugunchalik ishlasa bo'ladi. Ular «elektron yozuvchi mashina» sifatida xizmat qilishi mumkin va Internetda chiday oladigan darajada ishlashni ta'minlash qobiliyatiga ega. Lekin umumiy prinsip mavjud: model qanchalik eskirgan bo'lsa, unga zarur bo'lgan dasturlarni topish, ularni sozlash shunchalik qiyinki, buning uchun shunchalik ko'p bilim va tajriba zarur bo'ladi. Shu sababli, bunday eski kompyuterni sotib olishga tejalgan mablag' ovoragarchilikka arzimaydi.

4. To'rtinchi avlod protssessorlari Intel 80486 da yig'ilgan SHK AT 486 kompyuterlarida dasturlarning zamonaviy to'plami bilan bugun ishlasa bo'ladi, lekin bu dasturlar versiyalari ikki-uch avlodga eskirgan. Bu holda ham o'tmishga o'tib ketgan narsalarni o'rganishga vaqt sarflanadi, lekin bu foydadan holi emas. Olingan tajriba yangi dasturlarni va yangi kompyuterlarni o'zlashtirishda asqotadi.

5. Beshinchi avlod protsessorlari (Intel Pentium 60 va Intel Pentium 66)da birinchi Pentium kompyuterlari yig'ilgan. Texnikaviy nuqtayi nazardan bu kompyuterlar ko'p yangi narsalar bergan bo'lsa ham, iste'molchi nuqtayi nazaridan to'rtinchi avlod protsessorlari haqida aytilgan gap bularga ham taalluqli.

6. Oltinchi avlod protsessorlariga Intel Pentium 75, 90, 100 va 133 asosidagi modellar kiradi. Bugungi kunda ular eskirib bo'ldi, lekin ofis dasturlarida ishchi hujjatlarni ishlab chiqishga mo'ljallangan tizimlarda ishlashni davom ettirmoqdalar. Ular kompyuter o'yinlariga ham yaraydi, lekin hammasiga emas. Oltinchi avlod protsessorlari bazasida yig'ilgan kompyuterlarni yettinchi avlod protsessorlariga o'tkazib, operativ xotira hajmini orttirib, bikir disk, videokarta, tovush kartasi, CD-ROM diskovodlarini almashtirib, asta-sekin modernizatsiya qilish mumkin.

7. Bugungi kunda ishlayotgan protsessorlarimiz yettinchi avlodga taalluqli. Bu avlodni hozirgi paytda eskirgan Intel Pentium MMX, Intel Pentium II, Intel Pentium III, Intel Pentium IV va Intel Pentium Pro protsessorlari ochib berdi.

8. Sakkizinchi avlodga – Intel Itanium va Intel Itanium 2 hamda AMD Opteron lar kiradi. Bular SHK uchun birinchi 64 razryadli protsessorlardir.

9. 2005- yildan boshlab Intel kompaniyasi chipida bir nechta yadrolar bo'lgan protsessorlarni chiqara boshladi.



3.2-rasm. Intel Core i9

Intel kompaniyasi Intel Core i9 (3.2-rasm) protsessorining unumdorligi haqida ma'lumotlarni publikatsiya qildi. Yuqori ko'rsatkichlarga mikroarxitekturadagi yangiliklar va chip takt chastotasi oshirilishi hisobiga erishildi. Intel Core i9 10 (12, 14, 16, 18, 32) yadrolardan iborat. Ushbu protsessor mahsus LGA 2066 socketiga joylashtiriladi. Protssessori kristallda 25 Mbayt uchinchi darajali keshga

ega, yangi protsessorning boshlang'ich takt chastotasi 3.3 GGs, yangi texnologiya bo'yicha Intel Turbo Boost Max 3.0 tufayli 4.5 GGz takt chastotasigacha tezlanishga erishish mumkin. Intel Core i9 protsessori va X299 chipseti bilan jihozlangan tizimlar shinaning o'tkazuvchanlik qobiliyati yuqori natijalar – taxminan 8 Gbayt/s, bu – Intel Core i9 protsessorli tizim ko'rsatkichlaridan 5-10 marta yuqoridir.



3.3-rasm. AMD Ryzen

AMD kompaniyasi Ryzen protsessorlarining yangi seriyasini taqdim qildi (3.3-rasm). Yangi protsessorlar oldingilariga nisbatan katta unumdorlikka ega. 10, AMD Ryzen 16 (8, 10, 12, 14, 18, 24, 32, 64, 128) yadrolardan iborat. Ushbu protsessor mahsus AM4 1331 socketiga joylashtiriladi. Protsessori kristallida 16 Mbayt uchinchi darajali keshga ega, yangi protsessorning boshlang'ich takt chastotasi 3.4 GGs, yangi texnologiya bo'yicha Extended Frequency Range (XFR) tufayli 4.0 GGz takt chastotasigacha tezlanishga erishish mumkin. AMD Ryzen protsessorli tizim ko'rsatkichlari 10-15 % dan yuqori natija ko'rsatmoqda.

Hozirgi paytda shaxsiy kompyuterlar uchun mo'ljallangan Intel protsessorlarida yadrolarning maksimal soni 32 ta bo'lib, yangi 14-nm (AMD protsesorlarida 12-nm) texnologik jarayonga rejali o'tish boshlandi, bunda yadrolarni kristallda joylashtirish ancha osonlashadi.

Intel platformalarida FSB (Front-Side Bus) nomi bilan mashhur bo'lgan tashqi ikki tomonga yo'nalgan shinadan foydalanilmoqda. U protsessor yadrolari va chipset orasida bog'lovchi zveno vazifasini o'taydi; chipset o'z tarkibiga kontroller xotirasini oladi va onalik platasining boshqa shinalari (masalan, PCI, PCI Express va sh.k.)ga kirish nuqtasi sifatida ishlaydi. FSB tizimiy shinasi unumdorligini oshirishning asosiy usullari – ularning chastotasini oshirish va bir nechta FSBlarni bitta tizimda birlashtirishdir. FSBga tushadigan yukni kamaytirish uchun Intel

kompaniyasi o'zining protsessorlarini assotsiativlik darajasi katta bo'lgan kattaroq sig'imli kesh-xotira bilan jihozlaydi.

FSB potentsiali tugab bormoqda, butunlay yangi tizimiy arxitekturanı joriy qilish vaqti keldi. Hozirgi paytda QuickPath Architecture doirasida xotira kontrollerini bevosita protsessorida o'rnatish hamda prinsipial yangi tizimiy shina QuickPath Interconnect tizimiy shinasidan foydalanilmoqda.

QuickPath Architectureni tashkil qilish protsessor va tashqi xotira hamda protsessor va kiritish-chiqarish konsentratori oralarida ma'lumotlarning juda tez almashinishini ta'minlash imkonini berdi. Arxitekturaning asosiy xususiyati – bu an'anaviy bo'lgan xotiraning yagona puli o'rniga (unga protsessorlar yagona shina – FSB bo'yicha kira oladilar) masshtablanadigan bo'linuvchi xotira (scalable shared memory) konsepsiyasining qo'llanildi. Yangi arxitektura doirasida har bir CPU o'ziga ajratilgan xotiraga ega bo'ladi, unga CPU bevosita o'zining IKPsi orqali murojaat qiladi. Agar protsessorga boshqa CPUning ajratilgan xotirasiga kirish zarur bo'lib qolsa, protsessor u bilan QuickPath Interconnect kanallarining biri vositasida bog'lanishi mumkin (Intel bunday kirish ko'p vaqtni talab qilmaydi, chunki QPI ma'lumotlarning juda katta tezlikda uzatilishini ta'minlaydi deb va'da bermoqda). AMD kompaniyasining protsessorlarida bir necha yildan beri qo'llanilib kelayotgan HyperTransport shinası kabi QPI «nuqtama-nuqta» (point-to-point) sxemasi bo'yicha ketma-ketli bog'lanishdan foydalanilmoqda.

QuickPath Architecture Intel mahsulotlarida masshtablanadigan bo'linuvchi xotira konsepsiyasining birinchi realizatsiya qilinishi emas. Bunday yondashuv Intel 8870 seriyasidagi chipsetlar bazasidagi serverlarda qo'llangan edi, lekin xotiraning integrallashgan kontrolleridan birinchi marta foydalanilmoqda.

Intel QuickPath Architecturening asosiy xarakteristikaları:

- QuickPath Interconnect kanallarining unumdorligi sekundiga 6,4 gigatranszaktsiyaga yetadi, shu sababli umumiy o'tkazuvchanlik qobiliyati 25,6 Gb/s (gigabayt/sekund)ga yetishi mumkin;

- QPI ko'p protsessorli tizimlar funktsiya qilishi uchun zarur bo'lgan xizmat informatsiyasining miqdorini kamaytiradi, bu esa, mos ravishda, foydali ma'lumotlar uzatilishi tezligini oshirish imkonini beradi;

- siklik ortiqcha kod (CRC) nazoratni va kanal darajasida xatolik topilganda qayta uzatishni realizatsiya qiladi, bu unumdorlikka sezilarli darajada ta'sir qilmagani holda, ma'lumotlar butunligini ta'minlash imkonini beradi;

• ba'zi uchastkalar buzilgan holda kanallar rekonfiguratsiyasi hisobiga, ishonchlilikni ta'minlash, xizmat ko'rsatishga tayyor turish va xizmat ko'rsatish qulayligini ta'minlashning yuqori darajali funksiyalarini realizatsiya qilish imkoniyati.

3.1.6. Protssessor razryadliligi

Tashqi shinalar orqali protsessorga kiruvchi informatsiya – ma'lumotlar va komandalar kiradi. Ma'lumotlar arifmetik-mantiqiy qurilmada komandalarga muvofiq ishlovdan o'tadi, natija tashqi shinaga chiqariladi. Protsessorning hamma sxemalari qanchalik ko'p razryadlarga ega bo'lsa, u vaqt birligida shunchalik ko'p informatsiyaga ishlov beradi, ya'ni kompyuter unumdorligi bevosita protssessor razryadliligiga bog'liq.

SHK uchun birinchi protssessorlar (8086 va 80286) o'n olti razryadli edi. Uchinchi avloddan (80386 protssessori) boshlab ular 32 razryadli bo'ldi va hzirgi kunda 64 razryadli protssessor ishlab chiqilgan va keng qo'llanilmoqda.

3.1.7. Protssessor chastotasi

Razryadlilikdan tashqari takt chastotaning ahamiyati ham katta (protssessor unga hisoblangan bo'ladi). Takt chastota megagers (MGs) va gigagers (GGs)larda o'lchanadi. Bir megagers – bu bir sekundda million takt, bir gigagers esa – milliard taktdir. Har bir taktda protssessor hisoblash operatsiyasining qandaydir bo'lagini bajaradi, shu sababli takt chastota qanchalik yuqori bo'lsa, protssessor kelayotgan ma'lumotlarni shunchalik tez ishlaydi.

Protssessor ishining tezligi dastur sifatiga qanday bog'langan?

Tezroq ishlaydigan protssessor dasturchilarga dastur tuzishga boshqacharoq yondashish imkonini beradi. Masalan, kompyuter o'yinlari kabi dasturlarni ko'raylik: dushmanlar qanday harakatlanishgan bo'lsa shunday harakatlanaverishadi, lekin protsessorda boshqa ishlar bilan, masalan, tovush va grafika bilan shug'ullanishga ko'proq imkoniyat bo'ladi. Dushmanlar «haqiqiyroq» bo'lishadi va siz avtomat shovqinidan tashqari otilgan gilzalar jarangini eshitasiz, kelajakda esa hidlarni aks ettirish uchun qurilmalar paydo bo'lganda, porox hidini ham sezasiz.

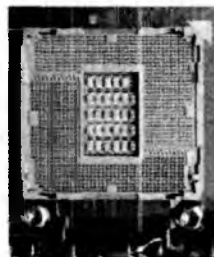
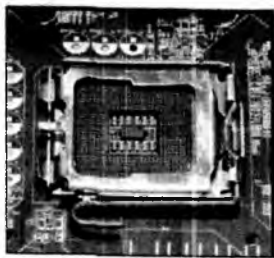
3.1.8. Protssessor bo'linmalari

Protssessor onalik platasining bo'linmasiga o'rnatiladi (onalik platasi haqida ma'lumot keyin beriladi). Biz tayyor yig'ilgan kompyuterni sotib olayotganimizda, bizni protssessor qanday bo'linma bilan onalik platasiga birlashtirilgani qiziqitirmaydi. Lekin keyinchalik biz protssessorni almashtiradigan bo'lsak, bo'linmalar haqidagi tushunchalarga ega bo'lishimiz kerak.

LGA korpusi

LGA (Land Grid Array) tipidagi korpus PGA korpusiga o'xshaydi, lekin protsessor oyoqlari o'rniga kontakt sirlari joylashgan.

«Oyoqlar» esa endi bevosita protsessor bo'linmasida joylashgan. Bunday yangi protsessorni o'rnatish jarayoni nafaqat sezilarli darajada osonlashdi, balki kontakt oyoqlarining bexosdan sinishi nuqtayi nazaridan xavfsizroq va kontaktning sifati nuqtayi nazaridan ishonchliroq bo'ldi.



3.4-rasm. Socketlar turlari

Protsessorlar bo'linmalari

Socket LGA775	Intel Pentium IV, Pentium D, Dual Core, Core 2 Duo, Core 2 Quad protsessorlari uchun
Socket LGA 1156	Core i3, Core i5, Core i7
Socket LGA 1366	Intel Core i7 protsessorlari uchun
Socket LGA 2066	Intel Core i9 protsessorlari uchun
Socket A	Athlon, Athlon XP, Sempron, Duron
Socket 754	AMD Athlon 64 protsessorlari uchun
Socket F	AMD protsessori uchun LGA varianti
Socket AM 2	AMD Athlon, Sempron ikki yadroli protsessorlar uchun
Socket AM 2+	AMD Athlon 2x, Phenom ko'p yadroli protsessorlar uchun
Socket AM 3	AMD Phenom ko'p yadroli protsessorlar uchun
Socket AM 4	AMD Ryzen zamonaviy, ko'p yadroli protsessorlar uchun

Gap shundaki, LGA bo'linmasidagi «oyoqlar» maxsus konstruksiyaga ega, u nafaqat protsessor bilan ishonchli kontaktni

ta'minlaydi, balki foydalanuvchi tomonidan yo'l qo'yilgan qo'pol harakat natijasida bexosdan buzilish imkoniyatini ham amalda bartaraf qiladi. Kontaktlar buzilib qolishining oldini olish uchun protsessorni o'rnatishga mo'ljallangan onalik platasidagi bo'linma himoyalovchi plastikli qopqoq bilan berkitilgan. Bu qopqoq bevosita protsessor o'rnatilishidan oldin yechilishi lozim (3.4-rasm).

Ko'rganingizdek, korporatsiyalar o'zlarining protsessorlari uchun bo'linmalarni juda tez almashtirib turadi. Bu ayniqsa, Intel Celeron protsessorlari uchun noxushdir. Bu protsessorlar, bir tomondan, boshlang'ich darajaga kiradi va o'rganuvchilar uchun mo'ljallangan. Ikkinchi tomondan, ishlab chiqaruvchi ularga atigi bir yarim yil mobaynida bo'linmaning har xil uch turini tayyorladi. Bunday sharoitda endi boshlovchi istiqbolini hisobga olgan holda to'g'ri tanlov qilishi qiyin va protsessorni almashtirganda unga yangi onalik platasini ham sotib olishga to'g'ri keladi.

3.1.9. Chastotaning ichki kuchaytirish koeffitsiyenti

Protsessor kristali ichida signallar juda katta chastotada aloqada bo'la olmaydi. Shuning uchun kompyuterning onalik platasi bir chastotada, protsessor esa boshqa, ancha yuqori, chastotada ishlaydi. Bugungi kunda onalik platasining tipik chastotalari 66, 100 va 133 MGs. Ushbu chastotani protsessor onalik platasidan oladi va «tayanch chastota» sifatida foydalanadi, o'zining ichida esa u bu chastotani ma'lum koeffitsiyentga ko'paytiradi va ichki chastota hosil bo'ladi. Masalan, Celeron 1800 protsessori 100 MGs chastotada ishlashga hisoblangan onalik platasi bilan ishlashga mo'ljallangan va 18 ga teng chastotaning ichki ko'paytirish koeffitsiyentiga ega; Celeron 2100 esa, mos ravishda, 21 ga teng chastotaning ichki ko'paytirish koeffitsiyentiga ega.

3.1.10. Protsessorning kesh-xotirasi

Protsessor ishlash uchun o'z ma'lumotlarini operativ xotiradan oladi. Bunda mikrosxema ichida signallar juda katta chastotada (bir necha yuz MGs) ishlaydi, operativ xotiraga murojaatlarning hammasi esa bir necha marta kam chastotada sodir bo'ladi. Chastotaning ichki ko'paytirish koeffitsiyenti qanchalik yuqori bo'lsa, protsessor tashqarida saqlanayotgan ma'lumotlarga qaraganda, o'zining ichida saqlanayotgan ma'lumotlar bilan shunchalik samaraliroq ishlaydi.

Odatda protsessor o'zining ichida deyarli hech narsani saqlamaydi. Unda ma'lumotlarga ishlov beriladigan yacheykalar (bu «ishchi» yacheykalar registrlar deb ataladi) juda kam. Shuning uchun protsessor ishini tezlatish uchun ancha oldin (4-avloddan boshlab) keshlash

texnologiyasi taklif qilingan. Kesh – bu bufer vazifasini bajaruvchi xotira yacheykalarining nisbatan katta bo‘lmagan to‘plamidir. Umumiy xotiradan biror narsa o‘qilayotganda yoki unga yozilayotganda ma’lumotlarning nusxasi kesh-xotiraga ham kiritiladi. Agar shu ma’lumotlarning o‘zi yana zarur bo‘lib qolsa, ularni uzoqdan chaqirib olish zarur bo‘lmaydi – ularni buferdan olish ancha tezroq bo‘ladi.

Kesh-xotiradan foydalanish kompyuter tizimi unumdorligini sezilarli oshirish imkonini berdi. 486-protssessorlar uchun keshlash texnologiyasi birinchi marta qo‘llanilganda, kesh-xotira onalik platasida protssessorga mumkin qadar yaqinroq joylashar edi; bunda sig‘imi katta bo‘lmasa ham, lekin unumdorligi bo‘yicha eng «tez» mikroshemalardan foydalanilar edi.

Bugungi kunda kesh-xotira «piramidali» o‘rnatiladi. Tezligi bo‘yicha eng tezkor, lekin hajmi bo‘yicha eng kichik birinchi darajali kesh-xotira protssessor kristali tarkibiga kiradi. Ular protssessor registrarlari tayyorlanadigan texnologiya bo‘yicha tayyorlanadi, natijada u juda qimmat, lekin juda tezkor va eng asosiysi ishonchli bo‘lib qoldi. Uning o‘lchami atigi bir necha o‘n Kb bilan o‘lchanadi, lekin u tez ishlov berishda juda katta ahamiyatga ega.

Ikkinchi daraja kesh-xotirasi protssessorning o‘sha kristallining o‘zida joylashishi mumkin (bu holda u protssessori yadrosi chastotasida ishlaydi). Odatda ikkinchi daraja kesh-xotira hajmi yuzlab Kb da (128/256/512 Kb va h.k.) o‘lchanadi.

Eng katta, lekin eng sekin kesh-xotira – bu uchinchi daraja keshidir. Ilgari onalik platasida joylashar va uning chastotasida ishlar edi, lekin protssessorlarning oxirgi arxitekturalarida protssessorning kristaliga kiritilmoqda va protssessor takt chastotasiga yaqin bo‘lgan chastotalarda ishlaydi. Uning o‘lchamlari 10-20 va undan ko‘p Mb ga yetishi mumkin.

Birinchi va ikkinchi daraja kesh-xotira o‘lchami protssessor narxiga juda katta ta’sir qiladi. Bir modeli va berilgan ishchi chastotali protssessorlar kesh-xotira hajmi bilan farqlanishi mumkin.

3.2. Xotirada saqlovchi qurilmalar (XQ)

Xotira nimtizimining xarakteristikalarini va strukturasi ham kompyuter unumdorligiga katta ta’sir qiladi; ular xotirada saqlovchi qurilmalar majmuida realizatsiya qilinadi.

XQlarining asosiy parametrlariga sig‘im, tezkorlik va informatsiyani saqlashning solishtirma narxi kiradi.

XQ sig‘imi – XQda saqlanishi mumkin bo‘lgan ma’lumotlarning maksimal miqdori (bit, bayt va h.k. larda ifodalanadi).

XQ tezkorligi informatsiyani yozish va o‘qishga sarflanadigan vaqtni

tavsiflaydi. XQ tezkorligini baholash uchun informatsiyani yozish va o'qish jarayonlarining turli vaqt nisbatlaridan foydalaniladi. Masalan, tanlash vaqti t_{tanl} . – XQga ma'lumotlarni o'qishga so'rov kelganidan to XQ chiquvchi shinalarida informatsiya paydo bo'lgunicha ketadigan vaqt; sikl vaqti t_s – XQga ikki ketma-ket murojaatlar orasidagi eng qisqa vaqt.

Informatsiyani saqlashning solishtirma narxi – bir birlik informatsiyani saqlash narxi, u kapital va ekspluatatsion xarajatlarni hisobga oladi.

Zamonaviy kompyuterlarda uch asosiy turdagi XQlari foydalanilmoqda:

- ROM (Read Only Memory). Doimiy xotira qurilmasi (DXQ), u ma'lumotlarni yozish operatsiyasini bajarishga qodir emas.

- DRAM (Dynamic Random Access Memory). Ixtiyoriy tanlash tartibli dinamik xotira qurilmasi.

- SRAM (Static RAM). Statik operativ xotira.

Xotirada saqlaydigan elementlar (XE)larning ishlash prinsipi bo'yicha XQlari *yarimo'tkazgichli, qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi XE magnitli, optik va boshqalar*. Hozirgi paytda O'OXQ va OXQlar uchun asosan yarimo'tkazgichli XQlaridan, TXQlar uchun qo'zg'aluvchi XEli magnitli XQlaridan foydalanilmoqda.

XQga murojaat qilinayotgan operatsiyalar tarkibi bo'yicha *informatsiyalarni yozib olish va o'qish imkoniyatiga ega XQ, informatsiyani faqat o'qiydigan XQlar* farqlanadi. Doimiy XQlari ikki turga ajratiladi:

- dasturlanadigan; ularda informatsiyani faqat bir marta yozish mumkin;

- qayta dasturlanadigan; ularda kichik tezlikda bo'lsa ham informatsiyani bir necha marta qayta yozish mumkin

Informatsiyaga kirishni tashkil qilish bo'yicha *ixtiyoriy (to'g'ridan-to'g'ri) va ketma-ket kiradigan XQ, informatsiyani faqat o'qiydigan XQlar* farqlanadi. Ixtiyoriy kiriladigan XQlarda [O'OXQ, OXQ va magnit disklarida to'plovchilar (MDT)] informatsiyani qidirish vaqti informatsiya joylashishiga bog'liq emas yoki juda kam bog'liq bo'ladi. Ketma-ket kiriladigan XQlari uchun informatsiyani qidirish vaqti informatsiyaning tashuvchida joylashishi bilan aniqlanadi, masalan, magnit lentasida to'plovchilarda (MLT). XQ ga murojaat qilinganda baravariga ikkilangan razryadlarning ma'lum miqdori o'qiladi; bu *tanlab olish kengligi* deb ataladi.

Informatsiyani joylashtirish va qidirish usuli

bo'yicha XQni *adresli* [XQda saqlanayotgan informatsiyaning har bir birligiga (bayt yoki so'z) qandaydir kod mos keladi; bu kod xotirada informatsiya joylashishini aniq (bir ma'noda) aniqlaydi] va *adressiz* (bunda informatsiya adresi bo'yicha emas, balki boshqa belgilari bo'yicha qidiriladi)ga bo'linadi.

Adressiz XQlari orasida ularning uch turi keng tarqalgan:

1) stek (stekli xotira), unda informatsiya xotiraning bir o'lchovli zonasidagi bittagina yacheykasi (stek cho'qqisi) orqali yoziladi va o'qiladi. So'z yozilib yoki o'qilib borilgani sari stek ichidagi bor narsa surilib boradi. Stekda informatsiyani o'qish: *«oxirgi yozilgan so'z birinchi bo'lib o'qiladi»* qoidasiga bo'ysunadi. Bu mini- va mikro-kompyuterlarda uzilishlarga ishlov berishda protsessor holatini eslab qolish uchun stekdan keng foydalanish imkonini beradi;

2) magazinli xotira – bu ham bir o'lchovli xotira; unda yozuv doim boshlang'ich yacheykada yoziladi, o'qish esa – oxirgi to'ldirilgan yacheykadan boshlanadi. Unda o'qishda: *«birinchi yozilgan so'z birinchi o'qiladi»* prinsipi amalga oshadi;

3) assotsiativ xotira; unda informatsiyani qidirish xotiraning hamma yacheykalarida unda bor narsa (assotsiativ belgi) bo'yicha baravariga amalga oshadi. Bu ba'zi hollarda ma'lumotlarni qidirish va ularga ishlov berishni sezilarli tezlashtiradi.

3.2.1. ROM tipidagi xotira

ROM (Read Only Memory) yoki ПЗУ (XQO') (прочитать-запоминающее устройство – xotira qurilmasini o'qish) tipidagi xotirada ma'lumotlarni faqat saqlash mumkin, ularni o'zgartirib bo'lmaydi. Aynan shuning uchun bunday xotiradan faqat ma'lumotlarni o'qish uchun foydalanish mumkin. ROM yana energiyaga bog'liq bo'lmagan xotira deb ham ataladi, chunki unga yozilgan istalgan ma'lumotlar ta'minot o'chirilganda ham saqlanadi. Shu sababli ROMga personal kompyuterni ishga tushiruvchi komanda, ya'ni tizimni yuklaydigan dasturiy ta'minot joylashadi.

BIOS (Basic Input-Output System – Базовая система ввода-вывода – Kiritish-chiqarishning bazaviy tizimi)ning asosiy kodi tizimiy plataidagi ROM mikrosxemasida joylashadi, lekin adapterlar platalarida ham o'xshash mikrosxemalar mavjud. Ularda kiritish-chiqarish bazaviy tizimining yordamchi nimdasturlari va drayverlar saqlanadi; drayverlar muayyan platalar uchun, ayniqsa boshlang'ich yuklashning dastlabki bosqichida faollashtirilishi lozim bo'lgan platalar, masalan, videoadapter uchun, ayniqsa zarur.

3.2.2. DRAM tipidagi xotira

Dinamik operativ xotira (Dynamic RAM – DRAM) yoki O3Y (OXQ) (оперативно-запоминающее устройство – operativ-xotira qurilmasi) zamonaviy personal kompyuterlar operativ xotira tizimlarining ko'pchiligida qo'llaniladi. Bu turdagi xotiraning asosiy afzalligi shundaki, uning uyalari juda zich joylashgan, ya'ni katta bo'lmagan mikrosxemaga ko'p bitlarni joylashtirish, demak, ularning asosida katta hajmli xotirani qurish mumkin. DRAM mikrosxemasida xotira uyalari – bu mayda kondensatorlar bo'lib, ular zaryadlarni ushlab turadi. Bitlar aynan shunday (zaryad mavjudligi yoki mavjud emasligi bilan) kodlanadi. Bu turdagi xotira muammolari uning dinamikligidan kelib chiqadi, ya'ni u doim regeneratsiya bo'lib turishi kerak, aks holda xotira kondensatorlaridagi elektr zaryadlari «oqib ketadi» va ma'lumotlar yo'qolib ketadi.

Operativ xotira qurilmalari ba'zan ixtiyoriy kirishli xotira qurilmasi ham deyiladi. Bu shuni bildiradiki, operativ xotirada saqlanayotgan ma'lumotlarga murojaat qilish ularning joylashish tartibiga bog'liq emas. Kompyuter xotirasi haqida gap ketganda, odatda operativ xotirani, birinchi navbatda faol dasturlar va ma'lumotlar saqlanadigan xotira mikrosxemalari yoki modullar nazarda tutiladi. Lekin ba'zan xotira atamasi disk va magnit tasmasida to'plovchisi kabi tashqi xotira qurilmalariga ham taalluqli bo'ladi. Bir necha yil davomida RAM (Random Access Memory) tushunchasi oddiy abbreviaturadan dinamik operativ xotira (Dynamic RAM – DRAM) mikrosxemalari yaratadigan va dasturlarni bajarish uchun protsessor foydalanadigan xotiraning asosiy ishchi maydonini bildiruvchi atamaga aylandi. DRAM mikrosxemalarining (ya'ni operativ xotiraning) xossalaridan biri ma'lumotlarni dinamik saqlashdir, bunda, birinchidan, informatsiyani operativ xotiraga qayta-qayta yozish mumkin, ikkinchidan, taxminan har bir 15 ms da doimiy ravishda ma'lumotlarni yangilab turish (amalda qaytadan yozish) zarurati mavjud.

Bundan tashqari statik operativ xotira (Static RAM – SRAM) mavjud, u ma'lumotlar doimiy ravishda yangilanib turishni talab qilmaydi. Shuni qayd etish lozimki, ma'lumotlar operativ xotirada faqat ta'minot ulangan holdagina saqlanadi. Operativ xotira atamasi nafaqat mikrosxemani (ular tizimda xotira qurilmalarini tashkil qiladi), balki mantiqiy aks ettirish va joylashish kabi tushunchalarni ham o'z ichiga oladi. Mantiqiy aks ettirish – bu xotira adreslarini mikrosxemalarda amalda o'rnatilgan ko'rinishda taqdim etishdir. Joylashish – bu muayyan

turdagi informatsiya (ma'lumotlar va komanda)ni tizim xotirasining muayyan adreslari bo'ylab joylashtirishdir.

Dastur bajarilayotganda uning ma'lumotlari operativ xotirada saqlanadi. Operativ xotira (RAM) mikrosxemalari ba'zan energiyaga bog'liq xotira deyiladi, chunki xotirada saqlanayotgan ma'lumotlar, agar ular oldindan diskda yoki tashqi xotiraning boshqa qurilmasida saqlanmagan bo'lsa, kompyuter o'chirilgandan keyin yo'qolib ketadi. Buning oldini olish maqsadida, ba'zi ilovalar avtomatik ravishda ma'lumotlarning zaxira nusxalarini qilib boradi.

Tizimdagi operativ xotira – bu mikrosxemalar majmui yoki mikrosxemalardan tarkib topgan modullardir, ular odatda tizimiy plataga ulanadi. Bu mikrosxemalar va modullar turli xarakteristikalariga ega bo'lishi mumkin. Ular to'g'ri funksiyalanishi uchun o'zi o'rnatiladigan tizimga mos (birga ishlay oladigan) bo'lishi kerak.

DRAM qurilmalarida bitta bitni saqlash uchun faqat bitta tranzistor va bir juft kondensatorlardan foydalaniladi, shu sababli xotiraning boshqa turdagi mikrosxemalariga qaraganda ularning sig'imi ancha kattadir. Hozirgi paytda sig'imi 512 Mbayt va undan kattaroq bo'lgan dinamik operativ xotiraning mikrosxemalari mavjud. Bu shuni bildiradiki, bunday mikrosxemalar 256 mln dan ko'proq tranzistorga ega.

3.2.3. Kesh-xotira – SRAM

Boshqa xotiralardan tubdan farqlanadigan xotira mavjud – bu statik operativ xotira (Static RAM – SRAM) yoki kesh-xotiradir. Uning bunday nomlanishining boisi shundaki, dinamik operativ xotira (DRAM)dan farqli ravishda undagi narsalarni saqlash uchun davriy regeneratsiya talab qilinmaydi. Lekin bu uning yagona afzalligi emas. Dinamik operativ xotiraga nisbatan SRAM ancha tez ishlaydi, u zamonaviy protsessorlar ishlaydigan chastotada ishlay oladi.

3.2.4. Operativ xotira tezkorligi

Operativ xotira tezkorligi nanosekund (sekundning milliarddan bir bo'lagi)larda o'lchanadi. Tezkorlik onalik plata ishlaydigan chastota bilan muvofiqlashgan bo'lishi kerak.

SDRAM

Bu dinamik operativ xotira DRAMning shunday turiki, uning ishlashi xotira shinasini bilan sinxronlashadi. SDRAM (Synchronous DRAM) informatsiyani tezkor sinxronlashgan interfeysdan foydalanuvchi yuqori tezkorli paketlarda uzatadi. SDRAM asinxron DRAM ishlaganda zarur bo'lgan kutish sikllarining ko'pidan foydalanmaslikka imkon beradi,

chunki bunday turdagi xotira ishlaydigan signallar tizimiy plata generatorining takti bilan sinxronlashgan.

DDR SDRAM

DDR (Double Data Rate – двойная скорость передачи данных/ma'lumotlarni uzatishning ikkilangan tezligi) – SDRAMning yanada takomillashgan standartidir, undan foydalanilganda ma'lumotlarni uzatish tezligi ikki marta ortadi. Bu takt chastotasining ikkilanishi hisobiga emas, balki bir siklda ma'lumotlarni ikki marta: birinchi marta sikl boshida, ikkinchi marta esa – sikl oxirida uzatish hisobiga erishiladi. Uzatish tezligi aynan shuning hisobiga ikki marta oshadi (bunda o'sha chastotalar va sinxronlashtiruvchi signallarning o'zidan foydalaniladi).

Operativ xotira tezkorligini o'lchaydigan ikki tizim: biri – SIMM modullar, ikkinchisi – DIMM modullari uchun mavjud. SIMM modullari uchun xotira mikrosxemalari 60, 70, 80 nanosekund kirish vaqtiga ega; bu vaqt qancha kichik bo'lsa, shuncha yaxshi (va qimmatroq). Bu parametrlar ma'lumotlarni yozish/o'qishga mikrosxemaga murojaat uchun qancha vaqt zarurligini bildiradi. Onalik platasi asosiy shinasining chastotasi qancha yuqori bo'lsa, xotiraga kirish vaqti shunchalik kam bo'lishi kerak. Agar onalik platasi 66 MGs chastotada ishlasa, xotiraga kirish 80 ns vaqtga ega bo'lishi lozim. 100 MGs chastotada ishlaydigan onalik platalari uchun yurish vaqti 60-70 ns bo'lishi zarur. 60 ns li xotira mikrosxemalarining ba'zi ekzemplarlari hattoki 133 MGs chastotali onalik platalari bilan ishlay olmaydi.

DIMM modullari uchun boshqacha tezkorlikni o'lchash tizimi qabul qilingan. Ular ham nanosekundlarda o'lchanadi, lekin ularda fizikaviy ma'no boshqacha. Xarakterli qiymatlar: 6, 7, 8, 10, 12 ns. Ularni onalik platasi asosiy shinasiga teskari kattalik deb qarash kerak. Masalan, agar chastota 100 MGs bo'lsa, operativ xotira tezkorligi 10 ns gacha bo'lishi lozim. Agar chastota 66 MGs bo'lsa, 12 ns li xotira to'g'ri keladi va 133 MGs chastota uchun tezkorlik 6 yoki 7 ns bo'lishi lozim.

SIMM va DIMM modullari

Operativ tizimiy xotiralar dastlab alohida mikrosxemalar ko'rinishida o'rnatilar edi, ular o'zining konstruksiyasi tufayli chiqishlari ikki qatorli joylashgan (Dual Inline Package – DIP) mikrosxemalar nomini oldi.

Zamonaviy tizimlarda chiqishlari bir qatorda joylashgan xotira modullari (Single Inline Memory Module – SIMM) va chiqishlari ikki qatorda joylashgan xotira modullari (Dual Inline Memory Module – DIMM)dan foydalaniladi.

Masalan, SIMM modullarining har xil xossalarga ega bo'lgan modullarining ikkita asosiy turi: 30 kontaktli (8 bit plyus juftlikni nazorat

qilish uchun 1 qo'shimcha bit) va 72 kontaktli (32 bit plus juftlikni nazorat qilish uchun 4 qo'shimcha bit) mavjud. SIMMning 30 kontaktli modulining o'lchamlari kichik, xotira mikrosxemalari esa plataning bir tarafida yoki ikkala tarafida joylashishi mumkin.

Dastlab xotiraning sakkiz razryadli SIMM modullari paydo bo'ldi. Ular katta bo'lmagan pechatlangan platalar bo'lib, xotira mikrosxemalari ularga kavsharlanar va onalik platasidagi maxsus bo'linmalarga vertikal o'rnatilar edi. Ular xotirasi 32 razryadli tashkil qilingan SIMM-modullari bilan almashtirildi. 486 kompyuterlar uchun (to'rtta 30 kontaktli o'rniga) bunday modulning bittasi yetarli edi, ma'lumotlar shinasini 64 razryadli bo'lgan «Pentiumlar» uchun esa SIMM-modullar soni albatta juft bo'lishi kerak bo'ldi.

Hozirgi paytda SIMM modullardan foydalanilmaydi. Xotira mikrosxemalarini ishlab chiqarish texnologiyasi – mikroelektronikaning eng tez rivojlanayotgan sohalaridan biridir. Yaqin paytlargacha xotira protsessordan ancha sekin ishlar edi, unga murojaat qilish uchun kutish sikllari va maxsus bufer sxemalari – kesh-xotiralardan foydalanilar edi. Xotiraning SIMM modullari protsessor bilan sinxron ishlaydigan DIMM modullarga almashtirildi (3.5-rasm).

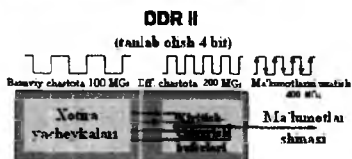
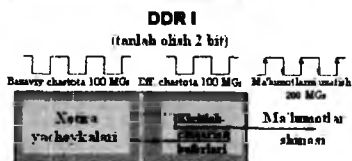
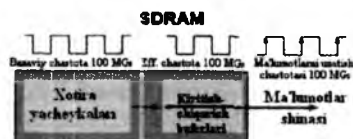
DIMM modullarni juft o'rnatish shart emas, ularni toq o'rnatasa ham bo'ladi. Universal onalik platalari ham DIMM modullarini va ham SIMM modullarini o'rnatish bo'linmalariga ega, lekin ularni aralashtirib o'rnatib bo'lmaydi. Ya'ni operativ xotiraning mikrosxemalari muayyan bir turga taalluqli bo'lishi kerak, bu tasdiq – zamonaviy modullarga ham taalluqlidir.

Operativ xotira modullari 3.5-rasmda keltirilgan.



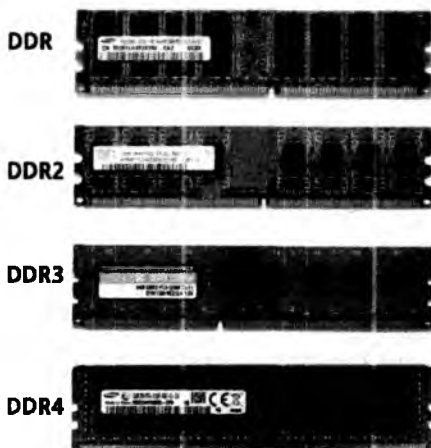
3.5- rasm. Operativ xotira modullari

Kompyuterning ishonchli ishlashi muayyan modullarning xossalari bog'liq bo'lishi mumkin. Muayyan ishlab chiqaruvchining bir xil modullaridan (iloji bo'lsa bitta partiyasidan) foydalanish eng yaxshi variant hisoblanadi (3.6-rasm).



3.6- rasm. Operativ xotirani funksiyalashtirish prinsiplari

Hozirgi paytda DIMM modullarining to'rt turi mavjud (3.7-rasm). DDR SDRAM, DDR II SDRAM, DDR III SDRAM yoki DDR IV SDRAM standart mikrosxemalaridan tuziladi va bir-biridan fizik xarakteristikalar bilan farqlanadi (3.1 va 3.2-jadvallar).



3.7- rasm. DDR operativ xotira modullari

Xotira turi	Pinlar soni	Kuchlanishi, Volt (V)	Izoh
SDRAM	168	3,3	Synchronous Dynamic Random Access Memory – ixtiyoriy foydalanish huquqiga ega bo'lgan dinamik xotira
DDR	184	2,5	Double Data Rate – ma'lumotlarni uzatishning ikki karra yuqori tezligi. Bir takatda 2 bit ma'lumot almashiladi
DDR2	240	1.8	Bir takatda 4 bit ma'lumot almashiladi. Har ikkala tomoni 120 kontaktdan iborat.
DDR3	240	1,5	Bir takatda 8 bit ma'lumot almashiladi Energiya tejamliligi 40 % ga kam DDR2 nisbatan.
DDR4	288	1,2	Bir takatda 16 bit ma'lumot almashiladi Energiya tejamliligi 40 % ga kam DDR3 nisbatan

Standart nomi	Modul nomi	Maksimal ma'lumot almashinish tezligi	Xotira shina chastotasi	Effektiv chastota
DDR I (DDR1) SDRAM				
PC1600	DDR200	1600 Mb/sek	100 MGs	200 MGs
PC2100	DDR266	2133 Mb/sek	133 MGs	266 MGs
PC2400	DDR300	2400 Mb/sek	150 MGs	300 MGs
PC2700	DDR333	2667 Mb/sek	166 MGs	333 MGs
PC3200	DDR400	3200 Mb/sek	200 MGs	400 MGs
PC3500	DDR433	3467 Mb/sek	217 MGs	433 MGs
PC3700	DDR466	3733 Mb/sek	233 MGs	466 MGs
PC4000	DDR500	4000 Mb/sek	250 MGs	500 MGs
PC4300	DDR533	4267 Mb/sek	267 MGs	533 MGs
DDR II (DDR2) SDRAM				
PC2-3200	DDR2-400	3200 Mb/sek	200 MGs	400 MGs
PC2-4200	DDR2-533	4200 Mb/sek	266 MGs	533 MGs
PC2-5300	DDR2-667	5300 Mb/sek	333 MGs	667 MGs
PC2-5400	DDR2-675	5400 Mb/sek	337 MGs	675 MGs
PC2-5600	DDR2-700	5600 Mb/sek	350 MGs	700 MGs
PC2-5700	DDR2-711	5700 Mb/sek	355 MGs	711 MGs
PC2-6000	DDR2-750	6000 Mb/sek	375 MGs	750 MGs
PC2-6400	DDR2-800	6400 Mb/sek	400 MGs	800 MGs
PC2-7100	DDR2-888	7100 Mb/sek	444 MGs	888 MGs
PC2-7200	DDR2-900	7200 Mb/sek	450 MGs	900 MGs
PC2-8000	DDR2-1000	8000 Mb/sek	500 MGs	1000 MGs
PC2-8500	DDR2-1066	8500 Mb/sek	533 MGs	1066 MGs
PC2-9200	DDR2-1150	9200 Mb/sek	575 MGs	1150 MGs
PC2-9600	DDR2-1200	9600 Mb/sek	600 MGs	1200 MGs
DDR III (DDR3) SDRAM				
PC3-6400	DDR3-800	6400 Mb/sek	400 MGs	800 MGs
PC3-8500	DDR3-1066	8533 Mb/sek	533 MGs	1066 MGs
PC3-10600	DDR3-1333	10667 Mb/sek	667 MGs	1333 MGs
PC3-12800	DDR3-1600	12800 Mb/sek	800 MGs	1600 MGs
PC3-14400	DDR3-1800	14400 Mb/sek	900 MGs	1800 MGs
PC3-16000	DDR3-2000	16000 Mb/sek	1000 MGs	2000 MGs
PC3-17000	DDR3-2133	17066 Mb/sek	1066 MGs	2133 MGs
PC3-17600	DDR3-2200	17600 Mb/sek	1100 MGs	2200 MGs
PC3-19200	DDR3-2400	19200 Mb/sek	1200 MGs	2400 MGs

Tezkor xotira chastotasi – chastota qanchalik yuqori bo'lsa, ma'lumotlarni qayta ishlash tezligi yuqori bo'ladi va kompyuterning ishlash unumdorligi ham shunchalik oshadi. Tezkor xotira chastotasi deganda, takt chastotasi emas, balki uning ma'lumotlar almashinuvi tushuniladi.

DDR – 200/266/333/400 MGs (takt chastotasi 100/133/166/200 MGs).

DDR2 – 400/533/667/800/1066 MGs (200/266/333/400/533 MGs takt chastotasi).

DDR3 – 800/1066/1333/1600/1800/2000/2133/2200/2400 MGs (400/533/ 667/800/1800/1000/1066/1100/1200 MGs takt chastotasi).

DDR4 – 2133/2400/2666/2800/3000/3200/3333.

Windows Vista/Windows 7 32-bit uchun 2-4 Gb, Windows Vista/Windows 7 64-bit uchun 6-16 Gb, Windows 8 32-bit uchun 2-4 Gb, Windows 8 64-bit uchun 6-16 Gb, Ubuntu, Mint yoki X-Serverli boshqa Linux 32-bit uchun 1-4 Gb, Ubuntu, Mint yoki X-Serverli boshqa Linux 64-bit 4-16 Gb hajmga ega tezkor xotira kerak.

3.3. Onalik platasi

Ularisiz ishlay olmaydigan, kompyuterning eng ahamiyatli elementlari – markaziy protsessor, xotira modullari va ko'p mikrosxemalar onalik platasida joylashadi. Bu kompyuterning asosiy platasi bo'lib, odatda o'lchami bo'yicha eng katta. Onalik platasi kompyuterning hamma elektron sxemalari uchun mexanik asos bo'lib, o'zida yana bitta ahamiyatli yuk – kengayish qo'shimcha platalarini o'rnatish uchun bo'linmalarni joylashtiradi.

Bir necha yil oldin kompyuter xossalarini belgilovchi asosiy parametr uning protsessorining markasi edi. Bugun turmush tizimlarining ko'pchiligi uchun bunday emas. Hozirgi paytda onalik platasi *chipset*ning markasi asosiy parametr bo'lib qoldi deyish mumkin. Oxirgi besh yilda protsessorlar unumdorligi esa deyarli o'zgarmadi va kompyuterning «nozik joyi» bo'lib qoldi.

3.3.1. Chipset

Qisqasiga *chipset* – bu mikroprotsessorli komplektdir. Agar kengroq ta'riflansa – bu protsessorning qolgan hamma elektron xo'jalik bilan muloqot uchun zarur bo'lgan mikrosxemalar to'plamidir. Ilgari onalik platasini bir necha o'nlab mikrosxemalar yoymasi qoplar edi. So'ngra ularni bir necha ixtisoslashgan «buyurtma» mikrosxemalarga keltirish g'oyasi paydo bo'ldi – olingan komplekt chipset deb ataldi. Birinchi

chipsetlar odatda to'rtta mikrosxemadan iborat edi. Bugungi kunda chipsetlar odatda ikkita mikrosxemadan iborat, ulardan biri *janubiy ko'prik*, ikkinchisi esa *shimoliy ko'prik* deb ataladi. Agar onalik platasiga qaralsa, qiynalmasdan har ikki juftlik topiladi – bu protsessoridan keyin eng yirik mikrosxemalardir. Ular markirovkasi bo'yicha ishlab chiqaruvchini va chipset markasini aniqlash mumkin.

Chipset markasini va uni ishlab chiqaruvchini bilishning ahamiyati, protsessor markasi va ishlab chiqaruvchisini bilish ahamiyatidan kam emas, chunki kompyuterning funksional imkoniyatlarini chipset aniqlaydi, protsessorga esa bu funksiyalar bajarilishi tezligi bog'liq emas.

Onalik platasi chipseti protsessor bilan muvofiqlashgan bo'lishi lozim. Istalgan protsessorga istalgan onalik platasi mos kelavermaydi va aksincha. Bugungi kunda protsessorga nisbatan chipsetdan ko'p narsa bog'liq. Shu sababli kompyuter sotib olinayotganda nafaqat uning protsessori qandayligini, balki, birinchi navbatda, onalik platasi chipseti qandayligini aniqlash zarur.

Birinchi navbatda onalik platasi chipsetiga bu plata qanday chastotada ishlay olishi bog'liq. Operativ xotirada bo'lishi mumkin bo'lgan hajm va onalik platasiga ulanishi mumkin bo'lgan qo'shimcha qurilmalar soni ham chipsetga bog'liq.

3.3.2. BIOS

BIOS (*Basic Input Output System* – kiritish-chiqarish bazaviy tizimi) – onalik platasining eng ahamiyatli mikrosxemalaridan biridir. Unda birlamchi dasturlar yozilgan bo'ladi; kompyuter ishi shundan boshlanadi. Protsessorga energiya kelishi bilan u o'zining eng birinchi dasturi uchun ushbu mikrosxemaga murojaat qiladi va energiya ta'minoti tugamaguncha o'z ishini to'xtatmaydi. Agar kompyuter qanday ulanishini ko'rgan va ulangan zahoti qora fonda o'tayotgan oq harflarga e'tibor bergan bo'lsangiz, bilingki, bunda Siz BIOSga yozilgan dasturlar ishini kuzatgansiz.

BIOS dasturlari kompyuter ulangan zahoti uning asosiy tizimlarini tekshiradi, klaviatura va monitor bilan muloqotni ta'minlaydi, diskovodlarni tekshirishni bajaradi va onalik platasi chipsetini va hatto protsessorning o'zini qisman sozlashni bajarish imkonini beradi. Masalan, agar onalik platasi bir necha chastotalar bilan ishlay olsa, chastotani onalik platasining o'zida joylashgan katta ulagich yordamida yoki BIOSda yozilgan dastur yordamida berish mumkin. Bu narsa protsessor chastotasining ichki ko'paytirish koeffitsiyentiga ham taalluqli (agar u Intel Celeron protsessoridagi kabi «bikir» berilgan bo'lmasa).

Har bir boshqarish usulining afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Masalan, BIOS dasturini qayta sozlash yordamida onalik platasi parametrlarini boshqarish qulay, chunki bu tizim bloki korpusini bo'laklarga ajaratishni va onalik platasiga kirishni talab qilmaydi. Ikkinchi tarafdin, parametrlarni belgilashda yanglishilsa, BIOS dasturlari ishlash qobiliyatini yo'qotishi mumkin – bunda kompyuterni umuman ishga tushirib bo'lmaydi va dasturiy yo'l bilan BIOS sozlanishini qayta tiklab bo'lmaydi. Bu holda onalik platasidagi qayta ulagichlar yordamida BIOSni sozlash mumkin.

BIOS mikrosxemasini topish oson. Protssessorni hisobga olmaganda, bu – kompyuterga kavsharlanmagan yagona mikrosxemadir. U maxsus kolodkaga o'rnatiladi, demak uni yechib olish va almashtirish mumkin. Bu ishni foydalanuvchi bajarmagani ma'qul, chunki BIOSni almashtirish – kompyuterga xizmat ko'rsatish emas, balki ta'mirlashdir; uni mutaxassis bajarishi lozim.

3.3.3. Onalik platasi shinalari

Qolgan qurilmalar bilan kompyuter protssessori o'tkazgichlar guruhlarini yordamida bog'langan; ular shinalar deb ataladi. Funktsiyalari bo'yicha uch asosiy shinalarni: komandalar shinasini, ma'lumotlar shinasini va adres shinalari farqlanadi. 32 razryadli protssessorlar uchun komandalar shinasini – bu 32 bir-biriga parallel o'tkazgich (sim)lardir; dasturlardan komandalar operativ xotiradan protssessorga shu o'tkazgichlar orqali keladi. Pentium va undan keyingi protssessorlarda ma'lumotlar shinasini 64 razryadli bo'lib, 64 o'tkazgichda mujassamlangan. Bu Pentium protssessorini 64 razryadli qila olmaydi, chunki protssessor razryadligini ma'lumotlar shinasini razryadligi belgilaydi. Adres shinasini operativ xotiradan ham komandalarni va ham ma'lumotlarni boshqarish vazifasini bajaradi deyish mumkin.

Bosh shina, FSB

Agar kompyuterga tashqi qurilmalar ulanganini hisobga olmasak, protssessor komandani operativ xotiradan oladi va u bilan ma'lumotlarni almashadi deyish mumkin. Protssessor xotiraga «o'zining» qurilmasini sifatida qaraydi. Qolgan hamma qurilmalar uning uchun – tashqari, garchi ular tizimiy blok ichida joylashgan bo'lsa ham. Protssessorni operativ xotira bilan bog'lovchi hamma shinalarni bitta bosh shina sifatida qarash mumkin.

U FSB (*Front Side Bus*) shinasini deb ataladi. Onalik platasi 66 (100, 133) MGs chastotasida ishlaydi deyilganda, protssessorga tayanadigan bosh shina chastotasi nazarda tutiladi (protssessor ushbu chastotani oladi va uni

o'zining ichki ko'paytirish koeffitsiyentiga ko'paytiradi).

ISA shinas

ISA (*Industry Standard Architecture*) – 80- yillar boshidagi genial yechimdir. Bu standart qo'shimcha qurilmalarni ulash va ular bilan xuddi ichki qurilma kabi ishlash uchun bosh shinaga bo'linmalarni «kesib kiritish» imkonini berdi.

Bu texnologiya AT (*Advanced Technology*) nomini oldi va ikkinchi avlod SHK AT 286 kompyuterlarida birinchi marta qo'llandi.

Bugungi kunda kompyuter komponentlarini korpusda joylashtirishning ikki standarti – AT va ATX mavjud. Korpus «standartiligi»ni aniqlovchi asosiy parametr *form-faktor* deb ataladi. ATX *form-faktori* – zamonaviyroq va shu sababli afzalroqdir. Eskirgan AT *form-faktorli* kompyuterni tanlash keyinchalik, bir necha yil o'tgandan so'ng tizimiy blok ichini «yangilash» vaqti kelganda, muammo tug'dirishi mumkin. Kompyuterga o'rnatish yoki ulash mumkin bo'lgan qurilmalar tanlovi cheklanishi mumkin. Tashqi qurilmalar (printer yoki skaner) ulanishi uchun mo'ljallangan bo'linmalar orqa devorida joylashishi bo'yicha AT va ATX korpuslarini farqlash mumkin.

Ushbu standart paydo bo'lgunicha birinchi SHK kompyuterlari tashqi qurilmalar bilan deyarli ishlamas edi (printer, joystik, klaviatura, ulanadigan diskovod xolos). ISA standarti tatbiq etilgandan so'ng onalik platasida qo'shimcha platalarni oson o'rnatish imkoni paydo bo'ldi; qo'shimcha platalar yordamida onalik platasiga xohlagan narsani – magnitofon, sovitgich va h.k.larni ulash mumkin. Qo'shimcha platalar shu 'ba platas, kengaytirish kartasi yoki karta nomini oldi.

Turli jihozlarning minglab mayda ishlab chiqaruvchilari har xil qurilmalarni ishlab chiqarishga kirishdilar; ISA shinasining muvaffaqiyati ana shunda. Ular uchun kompyuter arxitekturasida *ochiq* bo'lib qoldi. ISA shinasining elektrik va mexanik parametrlarini bilib, istalgan odam kompyuterni rivojlantirishi va kuchaytirishi mumkin. Ochiq standarti bo'lmagan kompyuterlar «yo'q» bo'lib ketdi. Bir qancha «tug'ma» kamchiliklari bo'lgan SHK platformasi esa, bu kamchiliklarga qaramasdan, ikki o'n yillikdan beri muvaffaqiyatli rivojlanmoqda.

Lokal shina

ISA shinasining dong'i chiqqani sari, undan voz kechish shunchalik qiyin bo'lib bordi (20 yil bo'lganiga qaramasdan onalik platalarining ko'pi bugun ham ushbu shinaga ega). U ikkinchi va uchinchi avlod kompyuterlarida yaxshi ishlab berdi, to'rtinchi avlod kompyuterlarida esa ushlab turuvchi faktorga aylandi. Protssessorga xotira bilan muloqot uchun

tobora yuqoriroq chastotalar talab qilina boshlandi va natijada ularni *lokal* nomini olgan maxsus shina yordamida biriktirildi. Shunday qilib ISA shinasini birinchi marta lokal shinadan ajratildi – ular «ko'priki» orqali bog'landi. Bugungi kunda ISA ko'priki funksiyasini chipset «janubiy ko'priki»ning mikrosxemasi bajaribmoqda.

VLB shinasini

80- yillar oxirida kompyuter grafikasiga bo'lgan talab keskin ortib ketdi. ISA shinasini zarur bo'lgan ma'lumotlar oqimini eplay olmay qoldi. Yechim uzoq qidirilmadi. Protssessor bilan xotirani ulovchi shinaga yana maxsus bo'linma ulandi; bu bo'linmaga videokartani ulash mumkin bo'ldi. Shunday qilib to'rtinchi avlod kompyuterlarida yangi shina – VLB (*VESA Local Bus*) paydo bo'ldi.

VLB lokal shinasiga nafaqat videokartani, balki boshqa qurilmalarni ham ulash mumkin bo'ldi. Onalik platasi taktli chastotasi 33 MGs bo'lganda – uchta qurilmagacha, taktli chastotasi 40 MGs bo'lganda – ikkitagacha, chastotasi 50 MGs bo'lganda esa – faqat bitta qurilma (odatda videokarta) ulash mumkin bo'ldi.

PCI shinasini

Videokarta – ma'lumotlarni katta tezlikda almashtirish talab qilinadigan yagona qurilma emas: diskovodlar, skanerlar, tovush kartasi va boshqa-boshqalar ham bor. 90-yillar boshida ISA vaqtlarida asos solingan eski arxitektura doirasida qolib yanada rivojlanishi mumkin emasligi ma'lum bo'ldi. 1991- yilda Intel korporatsiyasi yangi shina arxitekturasi – PCI (*Peripheral Component Interconnect*)ni ishlashga kirishdi. PCI shinasini Pentium protssessorlarida yig'ilgan beshinchi avlod kompyuterlarida yangi lokal shina bo'ldi.

Plug-and-play

PCI shinasini oldingi shinalar uchun chiqarilgan qurilmalar bilan bir-biriga to'g'ri kelmay qoldi, lekin uning yuqori unumdorligi va jihozlarni sozlash soddaligi yangi avlod qurilmalarini ishlab chiqarishning tez rivojlanishini ta'minladi. Bu shinaning ahamiyatli, afzalligi – o'zi o'rnatiladigan qurilmalar (*plug-and-play*)ni yaratish mumkinligidadir. Bu prinsipning mohiyati shundaki, shu'ba platasi onalik platasiga fizik ulangandan keyin, ulangan qurilma aniqlanishi va oldin o'rnatilgan boshqa qurilmalar bilan konfliktida bo'lmaydigan darajada unga resurslar ajratish avtomatik ravishda sodir bo'ladi.

AGP interfeysi

PCI shinasini uzoq vaqt har xil qurilmalar bilan ma'lumotlar

almashinishining yuqori unumdorligini ta'minladi, lekin har galgidek jihozlar va dasturlar ishlab chiquvchilarning talabini qoniqtira olmay qolgan vaqti keldi. Odatdagidek, birinchi bo'lib videokarta ishlab chiqaruvchilar qiynalishdi. 90- yillar oxirida PCI shinasini kompyuter grafikasi rivojiga to'siq bo'la boshladi. Shunda yangi interfeys – AGP (*Accelerated Graphics Port*) paydo bo'ldi. Bugungi kunda deyarli hamma videokartalar ushbu standart uchun chiqarilmoqda. Ular onalik platasining (66/100/133 MGs) chastotasida ishlaydi va PCI videokartasiga nisbatan bir necha marta yuqori unumdorlikni ta'minlaydi.

AGP standarti unumdorlikning bir necha rejimlari – AGP, AGPx2, AGPx4 va AGPx8 ni nazarda tutadi. Ushbu rejimlarning qaysi biridan foydalanish onalik platasining chipsetiga bog'liq. Hozirgi paytda AGPx4 interfeysi va videokartalar ma'lumotlaridan foydalanish uchun chipsetlar keng tarqalgan.

AGP shinasini va onalik platasining asosiy shinasini orasidagi aloqani chipsetning «shimoliy» ko'prigi ta'minlaydi.

PCI Express

PCI Express xususiyatlari

Intel va uning hamkorlari ishlab chiqqan PCI Express ketma-ket shinasini PCI parallel shinasini va uning kengaytirilgan va ixtisoslashtirilgan varianti AGPni almashtirish uchun mo'ljallangan.

Nomlari o'xshash bo'lgani bilan PCI va PCI Express larning umumiy jihatlari kam. PCI da foydalaniladigan ma'lumotlarni parallel uzatish protokoli o'tkazish polosasining kengligiga va shina ishining chastotasiga cheklashlar qo'yadi; PCI Express da qo'llanilgan ma'lumotlarni ketma-ket uzatish masshtablash imkoniyatini ta'minlaydi.

PCI shinasini 33 yoki 66 MGs chastotasida ishlaydi va 133 yoki 266 Mb/s o'tkazuvchanlik qobiliyatini ta'minlaydi, lekin bu o'tkazuvchanlik qobiliyati PCI ning hamma qurilmalari orasida taqsimlanadi. PCI Express shinasini ishlaydigan chastota – 2,5 GGs, bu PCI Express ning har bir qurilmasi uchun bitta yo'nalishda $2500 \text{ MGs}/10 \cdot 8 = 250 \cdot 8 \text{ Mbit/s}$ o'tkazuvchanlik qobiliyatini beradi (ortiqcha kodlanish tufayli 8 bit ma'lumotlarni uzatish uchun amalda 10 bit informatsiya uzatiladi). Bir nechta tarmoq bo'lganda o'tkazuvchanlik qobiliyatini hisoblash uchun 250 Mb/s ni liniyalar soniga va yana 2 ga ko'paytirish lozim, chunki PCI Express – ikki yo'nalishli shinadir (3.3-jadval).

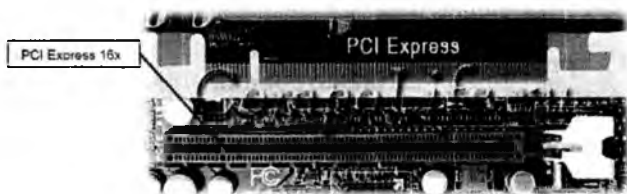
PCI Express liniyalari soni	Bir yo'nalishdagi o'tkazuvchanlik qobiliyati	Summar o'tkazuvchanlik qobiliyati
1	250 Mb/s	500 Mb/s
2	500 Mb/s	1 Gb/s
4	1 Gb/s	2 Gb/s
8	2 Gb/s	4 Gb/s
16	4 Gb/s	8 Gb/s
32	8 Gb/s	16 Gb/s

Odatda stol usti tizimlarida (Intel 915 va 925X chipsetlarida) 1 slot PCI Express 16x (videokartani o'rnatish uchun mo'ljallangan; AGP bo'linmasining o'rnini bosadi) va 4 tagacha PCI Express slotlari bo'ladi; server platalari va ishchi stansiyalar uchun mo'ljallangan platalar bundan tashqari PCI Express 4x va 8x slotlariga ega bo'ladi.

Ma'lumki, umumiy holda yangi interfeysning asosi – bu «nuqta-nuqta» sxemasi bo'yicha ma'lumotlar almashishini ta'minlovchi differensial signal kontaktlar juftliklaridir. Yangi texnologiya tufayli biz bir qancha ijobiy natijalarga erishamiz; bular – konstruksiyaning arzonlashishi, gabaritlarning ixchamlashishi va yuqori chastotalarda ishlash imkoniyatidir. Bunda hamma shina signal liniyalarini sinxronlashtirishga bo'lgan ehtiyoj kabi parallel interfeys uchun ahamiyatli bo'lgan parametr tarixdan esdalik bo'lib qolmoqda.

PCI Express shinasida signal darajasida boradigan jarayonlarda quyidagi yutuqlarga erishiladi: uzatish liniyalarida so'nish sezilarli kamayadi va interfeys qabul qismining sezgirliги ortadi.

PCI Express standarti talablari qiyinchiliklarsiz istalgan darajadagi qurilma – mobil telefondan korxona darajasidagi server ehtiyojlarigacha moslashtirilishi mumkin (3.8-rasm). Yaqin kelajakda standart vazifasini o'taydigan interfeys uchun aynan shunday moslashuvchanlik lozim.



3.8- rasm. PCI Express shinalari portlari

Yangi standart spetsifikatsiyalarida qayd etilgan yangi bo'linma va boshqa konstruktiv imkoniyatlardan foydalanilganda oxirgi kontrollerning energiyani iste'mol qilishi 5,5A tok kuchida 75 Vt gacha ortadi (3.9- rasm).



Ta'minlashning 20
kontaktli bo'linmasi



Ta'minlashning 24
kontaktli bo'linmasi

3.9- rasm. Ta'minlash bo'linmasi

Bunday kuchli kontroller korpusdan issiqlikni olib ketish bo'yicha qo'shimcha tadbirlarni talab qiladi, lekin AGPx8 videokartalarining hozirgi avlodi xarakterli bo'lgan qo'shimcha energiya iste'moli uchun bo'linmalarni keltirish ehtiyoji qolmaydi.

PCI Express afzalliklari

Ko'p yillar davomida asosiy hisoblangan PCI parallel shinasi imkoniyatlari va PCI Express arxitekturasi imkoniyatlarini taqqoslab, PCI Expressning beshta eng ahamiyatli afzalliklarini ajratish mumkin:

- Yuqori unumdorlik – x1 versiyasining o'tkazuvchanlik qobiliyati PCI ga nisbatan kamida ikki marta yuqori.
- Periferiya ajratmasining soddalashganligi – ilgari PCI ning har xil variantlari – AGP, PCI-x va boshqalar foydalanilgan joyda

standartlashtirish; tizimlarni ishlab chiqish va joriy qilishga bo'lgan kompleks sarflarning kamayishi;

- Darajali (iyerarxiyal) arxitektura – PCI Expressni rivojlantirish uchun bo'lajak asosiy xarajatlar faqat mos bog'lanmani ishlab chiqishga sarflanadi, ilgari dasturiy ta'minot bilan ishlash mumkin.

- Periferiyaning keyingi avlodi – PCI Express uzatish tabiatining izoxronligi (ya'ni signalning alohida qismlarini vaqt bo'yicha tarqatish) hisobiga ma'lumotlar va multimediyali komponent almashinuvining yangi imkoniyatlarini amalga oshirishni ta'minlaydi.

- Foydalanishning osonligi – PCI Express qurilmalari bilan tizimni obi-tobiga yetkazish ancha yengil.

USB interfeysi

Shu paytgacha biz quyidagining guvohi bo'ldik: yangi shina interfeyslarining yaratilishi kompyuter qurilmalari orasida ma'lumotlarning tobora ko'proq hajmini haydashdagi doimo o'sib borayotgan ehtiyojiga qonuniy javob edi. Bu poygada doim qurilmalar va ularning ehtiyojlari birinchi o'rinda bo'ldi, inson va uning ehtiyojlari haqida esa unutilmagan bo'lsa ham, ular ko'pda hisobga olinmas edi. Natijada ko'p yillar mobaynida shunday tizim vujudga keldiki, onalik platasiga yangi qurilmani ulash uchun bizdan qator noxush protseduralarning bajarilishi talab qilindi:

1. Kompyuter tizimiy blokini bo'laklarga ajratish.
2. Onalik platasi bo'linmasiga yangi platani joylashtirish.
3. Kompyuterning onalik platasi va dasturiy ta'minoti yangi qurilmani to'g'ri taniydi degan umidda kompyuterni tarmoqqa ulash.
4. Kompyuterning yangi qurilma bilan to'g'ri mulqotini ta'minlaydigan dasturni ishga tushirish (bunday dastur drayver deb nomlanadi) va xuddi zarur bo'lgan narsaning o'zini ishga tushirdik deb umid qilish (afsuski, xatolar bo'lib turadi).
5. Qurilma ishlab ketganini tekshirish va u to'g'ri ishlayotganiga ishonch hosil qilish (afsuski, har doim ham bunday bo'lavermaydi).
6. Tizimiy blokni yig'ish.

Biroz tajribaga ega bo'lganlar uchun bu amallarda hech bir qiyinchilik yo'q, lekin yangi qurilmani, hattoki joystikdek soddasini, o'rnatish va sozlash bir necha soatga cho'ziladi. Foydalanuvchilar doim shunday shina interfeysi haqida orzu qilishar ediki, ular bo'linmani shunday tiqishsinda, hech nimani o'ylamasdan ishlayverishsin (xuddi telefon tarmog'iga ulagan kabi).

Nihoyat bunday interfeys paydo bo'ldi. Zamonaviy onalik

platalarining ko'pi universal ketma-ket USB (*Universal Serial Bus*) shinaga ega; uning bo'linmasi tizimiy blokning orqa devoriga chiqarilgan. Unga ulanish juda oson. Kompyuterni o'chirish ham shart emas: bo'linma uyaga tiqiladi va ishini davom ettirish mumkin.

Odatda kompyuterning faqat bir juft USB bo'linmasi bor, lekin bu shinaga 127 ta qurilmagacha ulash mumkin. Agar ikkitadan ko'proq qurilmani ulash zarur bo'lsa, *konsentrator* (tarmoqlagich) sotib olish kerak – bo'linmalar soni ko'payib ketadi. Hozirgi paytda klaviatura, sichqoncha, modem, skaner, printerlar USB shinasi yordamida ulanmoqda. Agar qachondir kompyuter yangi yil archasi yoritgichlari shodasi, temir yo'l modeli, kir yuvuvchi mashina va h.k.larni boshqarishini istab qolsangiz, USB shinasi eng yaxshi yechim bo'ladi.

USB qurilmalari bilan ishlash – onalik platasi chipsetining funksiyalaridan biridir. Uni «janubiy ko'prik» bajaradi.

3.3.4. Integrallashgan tizimlar

Onalik platalarida ko'p narsa chipsetga bog'liq. U ko'p funksiyalarni bajaradi va yildan-yilga uning funksiyalari ko'payib bormoqda. Bir necha yil avval kompyuterlarda diskli kontrollerning shu'ba platasini topish mumkin edi – unga hamma diskovodlar ulanardi. Hozir bunday plata yo'q. Bu kontroller funksiyasi «shimoliy ko'prik» chipsetiga o'tdi va hamma diskovodlar onalik platasiga to'g'ridan-to'g'ri ulanadigan bo'ldi. Printer ulanadigan maxsus plata bilan ham shunday bo'ldi. Hozirgi paytda tashqi qurilmalar ulanadigan hamma portlar onalik platasi tarkibiga kirdi.



3.10- rasm. ASUS Maximus IX Hero onalik platasi
(Intel Z270 Express chipseti, Socket 1151 protsessori uchun bo'linma, uchta PCI Express 3.0 x16, DDR 4 uchun to'rtta bo'linma, USB uchun to'rtta USB 2.0, to'rtta USB 3.0 va 1 ta USB 3.1 bo'linmasi, Form-faktor – ATX (305x244))

Chipsetlar rivojlanmoqda va integratsiya davom etmoqda. Bugungi kunda chipsetlari videokarta va (yoki) tovush kartasi funksiyasini bajarish qobiliyatiga ega bo'lgan onalik platalari tobora ko'proq uchramoqda. Odatda bunday onalik platalarida arzon narxli kompyuterlar yig'iladi. Integrallashgan tovush va videoga ega bo'lgan onalik platasi, alohida sotib olinadigan uchta shunday komponentlar summasidan arzonroq turadi.

3.10-rasmda integrallashgan tizimga misol keltirilgan.

3.4. Tashqi xotirada saqlovchi qurilmalar

Kompyuter tashqi qurilmalari – ma'lumotlarni kiritish, chiqarish, tayyorlash va katta hajmli informatsiyalarni xotirada saqlab qolish uchun foydalaniladigan kompyuter qurilmalaridir. TQlarning farqli xususiyati shundaki, ular ish jarayonida informatsiya mazmunini o'zgartirmagan holda, ularning taqdim etilishi shaklini o'zgartiradilar. Markaziy qurilmalarning tez takomillashtirilishi, o'lchamlarining kichiklashishi, narxining muntazam arzonlashib borishi TQlar ahamiyatining ortib borishiga olib keldi. Hozirgi kunda TQlar narxi kompyuter narxining katta qismini tashkil qiladi, ularning gabarit o'lchamlari esa kompyuter o'rnatiladigan xonaning o'lchamlarini belgilaydi. Buning asosiy sababi – TQ asosan elektromexanik qurilma bo'lib, ularning tezkorligi, shtampliligi, gabarit o'lchamlari va boshqa xarakteristikallari cheklangandir.

Tashqi xotirada saqlovchi qurilmalar kompyuter xotirasini o'nlab va yuzlab gigabaytlargacha ko'paytirish imkonini beradi; bu katta hajmli ma'lumot va loyihaviy informatsiyalar bilan ishlaydigan kompyuterli loyihalash uchun zarur. Bu TXQlar – OXQlariga nisbatan tashqidir va shu sababdan tashqi (TXQ) deyiladi. TXQda saqlanuvchi ma'lumotlar bevosita markaziy protsessor tomonidan informatsiya almashinuvini amalga oshiradi. Shuning uchun qolgan boshqa tashqi qurilmalarda ma'lumotlar almashinishi prinsipi qanday bo'lsa, TXQ uchun ham shunday bo'ladi.

Magnit diskida to'plagich (MDT) – eng tezkor TXQdir; u katta hajm va yetarlicha tezkorlikka ega.

MDT to'g'ri (bevosita) kiriladigan qurilma bo'lib, unda adreslash tizimi qo'llanadi; bu ma'lumotlar massivining istalgan qismiga murojaat qilish imkonini beradi. Bu holda qidirish vaqti qidirilayotgan informatsiya birligi tashuvchining qaysi qismida joylashganligiga kam bog'liq.

Magnit diskida to'plagichlar informatsiyaning katta massivlarini operativ saqlash uchun foydalaniladi. Odatda magnit disk (MD)larida ko'p qayta foydalaniladigan dasturlar, so'rov ma'lumotlari va

sh.k.lar saqlanadi. Magnit diskida to'plagichlar katta hajmga ega, qidirish vaqti kam, informatsiya bitini saqlash narxi nisbatan arzon.

3.4.1. HDD – bikir disk

HDD (*Hard Disk Drive*) – bizning hamma dasturlarimiz va informatsiyalarni bosh saqlagichdir (3.14- rasm). Gaplashganda uni «vinchester» deyishadi. Bikir disk ichida magnit qatlami bilan qoplangan disklar katta tezlikda aylanadi. Bu disklar sirtlarida o'quvchi/yozuvchi kallaklar siljiydi. Disklar va kallaklar germetik va mustahkam korpusda joylashgan.



3.14- rasm. Hitachi Travelstar vinchesteri

Bikir disk – «yuqori texnologiya»ning murakkab qurilmasidir. U avaylab murojaat qilishni va ekspluatatsiya qoidalariga rioya qilishni talab qiladi. Disklar katta tezlikda aylanayotgan paytda ularning sirtlari bilan o'quvchi/yozuvchi kallaklar orasida yupqa havo yostiqchasi hosil bo'ladi; u kallaklarning disk magnit qatlamiga tegishi (buzilishi)ning oldini oladi. Zarba bilan urilganda yoki kuchli turtilganda kallak disk sirtiga tegib ketishi va magnit qatlamini buzishi mumkin. Ba'zan kallakning o'zi ham zararlanadi.

Kallak bilan disk orasidagi havo tirqishi shunchalik kichikki, bu tirqishdan oddiy chang emas, balki tamaki tutuni tarkibidagi mayda qattiq zarrachalar ham o'tmaydi. Bunday zarrachalar vinchesterning germetik korpusidagi ventilyatsiya teshiklaridan o'tish qobiliyatiga ega. Garchi ular filtrlar bilan berkitilgan bo'lsa ham. Chang yoki chekilgan xonada bikir disklar ishdan tez chiqishini ekspertlar aniqlashgan.

Zamonaviy bikir disklar 500 Gbayt va undan katta hajmga ega. Bunday hajm MPEG2 (video formati)ni ikki sutka davomida uzluksiz yozishga yetadi.

Operativ xotiraga nisbatan bikir diskdan ma'lumotlar sekinroq

uzatiladi, ammo ta'minot uzilgandan keyin ham ma'lumotlar bu diskda qoladi. Lekin boshqa tashqi (mexanik) xotirada saqlovchi qurilmalarning ko'piga qaraganda bikir disklar ishining tezligi katta.

Oddiy personal kompyuterlarning ko'pchiligida IDE turidagi bikir disklar qo'llanadi. IDE (uning o'zi EIDE, ATA, ATAPI) – bu interfeys – onalik platasi shinasiga bikir disk dasturiy va apparatli usulda ulanish turi. EIDE interfeysi bunday turdagi to'rttagacha qurilmani ulash imkonini beradi (bikir diskdan tashqari lazerli disklar – DVD-ROM uchun diskovodlar bo'lishi mumkin).

Tizim unumdorligiga yuqori talablar qo'yilgan hollarda bikir disk va onalik platasining asosiy shinasida ma'lumotlarning katta tezlikda uzatilishini ta'minlaydigan interfeys – SCSI deb nomlanadigan interfeysdan foydalaniladi. Yuqori unumdorlikdan tashqari u tizimga 16 tagacha SCSI deb nomlanadigan qurilmalarini ulash imkonini beradi. Bu turdagi qurilmalar ancha qimmat bo'lganligi sababli, SCSI interfeysi odatda ishxonadagi kompyuterlarda qo'llanadi.

Diskli to'plagichlar ham statsionar tizimlarda va ham portativ tizimlarda ishlatiladi. Portativ tizimlarda sig'imi va ma'lumotlarni uzatish tezligidan tashqari, diskli to'plagichning gabaritlari va og'irligi hamda zarbiy yukka stabilligi muhim o'rin egallaydi.

3.4.2. Turli tizimiy shinalar uchun IDE interfeyslari

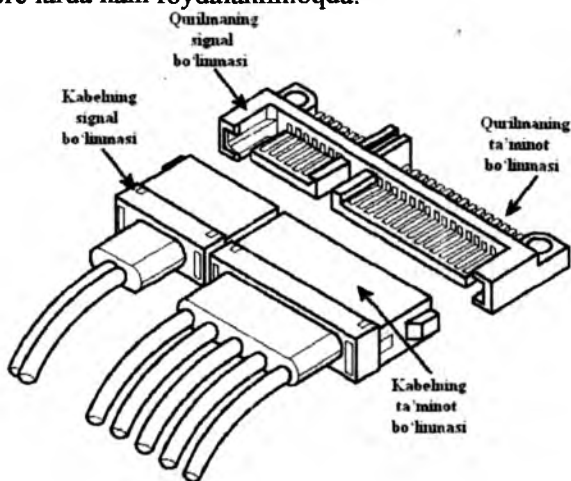
Serial ATA. ATA-6 standarti paydo bo'lgandan keyin 10 yildan ortiq foydalanilgan parallel interfeys o'yindan chiqqandek tuyulishi mumkin. Tekis kabeldan ma'lumotlarni 100 Mbayt/s tezlikda uzatish signallarni sinxronlashtirish va elektromagnit nurlanish bilan bog'liq bo'lgan ko'p muammolarni tug'diradi. Fizik to'plagichlar parallel interfeysining o'rniga kelgan yangi ketma-ket interfeys ATA (Serial ATA) bu muammolarning yechimi bo'ldi (3.11- rasm).

Serial ATA dasturiy darajada qayta moslanuvchan, ya'ni ilgari foydalanilgan dasturiy ta'minot yangi arxitektura bilan hech qanday cheklashsiz muloqotda bo'ladi. Boshqacha aytganda, parallel ATA bilan ishlovchi mavjud kiritish-chiqarish bazaviy tizimi, operatsion tizimlar va utilitlar ketma-ket interfeys bilan ham shunday ishlaydi. Serial ATA mavjud ATA va ATAPI qurilmalarining hammasini quvvatlaydi; CD-ROM, CD-RW va DVD diskovodlari, magnit tasmasida to'plagichlar, SuperDisk diskovodlari hamda hozirgi paytda parallel ATA quvvatlaydigan boshqa turdagi to'plagichlar ham ushbu qurilmalar qatoriga kiradi. Albatta, ba'zi bir fizik farqlar ham mavjud: masalan, ATA standarti diskovodini ATA ketma-ket interfeysining xost-adapteriga ulab

bo'lmaydi va aksincha. Serial ATAda ancha torroq 7 kontaktli kabellardan foydalaniladi, ular tizimiy komponentlarning ulash sxemasini soddalashtirish va kabel bo'linmalari gabaritlarini kichiklashtirish imkonini beradi. Serial ATA mikrosxemasining konstruksiyasi kontaktlar sonining kamligi va ta'minot kuchlanishining pastligi bilan ajralib turadi. Bu o'zgarishlar ATA parallel interfeysiga xarakterli bo'lgan ko'p muammolarni bartaraf qilish imkonini beradi.

SATA kabelining maksimal uzunligi bir metr (39,37 dyuym), bu ATA parallel interfeysining 18 dyuymli maksimal qiymatidan ancha katta. Ancha tor, uzun va arzon kabeldan foydalanuvchi ketma-ket interfeysning ma'lumotlarni uzatish tezligi 150 Mbayt/s ga teng (parallel ATA/100 uzatish tezligidan bir yarim marta katta). SATA II versiyasida bu tezlik – 300, SATA III versiyasida esa – 600 Mbayt/s gacha ortdi.

Kabel bo'ylab uzatilayotgan ma'lumotlarni kodlash va dekodlash uchun Serial ATA 8V/10V nomini olgan shifrlashning maxsus sxemasidan foydalaniladi. Dastlab 8V/10V kodi 1980- yillarning boshida ma'lumotlarni tezkor uzatishda foydalanish uchun IBM kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan va patentlangan. Hozirgi paytda bu sxema ma'lumotlarni tezkor uzatish standartlarining ko'pida, jumladan, Gigabit Ethernet, Fibre larda ham foydalanilmoqda.



3.11- rasm. SATA standarti qattiq disklarining ulanish prinsipi

3.4.3. DVD to'plagichlari

DVD (Digital Versatile Disc) – bu raqamli universal disk yoki

boshqacha aytganda, katta sig'imli kompakt-disk. Amalda har bir DVD-ROM to'plagich – CD-ROM diskovodidir, ya'ni bu turdagi to'plagichlar oddiy kompakt-disklarni ham va DVD diskarni ham o'qiy oladi. Kompakt-disklar qaysi optik texnologiyadan foydalansa, raqamli universal disklar ham o'sha optik texnologiyadan foydalanadi, faqat ular yozuvning yuqori zichligi bilan farqlanadi.

DVD standarti xotira hajmini, demak kompakt-disklarga yoziladigan ilovalar hajmini, sezilarli darajada orttiradi. Afsuski, CD-ROM disklarining hajmi zamonaviy ilovalarning ko'pchiligi uchun, ayniqsa, video fayllardan aktiv foydalanilganda yetarli emas. O'z navbatida DVD diskleri diskning har bir tarafida 4,7 Gbayt gacha (bir qatlamli disk) va 8,5 Gbayt gacha (ikki qatlamli disk) ma'lumotlarni saqlashi mumkin, bu standart kompakt-disklarga qaraganda taxminan 11,5 marta katta bo'ladi. Ikki tomonlama DVD disklarining hajmi bir tomonlilarga qaraganda, tabiiyki, ikki marta katta. Ammo hozirgi paytda diskning ikkinchi tarafidagi ma'lumotlarni o'qish uchun diskni o'chirib qo'yishga to'g'ri keladi. Original standartga muvofiq DVD diski bir tomonli, bir qatlamli va 4,7 Gbayt informatsiyani saqlaydi. Zamonaviy kompakt-disklarning diametri qancha bo'lsa, yangi diskning ham diametri shuncha, lekin u ikki marta ingichkaroq (0,6 mm). MPEG-2 formatini qo'llab, yangi diskka 135 minutli video fayl – uch kanalli sifatli tovush va to'rt kanalli subtitoli to'liq metrajli filmni sig'dirish mumkin. Disk sig'imining qiymati tasodifiy emas: standart kinoindustriya vakillarining talablariga javoban yaratilgan, ular ko'pdan beri videokassetalarni arzon va ishonchli disk bilan almashtirmoqchi edilar.

Hozirgi kunda DVD disklarining to'rtta asosiy turi mavjud, ular tomonlar soni (bir yoki ikki tomonli) va qatlamlar soni (bir va ikki qatlamli) bo'yicha tasniflanadi.

- DVD-5 – bir tarafli, bir qatlamli, 4,7 Gbayt hajmli disk. Bir-biri bilan birlashtirilgan ikkita qistirmadan tarkib topgan. Ulardan biri yozilgan qatlam bo'lib, nolinchi qatlam deyiladi, ikkinchisi esa batamom bo'sh. Bir qatlamli disklarda odatda alyuminli qoplamadan foydalaniladi.

- DVD-9 – bir tarafli, ikki qatlamli, 8,5 Gbayt hajmli disk. Ikkita shtamplangan qistirmadan tarkib topgan, qistirmalar bir-biri bilan shunday birlashtiriladiki, ikkala yozilgan qatlam diskning bir tarafida joylashadi; ikkinchi tarafdan bo'sh qistirma joylashadi. Tashqi (nolinchi) shtamplangan qatlam yarimshaffof tilla plyonka bilan qoplanadi, u ushbu qatlamga fokuslangan lazer nurini qaytaradi va quyi qatlamga fokuslangan nurni o'tkazadi. Ikkala qatlamni o'qish uchun fokusi o'zgaruvchi bitta

lazerdan foydalaniladi.

- DVD-10 – ikki tarafli, bir qatlamli, 9,4 Gbayt hajmli disk. Bir-biri bilan ichki tarafi bilan biriktirilgan ikkita shtamplangan qistirmadan tarkib topgan. Yozilgan qatlam (har bir tarafdagi nolinchi qatlam) odatda alyumin qoplamaga ega. E'tibor bering: bu turdagi disklar – ikki tarafdilidir; hisoblovchi lazer to'plagichning quyi qismida joylashgan, shuning uchun diskning ikkinchi tarafini o'qish uchun uni joyidan olish va o'girib o'rnatish zarur.

- DVD-18 – ikki tarafli, ikki qatlamli, 17,1 Gbayt hajmli disk. Har bir tarafida ikki qatlamli yozuvni birlashtirgan. Disk ikki tarafli bo'lib, uning har bir tarafi ikki shtamplangan qatlamlardan shakllanadi, ular bir-biriga orqa qismlari bilan biriktiriladi. Tashqi qatlamlar (diskning har bir tarafidagi 0-qatlam) yarim shaffof tilla plyonka bilan qoplangan, ichki qatlamlar (har bir tarafdagi 1-qatlam) alyumin qoplamaga ega. Bir qatlamli diskning aks ettirish qobiliyati 45-85%, ikki qatlamliniki esa – 18-30%. Aks ettirish xossalariining bir xil emasligi kuchaytirishni avtomatik rostlash sxemasi bilan kompensatsiyalanadi.

DVD diskining markaziy teshigi 15 mm li diametrga ega, ya'ni uning qirralari disk markazidan 7,5 mm li radiusda joylashgan. Diskni fiksatsiya qilish jabhasi (Hub Clump Area – HCA) markaziy teshik qirrasidan boshlanadi va disk markazidan 16,5 mm masofada tugaydi. Boshlang'ich (yoki nolinchi) jabha 24 mm radiusda boshlanadi va disk markazidan 58 mm masofada joylashgan oxirgi (yoki o'rta) jabha bilan tugaydi. Rasman disk yo'lakchasi uning markazidan 58,5 mm masofada tugaydi; so'ngra 1,5 mm kenglikdagi bufer zonasi joylashadi.

Bir tezlik (1x) to'plagich DVD-ROM ma'lumotlarni 1,385 Mbayt/s ga teng tezlikda uzatilishini ta'minlaydi, bu 9x CD-ROM ning ma'lumotlarni uzatish tezligiga ekvivalent (1x CD-ROM ning ma'lumotlarni uzatish tezligi 153,6 Kbayt/s yoki 0,1536 Mbayt/s). Lekin bu 1x DVD-ROM to'plagichi kompakt-disklarni to'qqiz marta tezroq o'qishini bildirmaydi; DVD to'plagichlarining aylanish tezligi CD-ROM ga o'xshash to'plagichlarining aylanish tezligidan atigi uch marta kattaroqdir. Shunday qilib, 1x DVD to'plagichining aylanish tezligi 2,7x CD-ROM to'plagichi aylanish tezligiga deyarli teng. DVD-ROM texnikaviy xarakteristikalarida odatda ikkita parametr ko'rsatiladi, ulardan biri DVD disklarini o'qish tezligini, ikkinchisi esa – kompakt-disklarni o'qish tezligini belgilaydi. Masalan, DVD-ROM 16x/40x parametrga ega bo'lsa, u mos ravishda DVD disklarini va kompakt diskarni o'qish tezligini bildiradi.

3.5. Grafikani quvvatlovchi qurilmalar

Grafikaviy tizimlar kompyuterli loyihalashda alohida o'rin egallaydi. Odatda grafikaviy tizim qandaydir bazaviy ta'minot asosida quriladi.

Oldin videokartalarning ba'zi turlarini va ularni onalik platasiga ulash usullarini ko'rgan edik. Endi videoadapterlarni ko'rib chiqamiz (3.12-rasm).



3.12-rasm. Videoadapterlar turlari

3.5.1. Videoadapterlar

Videoadapterlar takomillashishning uzoq yo'lini bosib o'tdilar; birinchi personal kompyuterlarda monitor sifatida turmushdagi televizorlardan foydalanildi, hozirgilari esa kompyuterni quvvatli grafikaviy stansiyaga aylantirmoqda. Bu oraliqda plata va standartlarning bir necha avlodi almasldi.

Dastlab *MDA – Monochrome Display Adapter* (displeyning monoxrom adapteri) standarti paydo bo'ldi. *MDA* platasi ekranga faqat alfavit-raqamli informatsiya – harflar va raqamlarni chiqarish qobiliyatiga ega edi; hech qanday grafika va rang yo'q edi.

*MDA*ni almashtirgan *CGA – Color Graphics Adapter* (rangli grafika adapteri) nafaqat matnli, balki grafikaviy rejimda ham ishladi va berilgan o'n oltita rangdan to'rttasi chiqishini ta'minlab turdi.

EGA – Enhanced Graphics Adapter (yaxshilangan grafika adapteri) 64 rang palitrasidan ekranga chiqadigan ranglarni 16 tagacha yetkazdi va ekranga chiqariladigan grafika sifatini sezilarli yaxshiladi. *EGA* standarti paydo bo'lishi bilan grafikaviy dasturlardan, jumladan, birinchi Microsoft Windows operatsion tizimlaridan, keng foydalanish boshlandi.

VGA – Video Graphics Array videostandarti eng qulay, bugungi kungacha foydalanilayotgan bo'lib, asta-sekin *SVGA (Super-VGA)* standartiga o'tdi. *VGA*ning birinchi platalari 262 144 rang palitrasidan 256 rangni ekranga chiqardi. Keyinchalik *VGA* bilan birga mos keladigan juda

ko'p platalar paydo bo'ldi, ularda mumkin bo'lgan rang tushlari 16,8 milliongacha yetdi (*True Color* rejimi).

Videoadapterlarni ishlab chiquvchilarning umumiy intilishi – monitor ekranida asliga maksimal yaqinlashgan mumkin qadar sifatliroq tasvirni olishdir. Bunda quyidagi: aks ettirilayotgan ranglar sonini ko'paytirish; aniq va har xil tasvirlash qobiliyatini o'rtirish; tasvirni ekranga chiqarish tezligini tezlashtirish vazifalari doim bo'ladi.

Aniq va har xil tasvirlash qobiliyati bevosita ekranga chiqariladigan tasvirning alohida nuqtalari – *piksellar* bilan bog'liq. Odatda gorizonta va vertika bo'yicha piksellar soni haqida gapiriladi. *VGA* rejimida aniq va har xil tasvirlash qobiliyati – 640x480 nuqta. Bugungi kunda *SVGA* – 800x600, 1024x768, 1280x1024, 1600x1200 va undan ko'p nuqtalar rejimlari qo'llanmoqda.

Bir paytda aks ettiriladigan ranglar sonini *rang chuqurligi* yoki *rang tasvirlash qobiliyati* deb ataladi. Rang tasvirlash qobiliyati tasvirning har bir nuqtasi uchun xotiraning necha biti ajratilganiga bog'liq. Sakkiz bit ajratilganda mumkin bo'lgan ranglar soni 256 (ikkining sakkizinchi darajasida)ta, 16 bit 65 536 rangni beradi – bu rejim *High Color* deb ataladi, *True Color* (16 777 216 rang) rejimi piksellar rangini kodirovkalash uchun 24 bitdan foydalanilganda erishiladi.

Zamonaviy videoadapterlar bundan ham yuqori razryadga egalar, masalan, bir nuqtaga 32 bit, lekin bunda ko'rinadigan ranglar soni ortmaydi. Qo'shimcha razryadlarda saqlanadigan informatsiya maxsus dasturlar tomonidan grafikani aks ettirish operatsiyalarini tezlashtirish uchun yoki poligrafiya mahsulotini tayyorlashda kompyutyerdan foydalanilganda rangni uzatishni yaxshilash uchun foydalaniladi.

3.5.2. *Videoxotira*

Eng birinchi *SHK* kompyuterlari uchun maxsus videoxotira talab qilingan. Kompyuterning asosiy xotirasida maxsus zona ajratilar va shu zonada ekran tasviri saqlanar edi. Agar tasvirni o'zgartirish zarur bo'lsa, bu xotira yacheykasiga boshqa qiymatlar yozilar edi. Zamonaviy kompyuterlarda tasvirlarni saqlash uchun asosiy xotiradan foydalanilmaydi – agar videoadapter platasiga yuqori tezlikda ishlaydigan maxsus xotira mikrosxemasi joylashtirilsa, hammasi juda tez ishlaydi.

Videokarta ta'minlaydigan aniq va har xil tasvirlash qobiliyati va rang chuqurligi qanchalik katta bo'lsa, videoxotiraga talab shunchalik katta bo'ladi. Agar videoxotira 1 Mbayt xotiraga ega bo'lsa, uning imkoniyati maksimal rejimda 256 rangda 1024x768 nuqta yoki 16,8 mln. rangda 640x480 nuqta bo'ladi. Agar 2 Mbayt bo'lsa, *True Color* rejimiga

800x600 nuqta tasvirlash qobiliyatida, 4 Mbayt bilan esa – 1280x1024 nuqtada erishiladi.

Namunaviy kompyuterlar uchun videoxotiraning namunaviy o'lchami kompyuter vazifasiga bog'liq. Hujjatlar bilan ishlangan taqdirda 2-4 Mbayt bimalol yetadi, agar grafika bilan ishlaydigan bo'lsa, 8-6 Mbayt bo'lgani ma'qul, lekin videoadapterga eng yuqori talablarni multimediali ilovalar, ayniqsa kompyuter o'yinlari, qo'yadi. Sekin videoadapter hatto zamonaviy kompyutyerda ham o'yinli dasturni tormozlashi mumkin. Shuning uchun agar kompyuter kompyuter o'yinlari uchun foydalaniladigan bo'lsa, 16-32 Mbayt xotirali videoadapter bo'lgani ma'qul.

3.5.3. SLI-bo'linma

SLI – bu abbreviatura Scan Line Interleave sifatida rasshifrovka qilinadi, tarjimasini – «kadr qatorlarining ketma-ket almashinishi»dir, ya'ni bu shunday usulki, uning yordamida 3dfx Voodoo oilasiga taalluqli bir nechta grafik protsessorlar bir tasvir renderingi ustida birgalikda ishlay olinadi.

Hozirgi paytda bu abbreviatura nVidia mahsulotiga taalluqli bo'lib, u Scalable Link Interface, ya'ni «masshtablanuvchi birlashtiruvchi interfeys» ma'nosini bildiradi. U ikkita videokartaga Multi-GPU rejimida ishlash imkonini beradi, bu amalda bir nechta grafik protsessorlarning bitta tasvir ustida ishlashini ham bildiradi.

SLI-bo'linma PCI Express grafik protsessorlar bazasida bajarilgan, interfeysli, videokartalarida mavjud u onalik platasiga juftlab o'rnatilganda birgalikda ishlashga imkon beradi (3.13- rasm).



3.13- rasm.SLI bo'linmasi

Bunday holda kartalar maxsus SLI – konnektor (odatda onalik platasini bilan birga yetkaziladigan) yordamida qo'shimcha biriktiriladi.

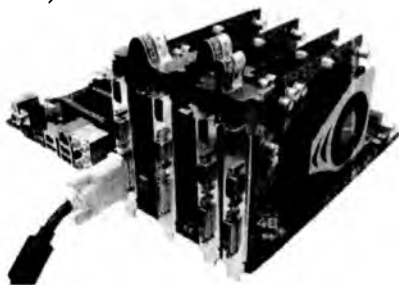
Hozirgi paytda SFR – Split Frame Rendering (bunda har bir karta tasvirning dinamik ajratilgan o'zining uchastkasi ustida ishlaydi) va AFR – Alternate Frame Rendering (har bir grafik protsessor kadrlarni ketma-ket rendering qiladi) deb nomlanadigan ikkita turli metodlar yordamida bitta tasvir ustida ishlashi mumkin (3.14-rasm).



3.14-rasm. SFR bo'linmasi

SFR texnologiyasi unumdorlikni sezilarli (ba'zi hollarda 90% gacha) o'ttiradi va istiqbolda to'rtta protsessorni birlashtirish imkonini beradi.

SLI – rejimida videokartalarning normal ishlashi uchun ikkita slotli, PCI Express 16x kartali qurilma o'rnatilishini nazarda tutuvchi va bu ikki slotning har birida PCI Express ning 8 yoki hamma 16 liniyalarining ishini quvvatlovchi onalik platasi zarur (3.15-rasm). («Oddiy» i915P tipidagi chipsetlarda SLI ning nostandart qo'llanishlari mavjud, unda PCI-E 16x slot to'liq bo'lib, ikkinchisida esa PCI-E ning faqat 4 ta yoki hatto 2 ta liniyasi mavjud. Bunday yechimni nVidia rasman quvvatlamaydi, chunki uning «to'laqonli» SLI ga nisbatan unumdorligi va moslashuvchanligi sezilarli darajada yomon).



3.15- rasm. SLI bo'linmasi ulangan holatdagi ko'rinishi

SLI aktivlashganda unumdorlikning ortishi foydalaniladigan ilovaga juda bog'liq – ilova SLI bilan ishlash va videorejim uchun optimallashtirish bo'lishi kerak.

3.5.4. Ekran yangilanishi chastotasi

Nima uchun kompyuter monitori bilan 50-70 sm masofada ishlash mumkin, shunday televizorni esa bir necha metr masofada ko'rgan ma'qulligini Siz bilasizmi? Balki, hamma gap monitorda tasvir yaxshi ko'rinishidir?

Yo'q, gap faqatgina bunda emas. *Ekran yangilanish chastotasi* (ekranda tasvirning qayta rasmlanishi chastotasi) (refresh rate) ham katta rol o'ynaydi. Televizorda u qat'iy belgilangan va 50 Gs ga teng (elektr

tarmog'idagi tok chastotasiga mos). Bunday chastotada tasvir titrashi ko'zga seziladi.

Ekran yangilanish chastotasi 50 Gs bo'lgan monitorlar ilgari bo'lgan, lekin ular CGA va EGA standartlari bilan birga 80- yillarda o'tmishda qolib ketdi, bugungi kunda esa 60 Gs li ekran yangilanish chastotasi bilan ham ishlab bo'lmaydi – titrash ko'zga seziladi. Ishlash ruxsat etiladigan yangilanishning minimal chastotasi – 75 Gs, tavsiya qilinadigani – 85 Gs, komfortlisi esa – 100 Gs va undan ko'p. Monitor bunday chastotani ta'minlay olishi unga bog'liq, lekin tasvirni ekranga har holda videokarta chiqaradi.

Har xil grafikaviy rejimlarda bu chastota har xil bo'lishi mumkin. Ekraning aniq va har xil tasvirlash qobiliyati qanchalik ko'p bo'lsa, yangilanish chastotasi shunchalik kam bo'ladi. Videokarta hujjatidagi jadvalchada aniq va har xil tasvirlash qobiliyatining har biri uchun videokarta ekran yangilanishining qanday chastotasini ta'minlashi ko'rsatilgan.

Agar Sizga ushbu videokarta 1024×468 ekran tasvirlash qobiliyatini ta'minlaydi deyilsa, bu 15 yoki 17 dyuym o'lchamli monitor bilan ishlash uchun bemalol yetarli. Lekin bunda Siz ekran yangilanishi chastotasi 60 Gs ekanligini ko'rsangiz, bilingki, videokartada bunday rejim yo'q, chunki bunda hech ham ishlab bo'lmaydi!

3.5.5. Grafikaviy tezlatgichlar

Zamonaviy videokarta – o'z xotirasida ekran obrazini saqlaydigan va monitor uchun signalni shakllantiradigan oddiy qurilma emas. Hozirgi paytda bu o'zining mikroprotssessorlariga ega bo'lgan kichkinagina kompyuter bo'lib, o'zi hisoblarni bajarish va ekranda nima va qanday qurilayotganini boshqarish qobiliyatiga ega. Videokartalarning hisoblarni va tasvirlarni qurish qobiliyati *apparatli videotezlanish* deb ataladi (agar videokartada bunday qobiliyat bo'lmasa, yuk asosiy protsessorga tushadi va bu holda *dasturiy videotezlanish* haqida gapiriladi). Zamonaviy kompyuter o'yinlari uchun videoadapterda tezlanish funksiyalarining bo'lishi zarur.

Videokarta qandaydir hisoblarni bajara olishi uchun u berilgan algoritmlar bo'yicha ishlashi kerak. Nozik joyi shundaki, dastur tuzayotgan dasturchilar bu algoritmlar haqida oldindan bilishlari lozim. Bundan besh yil oldin sharoit bunday edi – videokartalarni ishlovchilar ularga tezlatuvchi funksiyalar kiritishar, lekin foydalanilishi mumkin bo'lgan dasturlar yo'q edi, ular umuman mavjud emas edi. Bunday hollarda odatda

videokartaga alohida diskda qandaydir bittagina o'yin ilova qilinadi, unga qaraganda sotib oluvchi qoyil qolardi, lekin qolgan boshqa hamma dasturlar bilan videokarta oddiydek ishlar edi. *Videotezlanishni optimallashtirish* atamasi shunday paydo bo'ldi. Bunday hollarda ushbu dastur ushbu videokarta uchun optimallashtirilgan yoki, aksincha, videokarta ushbu dastur uchun optimallashtirilgan deyilardi; bunda videokartani yaratuvchilar va dasturni yaratuvchilar hamkorlikda ishlagan bo'lardilar.

3D-tezlatkich ko'p miqdordagi mayda zarrachalardan tasvirni yasaydi, ularning bir-biri bilan o'zaro ta'sirini, bir-birini qanday to'sishini aniqlaydi, shuning uchun ularni bo'yaydi yoki tayyorlab qo'yilgan tekstura (tuzilma) bilan to'ldiradi. Tabiiyki, bularning hammasini har xil algoritmlar yordamida bajarish mumkin. Shuning uchun bu jahhadda uzoq vaqt yagona standartlar bo'lmadi va dasturlarni hamda videokartalarni ishlab chiqaruvchilar «klan»larga ajralib ketdilar. Standartlar paydo bo'lganda esa, ular orasida kurash boshlanib ketdi. Kompyuter texnikasida «standartlar kurashi» bilan tez-tez uchrashishga to'g'ri keladi. Mahsulotni sotib olish paytida qaysi standart yutib chiqishini topa bilsak, bu uning uzoq vaqt va ajoyib ishlashini ta'minlaydi. Agar topa olmasak, yaqin kelajakda sotuvda paydo bo'ladigan kompyuter o'yinlari va boshqa dasturlar bizning kompyuterda ishlamaydi (agar ishlasa ham juda sekin ishlaydi), chunki bizning jihozlarimiz ishlab chiqaruvchilar nazarda tutgan qandaydir funksiyalarni bajarmaydi.

3D-grafika jabhasida standartlar *kutubxonalar* deb ataladi. Bu atama dasturchilardan keldi. O'zlarining mikrodasturlarini (ulardan dastur yig'iladi) ular bu mikrodasturlarni kutubxonalarga birlashtirish yo'li bilan standartlashtiradilar. Agar videotezlatkich XYZ firmasining standart grafik kutubxonasi bilan ishlash uchun optimallashtirilgan bo'lsa, bu firmaning hamma dasturlari tezlanish funksiyalaridan foydalandilar.

3.5.6. *Displaylar*

Ularini turli belgilar bo'yicha tasniflash mumkin. Kompyuterli loyihalashda elektron-nurli trubkali (ENT) yoki tekis indikatorli panelli individual alfavitli-raqamli va grafik monitorlar qo'llaniladi.

Alfavitli-raqamli displaylar (ARD) faqat alfavitli-raqamli simvollar ketma-ketligi ko'rinishida taqdim etilgan informatsiyani chiqarish imkonini beradi.

Grafik displaylar (GD) ham grafik, ham alfavitli-raqamli informatsiyani chiqarishi mumkin.

Displaylarning asosiy parametrlari aks ettirilayotgan informatsiya

hajmi; ekran ishchi qismining o'lchamlari; ekranda aks ettirilishi mumkin bo'lgan simvollar soni; tasvir almashinishi tezligi; informatsiya aks ettirilishi sifati; ekranda ixtiyoriy informatsion zonalarini ajratish usullaridan iborat.

Monitorga ko'p narsa bog'liq: kompyuter bilan ishlash tezligi, qulaylik va eng ahamiyatlisi – foydalanuvchining o'zini qanday his qilishi. Sifatsiz monitor ekrani oldida bir necha soat ishlaganda – bosh og'rishi, ko'z charchashi va h.k. noxush natijalarni sezish mumkin.

3.5.7. Ekran razmeri

Monitorning asosiy parametri – diagonal bo'yicha ekran o'lchamidir. U dyuymda o'lchanadi. Asosiy o'lchamlar: 17", 19", 21".

17" o'lcham bugungi kunda iqtisodiy nuqtayi nazardan o'zini har tomonlama oqlaydi. Bunday monitor ko'p yil xizmat qiladi va boshqa qurilmalarning bir necha avlodini ko'radi. Shuning uchun uning xarakteristikalarini nafaqat qoniqarli, balki imkoni boricha ilg'orlariga yaqin bo'lgani ma'qul.

19" va 21" o'lchamli monitorlar ishxonalarda va uydagi kompyuter tizimlarida foydalanilmoqda (3.16- rasm).



3.16- rasm. Samsung monitori

3.5.8. Monitor xavfsizligi

Agar maxsus choralar ko'rilmaganda, monitor bizlarni turli zararli nurlanishlar bilan taqdirlar edi. Yaqin o'tmishda ham sotuvda turli himoya ekranlari bo'lar edi. Eskirgan monitorlar uchun bu – birinchi zarurat vositasidir. Zamonaviy monitorlarda nurlanishdan himoyalash uchun ko'p yaxshi ishlar qilindi. Agar monitorda yoki uning upakovkasida TSO 95 va TSO 99 harflari bo'lsa, himoyalovchi ekranlarga zarurat yo'q. Bular – xavfsizlik standartlaridir. Agar monitor bu standartlarga mos kelsa, u bilan xotirjam ishlash mumkin.

Elektromagnit nurlanish darajasi birinchi marta inson uchun xavfsiz chegaralarda MRK II standartida cheklandi. Keyinchalik ular TSO 92 standartida talablar darajasi oshdi va keyin TSO 95 va TSO 99 standartlariga o'tdi.

TSO 95 standartidan boshlab monitorga ekologik va ergonomik talablar qo'yildi, TSO 99 standartidan boshlab esa tasvir sifatiga yorqinlik, ranglarning bir-biridan keskin farq qilishi, jimirlash parametrlari va ekranning xiralashishga qarshi qoplamasi xossalari bo'yicha qattiq talablar qo'yilmoqda. Standartlar tufayli bizga monitorlarni sotib olish ancha oson bo'lib qoldi – monitor TSO 99 standartini qoniqtirishi lozim.

Monitoring zararli nurlanishi nafaqat ekran tomonidan chiqadi, shuning uchun ko'p ishlab chiqaruvchilar eng yaxshi texnologiyalardan foydalanib, suyuq kristalli yoki plazmali monitorlarni ishlab chiqishga o'tmoqdalar.

Qisqacha xulosa:

Kompyuterli loyihalashning rivojlanish bosqichlari bevosita texnikaviy ta'minotlar bo'lgan prosessorlar, xotirada saqllovchi qurilmalar, onalik platalari, tashqi xotirada saqllovchi qurilmalar va mashina grafikasi imkoniyatlariga bog'liq bo'ladi.

Nazorat va muhokama savollari

1. Texnikaviy vositalar ALTda qanday masalalarni yechadi?
2. Operatsion tizim vazifasini bayon qiling.
3. XQlarining asosiy parametrlariga nimalar kiradi?
4. Xotira turlarini sanab bering.
5. Onalik platasi ishlashining asosiy aspektlarini bayon qiling.
6. Integrallashgan tizimlar asosiy tushunchalarini aytib bering.
7. Kompyuter periferiya qurilmalari haqida so'zlab bering.
8. Tashqi xotirada saqllovchi qurilmalarga nimalar kiradi?
9. Mashina grafikasi haqida asosiy tushunchalarni bayon qiling.
10. Videoadapterlar va ularning turlari haqida so'zlab bering.

4 – BOB. KOMPYUTERLI LOYIHALASHDA OPERATSION TIZIMLAR

4.1. Operatsion tizimlar haqida umumiy ma'lumotlar

Operatsion tizim (OT) – hisoblash tizimi (HT)ning hamma resurslaridan eng samarali foydalanish va u bilan ishlash qulay bo'lishi uchun mo'ljallangan tizimli boshqaruvchi va ishlovchi dasturlar kompleksidir. Hozirgi paytda tezkorligi sekundiga bir necha million operatsiya bo'lgan yuqori unumdorli HTlarni faqat OT yordamida to'liq yuklash mumkin. HTlarining dasturiy ta'minotida operatsion tizim asosiy o'rinni egallaydi, chunki u hisoblash jarayonining hammasini rejalashtiradi va nazorat qiladi. Dasturiy ta'minotning istalgan komponenti albatta OT boshqaruvida ishlaydi. Zamonaviy foydalanuvchi OT vositalarisiz HT bilan muloqot qilish imkoniyatiga ega emas, chunki OT unga matnni muharirlash, dasturlarni sozlash, dialogni tashkil qilish, fayllar bilan ishlash va boshqa hisoblash protseduralari uchun har xil servis xizmatlarini taqdim etadi.

Dastlab zamonaviy OTlarning prototipi kompyuter ikkinchi avlodi operatorlarini lentalar va perfokartalar kolodasini mos hisoblash qurilmalariga o'rnatish, bajarish dasturlarni yuklash (kiritish), ma'lumotlarni o'qishdagi va protsessor navbati (ketma-ketligi)ni tuzish, lentani qayta o'rash va h.k. kabi oddiy (qoloq) ishlardan ozod qilish vositasi sifatida yaratilgan.

Operatsion tizim nima uchun kerak va operatsion tizim nima?

Faraz qiling, hashamatli besh yulduzli otel xolliga kirmoqdasiz. Shveysar tavozelek bilan eshikni ochadi, ichkarida og'ir jomadonlaringizni qo'lingizdan olish uchun tayyor turgan yuk tashuvchining gavdasi ko'rinadi, Sizni ko'rib peshtaxta yonidagi port'yening esa yuzida tabassum paydo bo'ladi – u Sizga intizor edi. Sizda hech nima to'g'risida so'rashga hojat yo'q – Siz uchun xizmat ko'rsatish tizimi ishlaydi. Siz soatingizni mahalliy vaqtga o'tkazmoqchisiz – bir imo-ishora yetarlidir.

Yaxshi tizim nafaqat xohishingizni bajarishga, balki xatoingizni to'g'rilashga ham tayyor. Oltinchi qavatdagi nomer kalitini oling va jomadonlar bilan zinadan yuqoriga yurib ko'ring. Xotirjam bo'ling – uzoqqa bormaysiz. Sizga yetib olishadi, qo'lingizdan jomadonlarni olishadi, liftga kuzatishadi, nomeringizga olib borib qo'yishadi va yaxshi dam olishingizni tilashadi.

Kompyuterning operatsion tizimi shunga o'xshash ishlaydi. Bu – katta va kichik dasturlarning uyg'unlashgan orkestridir. Biri sizning

istagingizni topishga harakat qiladi, ikkinchisi Sizning buyruqlaringizni bajaradi, uchinchi esa Siz xatoga yo'l qo'ymasligingiz uchun Sizni kuzatadi.

Operatsion tizim nimaga kerak?

«Hamma narsa uchun» deyish – bu hech nima demaganlik bilan barobar. Mutaxassisdan operatsion tizimi bo'lmagan kompyutyerda 2+2 necha bo'lishini so'rab ko'rish qiziq bo'lsa kerak. Javob uchun ertasiga kelaversangiz bo'laveradi, agar javob umuman bo'lsa.

Bunday murakkab hisobni bajarish uchun, bu sonlarni klaviatura yordamida kompyuterga kiritish kerak. Lekin kompyuter operatsion tizimsiz klaviatura bilan qanday ishlash lozimligini juda kam tushunadi.

Balki kompyuterga arifmetik hisoblar bilan shug'ullanadigan dasturni yuklash (kiritish) lozimdir? Odatda shunday qilinadi ham, lekin dastlab baribir operatsion tizim kerak. Usiz kompyuter o'zining diskovodlari haqida juda kam biladi va hattoki uning yordamida nimanidir yuklash mumkinligi haqida tushunchaga ega ham emas.

Operatsion tizim birinchi navbatda kompyuter bilan muloqot qilish, u Siz nima istayotganingizni tushunishi uchun va o'z navbatida javob qilish va u chiqarayotganini Siz tushunishingiz uchun kerak.

Yaxshi operatsion tizim qanday bo'lishi kerak?

Yaxshi operatsion tizim shunday bo'lishi kerakki, ertalab uyg'onib baland tovush bilan «Kefir bilan bulochka va omletni xohlayman» deyish mumkin bo'lsin. Kompyuter «oshxona kombayni»ga an'anaviy omlet tayyorlashga buyruq bersin, kefir bor yoki yo'qligini sovutkichdan so'rasin va agar kefir sovutkichda yo'q bo'lsa, eng yaqin magazinga zudlik bilan yetkazishga buyurtma bersin. Darvoqe, eltuvchi bilan hisob-kitob qilishga ovora bo'lmasligingiz uchun, kompyuter Sizning bankdagi hisobingizdan zarur bo'lgan summani magazin hisobiga o'tkazsin, Sizga esa kvitansiyanı pechatlab qo'ysin.

Agar Siz buni fantastika deb o'ylasangiz, xulosa qilishga shoshilmang. Bu – bugungi kunda voqelikdir. Bu turmushda hozircha bo'lmasa ham, laboratoriyalarda ishlamoqda. Agar Siz «oshxona kombayni»ni magnitofonga, «omlet»ni esa xushohang kuyga almashtirsangiz, bunday tizimni ertagayoq o'zingizga yaratishingiz mumkin.

Agar pazandalik masalalarini yaqin kelajakka qoldirsak, hozir bizga operatsion tizimdan hech bo'lmaganda quyidagilar kerak:

- operatsion tizim rivojlanib boruvchi bo'lishi lozim. Agar u «sovutkich bilan ishlashni bilmasa ham», dasturlarni yuklay olishni va

ishga tushirishni uddalay olishi lozim (dasturlar operatsion tizimdan farqli o'laroq buni bajarishni bilishmaydi). Umuman, OT bizga zarur bo'lgan istalgan dasturlarni, xoh u bank hisobini olib borish uchun va xoh oddiy kompyuter o'yinlari bo'lsin, yuklashni va ishga tushirishni uddalashi kerak. To'g'ri, bu dasturlar ushbu operatsion tizim uchun maxsus yozilgan bo'lishi zarur. Bunday dasturlar ilovalar deb ataladi. Matn muharriri – bu ham ilova. Hatto kompyuter o'yinlari – bu o'yinli ilovalardir.

- operatsion tizim apparatura va ilovalar orasida vositachi bo'lishi kerak. Minglab har xil sichqonchalar va joystiklar, yuzlab printerlar, yuzlab har xil turdagi tovush va videokartalar mavjud. Ularning hammasi har xil, lekin Sizni bu tashvishlantirmasligi kerak. Bu Sizning tashvishingiz emas. Sizga faqat bitta narsa – kompyuteringizdagi dasturlarning normal ishlashi kerak.

Dasturni tuzuvchi dasturchilar kompyuteringiz konfiguratsiyasi qandayligini qanday bilishsin? Ilgari, dasturni chiqarishayotganda o'nlab turli videokartalar va tovushli kartalarga sozlash uchun maxsus dasturlar ilova qilinardi. Baribir topisha olishmas edilar. Baribir ko'p kompyuterlarda dasturlar ishlashni «istashmas» edi, chunki dasturchilar hamma narsani hisobga ololmaydilar. Ularga qiyin edi. Sotib oluvchilar esa norozi edilar.

Hozirgi paytda bu holat o'zgardi. Vositachilik funksiyasini operatsion tizim o'ziga oldi. G'aroib «sichqon»ni sotib olib, uni bir marta o'rnatasiz, sichqon operatsion tizimga o'zi haqida hamma narsani «ma'lum qiladi». Operatsion tizim Sizning sichqoningiz haqida hamma narsani biladi va buni uning dasturiga «tushuntira oladi».

- operatsion tizim sozlanadigan bo'lishi kerak. Bugun Siz sichqon yordamida boshqarmoqdasiz, ertaga – joystik yordamida, indinga esa balki dasturlarni boshqarishning boshqa yo'li topilar. Operatsion tizim bu qurilmani «o'ziniki»dek qabul qilishi, uni o'zining tarkibiga qo'shib qo'yishi va u bilan sichqon o'rniga ishlashi lozim. Bu holda dasturlarni ishlab chiquvchilarning Siz qanday qurilma bilan ishlayotganingizni o'ylashiga hojat qolmaydi.

- operatsion tizim do'stona bo'lishi kerak. Buning ma'nosi – u tushunarli va qulay bo'lishi lozim. Lekin bu hali kam. U foydalanuvchi didi bo'yicha sozlanishi zarur. O'zbekistonda o'zbek tilini tushunadigan, Rossiyada esa rus tilini tushunadigan tizim bilan ishlash qulay. Do'stonalik ishlashning nostandart yo'llarini ham nazarda tutadi, masalan, faqat bir qo'lli yoki umuman qo'li yo'q nogironlar uchun. Yoki masalan, ko'rish qobiliyati juda yomon bo'lgan odamlar uchun. Do'stonalik Siz bundan

keyin nima qilishingizning oldini olishi va Sizni xavfli harakatlarning mumkin bo'lgan oqibatlari haqida ogohlantirishi kerak.

- operatsion tizim «shaffof» bo'lishi kerak. Deraza oynasidan ko'chaga qaraganingizda ko'p qiziq voqealarni ko'rasiz. Bunda oynadan foydalanasizmi? Albatta! Sizning xayolingizga shisha nimadan tayyorlanganligi keladimi? Shisha qaysi usulda tayyorlanganligi Sizni tashvishlantiradimi? Siz shishaga e'tibor bermaysiz va hattoki uni sezmaysez. Undan faqat foydalanasiz va u qanchalik kam sezilsa (unda chang qanchalik kam bo'lsa), u shunchalik yaxshi xizmat qiladi.

Operatsion tizim uchun «shaffoflik» – ahamiyatli xossa. Gap shundaki, «do'stona» tizim «oddiy» tizim degani emas. Axir imkoniyatlarning har xilligiga faqat turli sozlashlarning mo'l-ko'lligi bilan erishiladi. Bu esa oddiylilik emas.

Demak, yechim «shaffoflik»da. Bola o'ziga kerak bo'lgan narsani o'zining darajasida tez o'zlashtirib olishi lozim. Tajribali foydalanuvchilar chuqurroq, har biri o'z darajasiga yarasha, anglashi mumkin. Faqatgina, operatsion tizim bilan ishlagani uchun maosh olyapmiz deb hisoblovchi mutaxassislargagina u oxirigacha namoyon bo'ladi. Shunda ham hamma ham emas va hamma vaqt ham emas.

- Operatsion tizim dasturiy ilovalar bilan qo'llab-quvvatlanishi zarur. Agar uning uchun dasturlar qilinmasa, bunday yaxshi tizimdan nima foyda? Kompyuter bilan ishlashdan maqsad axir operatsion tizim bilan emas, balki dasturlar bilan ishlashda-ku.

- Zamonaviy operatsion tizimlardan ko'p masalalilik talab qilinadi. Bir vaqtning o'zida bir necha dasturlar bilan ishlash juda qulay. Bu holda Sizning qo'lingizda matn, illyustratsiyalar, musiqa va videokliplarni o'z ichiga olgan murakkab hujjatlarni yaratishda qudratli qurol bo'ladi.

- Agar operatsion tizim bitta kompyuterga xizmat ko'rsatishni qoyillatsa, shuning o'zi ham yaxshi. Lekin bu yetarli emas. Kompyuterlarning asosiy massasi bugungi kunda tarmoqlarda ishlamoqda, buning uchun esa faqat bir kompyuternigina emas, balki butun tarmoqqa xizmat ko'rsata oladigan maxsus operatsion tizimlar zarur.

- Operatsion tizim ishonchli ishlashi darkor. U Sizni tuzatib bo'lmaydigan xatoliklardan asrashi, ishlayotgan dasturlarning ishdan chiqishiga yo'l qo'ymasligi va mabodo bunday hol ro'y bersa, avariya vaziyatdan bezarar chiqish imkonini bersin.

- Operatsion tizimga bunday bo'lgan ahamiyatli talab – xavfsizlikdir. U nisbatan yaqinda paydo bo'ldi va kompyuter tarmoqlari bilan bog'liq. Operatsion tizim informatsiyani o'g'irlashdan va ularga

zarar yetkazishdan himoya qilish uchun zarur vositalarni taqdim etishi kerak. Agar Sizning kompyuteringiz tarmoqning bir qismi bo'lib qolsa, masalan, internetga ulangandan keyin, demak, unga shunday operatsion tizim kerakki, yovuz niyatli odamga aloqa seansi paytida kompyuteringizdagi informatsiyani o'chirishga yo'l qo'ymas.

Xulosaga quyidagilarni aytamiz: agar protsessor kompyuterning miyasi bo'lsa, bikir disk – uning yuragidir, operatsion tizim esa – kompyuter qalbidir. Inson qalbi kabi uni na ko'rib bo'ladi va na ushlab bo'ladi, lekin uning namoyon bo'lishiga biz doim duch kelamiz. Operatsion tizimsiz kompyuter o'likdir.

Masalalarga multidadusturiy ishlov berish rejimi paydo bo'lishi bilan nisbatan oddiy boshqaruvchi dasturlardan zamonaviy murakkab OTlarga sifatli sakrab o'tish ro'y berdi. Bu rejimni realizatsiya qilish hisoblash va informatsiyalar bilan almashish operatsiyalarini birga olib borish tufayli mumkin bo'ldi. Buning uchun o'rta va katta kompyuterga (markaziy protsessoridan tashqari, u faqat hisoblash uchun mo'ljallangan) operativ xotira va tashqi qurilmalar orasida informatsiya almashtirish uchun mo'ljallangan bir necha maxsus protsessorlar (kanallar) kiritilishi kerak. Kanallar bir vaqtning o'zida va bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda ishlashi mumkin.

Multidasturlashning g'oyasi shundaki, zamonaviy kompyuterning operativ xotirasida baravariga bir necha masala bo'lib, ularga markaziy protsessor navbatma-navbat xizmat ko'rsatadi. Muayyan masalaga operativ xotira bilan tashqi qurilmalar orasida informatsiya almashinishi uchun zarur bo'lgan vaqtda protsessor boshqa masalalarga xizmat ko'rsatishga ulanadi.

Hisoblash tizimining mutidadusturiy rejimda ishlashi operatsion tizim-boshqaruvchi dasturlarining favqulodda murakkab kompleksini talab qiladi. Zamonaviy operatsion tizimlarning juda murakkabligi hamma *hisoblash resurslarini* (markaziy protsessor, operativ xotira, tashqi qurilmalar va fayllar) bir vaqtda bajarilayotgan hamma masalalar orasida mumkin qadar ratsional taqsimlash zarurati bilan belgilanadi. Bunday masalalar *raqobatli bajarilayotgan* deb ataladi, chunki ulardan har biri boshqalari bilan hisoblash tizimining u yoki bu resursini egallash uchun doim raqobatda bo'ladi.

Hisoblash jarayonini to'g'ri rejalashtirish uchun operatsion tizim loyihalovchilariga turli uzilishlarga ishlov berishning ko'p sonli va murakkab modellarini yozish; masalalarga ularning ustuvorligiga yarasha xizmat ko'rsatish tartibini yaratish; operativ xotiraning band va bo'sh

jabhalarini doimo nazorat qilish; raqobatchi masalalar orasida uni ratsional taqsimlash; tashqi tashuvchilardagi ma'lumotlar to'plamlarini sanksiyalanmagan kirishdan himoya qilish; masalalar orasida soni cheklangan tashqi qurilmalarni taqsimlash va h.k.larni hisobga olishga to'g'ri keladi. Tabiiyki, natijada juda murakkab va beso'naqay operatsion tizim hosil bo'ladi, bu esa o'zlashtirish va ekspluatatsiya qilish qiyinligi; hisoblash resurslarining sezilarli qismini foydalanuvchi masalalarini yechish uchun emas, balki operatsion tizim talablarini qondirishga sarflash kabi salbiy taraflarni tug'diradi.

Hamma resurslarni ratsional taqsimlash va hisoblash tizimining o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshirishdan tashqari operatsion tizim foydalanuvchiga turli servis xizmatlari: kirishning standart metodlari, utilitlar, rostdash, teledostup vositalari va vazifa o'tishining hamma bosqichlarini batafsil diagnostika qilish, avariya damplarni olish imkoniyati va sh.k.larni taqdim qiladi.

Qanday operatsion tizimlar mavjud?

Ko'rganingizdek, operatsion tizimga bo'lgan talablar shunchalik bir-biriga qarama-qarshiki, ularning hammasini baravariga qoniqtirish dargumon.

Ko'p vazifalilik ishonchlilikka zid. Bir vaqtning o'zida qanchalik ko'p dasturlar ishlasa, ular orasida ixtiloflar shunchalik tez sodir bo'lishi mumkin, bu kompyuter «osilib qolishiga» olib keladi.

Do'stonalik oddiylikka zid, chunki haqiqiy do'stonalikka erishish – bu oddiy emas, balki o'ta murakkab masala.

Tarmoqda ishlay olish qobiliyati xavfsizlikka zid. Bir tараfdan biz kompyuterimizning butun dunyodan informatsiyani bemalol ola olishini va boshqa kompyuterlar bilan muloqotda bo'la olishini istaymiz, ikkinchi tараfdan esa, kompyuterimiz informatsiya bilan birga, virus olishi mumkinligidan qo'rqamiz. Xullas kalom, biz maksimal qulayliklarga ega bo'lishni xohlaymiz, lekin buning uchun ko'ngilsizlikka ega bo'lishni hech ham istamaymiz.

Xulosa bitta: har xil ishlar uchun turli operatsion tizimlarni qo'llashimiz kerak.

4.2. Operatsion tizimlar strukturasi va generatsiyasi

Operatsion tizim tushayotgan hamma masalalarga ishlov berish bo'yicha ishlarni ratsional rejalashtirishi kerak (kompyuterga masalalarni kiritish bo'yicha tadbirlar kompleksi, ularning xarakteristikalarini bilib

olish, hamma kiruvchi ma'lumotlar to'plamlarini tashqi olib yuruvchilarda joylashtirish, kirish va chiqish navbatlarini tashkil qilish).

Odatda tashqi qurilmalardan biri o'qigan, kirayotgan ma'lumotlar oqimidagi masalalar kompyuter operativ xotirasiga birdaniga o'tmaydi, balki tashqi xotira qurilmalarida joylashadi. Paketli ishlov berish rejimlarida masalalar navbatda qator bo'lib turadilar (kiruvchi navbat), masalaning navbatdagi o'rnini uning ustuvorligi bilan belgilanadi. Masalaning navbatdan kompyuter OXsiga o'tkazilishi avtomatik ravishda sodir bo'ladi.

Masalani yechishdan bevosita oldin OT bajaradigan tadbirlar majmuasini realizatsiya qilishda asosiy e'tibor masalani yechish uchun zarur bo'lgan HT resurslarini (OX jabhasi, zarur bo'lgan ma'lumotlar to'plamlari uchun tashqi olib yuruvchilar uchun joylar va sh.k.) taqdim qilishga qaratiladi.

Agar navbatdagi masalani yechish uchun resurslar yetishmasa, OT quyidagi qarorlardan birini qabul qilishi:

1) ushbu paytda bajarilayotgan va ustuvorligi quyiroq bo'lgan qaysidir boshqa masaladan resurslarning bir qismini tortib olishi;

2) yechilayotgan qaysidir masala yechilib bo'lishini va talab qilinayotgan resurs bo'shashini kutishi;

3) yechilishi uchun resurslar yetarli bo'lgan, lekin navbati hali yetib kelmagan masalani navbatsiz o'tkazib yuborishi kerak.

Yechim natijalarini mos tashqi qurilmalarga chiqarishni tashkil qilish ham masalaga ishlov berishni rejalashtirish funksiyasiga kiradi. Bunda OT har bir topshiriqning natijaviy informatsiyasini mos chiquvchi navbatga tushishini va TQ ishi tempida ushbu navbatning bo'shashini ta'minlashi zarur.

Operatsion tizim masalalar yechilishini boshqarishi lozim. Bunda OTning asosiy funksiyasi – hisoblash jarayonida sodir bo'ladigan har xil hodisalarga (informatsiya almashinuvi tugaganligi haqida tashqi qurilmalardan kelayotgan signallar, apparatlardagi to'xtashlar haqida hamda tashqi muhitdan, masalan, boshqa kompyuterdan, kelayotgan signallar, dasturiy xatoliklar belgilari) to'g'ri reaksiya qilishni tashkil qilishdir. Har bir hodisaga OT to'g'ri reaksiya qilganda joriy dasturning bajarilishi albatta to'xtalishi va protsessorni boshqarish boshqa mos modulga uzatilishi lozim; bu modul sodir bo'lgan voqeani identifikatsiya qilish kerak.

Uzilishlarga ishlov berish mexanizmi kompyuter va OT turidan

qat'iy nazar doim quyidagi elementlarni o'z ichiga oladi:

1) uzilgan dastur haqida batafsil informatsiyani, xususan bundan keyin bajarilishi lozim bo'lgan komanda adresi haqidagi informatsiyani xotirada saqlashi;

2) sodir bo'lgan hodisani tasniflovchi va unga mos ravishda ishlov beruvchi OTning maxsus moduliga boshqaruvni uzatishi;

3) ustuvorligi va hisobga tayyorligiga qarab foydalanuvchining u yoki bu masalasiga boshqaruvni qaytarishi lozim. Bunda boshqaruv oldin uzilgan dasturga qaytarilishini istisno qilib bo'lmaydi.

Turli HTlarida uzilishlarga ishlov berish turlicha va odatda apparat vositalari yordamida amalga oshiriladi. Masalan, ba'zi HTlarida buning uchun dastur holatining eski va yangi so'zi o'rnini almashtirish mexanizmidan, boshqalarida esa xotira va uzilishlar vektorini stekli tashkil qilishdan foydalaniladi.

Masalalarni yechishni boshqarish asosiy funksiya – uzilishlarga ishlov berishdan tashqari boshqa: operativ xotirani dinamik taqsimlash, kiritish-chiqarish operatsiyalarida ishtirok qilish; masalalarni yuklash, vaqt xizmatini tashkil qilishni ham o'z ichiga oladi.

Operativ xotirani dinamik taqsimlash bo'yicha OTning asosiy vazifasi – uning bo'sh va band bo'lgan zonalarini doimo hisoblab borish va fragmentatsiyani bartaraf qilishga intilishdadir. *Fragmentatsiya* hodisasining ma'nosi shundaki, multidasturlash sharoitlarida OXning band bo'lgan jabhalari orasida katta bo'lmagan erkin adres bo'shliqlari «tirqishlari» qoladi. Alohida har bir bunday bo'shliq unda navbatdagi foydalanuvchi masalasini butunicha joylashtirish uchun yetarli emas. Lekin bu bo'shliqlar summasi operativ xotiraning muloqot uchun ajratilgan hajmining katta qismini tashkil qiladi. OX fragmentatsiyasi nafaqat foydalanuvchilar masalalari zonalarida, balki ularning ichida ham kuzatiladi. Agar kompyuter virtual xotirani, uni betma-bet tashkil qilishni amalga oshiradigan apparat vositalariga ega bo'lmasa, OX fragmentatsiyasi HTning o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshirish va uning hamma hisoblash resurslaridan samarali foydalanish yo'lida sezilarli to'siq bo'ladi. *Dasturlarni dinamik siljitish* OX fragmentatsiyasini bartaraf qilish bo'yicha tadbirlarga kiradi; bunda foydalanuvchilar dasturlari muntazam ravishda masalalar dinamik zonasining bitta chetiga qarab, masalan, OX yuqori adreslari jabhasiga, siljiydi; bunda quyi (kichik) adreslar jabhasida o'z o'lchovlari bo'yicha yana bitta foydalanuvchi masalasini yuklash uchun yetarli bo'lgan bog'langan zona bo'shaydi.

Masalalar yechilishini bevosita boshqarish bo'yicha OT

imkoniyatlarini ta'minlaydigan dasturlar majmuasi *masalalarni boshqarish dasturlari (monitor, supervizor, OT boshqaruvchi dasturi)* deb ataladi.

OT asosiy funksiyalaridan biri OX va TQlar orasida informatsiya almashinishini tashkil qilishda bo'lganligi uchun, bu funktsiyani amalga oshirish yetarli darajada yirik bo'lim – *ma'lumotlarni boshqarish (kiritish-chiqarish supervizori, fayllarni boshqarish)* deb nomlanadigan bo'lim orqali ta'minlanadi.

Ma'lumotlar to'plami – umumiy nomda birlashgan va ma'lum fizikaviy tarkibga ega bo'lgan, nomlari birma-bir ko'rsatilgan ma'lumotlar majmuasidir.

Fayl – bir mavzuga taalluqli, mantiqiy yozuvlardan tarkib topgan nomlari birma-bir ko'rsatilgan ma'lumotlar majmuasidir.

Istalgan OT doirasida ma'lumotlar to'plamlari *tashkil qilinishi turlarining* mumkin bo'lgan cheklangan soni mavjud: ketma-ket, to'g'ri, kutubxonali va boshqalar. Berilgan tartibda tashkil qilingan ma'lumotlar to'plamiga murojaat qilinganda OT ma'lum servis vositalarini ta'minlaydi. O'zining ishida bu vositalardan birinchi navbatda dasturchilar foydalanadilar. Ba'zi OTlar ma'lumotlar to'plamiga kirishni tashkil qilishda servis vositalaridan turli variantlarda foydalanish imkonini beradi. Odatda kirishni tashkil qilishdagi katta qulayliklar, doimo ishlash qoidalarida katta standartlashtirishni ham bildiradi. Ma'lumotlar to'plamini tashkil qilishning tanlangan turini unga kirishning u yoki bu usuli bilan birga qo'shib olib borish dasturchi uchun ushbu operatsion tizimda ruxsat etiladigan kirishning muayyan metodini tanlashni bildiradi. Kirishning standart metodidan foydalanish TQlar bilan informatsiya almashinuvini tashkil qilishni ancha yengillashtiradi. Bunda informatsiya porsiyasini TQdan o'qish uchun yoki unga yozish uchun foydalanuvchiga o'z dasturida faqat mos makrokomandani qo'llash kifoya, OT vositalari foydalanuvchini o'z dasturi matnida TQ nomerini, ularda ma'lumotlar to'plamlari joylashishining fizikaviy adreslarini va dasturni kompyuterning ushbu konfiguratsiyasiga mahkam bog'lovchi boshqa ma'lumotlarni muayyanlashtirish zaruratidan ozod qiladi. Buning o'rniga dasturchi TQning faqat mantiqiy nomini ko'rsatishi yoki uning turini tavsiya qilishi mumkin.

Almashishlarni tashkil qilishga kirishning standart metodlari qo'ygan cheklashlar dasturchini qoniqtirmasa, u OTning boshqa vositalaridan – *kirishning fizikaviy metodidan* foydalanishi mumkin, lekin bunda

dasturchidan OTni yaxshi bilishi va dastur yozishda ko'proq kuch sarflashi talab qilinadi; bunda dastur matni sezilarli darajada murakkablashadi.

OTda ma'lumotlar almashinuvini tashkil qilish bilan tanishganda foydalanuvchi kirish metodi tushunchasidan tashqari *drayver* dasturi haqidagi tushuncha bilan ham to'qnashadi. Bu tizimli vosita kirish metodiga nisbatan ko'proq ixtisoslashgan, chunki u TQning faqat muayyan va yagona turigagina kirishni ta'minlaydi.

Istalgan OTning ahamiyatli funksiyasi – topshiriq kompyuterdan o'tishining hamma bosqichlarida yetarli darajada batafsil bo'lgan diagnostikani ta'minlashdir. Hisoblash jarayoni bajarilishi paytida aniqlangan turli to'xtashlar va xatoliklar haqidagi diagnostik xabarlar ayniqsa batafsil bo'lishi kerak. Servis vositalari yuksak bo'lgan OTlarda yangilish mashina komandasi joylashgan OXning fizikaviy adresini hamda xatoni tug'dirgan dastur birlamchi moduli komandasining joylashgan joyini aniqlash imkoni mavjud.

Qisqacha xulosa:

Avtomatlashtirilgan loyihalashning ta'minoti, ya'ni operatsion tizimlarning imkoniyatlari loyihalash jarayonida qo'llaniluvchi texnikaviy vositalar hamda dasturlardan to'liq foydalanish imkonini beradi. Zamonaviy amaliy dasturlar uchun so'nggi versiyadagi operatsion tizimlar talab etiladi.

Nazorat va muhokama savollari

1. Operatsion tizim nima?
2. Operatsion tizim nima uchun kerak?
3. Operatsion tizimga qanday talablar qo'yiladi?
4. Qanday operatsion tizimlar mavjud?
5. Ajralgan vaqt operatsion tizimlari qanday operatsion tizimlarga kiradi?
6. Real vaqt operatsion tizimlarini tushuntirib bering.
7. Operatsion tizimlar strukturasini bayon qiling.
8. Operatsion tizimlar generatsiyasini bayon qiling.
9. OT qanday qarorlardan birini qabul qilishi kerak?
10. OT qanday elementlarni o'z ichiga oladi?

5.1. Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlari

Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimi (computer – aided drafting system) – bu ishlab chiquvchiga interaktiv rejimda mashinasozlik, arxitektura, muhandislik chizmalarini, elektr sxemalarini va yana ko'p boshqa turdagi chizmalarni yaratish va o'zgartirish imkonini beruvchi dasturiy mahsulotdir. Bu dastur, bundan tashqari, tayyor chizmalarni va ularning o'zgarishlarini saqlab, ma'lumotlar bazasini yangilab turadi. Demak, chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimi bilan ishlash matn protsessoridan foydalanishga o'xshaydi. Yagona farq shundaki, chiqishda foydalanuvchi matnli hujjat emas, balki chizma oladi. Matn protsessorida mavjud hujjat bazasida yangi hujjatni juda tez tayyorlash mumkin bo'lgani kabi, chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimida ham mavjud chizmani o'zgartirib, yangi chizmani olish mumkin. Matn protsessori yoki chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimining yangi hujjat yoki chizmani tayyorlashdagi afzalliklari beqiyosdir. Lekin mavjud hujjatlar va chizmalarni o'zgartirishda ularning afzalliklari yanada yorqinroq namoyon bo'ladi.

Quyida chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlarining ko'pida mavjud bo'lgan eng tipik funksiyalarni ko'rib chiqamiz. Har bir tizimda funksiyalarni chaqirishning muayyan komandalari o'ziniki bo'lishi mumkin, shu sababli zarurat tug'ilganda Sizga mos tizimning foydalanuvchi qo'llanmasiga murojaat qilishga to'g'ri keladi.

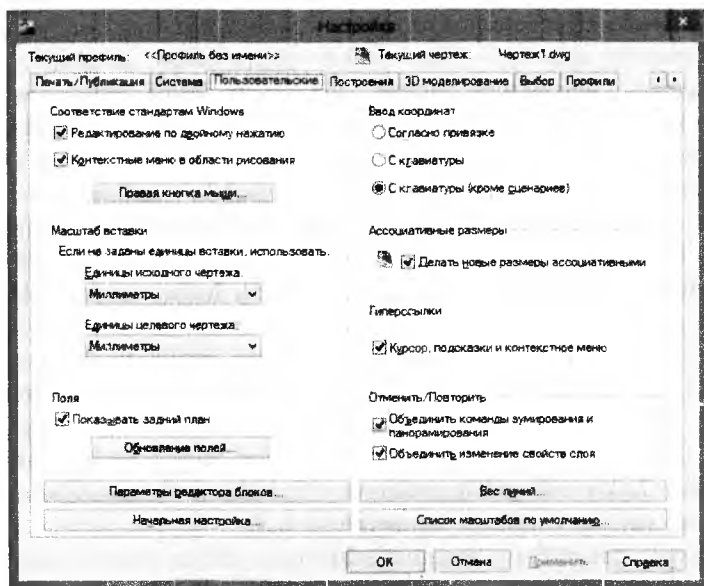
5.2. Chizma parametrlarini o'rnatish

Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlari bilan ishlashni o'lchash birliklari, chizma o'lchamlari, to'r va qatlamlar parametrlarini o'rnatishdan boshlash lozim. Chizmalarni tez va aniq qurish uchun, bu parametrlar to'g'ri qiymatlarga ega bo'lishi kerak. Chizmani to'rsiz va qatlamlarsiz ham qurish mumkin, lekin bunga ko'p vaqt ketadi, olingan chizmani o'zgartirish esa juda qiyin bo'ladi.

5.2.1. O'lchash birliklari

Foydalanuvchi masofalar va burchaklarni o'lchashning format va birliklar aniqligini tanlab olishi kerak. Masofalarni o'lchash birliklari ilmiy, o'nli, kasrli, muhandis va arxitektura birliklarida taqdim etilishi mumkin. Burchaklarni o'lchash birliklari – bu graduslar, graduslar/minutlar/sekundlar, radianlar va geometrik birliklardir. 5.1-rasmda chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqishning eng tarqalgan

tizimlaridan biri – AutoCAD dasturining birliklarni tanlash dialogli darchasi ko‘rsatilgan.



5.1-rasm. AutoCADda o‘lchash birliklarini o‘rnatish dialogli darchasi

5.2.2. Chizma o‘lchamlari

Chizmani qog‘ozda chizayotganda, Siz varaq chegaralaridan tashqariga chiqq olmaysiz. Xuddi shu kabi grafik qurilma bilan ishlaganda ham chizma ma‘lum chegaralarga ega bo‘lishi kerak, chunki bu chizma qachondir baribir cheklangan o‘lchamli qog‘ozga chiziladi. Demak, foydalanuvchi oldindan chizma o‘lchamlarini o‘rnatishi kerak.

Chizma o‘lchamlarini tanlashda odatda quyidagi omillar hisobga olinadi:

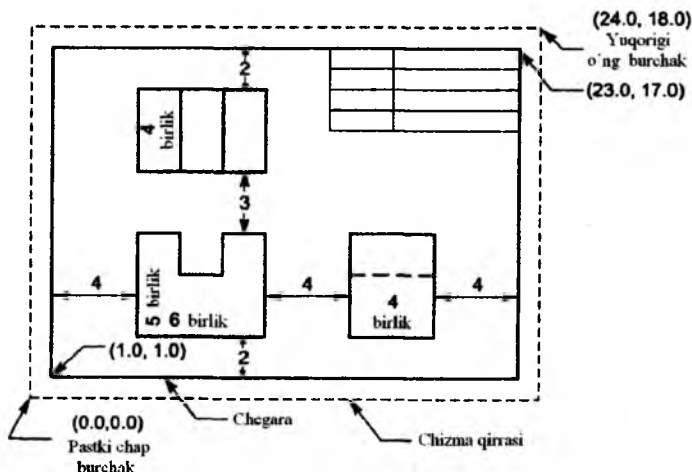
- chizmaning amaldagi o‘lchami;
- o‘lchamlar, izohlar, materiallar ro‘yxatlari va boshqa zarur ma‘lumotlarni belgilash uchun joy;
- turli ko‘rinishlar orasidagi masofa (chizma tiqilib ketgandek ko‘rinmasligi lozim);
- ramka va sarlavha (agar ular nazarda tutilgan bo‘lsa) uchun joy.

Chizma o'lchamlarini berishdan oldin, zarur bo'lgan joyni birinchi yaqinlashuvda aniqlash uchun, chizma eskizini qurish tavsiya etiladi. Masalan, agar qandaydir obyekt uchun oldidan ko'rinish o'lchamlari 6×5 birlikka, yon tomondan ko'rinish o'lchamlari 4×5 birlikka va yuqoridan ko'rinish o'lchamlari 6×4 birlikka teng bo'lsa, cheklashlarni shunday o'rnatish kerakki, hamma chizma va unga taalluqli bo'lgan hamma ma'lumotlar formatga sig'sin. Faraz qilaylik, Siz oldidan va yon tomondan ko'rinishlar orasidagi masofa 4 birlikni, oldidan va yuqoridan ko'rinishlar orasidagi masofa 3 birlikni tashkil etishini istayapsiz. Chizma chegaralarigacha masofa chapdan – 4 birlikni, o'ngdan – 4, yuqoridan – 2 va pastdan – 2 birliklarni tashkil qilsin (5.2-rasm). Ko'rsatilgan qiymatlar shunday tanlanadiki, tayyor chizma garmonik ko'rinishga ega bo'lsin.

O'zingiz uchun ko'rinishlar o'lchamlari va ular orasidagi masofalar hamda chizma chegaralari va bu chegaralardan qog'oz chetigacha bo'lgan masofalarni belgilaganingizdan keyin, Siz chizma o'lchamlarini quyidagicha hisoblab topishingiz mumkin:

- gorizontaal bo'yicha o'lcham = $1 + 4 + 6 + 4 + 4 + 4 + 1 = 24$;
- vertikal bo'yicha o'lcham = $1 + 2 + 5 + 3 + 4 + 2 + 1 = 18$.

Demak, chizma o'lchamlari 24×18 birlikni tashkil qiladi. E'tibor bering, biz chizma chegaralari va qog'oz chegaralari orasidagi masofani bir birlikka teng qilib oldik.



5.2-rasm. Chizma o'lchamlarini berish

5.2-rasmdagi chizma 1:1 masshtabda bajarilgan. Lekin, agar Siz chizmaning qattiq nusxasini olish uchun chizmani chop qilishni istasangiz, Sizga qog'oz o'lchamlariga qarab uni kattalashtirish yoki kichiklashtirishga to'g'ri keladi. Umuman, varaq o'lchami chizma chegaralarini, shrift o'lchamini, chizma masshtabini, chiziqli qalinligi masshtabini va chizmaning boshqa parametrlarini belgilaydi. Varaqlarning standart o'lchamlari har xil masshtablardagi chizmalarning mos chegaralari (millimetrlarda) 5.1-jadvalda keltirilgan.

5.1-javdal

Birliklarning metrik tizimi

Varaq o'lchami	Qog'oz o'lchami	Chizma chegarasi (M1:1)	Chizma chegarasi (M1:5)	Chizma chegarasi (M5:1)
A4	210×297	210, 297	1050, 1485	42, 59,4
A3	297×420	297, 420	1485, 2100	59,4 84
A2	420×594	420, 594	2100, 2970	84, 118,8
A1	594×841	594, 841	2970, 4205	118,8, 168,2
A0	841×1189	841, 1189	4205, 5945	168,2, 237,8

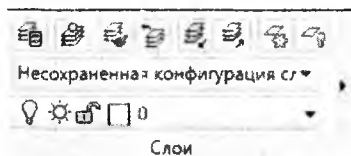
5.2.3. Qatlam

Agar chizma yetarli darajada murakkab bo'lsa, uni ko'p qatlamlarga bo'lish qulaylik keltiradi. Binoning qavatma-qavat planini va truboprovodlar sxemasini alohida qatlamlarga taqsimlab, siz vazifangizni ancha soddalashtirasiz. Boshqacha aytganda, hamma obyektlarni o'z ichiga olgan katta chizmada hamma operatsiyalarni bajarishga qaraganda, bu operatsiyalarni alohida qatlam bilan bajarish ancha oson bo'ladi. Lekin Sizda turli qatlamlardagi elementlar (masalan, trubalar va bino devorlari)ning o'zaro joylashishi haqida tasavvur hosil qilish uchun ko'rib chiqish rejimlari orasida hamma chizmani butunlay ko'rish imkoniyati bo'lishi lozim. Qatlamlarga bo'lish ularni bir-birining ustiga tushirish imkoniyatini saqlaydi, bunda grafik operatsiyalar bajarilayotganda chizma murakkablashib ketmaydi. Siz ushbu onda ishlayotgan qatlam aktiv hisoblanadi, qolgan hamma qatlamlar ushbu onda aktiv hisoblanmaydi. Istalgan boshqa fon kabi, aktiv bo'lmagan qatlamlarning grafik elementlari tanlash va o'chirish kabi grafik operatsiyalarga sezgir bo'lmaydi.

Ko'p qatlamli pechatli plitalar alohida qatlamlarning chizmalarini qurishda qatlamlarga bo'lish funksiyasidan samarali foydalanish mumkin. Bu holda har bir qatlam, boshqa qatlamlarga bog'liq bo'lmagan holda, qurilishi mumkin, lekin qatlamlarning bir-biriga nisbatan holati haqida ma'lumot olish uchun bir-biri bilan qaysidir tarzda bog'langan qatlamlarni

ekranga chiqarish imkoni qoladi. Qatlamlarga bo'lish konstruksiya alohida detallarining chizmalarini qurish uchun ham qulay. Agar har bir detal yig'ma chizmaning alohida qatlamida chizilsa, kerakli qatlamni aktivlashtirib, istalgan detal chizmasini osonlikcha olish mumkin.

5.3-rasmda AutoCADda qatlamlarni boshqarish dialog darchasi ko'rsatilgan.



5.3-rasm. AutoCADda qatlamlarni boshqaruvchi dialogli darcha

5.2.4. To'r va bog'lash

Chizma qog'ozda chizilganida yordamchi chiziqlardan keng foydalaniladi, ular oldindan reysshina yordamida chizib olinadi. Ular chizma chiziqlarini qurishni osonlashtiradi va ularni ancha aniqroq qiladi. Chizmalarni avtomatlashtirilgan tarzda ishlab chiqish tizimlarida to'r chiziqlari ham shu vazifani bajaradi. To'rning gorizontal va vertikal chiziqlari berilgan zichlik (разрешение)da bir-biridan teng masofalarda chiziladi, chizma chiziqlari esa ularning ustidan chiziladi. Chizmalarni avtomatlashtirilgan tarzda ishlab chiqish tizimlarining ba'zilarida faqat to'r chiziqlari kesishadigan joylarda nuqtalar quriladi.

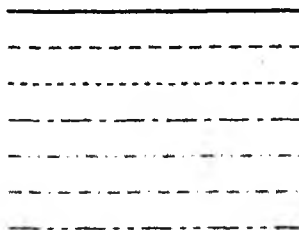
To'r chizig'i ustidan to'g'ri chiziq o'tkazish uchun, uning ikki oxirining holatini berish kerak. Ularning koordinatalarini klaviaturadan kiritish yoki kursorni kerakli joyga o'rnatib va knopkani bosib sichqon bilan ko'rsatish mumkin. Eslab ko'ring, sichqon lokator rejimida bo'lganida, kursor uning harakatini kuzatib boradi. Nuqtaning ikkinchi usulda ko'rsatilgan holati inson qo'li titrashi va sichqon mexanizmi noaniqligi tufayli yetarli darajada aniq bo'lmasligi mumkin. Bu muammoni hal qilish uchun kursor bog'lanishni to'r chiziqlarining eng yaqindagi kesishish nuqtasiga ulash mumkin. Sichqon knopkasi bosilganda kompyuter ushbu kesishish nuqtasining aniq koordinatalarini qabul qiladi. Koordinatalar berilishi aniqligini to'r ruxsati aniqlaydi, uni esa foydalanuvchi o'zi istaganicha o'rnatishi mumkin. Bu funktsiya *bog'lash* (*snapping*) deyiladi.

5.3. Chizmachilikning bazaviy funksiyalari

5.3.1. To'g'ri chiziq

Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlarida kesmalarni qurishning ko'p usullari mavjud. Ularning ichida eng ko'p tarqalgani – ikki oxirgi nuqtalar bo'yicha qurishdir. Nuqta holati har xil usulda berilishi mumkin. Oldingi bo'limda biz ikki metodni: koordinatalarni klaviaturadan kiritishni va sichqon knopkasini lokator rejimida bosishni taklif qildik. Bundan tashqari Siz ekranda mavjud bo'lgan nuqtalardan birini tanlab, kesmaning oxirgi nuqtasini ko'rsatishingiz mumkin.

Kesmani uning ikkala oxirlarini ochiq ko'rsatmasdan ham qurish mumkin. Usullardan biri – ko'rsatilgan nuqtadan mavjud egri chiziqqa urinma o'tkazishni tizimdan so'rashdir. Bu holda faqat bitta nuqta aniq ko'rsatiladi, ikkinchi nuqtani esa tizim mustaqil ravishda aniqlaydi. Chiziq atributlari sifatida uning turi va qalinligi ko'rsatilishi mumkin. Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlarining ko'pchiligi tomonidan quvvatlanadigan chiziqlarning turlari 5.4-rasmda ko'rsatilgan.



5.4-rasm. Chiziqlarning har xil turlari

5.3.2. Aylana va aylana yoyi

Aylanani berishning eng oddiy usuli – uning markazi va radiusi uzunligini ko'rsatishdir. Boshqa usul – aylananing o'zida uchta nuqta berishdir. Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlarining ko'pchiligi aylanani boshqa usullar bilan yaratish imkonini ham beradi. Masalan, tizim ikkita to'g'ri chiziqqa urinma bo'lgan aylanani chizishi mumkin. Istalgan holda Sizga mos obyektlarni tanlab olishga to'g'ri keladi.

Aylana yoyi – bu aylananing xususiy holatidir, u (oddiy aylanaga beriladigan parametrlardan tashqari) boshlanish va tugash nuqtalarini berish bilan aniqlanadi.

5.3.3. *Splayn*

Splaynlar ixtiyoriy egri chiziqlarni chizish uchun ishlatiladi, chizmachilikda bu amal lekalo yordamida qo'lda bajariladi. Foydalanuvchi egri chiziqda nuqtalarni ko'rsatadi, tizim esa ushbu nuqtalardan o'tadigan interpolyatsion egri chiziqni quradi. Hosil bo'lgan egri chiziq odatda uchinchi tartibli tenglama bilan taqdim etiladi. Ba'zan egri chiziqlar berilgan nuqtalar bo'yicha qurilishi mumkin, ular egri chiziqni aniqlaydi, lekin unda yotishi shart emas.

5.3.4. *O'chirish*

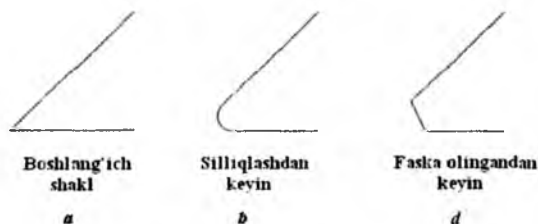
O'chirish funksiyasi chizmachilikda qog'ozda o'chiradigan rezinka kabi ishlaydi. Siz nuqta, kesma va egri chiziq kabi grafik elementlarni tanlaganingizda, ular ekrandan yo'qoladi.

5.3.5. *Silliqlash va faskalarni olish*

Silliqlash va yumaloqlash (filleting, rounding) – bu ikki kesishuvchi kesma orasida aylana yoyini qurishdir (5.5, *a*-rasm), bunda qurilgan yoy ikkala kesmaga urinma bo'ladi (5.5, *b*-rasm). *Silliqlash* botiq burchaklar uchun, *yumaloqlash* esa – qavariq burchaklar uchun ishlatiladi. *Faskalarni olish (chamfering)* – silliqlash kabi, lekin bunda yoy o'rniga to'g'ri chiziqli kesma quriladi (5.5, *d*-rasm).

Silliqlash va faskalarni olish quyidagi tartibda bajariladi.

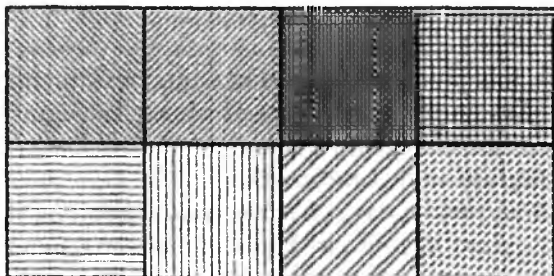
1. Silliqlash radiusi yoki faska o'lchami ko'rsatiladi.
2. Kesishuvchi ikki kesma tanlanadi. Silliqlash yoki faska kesishish nuqtasi yaqinida quriladi.
3. Silliqlash yoki faska qurilgandan keyin boshlang'ich kesmalarning kerakmas qismlari o'chiriladi. Ba'zi tizimlarda o'chirish avtomatik bajariladi, boshqalarida esa buni qo'lda qilishga to'g'ri keladi.



5.5-rasm. Silliqlash va faska olish

5.3.6. Shtrixlash

Shtrixlash deb berk ko'pburchakli qandaydir shablon bilan to'ldirishga aytiladi. Shtrixlash mashinasozlik chizmalarida kesimlarni belgilash va arxitektura chizmalarida turli materiallarni ajratish uchun ishlatiladi. Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlarining ko'pida taqdim etiladigan ba'zi eng tipik shablonlar 5.6-rasmda keltirilgan.



5.6-rasm. Shtrixlash namunalari

Shtrixlash berk ko'pburchakni ko'rsatishdan boshlanadi. Bu operatsiya har xil yo'sinda bajarilishi mumkin. Ba'zi tizimlarda ko'pburchakni tashkil qiluvchi hamma kesmalarni ko'rsatib chiqishga to'g'ri keladi. Boshqa tizimlarda kesmalardan birini ko'rsatish kifoya qiladi, qolganlarining hammasini tizim avtomatik topadi. Agar ko'pburchak ichida shtrixlanmaydigan uchastkalar bo'lsa, uning chegaralari ko'rsatilishi kerak. Shtrixlash – bu chizmachining unumdorligini oshiruvchi chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimining funksiyalaridan biridir.

5.4. Yordamchi funksiyalar

5.4.1. Kopyalash

Matn protsessorida «Kesib olinsin» va «O'rniga qo'yilsin» operatsiyalari qanday ishlasa, kopyalash funksiyasi ham shunday ishlaydi. Grafik elementlar majmui ajratilishi, buferda saqlanishi va o'sha yoki istalgan boshqa chizmaning istalgan joyiga kiritib o'rnatilishi mumkin. Grafik elementlarni tanlash ularni kerakli o'lchamdagi to'g'ri burchakli to'rtburchak bilan atrofini chizib chiqish yo'li bilan amalga oshiriladi. Ko'rib chiqish darchasi berilishida ekranda to'g'ri burchakli to'rtburchak qanday chizilsa, bu holda ham shunday chiziladi. To'rtburchak chegaralari

kesib o'tadigan grafik elementlar, foydalanuvchi istagiga ko'ra kopiya olinayotgan majmuiga kiritilishi yoki undan o'chirilishi mumkin. Tanlab olingan obyektlar qayerga o'rnatilishi kerak bo'lsa, kursor o'sha nuqtaga o'rnatiladi. Agar chizmada takrorlanadigan elementlar, masalan ko'pxonali uylarning arxitektura chizmalari kabi chizmalarda mavjud bo'lsa, kopyialash funksiyasi qulaylik yaratadi. Kopyialash detallar chizmalarini ishlab chiqishda ham foydalidir, chunki Siz butun qurilma chizmasining bir qismini kopyialashingiz va bundan keyin hosil bo'lgan chizmani aniqlashtirishingiz mumkin.

Aks tasvir kopyialashning xususiy holati bo'ladi, u o'q simmetriyasiga ega bo'lgan shakllarni qurish imkoniyatini yaratadi. Bir yoki bir nechta simmetriya o'qlariga ega bo'lgan obyektlarni qurishda bu funksiya foyda beradi. Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlarining ko'pi takrorlanadigan obyektlarni tartib bilan joylashtiradigan qo'shimcha funksiyalarni taqdim etadi. Masalan, ba'zi tizimlar aylana bo'yicha ma'lum qadamda joylashgan boltlarning bir nechta kallaklarini chizishi mumkin, buning uchun Siz dastlab ulardan birini chizishingiz va kerakli parametrlarni berishingiz kerak.

5.4.2. Darcha

Murakkab chizma bilan ishlaganda ba'zan uning bir qismini kattalashtirish zarurati tug'ilishi mumkin. Ko'pincha zarur bo'lgan grafik elementni, agar u qo'shnilariga qo'shib ketgan bo'lsa, ajratib olish qiyin bo'ladi. Bu muammoni, chizmaning Sizni qiziqtirayotgan elementi joylashgan qismini kattalashtirib yechish mumkin. O'sha o'lchamdagi ko'rib chiqish darchasiga aks ettiriluvchi kichik darchadan foydalanish, grafik elementlar raqamli parametrlarini o'zgartirmasdan, kattalashtirish effektini beradi. Kopyialanuvchi jabha qanday aniqlansa (oldingi bo'limga qarang), darcha ham shunday – uning diagonalining ikkita oxirgi nuqtalarini berish bilan aniqlanadi.

5.4.3. Simvollar

Tez-tez foydalanib turiluvchi shakl (figura)lar simvollar ko'rinishida saqlanishi va xotiradan istalgan onda, chizmaning kerakli joyiga qo'shib qo'yilishi uchun, chaqirib olinishi mumkin. Masalan, boltlar va gaykalar kabi standart komponentlarning shakllari hamda sirt g'adir-budurliklari va qo'yimlar simvollar ko'rinishida saqlansa va kerak bo'lgan istalgan onda chaqirib olinib, chizmaga qo'yilsa, mashinasozlik chizmalarini yaratish ancha osonlashadi. Simvollar bilan ishlash funksiyalari kopyialash funksiyalari kabi ishlaydi va taxminan o'sha tarzda realizatsiya qilinadi.

Elektr sxemalarida hamda arxitektura va mashinasozlik chizmalarida tez-tez foydalaniladigan tipik simvollar 5.7-rasmda keltirilgan.

kontaktor funksiyasi	uzgich funksiyasi	avtomatik ishga tushish	o'z-o'zidan qaytishi	ajratkich funksiyasi

a)

fundament bloki	devor bloki	qoplama to'shamasi	ayvon plitisi	zina

b)

tekislik	silindrsimonlik	perpendikulyarlik	simmetriklilik	o'qlarning kesishishi

c)

5.7-rasm. Chizmalarda foydalaniladigan tipik simvollar
a – elektr sxemalarida; b – arxitektura chizmalarida; c – mashinasozlik chizmalarida

5.4.4. Makrodasturlash

Makrodasturlash – bu grafik komandalar majmuini bir nom ostida birlashtirishdir. Agar grafik komandalar *makrodastur* (*macro program*) deb nomlanuvchi dasturga birlashtirilsa, ularga oddiy kompyuter tillaridan ba'zi shartli va arifmetik operatorlar qo'shilishi mumkin. Grafik komandalarning kiruvchi parametrlari o'zgaruvchilar sifatida aniqlanishi mumkin, bu mikrodasturga turli qiymatlar berish va har xil chizmalar olish imkonini beradi. Bunday makrodastur *parametrik dastur* (*parametric program*) deyiladi, chunki u quradigan chizma mos parametrlarga berilgan qiymatlarga bog'liq bo'ladi. Vintlar chizmalarini qurish avtomatik dasturi parametrik dasturga yaxshi misol bo'ladi. Foydalanuvchi yuklanish xarakteristikalarini kiritadi, dastur bu xarakteristikalar bo'yicha vintlar

o'lchamlarini hisoblaydi, so'ngra hisoblab topilgan o'lchamlarni hisobga olgan holda ularning chizmalarini quradi. Vintlar o'lchamlarini hisoblash imkoniyatini beruvchi arifmetik operatorlar hamda vint chizmasini quruvchi grafik komandalar bunday parametrik dasturlarga kiradi. Makrodasturlash funksiyasining ahamiyati juda katta, chunki u chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish kommersiya tizimlarini muayyan ilovalarga moslashtirish imkonini beradi.

5.4.5. O'lchashlar

O'lchash funksiyasi tayyor yoki qurilayotgan chizma bo'yicha hisoblarni bajarish imkonini beradi. tizim istalgan jabha yuzasini, ikki kesma orasidagi burchakni, grafik elementlar orasidagi minimal masofani va boshqa parametrlarni aniqlash imkonini beradi. Agar chizmani chizish va loyihalash baravariga chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimida bajarilayotgan bo'lsa, bu funksiya juda foydali bo'lishi mumkin. Masalan, loyihalovchi olingan konstruksiya issiqlik uzatish yuzasi talablariga yoki xizmat ko'rsatish uchun minimal joy talablariga muvofiqligini tekshirishi mumkin.

5.5. Chizmalar fayllarining mosligi

Ilgari bu chizma faylini ma'lumotlar bazasida saqlash va u yerdan fayllarni boshqa bo'lim xodimlari ola bilishi imkoniyati chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimining afzalligi ekanligini bayon qilgan edik. Agar hamma xodimlar chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqishning bitta tizimida ishlashayotgan bo'lishsa va boshqa xodimlar tomonidan qilingan fayllarni o'qishda qiynalishmasa, bu afzallikdan amalda osonlik bilan foydalanish mumkin. Lekin bir kompaniyaning har xil bo'limlari bir-birlarining fayllarini o'qish qobiliyatiga ega bo'lmagan turli tizimlarda ishlashsa, bu afzallik yo'qotiladi. Agar gap turli ishlab chiqaruvchilarning tizimlari haqida ketsa, muammo yanada murakkablashadi. Bu holda o'zaro muloqotning yagona real metodi – bu chizmalarni qog'ozda chizish bo'lib qoladi.

Bu muammoni hal qilish uchun chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlarini ishlab chiqaruvchilarning hammasidan fayllarni standartlashtirilgan formatda saqlashni talab qilishdir. Hozirgi paytda eng keng tarqalgan standartlashtirilgan format – bu *Amerika Milliy standartlar instituti (American National Standards Institute – ANSI)* qabul qilingan format – *Initial Graphics Exchange Specification (IGES)*dir. Amalda chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqishning hamma kommersiya tizimlari IGES ni quvvatlaydi. Demak, bir tizimda yaratilgan fayllar

boshqa tizimga o'tkazilishi mumkin. Lekin ba'zi simvollar uchun korrektli o'tkazish muammosi ham yechilmagan. IGES dan tashqari DXF formati – AutoCAD chizmalarining formati mavjud, u AutoCAD ommabopligi hisobiga «amaldagi» standart bo'lib bormoqda.

Qisqacha xulosa:

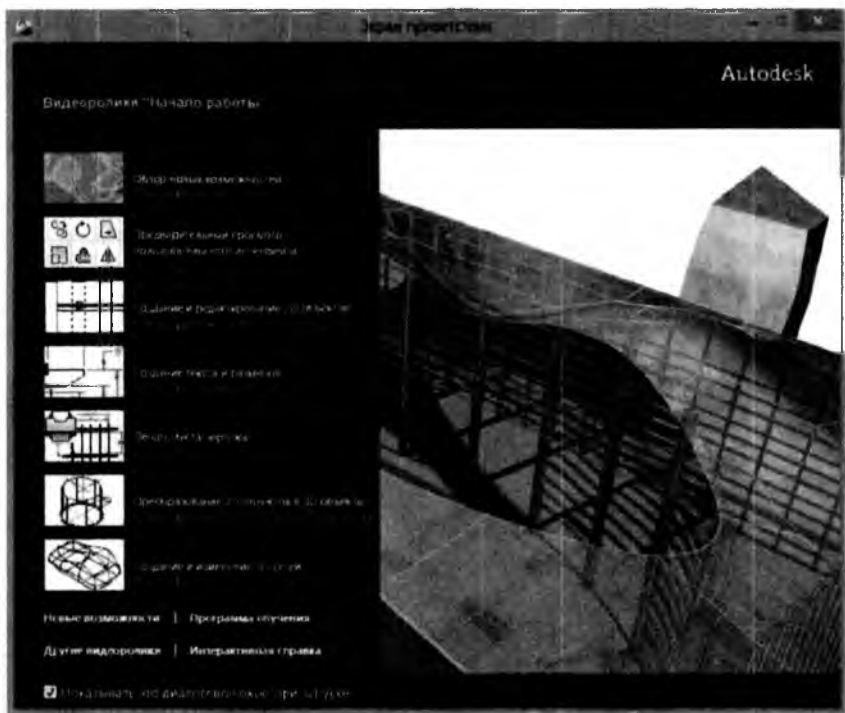
Loyihalash jarayonining natijasi bo'lgan chizmalarni yaratish yuqori malaka, normativ hujjatlarni bilish kompetensiyasi, uzoq vaqt davomida ko'pchilik mutaxassislarning vaqtini oladi. Bu jarayonni avtomatlashtirilgan tarzda maxsus amaliy dasturlar (AutoCAD, Kompas va b.) yordamida bajarish qisqa muddatda aniq chizilgan loyihalarni olish imkonini beradi.

Nazorat va muhokama savollari

1. Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimi deb nimaga aytiladi?
2. Chizmaning asosiy parametrlarini bayon qiling.
3. O'lchash birliklariga nimalar kiradi?
4. Chizma o'lchamlarini tanlashda qaysi omillar hisobga olinadi?
5. Birliklarning metrik tizimini aytib bering.
6. Qatlamlarni tushuntirib bering.
7. To'r va bog'lash qanday bajariladi?
8. Chizmachilikning bazaviy funksiyalariga nimalar kiradi?
9. Yordamchi funksiyalarga qaysi funksiyalar kiradi?
10. Chizmalar fayllarining mosligini tushuntirib bering.

6 – BOB. AutoCAD (КОМПАС) REDAKTORINI ISHGA TUSHIRISH

Grafik tizim AutoCAD Windows operatsion tizimda ishga tushiriladi. Yuklangandan keyin ekranda 6.1-rasmda tasvirlangan ishchi makonni tanlash dialog darchasi paydo bo'ladi.



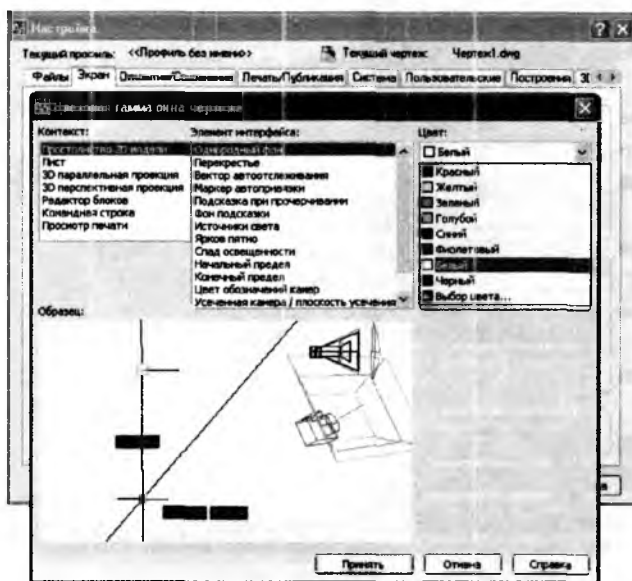
6.1-rasm. Ishchi makonni tanlash darchasi

Unda *AutoCAD Классик стиль (Klassik stil)* yoki *3D моделирование (3D modellash)* interfeyslarni tanlash mumkin. Dastlab *AutoCAD Классик стиль (Klassik stil)* punktini tanlaymiz, chunki biz ikki o'lchamli makonni o'zlashtirishdan boshlaymiz.

So'ngra darcha paydo bo'ladi, uning yordamida dasturning yangi funksiyalari bilan tanishish mumkin. Unda *Да (Ha)*, *Позже (Keyin)* yoki *Больше не показывать это окно (Bu darcha boshqa ko'rsatilmasin)* ulab-uzgichlaridan birini tanlang va OK knopkasini shiqillating.

Keyin *Начало работы (Ish boshlanishi)* dialog darchasi paydo bo'ladi. Bu dialog darchasining paydo bo'lishi yoki bo'lmashligi *Сервис => Настройка (Servis => O'rnatish)* komandasi bilan boshqariladi, *Startup* ro'yxatidagi *Общие параметры (Umumiy parametrlar)* bo'limning *Система (Tizim)* ilovasida *Показывать диалоговое окно начало работы (Ish boshlanishi dialog darchasini ko'rsatish)*ni tanlaymiz.

Yana shuni qayd qilish kerakki, indamaslik (по умолчанию) bo'yicha ishchi zona qora rangga ega bo'ladi. Qulay bo'lishligi uchun ishchi zonaning rangini qoradan oqqa (yoki sizga yoqqan boshqa rangga) almashtirish tavsiya etiladi.



6.2-rasm. Ishchi zona rangini tanlash darchasi

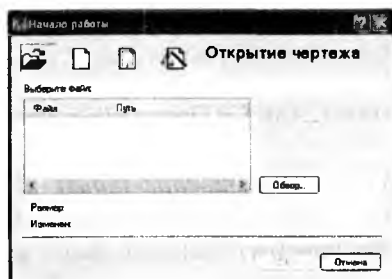
Экран ilovasidagi *Сервис => O'rnatish* komandasini tanlang va *Света (Ranglar)* knopkasida shiqillating. Keyin *Окно светов чертежа (Chizma ranglari)* darchasi ochiladi – 6.2-rasm. Ushbu dialog darchasida ekranning har bir elementi uchun rang o'rnatish mumkin.

Indamaslik bo'yicha ikki o'lchamli ishchi zonaning rangi ro'yxatda birinchi bo'lib topiladi, shuning uchun *Рang* maydonida *Белый (Oq)*

qatorni tanlang. *Применить и закрыть* (Qo'llang va berkiting) knopkasida shiqillatib dialog darchasini yoping.

Ish boshlanishi dialog darchasi 6.3-rasmda ko'rsatilgan.

Ish boshlanishi dialog darchasi yordamida mavjud chizmani ochish yoki yangisini yaratish mumkin. Birinchi holda *Открыть чертеж* (Chizmani ochish) knopkasida, ikkinchi holda esa – *Начать с нуля* (Noldan boshlansin), *По шаблону* (Shablon bo'yicha), *Использовать мастера* (Ustadan foydalanish) knopkasida shiqillatiladi. Bu dialog darchasi keyinchalik *Файл => Новый* (Fayl => Yangi) komandasi bajarilishida ham paydo bo'ladi.



6.3-rasm. Startup (*Ish boshlanishi*) dialog darchasi

Начать с нуля (Noldan boshlash) rejimi va metrlik tizimlar birligi tanlangandan so'ng AutoCAD qo'shimcha ko'rsatmalarsiz yangi chizma uchun ishchi ekranni ochamiz. Chizishni boshlashdan oldin AutoCAD redaktorining ishchi darchasi (grafik interfeysi) bilan tanishamiz.

6.1. Foydalanuvchining ishchi stoli

6.4-rasmda AutoCADning ishga tushirilgan ishchi darchasi ko'rsatilgan. Bunda sarlavha qatorida (ekranning chap yuqori burchagida) bo'lajak chizmaga avtomatik tarzda berilgan fayl nomi – **Drawing 1** paydo bo'ladi.

Ekranda to'rtta funksional zonani ajratish mumkin:

- *Ishchi grafik zona* – bu ekranning o'rtasida joylashgan asosiy jabha, u yerda chizma bajariladi. Zonaning chap pastdagi burchagida foydalanuvchi koordinatalar tizimining piktogrammasi joylashadi. Strelkalar yo'nalishi o'qlarning musbat yo'nalishiga mos keladi.



6.4-rasm. AutoCADning ishchi darchasi

- *Tizimiy menyu va instrumentlar paneli.* Eng yuqorida sarlavha qatori, uning ostida esa – AutoCAD tizimiy menyusining qatori joylashadi. Pastroqda instrumentlar panellari egallagan ikkita qator joylashadi. Ishchi zonadan chap tarafda instrumentlarning «suzuvchi» panellari **Рисование** (Chizish), **Редактирование** (Tahrir qilish), o'ngda esa – **Размеры** (O'lchamlar) joylashadi. Ularni ekranning istalgan joyiga siljitish mumkin. AutoCADda yana boshqa ko'p instrumentlar panellari bor, ular zarurat bo'yicha chaqiriladi.

- *Komanda qatori.* Ishchi grafik zona ostida komanda qatori joylashadi. AutoCADning istalgan komandasini, uning nomini komanda qatorida terib, ishga tushirish mumkin. Agar komanda instrumentlar paneli piktogrammasi yoki menyu punkti vositasida ishga tushirilgan bo'lsa, komanda qatorida tizimning mos komandasiga reaksiyasi aks ettiriladi. Bundan tashqari klaviaturadan kiritiladigan hamma narsa o'sha zahoti komanda qatorida aks ettiriladi. Agar bilmasdan boshqa komanda chaqirilgan va joriy komandani bekor qilish zarur bo'lsa, klaviaturadagi **Esc** klaviaturasini bosish mumkin.

- *Holat qatori.* Holat qatorida xoch (sichqon ko'rsatkichi)ning joriy koordinatalari aks ettiriladi.

6.1.1. Kiritishning dinamik rejimi

AutoCADda ma'lumotlarni dinamik kiritish rejimi mavjud. Holatlar qatorida **DIN** knopkasi bosilganda dinamik kiritish **Динамический ввод** (Dinamik kiritish) rejimi ulanadi (6.5-rasm).



Dinamik kiritish rejimining ikki turi mavjud: **Задание точки ее координатами** (Nuqtani uning koordinatalari orqali berish) va **Задание точки ее расстоянием и углом** (Nuqtani masofa va burchak orqali berish). Bu rejimlar **Instrumentlar** => **Bog'lash parametrlari** dialog darchasi yordamida o'rnatiladi.

Tizimdan chiqish uchun quyidagi amallarning biridan foydalanish mumkin:

- Agar informatsiya chizmada saqlanmagan bo'lsa, AutoCAD uni saqlashni taklif qiladi. Да (Ha) javobini berish bu taklifni qabul qilish, Нет (Yo'q) javobini berish oxirgi o'zgarishlarni saqlamasdan tizimdan chiqish yoki chiqishdan voz kechib, Отмена (Bekor qilish) knopkasini bosib chizmaga qaytish mumkin.

AutoCAD komandalarini chaqirish menyu yoki instrumentlar panellaridagi piktogrammalar yordamida amalga oshiriladi. AutoCAD dasturida tizimiy menyu qatori quyidagi chiqib keluvchi menyulardan tarkib topadi:

- 103

mo'ljallangan;

- **Правка (Tuzatish)** – ishchi zonada chizma kesilarini tahrir qilish (tuzatish) menyusi;

- **Вид (Tur)** – ekranni boshqarish, varaq va model makonlari rejimlarini uzib-ulash, uch o'lchamli modellar uchun ko'rish nuqtasini o'rnatish, tonirovka qilish, display parametrlarini boshqarish menyusi;

- **Вставить (Kiritib o'rnatish)** – boshqa ilovalardan bloklar va obyektlarni kiritib o'rnatish komandasi menyusi;

- **Инструменты (Instrumentlar)** – tizimni boshqarish vositalari, chizma parametrlarini bog'lanishlar va foydalanuvchi koordinatalar tizimini o'rnatish menyusi;

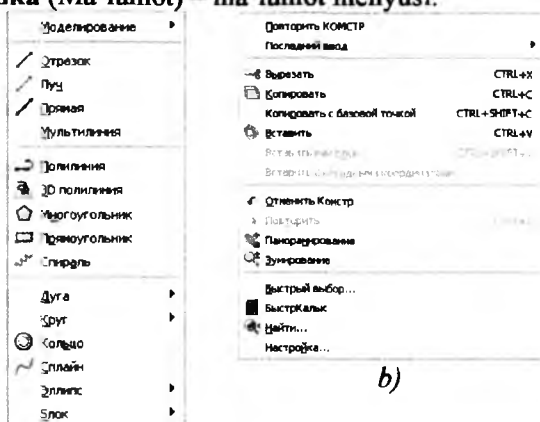
- **Черчение (Chizmachilik)** – grafik primitivlar va uch o'lchamli modellarni qurish menyusi;

- **Размер (O'lcham)** – o'lchamlarni berish komandasi menyusi;

- **Редактирование (Tahrir qilish)** – grafik obyektlarni tahrir qilish menyusi;

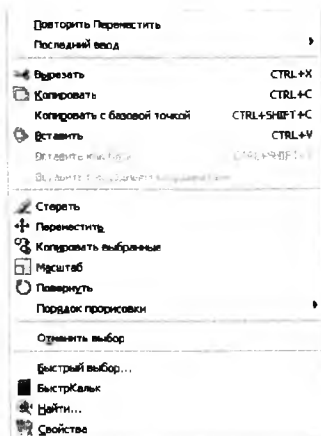
- **Окно (Darcha)** – ochilgan chizma(fayl)larni boshqarish va sortirovka qilish menyusi;

- **Справка (Ma'lumot)** – ma'lumot menyusi.



b)

a)



v)

6.6-rasm. Черчение (Chizmachilik) va kontekst menyusi

6.6, a-rasmda misol tariqasida **Черчение (Chizmachilik)** chiqib keluvchi menyusining bir qismi ko'rsatilgan. Uni ekranda ko'rish uchun, kursor bilan tizimiy menyudagi **Черчение (Chizmachilik)** so'zini kursor bilan ko'rsatish va sichqonni shiqillatish lozim. Agar o'ng tomonda qora uchburchak turgan bo'lsa, ekranga nimmenyuni ham chiqarish mumkin.

6.2.1. Kontekstli menyu

Kontekstli menyu joriy komanda uchun opsiylar ro'yxatiga tez kirishni ta'minlaydi. Kontekstli menyu sichqon o'ng knopkasi bosilgandan keyin ochiladi. 6.6, b-rasmda indamaslik bo'yicha kontekstli menyu keltirilgan, u sichqon o'ng knopkasi chizma jabhasida bosilgandan keyin ochiladi.

Tahrir qilish rejimining kontekstli menyusi qandaydir obyekt (masalan, qurilgan kesma) tanlangandan keyin va sichqonning o'ng knopkasi bosilgandan so'ng ochiladi (6.6, v-rasm).

6.2.2. Instrumentlar panellari

Instrumentlar panellari tanlangan piktogrammada sichqonni oddiy shiqillatish bilan AutoCAD komandalarini bajarish imkonini beradi. Instrumentlar panellari suzib yuruvchi yoki muayyan bir joyga o'rnatilgan bo'lishi mumkin. AutoCADda 40 yaqin instrumentlar panellari mavjud.

Qisqacha xulosa:

Chizmalarni yaratishdan oldin bizning standartlarimizga mos

keladigan amaliy dasturlar, masalan AutoCAD (Komnac) dasturini to'g'ri ishga tushurish va uning darchalaridan o'z o'rnida samarali foydalanish loyihalash jarayoni sifatini belgilab beradi.

Nazorat va muhokama savollari

1. AutoCAD (Komnac) redaktorini ishga tushirish qaysi usullarda amalga oshiriladi?
2. Foydalanuvchining ishchi stolini izohlang.
3. Ishchi grafik zona deganda nima tushuniladi?
4. Tizimiy menyu va instrumentlar panelini aytib bering.
5. Komanda qatorini tushuntiring.
6. Holat qatori nima?
7. Kiritishning dinamik rejimini bayon qiling.
8. Tizimdan chiqish qanday amalga oshiriladi?
9. Menyu va instrumentlar panellarini aytib bering.
10. Kontekstli menyu nimani bildiradi?

7 – BOB. UCH O'LCHAMLI MODELLASH

CAD-tizimlarida uch o'lchamli obyektlarni yaratish uchun modellashning asosan uch: karkasli, sirtli va qattiq jisimli modellash usullaridan foydalaniladi; ularning har biri real obyektlarni reallikning har xil darajasida yaratish imkonini beradi:

• *Karkasli modellash.* Ushbu modelda obyektning faqat qovurg'alari taqdim etiladi, uning qirralari aniqlanmaydi, shuning uchun model shaffof bo'ladi. Karkasli modelda hajm tushunchasi bo'lmaydi.

• *Sirtli modellash.* Bu modelda obyektning qovurg'a va qirralari aniqlanadi, u karkasli modelga nisbatan aniqroq bayonni ta'minlaydi. Model shaffof emas, oldindagi qirralar ortdagi qirralarni berkitib turadi. Sirtli model hajmga ega, lekin massani hisobga olmaydi, chunki model devorlari qalinligi hisobga olinmaydi.

• *Qattiq jisimli modellash.* Bu model obyektning haqiqatga yaqin bayon qilish imkonini beradi. U obyektning tashqi qirralari va qovurg'alari haqida batafsil informatsiyani beradi hamda uning ichki strukturasi bayon qiladi. Qattiq jisimli model hajm va massaga ega va material xarakteristikasini hisobga oladi.

Uch o'lchamli modellash quyidagi imkoniyatlarni ta'minlaydi:

- modelni fazoning istalgan nuqtasidan ko'rib chiqish;
- model kesimini bajarish;
- modelning ikki o'lchamli chizmalarini avtomatik tarzda bajarish;
- modelning real aksini olish;
- material xarakteristikalarini va tashqi yoritishni qo'shish.

AutoCADda uch o'lchamli fazoda ishlash uchun komandalar mavjud, ular yordamida uch o'lchamli obyektlarni modellash, materialni bayon qilish va yoritishni o'rnatish mumkin. AutoCADda uch o'lchamli modellash uchun qulay maxsus interfeys mavjud.

7.1. Uch o'lchamli fazo

Dastur dastlab ishga tushirilgandan keyin (7.1-rasmga qarang) dialog darchasida **3D моделирование** (3D modellash) interfeysini tanlash mumkin. Lekin keyingi ishga tushirishlarda bu rejimga o'tish uchun **Сервис => Рабочее пространство => 3D моделирование** (Servis => Ishchi maydon => 3D modellash) komandasidan foydalanish yoki **Рабочее пространство** (Ishchi maydon) panelida oqib tushadigan menyuning tizimiy qatori ostida mos rejimni tanlagandan keyin o'tish mumkin (7.1-rasm).



7.1-rasm. 3D modellash ishchi maydonining darchasi

3D моделирование (3D modellash) rejimida dasturning ishchi darchasi o'zgaradi. AutoCADda **Инструментальная панель** (Instrumental panel) paneli paydo bo'ldi, u quyidagi boshqaruv panellaridan tarkib topgan (7.1-rasm, darchaning o'ng qismi):

• **2D построения** (2D qurishlar), indamasdan kelishganlik bo'yicha u berkitilgan;

- **3D построения** (3D qurishlar);
- **3D навигация** (3D navigatsiya);
- **Стили визуализации** (Vizuallash stillari);
- **Освещение** (Yoritish);
- **Материалы** (Materiallar);
- **Тонирование** (Tonirovka qilish).

Bu panellarning har biri qisman aks ettiriladi, ularni pastga yoyish uchun davom ettirish znachogi – ikkilangan galochkani bosish zarur. Uch o'lchamli sahnani ko'rib chiqish paytida ishchi maydonni vaqtinchalik kattalashtirish uchun **Вид => Очистить экран** (Ko'rinish => Ekran tozalansin) komandasidan foydalanish mumkin. Ko'rib chiqish uchun mo'ljallangan uch o'lchamli obyektlarni aks ettirish rejimlarini ko'rib chiqamiz.

7.2. Aks ettirish va ko'rib chiqish rejimlari

Sirtli va qattiq jisimli modellar tashqi ko'rinishini o'zgartirish uchun Вид => Визуальные стили (Ko'rinish => Vizual stillar) komandasidan yoki Визуальные стили (Vizual stillar) panelidan – 7.2-rasm hamda yuqorida bayon qilingan Инструментальная панель (Instrumental panel) panelidagi shu nomdagi paneldan foydalaniladi. Aks ettirish va ko'rib chiqish rejimlarini tekshirish uchun c:\Program Files\AutoCAD\Help\buildyourworld tizimiy papkadagi istalgan obyekt ochildi.

Визуальные стили (Vizual stillar) opsiyalari uch o'lchamli obyektlarni ko'rib chiqishning quyidagi rejimlarini tanlash imkonini beradi:

- **2D karkas** – faqat sirtlar chegaralarini aniqlovchi kesmalar va egri chiziqlar aks ettiriladi, qovurg'alar ko'rsatiladi;
- **3D karkas** – uch o'lchamli modellar karkasli ko'rinishda aks ettiriladi;
- **3D скрытие** (3D yashirin) – modelning ko'rinmaydigan qovurg'alari yashiriladi;
- **Реалистичный** (Real) – sirt obyekt rangi yoki material turi bo'yicha bo'yaladi (8.1-rasm);
- **Концептуальный** (Konseptual) – sirt obyektning yarimshaffof rangi bilan bo'yaladi.



7.2-rasm. Визуальные стили (Vizual stillar) instrumentlar paneli va boshqaruv paneli

7.3. Karkasli va sirtli modellash

AutoCADda sirtlarni qurish uchun komandalar Черчение => Моделирование сетки (Chizmachilik => To'rtinchi modellash) menyusida joylashgan, ular 7.4-rasmda taqdim etilgan. Bu menyu yordamida sirtlarning quyidagi turlarini qurish mumkin:

- **Плоская поверхность** (Tekis sirt) – burchak cho'qqilari berilgan tekis sirt;
- **Трехмерная грань** (Uch o'lchovli qirra) – uchta yoki to'rtta to'g'ri chiziqli qovurg'alari bilan berilgan sirt;
- **Кромки** (Qirralar) – **Трехмерная грань** (Uch o'lchovli qirra) turidagi obyektlar qovurg'alarining ko'rinuvchanligini boshqaradi;
- **3D сетка** (3D to'r) – cho'qqilari bilan berilgan ko'pburchakli to'r;
- **Сетка вращения** (Aylanish to'ri) – ixtiyoriy ikki o'lchamli konturning o'z o'qi atroida aylanishi natijasida olingan to'r;
- **Сетка сдвига** (Siljish to'ri) – ixtiyoriy ikki o'lchamli konturning berilgan vektor yo'nalishida sitib chiqarish natijasida olingan to'r;
- **Сетка соединения** (Birlashtirish to'ri) – ikki to'g'ri chiziq yoki egri chiziqli qovurg'alar orasida interpolyatsiya yo'li bilan qurilgan to'r;
- **Сетка по кромкам** (Qirralar bo'yicha to'r) – to'rt qovurg'a orasida interpolyatsiya yo'li bilan qurilgan to'r (Kuns sirti).



7.4-rasm. Sirtlarni qurish uchun komandalar

7.4. Qattiq jisimli modellash

AutoCADda qattiq jisimli modellarni yaratish uchun mo'ljallangan komandalar **Черчение => Моделирование** (Chizmachilik => Modellash) menyusida, ularni tahrir qilish uchun komandalar esa – **Редактирование => Редактирование тел** (Tahrir qilish => Jismlarni tahrir qilish) menyusida joylashadi. Bunda **Инструментальная панель** (Instrumentlar paneli) panelining **3D построения** (3D qurishlar) boshqaruv panelidan ham foydalanish mumkin, ular 7.5-rasmda taqdim etilgan.

Qattiq jisimli modellarni yaratish uchun mo'ljallangan algoritmlar quyidagilarga asoslangan:

- primitivlar va ikki o'lchamli shakllar asosida uch o'lchamli obyektlarni yaratish, so'ngra ularni uch o'lchamli modellarga aylantirish;
- jismlarni tahrir qilish komandalari yordamida uch o'lchamli modellarni o'zgartirish.



7.5-rasm. Qattiq jisimli modellar bilan ishlash uchun komandalar va panellar

Qisqacha xulosa:

Ikki o'lchamli chizmalardan foydalanib detallarning 3D modelini virtual muhitda qurish, ularni tasavvur qilishga va mustahkamlikka

hisoblash uchun poydevor yaratadi. Hosil bo'lgan 3D modellarni yig'ish orqali mashina va mexanizmlarning uch o'lchamli ko'rinishini hosil qilish natijasida loyihaning haqiqiy ko'rinishini olish mumkin.

Nazorat va muhokama savollari

1. Uch o'lchamli modellashni bayon qiling.
2. Karkasli modellash qanday amalga oshiriladi?
3. Sirtli modellash qanday amalga oshiriladi?
4. Qattiq jismli modellash qanday amalga oshiriladi?
5. Uch o'lchamli modellash imkoniyatlarni aytib bering.
6. Uch o'lchamli fazo deganda nimani tushunasiz?
7. Aks ettirish rejimini tushuntiring.
8. Ko'rib chiqish rejimini tushuntiring.
9. Ko'rib chiqish uchun qanday instrumentlar panellari mavjud?
10. Vizual stillar uchun qanday instrumentlar panellari mavjud?

8 – BOB. AVTOMATLASHTIRILGAN HISOBLASH (MathCAD)

8.1. MathCAD haqida umumiy ma'lumot. MathCAD bilan tanishuv

MathCAD matematik redaktor bo'lib, u elementar matematikadan boshlab, to murakkab sonli-raqamli metodlarga bo'lgan turli ilmiy va muhandislik hisoblarni bajarish imkonini beradi. Dasturiy ta'minot tasnifi nuqtayi-nazaridan *MathCAD* paketi – bu PSE-ilovalar sinfining namunaviy vakilidir. *MathCAD*dan foydalanuvchilar – talabalar, olimlar, muhandislar, har xil sohalaridagi texnikaviy mutaxassislar va matematik hisoblarni bajaruvchilardir. Qo'llash osonligi, matematik amallarning ko'rgazmaliligi hamda natijalarni tadqiq etishning ajoyib apparati (har xil turdagi grafiklar, chop qilinadigan hujjatlarni tayyorlovchi keng imkoniyatli vositalar va Web-sahifalar) tufayli *MathCAD* eng keng tarqalgan matematik ilova bo'lib qoldi.

8.1.1. *MathCAD* vazifasi

MathCAD tarkibiga bir nechta o'zaro integrallashgan komponent (tashkil etuvchi)lar kiradi:

- *baquvvat matn redaktori*; ham matn, ham matematik ifodalarni kiritish, tahrirlash va formallashtirish imkonini beradi;
- *hisoblovchi protsessor*; sonli-raqamli metodlardan foydalanib kiritilgan formulalar bo'yicha hisoblarni bajarishni biladi;
- *simvulli protsessor*; analitik hisoblarni bajarish imkonini beradi va amalda sun'iy intellekt tizimi vazifasini bajaradi;
- interaktiv elektron kitob sifatida shakllantirilgan, matematik va muhandis ma'lumotnoma informatsiyasining saqlanadigan katta joyi (ombori)dir.

Boshqa zamonaviy matematik ilovalardan farqli ravishda *MathCAD*ning o'ziga xos xususiyati shundaki, u – WYSIWYG ("What You See Is What You Get" – "Nimani ko'rayotgan bo'lsangiz, shuni olasiz"). Shu sababli undan foydalanish juda oson, xususan, dastlab u yoki bu matematik hisoblarni amalga oshiruvchi dasturlarni yozish, so'ngra esa bu dasturni bajarish uchun buyruq berishning hojati yo'q. Buning o'rniqa o'rnatilgan formulalar redaktori yordamida matematik ifodalarni umumqabul qilinganga maksimal yaqinlashtirilgan ko'rinishda oddiy kiritishning o'zi kifoya, shu zahoti natija olinadi. Bundan tashqari printerda hujjatning chop qilingan nusxasini tayyorlash yoki *MathCAD* bilan ishlaganda kompyuter ekranida hujjat qanday ko'rinishda bo'lsa, Internetda aynan o'sha ko'rinishdagi sahifa yaratish yoki hujjatni *MathCAD*ning elektron kitobi strukturasiiga kiritish mumkin.

Real hayotdagi muammolarga qarab, *matematiklarga* quyidagi *masalalarning birini yoki bir nechtasini yechishga to'g'ri keladi*:

- kompyuterga turli matematik ifodalarni kiritish (keyinchalik

bajariladigan hisoblar yoki hujjatlarni yaratish, prezentatsiyalar, Web-sahifalar yoki elektron kitoblarni yaratish uchun);

- matematik (ham analitik va ham sonli-raqamli metodlar yordamida) hisoblarni bajarish;

- hisob natijalarini va bu natijalar bo'yicha bilan grafiklarni tayyorlash;

- boshlang'ich ma'lumotlarni kiritish va natijalarni matnli fayllarda yoki ma'lumotlar bazasili fayllarni boshqa formatlarda chiqarish;

- ish hisobotlarini chop etilgan hujjatlar ko'rinishida tayyorlash;

- Web-sahifalarni tayyorlash va natijalarni Internetda nashr qilish;

- matematika sohasidagi turli informatsiyalarni ma'lumot uchun olish.

MathCADning qo'shimcha imkoniyatlari:

- matematik ifodalar va matnlar MathCAD formula redaktori yordamida kiritiladi, uning imkoniyatlari va undan foydalanish osonligi Microsoft Wordda o'rnatilgan formulalar redaktoridan kam emas;

- matematik hisoblar, kiritilgan formulalarga binoan, o'sha zahoti bajariladi;

- formatlanish imkoniyatlari boy bo'lgan har xil turdagi grafiklar (foydalanuvchining tanlovi bo'yicha) bevosita hujjatlarga kiritiladi;

- ma'lumotlarni turli formatlardagi fayllarga kiritish va ulardan chiqarish mumkin;

- hujjatlar kompyuter ekranida qanday ko'rinishda bo'lsa, o'sha ko'rinishda bevosita MathCADda chop qilinishi yoki keyinchalik ancha quvvatliroq matn redaktorlari (masalan, Microsoft Word)da tahrirlash uchun RTF formatda saqlanishi mumkin;

- MathCAD hujjatlari RTF-hujjatlar formatida, hamda HTML va (12-versiyadan boshlab) XML Web-sahifalarida to'liq saqlanishi mumkin.

12-versiyadan boshlab MathCAD matn XML-razmetkasining ko'rinishlaridan biri bo'lgan XMSO formatga ega. XML formati, birinchidan, bir qator ilovalar va har xil turdagi ma'lumotlar uchun umumfoydalaniladigan bo'lib bormoqda. Ikkinchidan, MathCAD-hujjatlari bilan boshqa ilovalarni ko'rib chiqish va ular bilan manipulyatsiya qilish imkonini beradi. Bundagi *qo'shimcha imkoniyatlar:*

- Siz ishlayotgan hujjatlarni elektron kitobga birlashtiruvchi opsiya mavjud, u matematik informatsiyani qulay ko'rinishda saqlash imkonini beradi hamda hisoblarni bajarish qobiliyatiga ega bo'lgan to'laqonli MathCAD-dasturidir;

- simvolli hisoblar analitik o'zgartirishlarni amalga oshirish hamda turli matematik informatsiyalarni ma'lumot uchun bir onda olish imkonini beradi;

- elektron kitoblar ko'rinishida shakllantirilgan ma'lumotnoma tizimi (MathCAD Resurslari) zarur bo'lgan matematik informatsiyani yoki

u yoki bu hisoblar misollarini tez topishda yordam beradi.

8.1.2. Foydalanuvchi interfeys

MathCAD kompyuterga o'rnatilgandan va ishga tushirilgandan keyin ilovaning asosiy darchasi ekranda paydo bo'ladi (8.1-rasm). Uning *strukturalasi Windows ilovalarining ko'pchiligi bilan bir xil*. Darcha sarlavhasi, menyu qatori, instrumentlar paneli (standart va formatlashtirilgan) va hujjatning ishchi varag'i yoinki ishchi jabhasi (worksheet) yuqoridan pastga qarab joylashadi. MathCAD ishga tushirilganda yangi hujjat avtomatik ravishda yaratiladi.

Shunday qilib, MathCAD foydalanuvchisining interfeysi Windowsning boshqa ilovalariga o'xshash, ya'ni MathCAD redaktori oddiy matn redaktorlariga yaqin (bundan Siz instrumentlar panelidagi ko'p knopkalar vazifasini intuitiv ravishda tushunib olasiz).

Odatdagi matn redaktori uchun xarakterli bo'lgan boshqaruv elementlaridan tashqari, *MathCAD* matematik simvollarini kiritish va tahrir qilish uchun *qo'shimcha vositalar bilan ta'minlangan*, Math (matematika) instrumentlar paneli – ulardan biridir. Ushbu va yana bir nechta yordamchi teruvchi panellar yordamida tenglamalarni kiritish qulay.



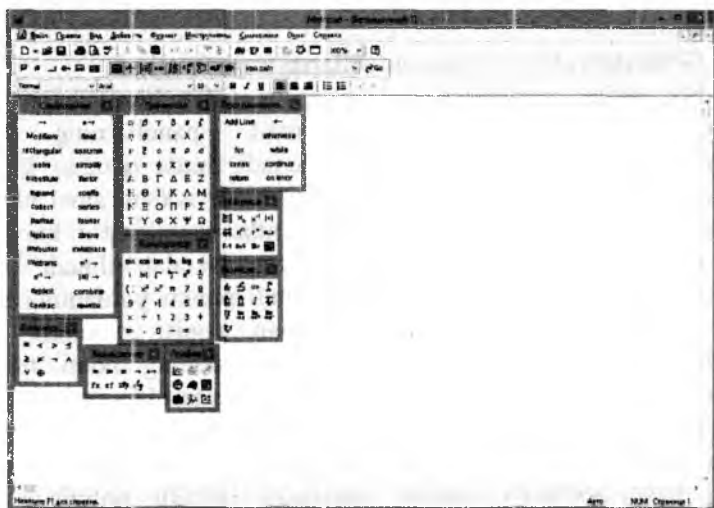
8.1-rasm. Bo'sh hujjatli MathCAD ilovasining darchasi

8.1.3. Instrumentlar panellari

Instrumentlar paneli eng ko'p ishlatiladigan komandalarni juda tez (sichqonchaning bitta shiqillashida) bajarish uchun xizmat qiladi. Instrumentlar panellari yordamida bajarish mumkin bo'lgan amallarning hammasini yuqorigi menyu orqali ham bajarish mumkin. 8.2-rasmda MathCAD darchasi instrumentlarning asosiy panellari (ulardan uchitasi bevosita menyu qatori ostida joylashgan) hamda qo'shimcha matematik panellar (ular haqida keyinroq to'xtaymiz) bilan tasvirlangan.

Asosiy panellar:

- **Standart** – fayllar bilan amallar, redaktor tuzatishi, obyektlarni kiritib qo'yish (вставка) va ma'lumotnoma tizimlariga kirish kabi ko'p operatsiyalarni bajarish uchun xizmat qiladi;
- **Formatlash** – matn va formulalarni formatlash uchun;
- **Matematika** – hujjatlarga matematik simvollar va operatsiyalarni kiritish uchun;
- **Resurslar** – MathCAD resurslari (elektron kitoblar, misollar, darsliklar va h.k.)ni tez chaqirish uchun;
- **Boshqaruv elementlari** – hujjatlarga foydalanuvchi interfeysini boshqaruvchi standartlashtirilgan elementlarni kiritish uchun (8.1- va 8.2-rasmlarda bu panel ko'rsatilmagan).



8.2-rasm. Instrumentlarning asosiy va matematik panellari

Instrumentlar panellaridagi knopkalar guruhlari ma'nosi bo'yicha vertikal chiziqlar – ajratkichlar bilan chegaralangan. Sichqoncha ko'rsatkichi istalgan knopkalardan biriga keltirilganda knopka yonida yo'riq – knopka vazifasini tushuntiruvchi qisqacha matn suzib chiqadi. Bundan tashqari «holat qatori»da tayyorlanayotgan operatsiya bo'yicha batafsil tushuntiruvchi ma'lumot olish mumkin.

Matematika paneli ekranga yana to'qqizta panellarni (8.2-rasm) chaqirish uchun mo'ljallangan; ular yordamida hujjatlarga matematik operatsiyalar kiritilishi amalga oshiriladi. Bu panellardan birini ekranga chaqirish uchun **Matematika** panelidagi mos knopka bosiladi.

Matematik panellarning vazifalari:

- **Kalkulyator** – asosiy matematik operatsiyalarni kiritib o'rnatish uchun xizmat qiladi, knopkalarining majmui kalkulyator knopkalariga o'xshashligi sababli shu nomni olgan;
- **Grafik** – grafiklarni kiritib o'rnatish uchun;
- **Matritsa** – matritsalar va matritsa operatorlarini kiritib o'rnatish uchun;
- **Ifodalar** – hisoblarni boshqaruvchi operatorlarni kiritib o'rnatish uchun;
- **Hisoblashlar** – integrallash, differensiallash va summalash operatorlarini kiritish uchun;
- **Bul operatorlari** – mantiqiy operatorlarini kiritish uchun;
- **Dasturlash** – MathCAD vositalari yordamida dasturlash uchun;
- **Grek simvollari** – grek simvollarini kiritish uchun;
- **Simvolika** – simvol operatorlarini o'rnatish uchun.

Sichqoncha ko'rsatkichi matematik panellarning ko'piga keltirilganda izohlovchi yo'riq suzib chiqadi, unda qizigan klavishlar to'plami ham bo'ladi, ulardan biri bosilganda ekvivalent amal bajariladi. Amallarni klaviatura orqali kiritish instrumentlar panellaridagi knopkalarni bosishga qaraganda qulay, lekin bunda katta tajriba talab qilinadi.

Tur menyusidagi **Instrumentlar paneli** punkti yordamida istalgan panelni ekranga chaqirish yoki ekrandan yopish mumkin, bunda ochilayotgan nimmenyuda zarur bo'lgan panelning nomi tanlanadi. Istalgan panelni ekrandan kontekstli menyu vositasida yopish mumkin, buning uchun panelning istalgan joyida sichqonchaning o'ng knopkasi bosiladi. Kontekstli menyuda **Berkitish** punktini tanlash lozim. Bundan tashqari panel suzuvchi, asosiy darchaga birkirib qo'yilgan bo'lsa (masalan, 8.2-rasmdagi barcha panellar kabi), uni yopish knopkasi yordamida uzib qo'yish mumkin.

Matematik panellarni, asosiy panellardan farqli o'laroq, **Matematika** panelining mos knopkasini bosib chaqirib olish yoki berkitish mumkin. Matematik panellarning mavjudligi yoki mavjud emasligi 8.2-rasmda mos knopkaning bosilgan (yoki qo'yib yuborilgan) holatida ko'rsatilgan.

Ba'zi rasmlarda (masalan, 8.1-rasm) kiritish kursori kichik xoch (крест) shaklida ko'rinadi. Uning yordamida hujjatdagi to'ldirilgan joy belgilanadi, bu joyga ushbu onda formula yoki matn kiritilishi mumkin. Kursorni silkitish uchun talab qilingan joyda sichqoncha ko'rsatkichini bosish kifoya yoki u klavisha – strelkalar orqali siljtiladi. Agar formula jabhasida bosish bajarilsa yoki bo'sh joyda ifoda kirita boshlansa, kursor o'rniga tahrirlash chizig'i paydo bo'ladi, u ushbu onda tahrirlanadigan formula yoki matndagi o'rinni belgilaydi (8.5- va 8.6-rasmlar).

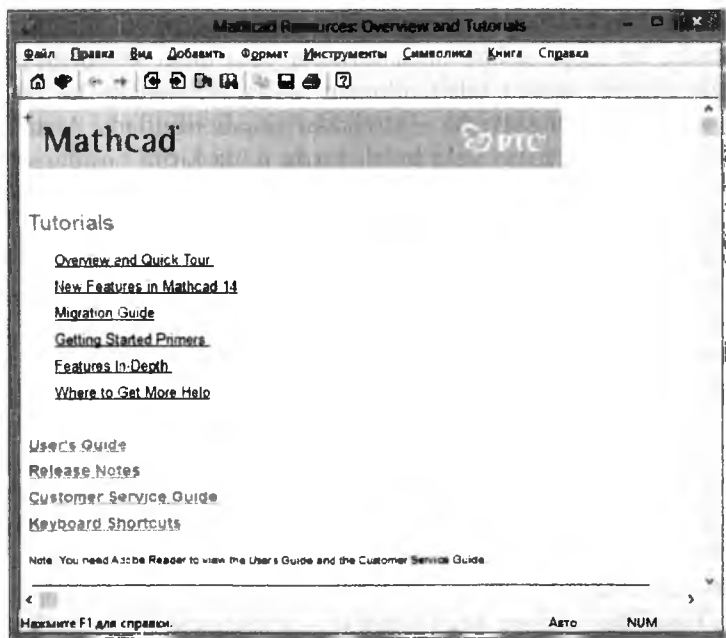
8.1.4. Ma'lumot uchun informatsiya

MathCAD bilan birga *ma'lumot uchun informatsiyaning* bir nechta manbalari yetkaziladi, ularga kirish **Ma'lumot** menyusi orqali amalga oshiriladi (8.3-rasm).

MathCADdan foydalanish masalalari bo'yicha ma'lumotnoma tizimi:

- **Yordam** – ma'lumotlar yoki texnikaviy qo'llab-quvvatlash tizimi;
- **Bu nima?** – kontekstli-bog'liq interaktiv ma'lumot;
- **Ishlab chiqaruvchilar uchun ma'lumot** – MathCAD tilida o'zlarining mustaqil ilovalarini ishlovchilar uchun ma'lumotlarning qo'shimcha boblari;
- **Mualliflar uchun ma'lumotlar** – o'zlarining MathCAD elektron kitoblarini ishlab chiquvchi mualliflar uchun ma'lumotlarning qo'shimcha boblari;
- **MathCAD resurslari** – ko'p matematik misollarning yechimi keltirilgan MathCAD elektron kitobining maxsus formatida tashkil qilingan qo'shimcha materiallar;
- **Darsliklar** – MathCAD elektron kitoblari kutubxonasi, unda keltirilgan misollar o'qitadigan kurslar (boshlang'ich foydalanuvchilar uchun darslikdan, to professional-matematiklar uchun mo'ljallangan kitoblargacha) shaklida tuzilgan;
- **Tezkor shpargalkalar** – elektron kitoblar ko'rinishida tashkil qilingan ko'p sonli MathCAD hujjatlari, ulardan foydalanuvchilar o'zlarining hisoblari uchun shablon sifatida foydalanishlari mumkin;
- **Ma'lumotnoma stoli** – fizik va muhandislik jadvallari; ular o'z ichiga fundamental konstantalar, kattaliklarni o'lchash birliklari, moddalarning har xil parametrlari haqidagi ma'lumotlarni qamrab olgan;

• **Elektron kitoblar** – foydalanuvchining mavjud hujjatlar kutubxonasiga, misollarga, MathCAD imkoniyatlarining kengaytirilganligiga bag'ishlangan qo'shimcha kiritilgan elektron kitoblarga kirishi.



8.3-rasm. MathCAD resurslari ko'p miqdordagi ma'lumot va o'quv informatsiyasiga ega

Qayd etilganlardan tashqari Yordam menyusining quyidagi bandlari mavjud:

MathCAD Internet tarmog'ida:

- **Forumlar** – MathSoft kompaniyasining maxsus internet-serveriga ulanish; u MathCADdan foydalanuvchilarga o'zaro muloqotda bo'lish, dasturlar bilan almashish va (bir-biridan hamda ishlab chiquvchilardan) maslahatlar olish imkonini beradi;

- **MathCAD.com** – MathCAD ilovasining rasmiy saytiga o'tish;

- **MathCAD yangilanishi** – MathSoft firmasi sayтини MathCAD

yangiliklari mavjudligiga tekshirish;

- **Dastur haqida)** – MathCADning joriy versiyasi va uni ishlab chiquvchilar haqidagi ma'lumotlarni informatsion darchaga chiqarish;

- **MathCADni registratsiya qilish** – dasturni Internet orqali registratsiya qilish.

MathCAD bilan ishlayotgan qaysidir onda Sizga yordam kerak bo'lib qolsa, Yordam/MathCAD Yordamni tanlang yoki <F1> klavishani bosib yoki instrumentlarning standart panelida savol belgisili Help knopkasini bosib. MathCADdagi ma'lumotlar kontekstga bog'liq, ya'ni uning mazmuni u hujjatning qaysi joyidan chaqirilganligiga bog'liq.

8.2. MathCADda hisoblash asoslari

MathCAD bilan ishlashni qanday tez boshlash mumkinligini, matematik ifodalarni kiritishni va hisob natijalarini olishni tez o'rganib olishni namoyish qilamiz.

8.2.1. Sonli-raqamli va simvolli chiqarish operatorlari

Formulalar bo'yicha oddiy hisoblarni bajarish uchun quyidagilarni bajaring:

1. Hujjatda ifoda paydo bo'ladigan joyni belgilang, ya'ni hujjatning mos nuqtasida sichqonchani shiqillating.

2. Ifodaning chap qismini kiritib.

3. Sonli tenglik = (<=> klavisha bilan) yoki simvolli tenglik -> (<Ctrl> + <.> klavishalar bilan) belgisini kiritib. Birinchi holda ifodaning sonli qiymati, ikkinchi holda esa (agar mumkin bo'lsa) – analitik qiymati hisoblanadi.

Oddiy hisoblarga misollar.

Qandaydir son, masalan, 0 ning arkkosinusini hisoblash uchun klaviaturadan $\text{acos}(0)=$ yoki $\text{acos}(0)\rightarrow$ ifoda kiritilishi yetarli bo'ladi. Tenglik belgisili klavisha bosilgan (yoki simvolli hisoblashlar belgisi $\rightarrow$ kiritilgan) zahoti ifodaning o'ng tarafida natija paydo bo'ladi (mos ravishda 8.1- va 8.2-listinglar).

8.1-listing. Oddiy ifodaning sonli-raqamli hisobi

$$\text{acos}(0) = 1.571$$

8.2-listing. Oddiy ifodaning analitik hisobi

$$\text{acos}(0) \rightarrow \frac{1}{2} \cdot \pi$$

Indamasdan kelishilganlik bo'yicha hujjatda hisoblashlar real vaqt rejimida, ya'ni foydalanuvchi formulaga sonli-raqamli yoki simvolli tenglik operatorini kiritgan zahoti MathCAD ushbu ifodani (va bu

ifodadan keyin joylashgan formulalarning hammasini) hisoblashga kirishadi. Ba'zan, asosan murakkab va uzoq hisoblarni bajarishda, hisoblashni <Esc> klavishasini bosib to'xtatish, so'ngra (kerakli paytda) <F9> klavishasini bosib yoki **Сервис/Вычислить** (Servis/Hisoblansin) va **Сервис/Вычислить во всем документе** (Servis/Butun hujjat bo'ylab hisoblansin) komandasi bilan hisoblashni, qayta boshlash foydali bo'ladi.

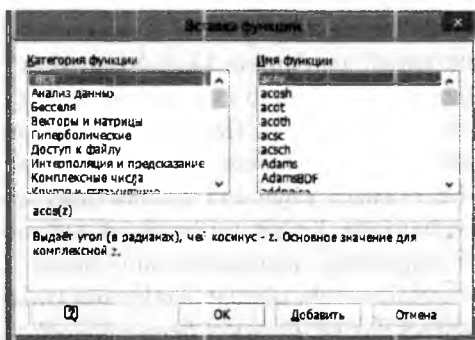
8.2.2. Matematik ifodalar va kiritib o'rnatilgan funksiyalar

Yuqorida bayon qilingan tarzda ancha murakkab va katta hajmli hisoblarni ishlab chiquvchilar tomonidan MathCAD tizimiga kiritib o'rnatilgan funksiyalarning barcha arsenalaridan foydalanib bajarish mumkin. Eng osoni – kiritib o'rnatilgan funksiyalar nomini, arkkosinus hisoblangan misoldagi kabi, klaviaturadan kiritishdir, lekin ularni yozishda yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xatoliklarning oldini olish uchun boshqa yo'lni tanlash ma'qul.

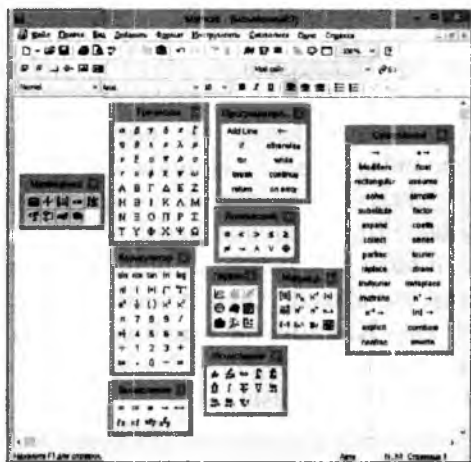
Ifodaga kiritib o'rnatilgan funksiyani qo'yish uchun:

1. Ifodada funksiya qo'yiladigan joyni aniqlang.
2. Instrumentlarning standart panelida $f(x)$ yozuvli knopkani bosing.
3. Paydo bo'lgan Funksiyani qo'ying dialog darchasidagi Funksiya kategoriyasi ro'yxatidan (8.4-rasm) funksiya kiradigan kategoriyani tanlang – bizning holatda – bu **Trigonometrik** kategoriyadir.
4. Funksiya nomi ro'yxatidan kirib MathCADga o'rnatilgan funksiyaning nomini tanlang: bizning misolda – bu arkkosinus (acos). Tanlashda qiyinchilik bo'lgan holda yordamdan foydalaning, yordam (qisqacha yo'riq) funksiya tanlanayotganda Funksiyani qo'ying dialog darchasining quyi matn maydonida paydo bo'ladi.
5. **OK** knopkasini bosing – funksiya hujjatda paydo bo'ladi.
6. Kiritilgan funksiyaga yetishmaydigan argumentlarni kiriting (bizning misolda bu 0 raqami), to'ldiriladigan joy qora to'g'ri burchakli to'rtburchak bilan belgilanadi).

Ba'zi simvollarni klaviaturadan kiritib bo'lmaydi. Masalan, hujjatga integral yoki differensial belgilarini kiritib o'rnatish ochiq-oydin emas. Buning uchun MathCADda instrumentlarning maxsus panellari mavjud, ular Microsoft Word formula redaktorining vositalariga juda o'xshash. Yuqorida qayd qilinganidek, ulardan biri – 8.1-rasmda ko'rsatilgan **Matematika** instrumentlari panelidir. Unda hujjatlarga tipik matematik obyektlar (operatorlar, grafiklar, dasturlarning elementlari va sh.k.)ni kiritib o'rnatish instrumentlari mavjud. Bu panel 8.5-rasmda tahrir qilinayotgan hujjat fonida kattaroq planda ko'rsatilgan.



8.4-rasm. Kiritib o‘rnatilgan funktsiyani qo‘yish (8.1- va 8.2-listinglarga qarang)



8.5-rasm. **Математика** instrumentlari paneli ekranga kelgan to‘plamlar panellarini chaqirish uchun xizmat qiladi

Panelda to‘qqizta knopka mavjud, ulardan har birining bosilishi, o‘z navbatida, ekranda yana bitta instrumentlar panelining paydo bo‘lishiga olib keladi. Ushbu to‘qqizta qo‘shimcha panellar yordamida MathCAD hujjatlariga turli obyektlarni kiritib o‘rnatish mumkin. 8.5-rasmda **Математика** panelida faqat bitta knopka (chapdagi, unga sichqoncha ko‘rsatkichi keltirilgan) siqilgan holatdadir. Shuning uchun ekranda faqat bitta – **Калькулятор** matematik paneli mavjud. Bu paneldagi knopkalar bosilganda qanday obyektlar kiritib o‘rnatilishi mumkinligini osonlik bilan tasavvur qilish mumkin.

Matematik ifodalarning ko'p qismini, klaviaturadan foydalanmasdan, faqat **Kalkulyator** paneli yordamida kiritish mumkin. Masalan, $\sin(1/2)$ ifodasini hisoblash uchun dastlab $\sin$ knopkasini (yuqorida birinchi) bosish, so'ngra paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichdagi qavslar ichida $1/2$ ifodani terish lozim. Buning uchun **Kalkulyator** panelida 1 , $/$ va 2 knopkalar ketma-ket bosiladi, keyin esa javobni olish uchun, o'sha joyning o'zida, $=$ knopkasi bosiladi. Ko'rib turibsizki, Windowsning boshqa ko'p ilovalaridagi kabi hujjatlarga matematik simvollarni har xil yo'l bilan kiritish mumkin. Foydalanuvchi ulardan istalganini tanlab olishi mumkin.

8.2.3. O'zgaruvchilar va qiymatni berish operatori

O'zgaruvchi – bu turli qiymatlarni oluvchi kattalikdir. Ko'pincha ular lotin alifbosidagi x , y , z va sh.k. harflar bilan belgilanadi.

Hozircha bayon qilingan amallar MathCADdan vazifalari to'plami kengaytirilgan oddiy kalkulyator sifatida foydalanishni namoyish qildi. Matematiklarni esa kamida o'zgaruvchilarni kiritish va foydalanuvchi funksiyalari bilan bajariladigan operatsiyalar imkoniyati qiziqtiradi. Qaysidir o'zgaruvchi (masalan, o'zgaruvchi x)ga ma'lum qiymat berish uchun $x:=1$ ifodani kiritish lozim. Bu misol 8.3-listingning birinchi qatorida keltirilgan, uning ikkinchi qatorida esa sonli-raqamli chiqarish operatori (tenglik belgisi) yordamida o'zgaruvchi x qiymatining hisoblanishi bajariladi. Bunda qiymat berish tenglik belgisi bilan emas, balki maxsus simvol bilan belgilanadi, ya'ni uning sonli-raqamli chiqarish operatsiyasidan farqi urg'ulanadi. Qiymat berish operatori ikki nuqta $<:=>$ klavishasini bosish yoki **Kalkulyator** paneli yordamida kiritiladi. Tenglik simboli " $=$ " qiymat chapdan o'ngga, " $:=$ " – simvoli esa qiymat o'ngdan chapga berilishini bildiradi (8.6-rasm).

Tarkibida qandaydir o'zgaruvchi bo'lgan ifodaning qiymatini hisoblash uchun uni oddiy kiritish lozim, so'ngra sonli-raqamli operatorni qo'llash lozim (8.3-listing, oxirgi qator). Bunda ushbu o'zgaruvchiga hujjatda oldindan qandaydir qiymat berilgan bo'lishi kerak.

Sonli-raqamli hisoblardan farqli o'laroq, *simvolli hisoblashlarda hamma o'zgaruvchilar uchun qiymatlarning berilishi shart emas* (8.4-listing). Agar ba'zi o'zgaruvchilarga qiymatlar berilgan bo'lsa (8.4-listingdagi a o'zgaruvchi kabi), natijani olish uchun ushbu sonli qiymatdan foydalaniladi. Agar o'zgaruvchiga hech qanday qiymat berilmagan bo'lsa (o'zgaruvchi x kabi), u analitik, go'yo bir ismdek, qabul qilinadi.

Ko'p masalalarni analitik yechish imkonini beruvchi simvolli hisoblashlar – MathCADning ajoyib imkoniyatlaridan biridir. Amalda MathCAD matematikani olim darajasida biladi. MathCADning simvolli

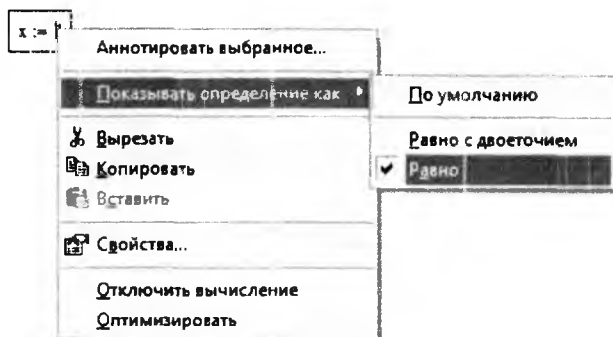
protessoridan ustalik bilan foydalanish Sizni katta miqdordagi zerikarli hisoblashlardan, masalan, integrallar va hosilalardan xalos etadi. Ifodalar yozilishining an'anaviy shakliga e'tibor bering (8.4-listing), yagona xususiyat – bu tenglik belgisi o'rniga simvolli hisoblashlar belgisi → qo'llanilishining zaruratidir. Uni MathCAD redaktorida Ifodalar yoki Simvolika panellarining istalgan biridan, integrallash va differensiallash simvollarini esa – Hisoblashlar panelidan kiritish mumkin.

8.3-listing. O'zgaruvchiga qiymatni berish va undan hisoblarda foydalanish.

$$x := 1$$

$$x = 1$$

$$(x + 5)^2 = 35$$



8.6-rasm. Qiymatni berish operatorining turini tanlash (8.3-listingga qarang)

8.4-listing. Analitik hisoblarda o'zgaruvchilar

$$a := 3$$

$$\frac{d}{dx} \sin\left(\frac{k \cdot x}{a^2}\right) \rightarrow \frac{1}{9} \cdot \cos\left(\frac{1}{9} \cdot k \cdot x\right) \cdot k$$

8.2.4. Foydalanuvchi funksiyalari

O'zgaruvchilarga son qiymatlarini berishga o'xshash ravishda bir yoki bir necha argumentlarning foydalanuvchi funksiyalarini aniqlash mumkin (8.5- va 8.6-listinglar). 8.5-listingda $f(x)$ funksiyasi, 8.6-listingda

esa – uchta o'zgaruvchi funksiyasi $g(a,u,f)$ aniqlanadi.

Funksiya – bu o'zgaruvchi y ning x ga bog'liqligidir, bunda x ning har bir qiymatiga uning faqat bitta qiymati to'g'ri keladi. Belgilanishi: $y=f(x)$. O'zgaruvchi x mustaqil o'zgaruvchi yoki argument deyiladi, o'zgaruvchi y esa bog'liq o'zgaruvchi deyiladi. Mustaqil o'zgaruvchi qabul qiladigan hamma qiymatlar funksiya aniqlanishi jabhasi deyiladi. Bog'liq funksiya qabul qiladigan hamma qiymatlar funksiya qiymatlarining ko'pligi yoki funksiya qiymatlari jabhasi deyiladi.

8.5-listing. Foydalanuvchi funksiyasini aniqlash va uning qiymatlarini nuqtada hisoblash

$$f(x) := x^2 - 3x - 2$$

$$f(0) = -2$$

$$f(10) = 68$$

8.6-listing. Uchta argumentlarning foydalanuvchi funksiyasi va uni nuqtada hisoblash

$$g(a, y, \phi) := a \sin(y + \phi)$$

$$g(1, 0, \pi) = 0$$

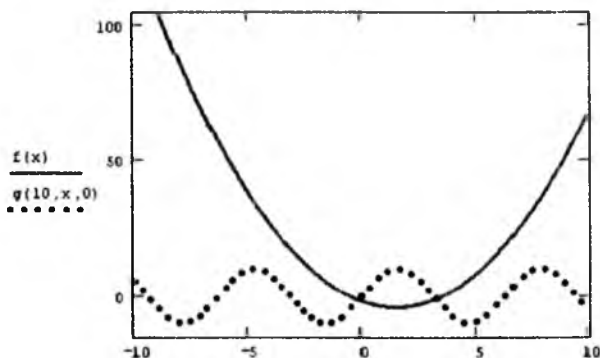
$$f(x) := x^2 - 3x - 2$$

$$f(0) = -2$$

$$f(10) = 68$$

$$g(a, y, \phi) := a \sin(y + \phi)$$

$$g(1, 0, \pi) = 0$$



8.7-rasm. Funksiyaning grafigini qurish (8.5-listing davomi)

8.7-rasmda $f(x)$ funksiyasining grafigi ko'rsatilgan. Uni qurish uchun Grafik panelida zarur bo'lgan grafik turi knopkasini bosish lozim (unga rasmda sichqoncha ko'rsatkichi keltirilgan) va paydo bo'lgan grafik xomakisida o'qlar bo'yicha qo'yilishi lozim bo'lgan qiymatlar aniqlanadi. Bizning holda o'rinto'ldirgichga x o'qi yoniga x va y o'qi yoniga $f(x)$ kiritilishi talab qilindi.

8.2.5. Sonlarning turlari

MathCADda foydalaniladigan o'zgaruvchilarning asosiy turlarini ko'rib chiqamiz.

Haqiqiy sonlar

Haqiqiy sonlar ko'pligi – bu ratsional sonlar ko'pligi va irratsional sonlar ko'pligidir. Haqiqiy sonlar aksiomalarining uch guruhi mavjud. Istalgan haqiqiy sonni koordinata to'g'ri chizig'ida shunday ifodalash mumkinki, har bir haqiqiy songa bir nuqta mos keladi va koordinata to'g'ri chizig'idagi har bir nuqtaga haqiqiy son mos keladi. Haqiqiy sonlar boshqachasiga moddiy sonlar deb ataladi.

Raqamdan boshlanadigan istalgan ifodani MathCAD son sifatida interpretatsiya qiladi. Shu sababli sonni kiritish uchun uni klaviaturada terish lozim (8.7-listing).

8.7-listing. Haqiqiy sonlarni kiritish

```
a := 1000
b := 1.3474
c := 3124.1
d := 45.21 · 10-5
```

8.8-listing. Sonlarni hisoblashning boshqa tizimlarida kiritish

```
a := 100010b      a = 34
b := 130           b = 11
c := 0f3h          c = 243
```

Kompleks sonlar

Kompleks son – bu $z=a+bi$ ko'rinishidagi sonidir, bu yerda a va b haqiqiy sonlar; i – mavhum son bo'lib, $i^2=-1$ sharti bo'yicha aniqlanadi.

Kompleks sonning $z=a+bi$ yozuvi kompleks son yozuvining algebraik shakli deyiladi, bunda a soni kompleks son z ning haqiqiy qismi, bi esa – uning mavhum qismi deyiladi.

MathCAD muhitida operatsiyalarning ko'p qismi o'zgarmas kompleks sonlar ustida bajariladi.

Kompleks son – bu haqiqiy va istalgan haqiqiy soni mavhum birlikka

(imaginary unit) ko'paytirish yo'li bilan hosil bo'ladigan mavhum sonlarning summasidir. Ta'rif bo'yicha $i^2 = -1$.

Mavhum son, masalan $3i$ ni kiriting.

1. Haqiqiy ko'paytiruvchi $3i$ ni kiriting.

2. Bevosita bundan keyin " i " yoki " j " simbolini kiriting.

Mavhum birni kiritish uchun $<1>$, $<i>$ klavishalarni bosish kerak.

Agar " i " simbolining faqat o'zi kiritilsa, MathCAD uni o'zgaruvchi i sifatida interpretatsiya qiladi. Bundan tashqari, mavhum bir faqat mos formula ajratilgandan keyingina $1i$ ko'rinishga ega bo'ladi. Aks holda mavhum bir oddiy i sifatida aks ettiriladi (8.8-rasm).

$$a = i + 10$$

$$x = 1i$$

$$x = i$$

8.8-rasm. Mavhum birni kiritish

Kompleks sonni haqiqiy va mavhum qismlarning oddiy summasi ko'rinishida yoki tarkibida mavhum son bo'lgan istalgan ifoda ko'rinishida kiritish mumkin. Kompleks sonlarni kiritish va chiqarish misollari 8.9-listingda illyustratsiya qilingan. Kompleks sonlar bilan ishlash uchun bir nechta oddiy funksiyalar va operatorlar mavjud, ularning amali 8.10-listingda ko'rsatilgan.

8.9-listing. Kompleks sonlarni kiritish va chiqarish

$$a = 2i + 0.5$$

$$a = 0.5 + 2i$$

$$b = 1.77 \cdot e^{2i}$$

$$b = -0.737 + 1.609i$$

$$c = 25j + 12$$

$$c = 12 + 25i$$

8.10-listing. Kompleks sonlar bilan oddiy hisoblashlarga misollar (8.9-listing davomi)

$$\text{Im}(a) = 2$$

$$\text{Re}(a) = 0.5$$

$$|a| = 2.062$$

$$\arg(a) = 1.326$$

$$|b| = 1.77$$

$$\arg(b) = 2$$

Kiritib o'rnatilgan konstantalar

MathCADda ba'zi ismlar tizimiy o'zgaruvchilar uchun rezervlangan, ular kiritib o'rnatilgan konstantalar (built-in constants) deb ataladi.

Kiritib oʻrnatilgan konstantalar ikki turga boʻlinadi:

– matematik; ular baʼzi keng qoʻllaniladigan maxsus matematik simvollarini saqlaydi;

– tizimiyalar; ular MathCADda realizatsiya qilingan sonli-raqamli algoritmlar koʻpchiligining ishini aniqlaydi.

Matematik konstantalar sonli-raqamli va simvolli hisoblashlarda har xil interpretatsiya qilinadi. Hisoblash protsessori ularni qandaydir son sifatida qabul qiladi, simvolli esa matematik kontekstdan kelib chiqib, ularning har birini aniqlashi va matematik konstantalarni natija sifatida chiqarishi mumkin.

Matematik konstantalar:

• ∞ – cheksizlik simvoli (<Ctrl>+<Shift>+<z> klavishalari orqali kiritiladi);

• e – natural logarifm asosi (<e> klavishi);

• π – "Pi" soni (<Ctrl>+<Shift>+<p> klavishalari orqali kiritiladi);

• i, j – mavhum birlik (<i>, <j> yoki <1>, <j> klavishalari orqali kiritiladi);

• % – protsent (foiz) simvoli, <%>, 0,01 ekvivalent.

8.11-listing. Matematik konstantalarning qiymatlari

$$\infty = 1 \times 10^{307}$$

$$e = 2.718$$

$$\pi = 3.142$$

$$i = i$$

$$j = i$$

$$\% = 0.01 \quad 10.25 \% = 2.5$$

Tizimli oʻzgaruvchilar kiritib oʻrnatilgan funksiyalarda oʻrnatilgan sonli-raqamli metodlarning ishlashini belgilaydi. Ularning oldindan belgilangan qiymatlari 8.12-listingda sanab chiqilgan (ularni hujjatning istalgan qismida oʻzgartirish ruxsat etiladi).

Tizimli oʻzgaruvchilar:

• **TOL** – sonli-raqamli metodlarning aniqligi;

• **CTOL** – ifodalar bajarilishi aniqligi, baʼzi sonli-raqamli metodlarda foydalaniladi;

• **ORIGIN** – massivlarda va qatorli oʻzgaruvchilarda boshlangʻich indeks nomeri;

• **PRNPRECISION** – faylga chiqarilganda maʼlumotlar formatini oʻrnatish;

• **PRNCOLWIDTH** – faylga chiqarilganda ustun formatini o'rnatish;

• **CWD** – joriy ishchi papkaga yo'lni qatorli taqdim etish.

8.12-listing. Tizimiy o'zgaruvchilarning oldindan o'rnatilgan qiymatlari

$TOL = 1 \times 10^{-3}$

$ORIGIN = 0$

$CTOL = 1 \times 10^{-3}$

Qatorli o'zgaruvchilar

O'zgaruvchi yoki funksiyaning qiymati nafaqat son, balki simvollarining istalgan ketma-ketligidan tarkib topgan qo'shtirnoq ichiga olingan qator ham bo'lishi mumkin (8.13-listing). Qatorlar bilan ishlash uchun MathCADda bir nechta kiritib o'rnatilgan funksiyalar mavjud.

8.13-listing. Qatorlarni kiritish va chiqarish

$s = \text{"Hello,"} \quad s = \text{"Hello,"}$

$\text{concat}(s, \text{" world!"}) = \text{"Hello, world!"}$

Raqam emas

MathCAD 12 versiyasidan boshlab NaN – NotANumber [НеЧисло (Raqam emas)] nomli ma'lumotlarning yangi turi kiritilgan. U, asosan, (u yoki bu sabablarga ko'ra) o'tkazib yuborilgan ma'lumotlarga ega bo'lgan massivlar elementlarini identifikatsiyalash uchun mo'ljallangan. Xususan, tashqi fayldan ma'lumotlar matritsasi import qilinganda, mos o'tkazmalarga (fayldagi bo'sh joylarga), avtomatik ravishda NaN qiymati beriladi. Agar NaN turiga ega bo'lgan vektor yoki matritsaning qandaydir elementlari grafikka qo'yiladigan bo'lsa, egrilik qurilayotganda ular hisobga olinmaydi.

Bunda:

- fayllardan ma'lumotlarni import qilish ishonchlilik ortadi;
- o'tkazma (пportunity)lar bo'lganda ma'lumotlar qatorlari grafiklarini qurish sifati yaxshilanadi;
- foydalanuvchiga hisoblashlarni boshqarish bo'yicha qo'shimcha vositalar beriladi, chunki istalgan o'zgaruvchiga Raqam emas qiymati berilishi mumkin, masalan $x = \text{NaN}$.

Shuni yodda tutish kerak-ki, tarkibida NaN turidagi raqam bo'lgan matematik ifodaning o'zi ham NaN turiga mansub bo'ladi. Yangi xizmat funksiyasi is NaN yordamida o'zgaruvchi yoki ifodaning qiymatini Raqam emas sifatida identifikatsiya qilish mumkin:

- agar $x=NaN$ bo'lsa, $isNaN(x) - 1$ ni qaytaradi, aks holda:
- x – argument bo'ladi.

8.2.6. Ranjirlangan o'zgaruvchilar va matritsalar

Ranjirlangan o'zgaruvchilar MathCADda vektorlarning bir turi bo'lib, ular asosan sikllarni yoki iteratsion hisoblashlarni bajarish uchun mo'ljallangan. Ranjirlangan o'zgaruvchiga oddiy misol – bu qaysidir diapazonda muayyan qadam bilan joylashgan raqamlar massividir.

Masalan, 0, 1, 2, 3, 4, 5 elementli ranjirlangan o'zgaruvchi S ni yaratish uchun:

1. Kiritish kursorini hujjatning kerakli joyiga o'rnatish.
2. O'zgaruvchi (3) ni va unvon berish operatori «:» ni kiritish.

3. 8.9-rasmda ko'rsatilgan **Matritsa** panelida **Ранжированная переменная** (Ranjirlangan o'zgaruvchi) knopkasini bosing yoki klaviaturadan nuqta-vergul simvolini kiritish.

4. Paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichlarga (8.9-rasm) ranjirlangan o'zgaruvchi o'zgarishi diapazonining chap va o'ng chegaralari 0 va 5 ni kiritish.

$m \times n$ o'lchamli qaysidir S makonidagi elementlar matritsasi – bu $S^{m \times n}$ makonidagi obyekt bo'lib, uning koordinatalari qatorlar va ustunlar bo'ylab tartibga solingan bo'ladi. Keyinchalik biz moddiy matritsalarini ko'rib chiqamiz, ularni raqamlarning to'g'ri burchakli jadvali deb hisoblash mumkin.

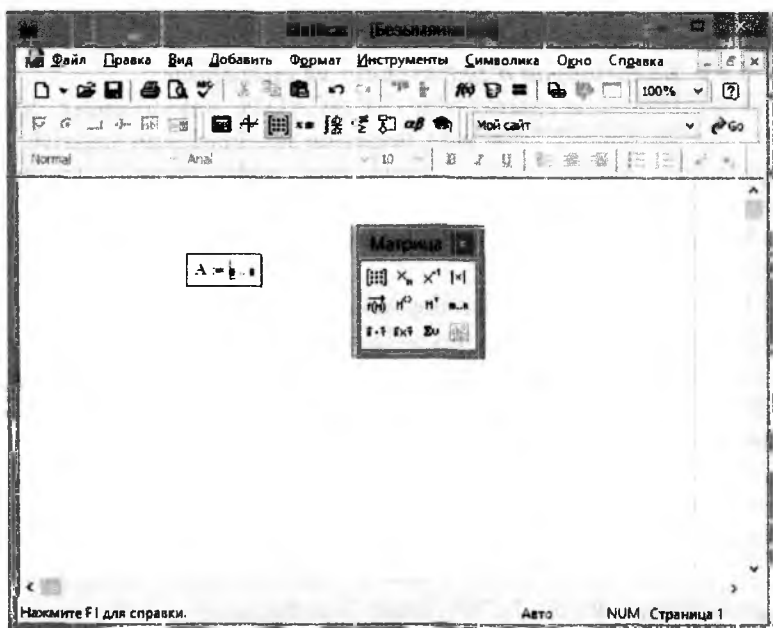
A matritsa **transportirovka** qilinganida uning qatorlari ustunga aylanadi va aksincha. A ni transportirovka qilish natijasida olinadigan matritsa A^T deb belgilanadi, masalan

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}$$

matritsa uchun

$$A^T = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 5 \\ 3 & 6 \end{pmatrix}$$

ni olamiz.



8.9-рasm. Ранжирланган о'zгарувchini yaratish

Raqamlarning tartibga solingan ketma-ketligi *massivlar* (arrays) deb ataladi. Massivning istalgan elementiga uning indeksi, ya'ni raqamlar ketma-ketligidagi nomeri bo'yicha kirish mumkin (8.11-listingda a – massiv, a_i – uning elementi). Matematik hisoblarda massivlarni qo'llash yaxshi samara beradi.

Raqamlarning bir o'lchamli massivi **vektor** deb ataladi. Masalan,

$$x = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix}$$

uch elementli vektordir. **Vektor-ustun**, ya'ni $n \times 1$ matritsa vektorning standart shakli hisoblanadi; u transportirovka qilinganida

$$x^T = (2 \ 3 \ 5).$$

vektor-qator hosil bo'ladi.

i- elementi 1 ga teng, qolgan hamma elementlari 0 ga teng bo'lgan vektor **birlik vektor** hisoblanadi va e_i ko'rinishida belgilanadi. Birlik vektor elementlarining miqdori odatda kontekstdan aniqlanadi.

8.14-listing. Bir o'lchamli massiv (vektor)

$$a = \begin{pmatrix} 14 \\ 1.4 \\ 4.7 \end{pmatrix}$$

$$a_0 = 14$$

$$a_1 = 1.4$$

$$a_2 = 4.7$$

MathCADda shartli ravishda massivlarning ikki turi ajratiladi:

- vektorlar (bir indeksli massivlar, 8.14-listing), matritsalar (ikki indeksli massivlar, 8.15-listing) va tenzorlar (ko'pindeksli massivlar);
- ranjirlangan o'zgaruvchilar – vektorlar (bu vektorlarning elementlari ularning indeksiga ma'lum tarzda bog'liq bo'ladi).

8.15-listing. Ikki o'lchamli massiv (matritsa)

$$A = \begin{pmatrix} 0.1 & 0.2 & 0.3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & -9 \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} A_{0,0} = 0.1 \\ A_{2,0} = 7 \end{matrix}$$

Massivning hammasiga kirish vektorli o'zgaruvchini oddiy nomlash bilan amalga oshiriladi. Massiv elementlari ustida oddiy sonlar ustidagi kabi amallarni bajarish mumkin. Faqat massivning mos indeksi yoki indekslar birikmasini to'g'ri berish lozim. Masalan, 8.14-listingda vektorning nolinchi elementiga kirish uchun:

5. Massiv (a) o'zgaruvchisining nomini kiriting.

6. Matritsa panelida x , belgili Pastki indeks knopkasini bosing yoki [kiriting.

7. Massiv nomidan o'ngda pastda paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichga zarur bo'lgan indeks (0)ni kiriting.

Agar bundan keyin sonli-raqamli chiqarish belgisi kiritilsa, 8.14-listingning ikkinchi qatorida ko'rsatilganidek, vektor nolinchi elementining qiymati undan o'ng tomonda paydo bo'ladi.

Ko'p indeksli massiv elementiga (masalan, 8.15-listingdagi matritsaning $a_{1,0}$ elementiga) kirish uchun:

1. Massiv (a) o'zgaruvchisining nomini kiriting.

2. [ni kiritib, pastki indeksni kiritishga o'ting.

3. Indeks o'rinto'ldirgichiga birinchi indeks (2)ni, vergul (,)ni va verguldan keyin paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichga ikkinchi indeks (0)ni kiriting.

Natijada, 8.15-listingning oxirgi qatorida ko'rsatilganidek, elementga kirishga erishildi.

8.16-listing. Nimmassivga kirish (8.15-listingning davomi)

$$A^{(0)} = \begin{pmatrix} 0.1 \\ 4 \\ 7 \end{pmatrix}$$

$$(A^T)^{(2)T} = (7 \ 8 \ -9)$$

8.2.7. O'lchamli o'zgaruvchilar

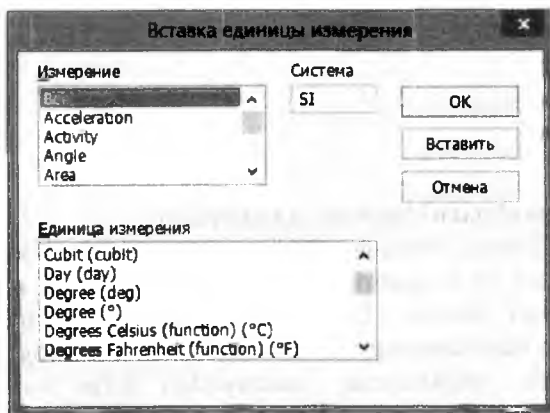
MathCADda sonli-raqamli o'zgaruvchilar va funksiyalar o'lchamga ega bo'lishi mumkin. Bu muhandislik va fizikaviy hisoblarni soddalashtirish uchun qilingan. MathCADga ko'p miqdorda o'lchov birliklari o'rnatib kiritilgan, ular yordamida o'lchovli o'zgaruvchilar hosil qilinadi.

O'lchamga ega bo'lgan o'zgaruvchini, masalan, 10 A li tok kuchini hosil qilish uchun, o'zgaruvchi i ga qiymatni beruvchi $10: i:=10$ ifodani, so'ngra ko'paytirish simvoli $<*>$ ni, keyin esa "A" harfini kiriting. O'lchov birliklarini belgilovchi hamma simvollar oldindan kiritib o'rnatilganligi va ular o'lchami bilan bog'liq bo'lgan qiymatlarga ega bo'lganligi sababli, A literini MathCAD Amper sifatida taniydi (8.17-listing, birinchi qator). Agar Siz o'zgaruvchi A ga oldindan qandaydir qiymat bergan bo'lsangiz, bu holda u tok kuchi birligi sifatida qabul qilinmaydi.

8.17-listing. O'lchamli o'zgaruvchilar bilan hisoblar

$$\begin{aligned} I &:= 10 \text{ A} \\ U &:= 110 \text{ V} \\ R &= \frac{U}{I} \quad R = 11 \Omega \end{aligned}$$

O'lcham birligini boshqacha, qo'lda emas, balki MathCAD vositalari yordamida ham kiritish mumkin. Buning uchun **Qo'yish/Birlik** komandasini tanlang yoki instrumentlarning standart panelida o'lchov stakani aks ettirilgan knopkani yoki $<Ctrl>+<U>$ klavishalarni bosing. So'ngra ochilgan dialog darchasi **O'lchov birliklarini qo'yishning O'lchov birligi** ro'yxatidan kerak bo'lgan o'lchov birligi Ampere (A)ni tanlang va OK knopkasini bosing. Agar Siz muayyan o'lchov birligini tanlashda qiynalsangiz, lekin o'zgaruvchining o'lchov birligi qanday ekanligini bilsangiz (bizning holda bu elektr toki), uni dialog darchasi **O'lchov birliklarini qo'yishning O'lcham** ro'yxatidan tanlashga harakat qilib ko'ring. Bunda **O'lchov birligi** ro'yxatida bu kattalik uchun ruxsat etiladigan o'lchov birliklari paydo bo'ladi, ulardan birini tanlab olish osonroq bo'ladi (8.10-rasm).



8.10-рasm. O'lchamli kattaliklarning o'lchov birliklarini qo'yish

Dialog darchasi Insert Unit dan chiqmasdan turib, **OK** knopkasining o'miga **Qo'yish** knopkasini bosib ham o'lchov birliklari ro'yxatini ko'rish mumkin. Bu holda Siz o'lchov birligi hujjatning zarur joyida paydo bo'lganligini ko'rasiz va uni Insert Unit dialogidan chiqmasdan turib, almashtirishingiz mumkin.

O'lchovli o'zgaruvchilar ustida fizik nuqtayi-nazardan oqil bo'lgan istalgan hisoblarni bajarish mumkin. Qarshilikni kuchlanishning tokka nisbati orqali hisoblash misoli 8.17-listingda keltirilgan.

O'lchovli o'zgaruvchilar bilan ishlayotganingizda MathCAD hisoblar korrektiligini uzluksiz nazorat qilib boradi. Masalan, o'lchov birliklari bir xil bo'lmagan o'zgaruvchilarni qo'shib bo'lmaydi, aks holda xatolik to'g'risida "Bu ifodada o'lchov birliklari mos emas" degan xabar olinadi. Lekin, misol uchun, amperlarni kiloamperlar bilan va o'lchov birligi har xil o'lchash tizimlarida (masalan, SI va SGS) ifodalangan kattaliklarni qo'shishga ruxsat etiladi.

SI tizimida istalgan o'lchamli o'zgaruvchining o'lchov birligini kiritib o'rnatilgan funksiya siunitsof yordamida chiqarish mumkin:

- $SIUnitsOf(a)$ – (SI tizimida) o'zgaruvchining o'lchov birligini qaytaradi;

- a – o'zgaruvchi.

8.18-listing. SI tizimida MathCADda o'lchamli kattalikning o'lchov birligini chiqarish

$$v := 40 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

$$v = 11.111 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{UnitsOf}(v) = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

8.3. Formulalarni kiritish va tahrirlash

MathCADning formula redaktori matematik ifodalarni tez va samarali kiritish va o'zgartirish imkonini beradi. Lekin uni qo'llashning ba'zi aspektlari intuitiv emas, bu – ushbu formulalar bo'yicha hisoblashlarda xatoliklarning oldini olish zarurati bilan bog'liqdir. Shuning uchun formula redaktorining xususiyatlari bilan tanishishga biroz vaqtigingizni ayamang, keyinchalik real ishlaganda ancha vaqtigingizni tejaysiz.

8.3.1. MathCAD redaktori interfeysining elementlari

MathCAD redaktori interfeysi elemenlarini sanab o'tamiz:

- sichqoncha ko'rsatkichi – sichqoncha harakati bo'yicha siljib, Windows ilovalaridagi kabi vazifani bajaradi;
- kursor – uch turdagi hujjatlardan birining ichida bo'ladi:
 - kiritish kursori – qizil rangli xoch (крест), u hujjatdagi bo'sh joyni belgilaydi, u joyga matn yoki formula kiritish mumkin;
 - kiritish chizig'i – matnda yoki formulada ma'lum qismni ajratib turuvchi ko'k rangli gorizontaal va vertikal chiziqlar;
 - matnni kiritish chizig'i – qizil vertikal chiziq, matn jabhalari uchun kiritish chiziqlari analogi;
- o'rinto'ldirgichlar – tugallanmagan formulalar ichida paydo bo'ladi; bu joylar simvol yoki operator bilan to'ldirilishi kerak;
- simvol o'rinto'ldirgichi – qora to'rtburchak;
- operator o'rinto'ldirgichi – qora to'rtburchakli ramka.

	указатель мыши	– sichqoncha ko'rsatkichi
+	курсор ввода	– kiritish kursori
	линии ввода	– kiritish chizig'i
	математический ввод	– o'rinto'ldirgichlar

8.11-rasm. Tahrirlash interfeysi

Formulalarni tahrirlashga taalluqli bo'lgan kursorlar va o'rinto'ldirgichlar 8.11-rasmda keltirilgan.

8.3.2. Formulalarni kiritish

MathCAD darchasining katta qismini MathCAD hujjatining ishchi jabhasi egallaydi, unga foydalanuvchi matematik ifodalar, matn maydonlari va dasturlash elementlari kiritiladi. Matematik ifodalarni MathCAD hujjatining istalgan bo'sh joyiga kiritish mumkin. Buning uchun kiritish kursorini hujjatning Siz istagan joyiga sichqonchani shiqillatib joylashtiring va klaviaturadagi klavishalarni bosib formulani kirita boshlang. Bunda hujjatda matematika jabhasi yaratiladi, u MathCAD protsessori interpretatsiya qiladigan formulalarni saqlash uchun mo'ljallangan.

x^5+x ifodani kiritish misolida amallar ketma-ketligini namoyish qilamiz (8.12-rasm):

1. Sichqonchani shiqillatib kiritish joyini belgilang.
2. $\langle x \rangle$ klavishasini bosong – bu joyda kursor o'rniga bitta simvol x dan tarkib topgan formulali jabha paydo bo'ladi, bunda u kiritish chiziqlari bilan ajralib turadi.
3. Darajaga oshirish operatorini kiriting, buning uchun $\langle \wedge \rangle$ klavishasini bosong yoki **Kalkulyator** instrumentlari panelida darajaga oshirish knopkasini tanlang – formulada daraja qiymatini kiritish uchun o'rinto'ldirgich paydo bo'ladi, kiritish chizig'i esa bu o'rinto'ldirgichni ajratib turadi.
4. Ketma-ket qolgan sinvvollar $\langle 5 \rangle$, $\langle + \rangle$, $\langle x \rangle$ ni kiriting.



8.12-rasm. Formulani kiritishga misol

Simvollar, raqamlar yoki operatorlarni (masalan, + yoki /) kirita boshlab formulani hujjatga joylashtirish mumkin. Bu hollarning hammasida kiritish kursorining o'rnida matematika jabhasi formula va kiritish chiziqlari bilan birga hosil bo'ladi. Bu holda agar foydalanuvchi formulani operatoridan kiritishni boshlasa, uning turiga qarab o'rinto'ldirgichlar avtomatik tarzda paydo bo'ladi, bu joylar to'ldirilmasa, MathCAD protsessori formulani qabul qilmaydi (8.13-rasm).



8.13-rasm. Operatorlarni kirita boshlashga misol

8.3.3. *Formulalar ichida kiritish chizig'ini siljitish*

Formulani o'zgartirish uchun Siz sichqonchani shiqillating, bunda formula jabhasiga kiritish chizig'i joylashtiriladi va tuzatmoqchi bo'lgan joyga o'ting. Formula doirasida kiritish chizig'ini quyidagi ikki usulning biri bo'yicha siljtiladi:

- zarur bo'lgan joyda sichqonchani shiqillatiladi;
- klaviaturada strelkalar, probellar va <Ins> klavishalarini bosiladi:
 - strelkani klavishalarning vazifasi tabiiy – kiritish chizig'ini yuqoriga, pastga, chapga yoki o'ngga siljitadi;
 - probel formulaning turli qismlarini ajratish uchun mo'ljallangan;
 - <Ins> klavishasi vertikal kiritish chizig'ini gorizontaal chiziqning bir boshidan ikkinchi boshiga o'tkazadi.

$$\boxed{x^{5+x}}$$

$$\boxed{\frac{5+x}{x}}$$

$$\boxed{\frac{5+x}{x}}$$

8.14-rasm. Probel yordamida kiritish chizig'i holatini o'zgartirish (kollaj)

Agar formulada probel klavishi ketma-ket bosilsa (bunga misol 8.12-rasmda keltirilgan), kiritish chizig'i o'z holatini, 8.14-rasmda ko'rsatilganidek, siklik o'zgartirib boradi. Agar bu rasmdagi yuqori vaziyatda $\langle\langle\rightarrow\rangle\rangle$ strelkasi bosilsa, kiritish chizig'i chapga siljiydi (8.15-rasm). Endi probel klavishi bosilsa, kiritish chizig'i formulaning ikkita qismidan birini galma-gal ajratib turadi.

$$\boxed{x^{5+k}}$$

$$\boxed{\frac{5+x}{k}}$$

8.15-rasm. $\langle\langle\rightarrow\rangle\rangle$ strelkasi bilan surilgandan so'ng kiritish chiziqlari holatini probel bilan o'zgartirish (kollaj)

8.3.4. Formulalarni o'zgartirish

MathCADda formulalarni tuzatish operatsiyalarining ko'p qismi tabiiy tarzda realizatsiya qilingan, lekin ularning ba'zilari umumqabul qilingandan biroz farqlanadi, bu MathCAD – hisoblash tizimi ekanligiga bog'liq.

Formulalarni o'zgartirish bo'yicha asosiy amallarni ko'rib chiqamiz.

Operatorni kiritib o'rnatish

Operatorlar *unar* (bitta operandga ta'sir qiluvchi, masalan, matritsani transportirovka qiluvchi yoki raqam ishorasini o'zgartiruvchi) yoki *binar* (ikki operandga ta'sir qiluvchi, masalan, $+$ yoki $/$) bo'lishi mumkin. Hujjatga yangi operator kiritib o'rnatilganda MathCAD unga nechta operandlar talab qilinishini aniqlaydi. Agar operator kiritib o'rnatiladigan nuqtada bitta yoki ikkita operand yo'q bo'lsa, MathCAD avtomatik tarzda

operator yoniga bitta yoki ikkita o'rinto'ldirgichni joylashtiradi.

Operator kiritib o'rnatilayotgan onda formulada kiritish chiziqlari ajratib ko'rsatgan ifoda – uning birinchi operandi bo'lib qoladi.

Formulaga operatorni kiritib o'rnatish ketma-ketligi:

1. Kiritish chiziqlarini formulaning birinchi operandi bo'lib qolishi kerak bo'lgan qismiga o'rnatish.

2. Instrumentlar panelidagi knopkani yoki klavishalar majmuasini bosib operatorni kiritish.

8.16-rasmda qo'shish operatorini formulaning turli qismlariga kiritib o'rnatishga bir nechta misollar keltirilgan. 8.16-rasmdagi chapdagi ustunda formulada kiritish chiziqlarining mumkin bo'lgan joylashishlari, o'ngdagi ustunda esa – qo'shish operatorini kiritib o'rnatish (ya'ni <+> klavishasini bosish) natijasi keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, formulaning kiritish chiziqlari bilan belgilangan qismi birinchi qo'shiluvchi bo'lishi uchun, zarur bo'lganda, qavslarni MathCADning o'zi qo'yadi.

Ba'zi operatorlarni MathCAD kiritish chiziqlari holatidan qat'iy nazar, to'g'ri joyga o'zi qo'yadi. Sonli-raqamli chiqarish operatori "=" bunga misol bo'ladi.

$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$	$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$
$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$	$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$
$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$	$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$
$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$	$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$
$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$	$\frac{x^{5+x}}{x^{5+x}}$

8.16-rasm. Operatorni formulaning turli qismlariga kiritib o'rnatish (kollaj)

Formulaning bir qismini ajratib ko'rsatish

Qandaydir matematik jabhada formulaning bir qismini ajratib ko'rsatish (8.17-rasm) uchun:

1. Uni kiritish chiziqlari orasiga joylashtiring, bunda, zarurat bo'lganda, klavishalar – strelkalar va probellardan foydalaning.

2. Sichqoncha ko'rsatkichini kiritishning vertikal chizig'iga joylashtiring, sichqonchaning chap knopkasini bosing va shu holda ushlab

turing.

3. Sichqoncha knopkasi bosilgan holda sichqoncha ko'rsatkichini kiritishning gorizontal chizig'i bo'ylab siljiting, bunda formula bir qismining rangi o'zgaradi.

4. Formula zarur qismining rangi o'zgarganda, sichqoncha knopkasini qo'yib yuboring.

$$1 + \blacksquare = 6.562 \times 10^3 \blacksquare$$

8.17-rasm. Formula bir qismini ajratib ko'rsatish

Formulaning bir qismini o'chirish (yo'qotish)

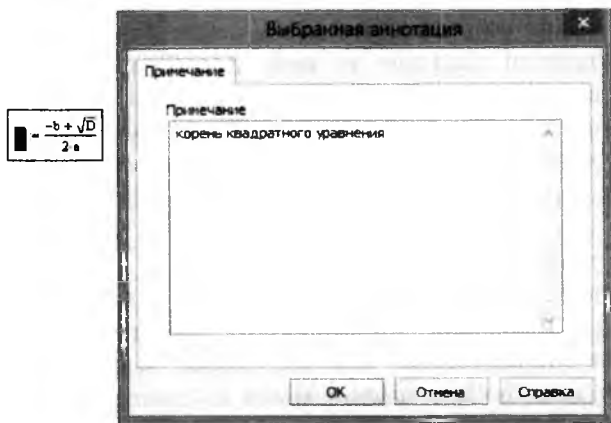
1. Uni ajratib ko'rsating.

2. klavishasini bosing.

3. Bundan tashqari formulaning bir qismini quyidagicha o'chirish mumkin: bu qism kiritishning vertikal chizig'i oldiga joylashtiriladi va <BackSpace> klavishasi bosiladi. Ba'zi hollarda, masalan, murakkab formulalar bilan ishlaganda, istalayotgan samaraga erishish uchun <BackSpace> klavishasini qaytadan bosish talab etilishi mumkin.

Matn bloklari

MathCAD hujjatlarida matnli obyektlar hamda turli kommentariylar va izohlar bo'lishi mumkin.



8.18-rasm. Hujjatning ishchi jabhasida matn va formula fragmentiga kommentariy

Matnni bevosita MathCAD hujjatining ishchi jabhasiga kiritish uchun bevosita matnni kiritishni boshlashdan avval "<">" klavishasini bosish kifoya. Natijada, kursor joylashgan joyda xarakterli ajratilgan jabha paydo bo'ladi – bu uning mazmuni MathCAD protsessori tomonidan formula sifatida emas, balki oddiy matnli blok sifatida qabul qilinishini bildiradi (8.18-rasm). Matn atributlarini bloklar chegaralarida **Formatlash** panelidagi matn redaktorlari uchun standart vositalar bilan tahrirlash mumkin.

Kommentariylar

Interfeys bilan bog'liq bo'lgan bir nechta yangiliklar Sizga MathCAD hujjatlarini katta komfort bilan ishlashingizga yordam beradi. Ular – turli kommentariylar hujjatlariga kiritib o'rnatilgan qo'shimcha opsiyalardir.

Izohlar (annotation) va *metama'lumotlar* (metadata) deb nomlanuvchi kommentariylarning bir necha turlari ishlab chiqilgan:

- Hujjat fayliga yagona butunlik sifatida kommentariylar; ular ham MathCADda ishlaganda va ham Windows OS vositalari bilan fayllarni qidirish va tanlashda uni identifikatsiyalashni osonlashtiradi. Butun hujjatga kommentariylarni qo'shish va tahrir qilish uchun **Fayl / Xossalar** komandasini bajaring va ochilgan dialog darchasida berilgan fayl uchun standart xossalarni (sarlavha, muallif, kommentariylar, tayanch so'zlar) o'rning.

- Alohida ifodalar uchun izohlar; ular – ixcham o'lchamli oddiy matnlardir. Ularni qo'shish (ilova qilish) uchun ifodani ajratib ko'rsating, kontekstli menyuni chaqiring va unda **Ajratilgan fragmentga izohni qo'shing** bandni tanlang. Ochilgan dialogda endi izoh matnini kiritish mumkin; unga keyinchalik kontekstli menyuning **Ko'rib chiqish / Izohni tuzatish** komandasi bilan kirish mumkin. Formulalarning izoh bilan ta'minlangan qismlari (ifoda doirasida kiritish chiziqlari o'rnatilganda) yashil rangli qo'shimcha qavslar bilan (ajratilgan o'zgaruvchi uchun 9.18-rasmda ko'rsatilganidek) ajratib ko'rsatiladi.

- Formulalarning alohida elementlariga (o'zgaruvchilarga, funksiyalarga, ifodalarga) kommentariylar (metama'lumotlar); ular bir necha parametrlarni berish imkonini beradi. Ularni yaratish uchun formulaning zarur bo'lgan qismini ajratib ko'rsating, kontekstli menyuni chaqiring, unda **Xossalar** bandini tanlang va ochilgan dialogda **Qo'shimcha** qistirmaga o'ting. Ochilayotgan ro'yxatlar guruhi yordamida turli ko'rinishdagi parametrlarni qo'shib qo'yish va ular uchun u yoki bu

turdagi muayyan qiymatni (matn, son, sana, ha/yo'q) o'rnatish mumkin.

• Hujjatda tayanch so'zlar (glossariy uchun); ularni belgilash qistirmadagi o'sha Xossalar dialogida amalga oshiriladi.

8.3.5. Dasturlash

MathCADda ishlaganda asosiy instrumentlar – matematik ifodalar, o'zgaruvchilar va funksiyalardir. Ko'p hollarda u yoki bu ichki mantiqdan foydalanuvchi formulani (masalan, sharoitlarga qarab turli qiymatlarning qaytib kelishi) bir qatorga yozishning iloji bo'lmaydi. Dasturiy modullarning vazifasi – ana shu muammoni yechishdadir; u ifodalar, o'zgaruvchilar va funksiyalarni bir necha qatorda ifodalaydi, bunda ko'pincha maxsus dasturiy operatorlardan foydalaniladi.

MathCADda dasturlash prinsipi

Dasturlash elementlari yordamida (8.19-listingda ko'rsatilganidek) o'zgaruvchilar va funksiyalarni aniqlash mumkin.

8.19-listing. Dastur yordamida aniqlangan shart funksiyasi

$$f(x) = \begin{cases} \text{"negative"} & \text{if } x < 0 \\ \text{"positive"} & \text{if } x > 0 \\ \text{"zero"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f(1) = \text{"positive"}$$

$$f(-1) = \text{"negative"}$$

$$f(0) = \text{"zero"}$$

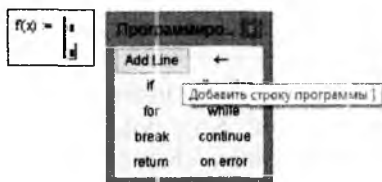
MathCADda an'anaviy dasturlashning soddalashtirilgan varianti qo'llanilgan, u **Dasturlash** instrumentlar panelida amalga oshiriladi va qator afzalliklarga ega.

Bu afzalliklar qator hollarda hujjatni oddiyroq va oson o'qiladigan qiladi:

- sikllar va shartli operatorlarni qo'llash imkoniyati;
- bir necha oddiy qadamlarni talab qiluvchi funksiyalar va o'zgaruvchilarni yaratishning soddaligi;
- tarkibida qolgan (boshqa) hujjat uchun berk bo'lgan funksiyalarni, lokal o'zgaruvchilardan foydalanish va istisno vaziyatlarga ishlov berish afzalliklaridan foydalanilgan holda, yaratish imkoniyati mavjud.

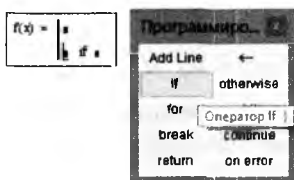
8.19-listingda ko'rsatilganidek dasturiy modul MathCADda vertikal chiziq bilan belgilanadi, undan o'ng tarafda dasturlash tili operatorlari ketma-ket yoziladi. Dasturiy modulni yaratishni boshlash uchun **Dasturlash** panelida **Chiziq qo'shilsin** knopkasini (8.19-listing misolida nom berish simvolidan keyin) bosish lozim. So'ngra, dasturda kod qatori nechta bo'lishi taxminan ma'lum bo'lsa, chiziqlarning zarur bo'lganicha

qatorini **Chiziq qo'shilsin** knopkasini ketma-ket bosib hosil qilish mumkin (8.19-rasm).



8.19-rasm. Dasturiy modul yaratilishining boshi

Paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichlarga, dasturiy operatorlardan foydalanib, istalgan dasturiy kodni kiriting. Ko'rilayotgan misolda har bir o'rinto'ldirgichga qator kiritiladi, masalan, o'rtadagiga – "positive" (8.20-rasm). So'ngra **Dasturlash** panelidagi **Agar** knopkasi bosiladi va paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichga $x > 0$ ifoda kiritiladi. Dasturiy modul to'liq aniqlangan va birorta o'rinto'ldirgich bo'sh qolmagandan so'ng, funksiyadan ham sonli-raqamli hisoblarda va ham simvolli hisoblarda va ham simvolli hisoblarda oddiy tarzda foydalanish mumkin.



8.20-rasm. Dasturiy operatorni kiritib o'rnatish

Dasturiy kod qatorlarini qo'shish

Yaratilib bo'lingan dasturga dasturiy kod qatorlarini istalgan onda o'sha **Chiziq qo'shilsin** knopkasi yordamida kiritish mumkin. Buning uchun dasturiy modulning ichida kerakli joyga oldindan kiritish chizig'ini joylashtirish lozim. Masalan, qatorda kiritish chizig'ining joylashtirilishi (8.19-rasmda ko'rsatilgan), ushbu qator oldida yangi qatorning o'rinto'ldirgich bilan birga paydo bo'lishiga olib keladi. Agar vertikal kiritish chizig'i qator boshidan uning oxiriga surilsa (8.21-rasmda ko'rsatilganidek), yangi chiziq qatordan keyin paydo bo'ladi. Agar qator butunicha emas, balki uning faqat bir qismigina ajratib ko'rsatilsa (8.21-rasm), bu kod yangi qatorning dasturdagi holatiga ta'sir qiladi (**Chiziq**

qo'shilsin knopkasini bosish natijasi 8.22-rasmda ko'rsatilgan).

$$f(x) = \begin{cases} \text{"negative"} & \text{if } x < 0 \\ \text{"positive"} & \text{if } x > 0 \\ \text{"zero"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

8.21-rasm. Kiritish chizig'ining holati yaratilayotgan dastur qatorining holatiga ta'sir qilishi

Yangi chiziqni 8.22-rasmda ko'rsatilgan holatga kiritib o'rnatish nima uchun kerak bo'lishi mumkin? Ikkita chiziqli yangi vertikal chiziq dasturning $x > 0$ (uning sarlavhasida joylashgan) shartiga taalluqli bo'lgan fragmentini ajratib ko'rsatadi.

$$f(x) = \begin{cases} \text{"negative"} & \text{if } x < 0 \\ \text{"positive"} & \text{if } x > 0 \\ \text{"zero"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

8.22-rasm. Dasturga yangi qator qo'yish natijasi (8.21-rasmdagi holatdan)

8.20-listing. Dasturlashni davom ettirish variantiga misol

$$f(x) = \begin{cases} \text{"negative"} & \text{if } x < 0 \\ \text{if } x > 0 & \\ \quad \begin{cases} \text{"positive"} \\ \text{"big positive"} & \text{if } x > 100 \end{cases} \\ \text{"zero"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$f(1) = \text{"positive"}$

$f(10^3) = \text{"big positive"}$

Dasturni bajarish rejimida, bu esa $f(x)$ ni hisoblashda sodir bo'ladi, kodning har bir qatori ketma-ket bajariladi. Masalan, 8.20-listingning oxiridan bitta oldindagi qatorida $f(1)$ hisoblanadi.

Bu listing kodining har bir qatori ishini ko'rib chiqamiz.

1. $x=1$ bo'lganligi uchun, $x < 0$ sharti bajarilmadi, natijada birinchi qatorda hech narsa sodir bo'lmaydi.

2. Ikkinchi qatorning sharti $x > 0$ bajarilgan, shu sababli kalta vertikal chiziq bilan umumiy fragmentga birlashtirilgan ikkala keyingi qator bajariladi.

3. $f(x)$ funksiyasiga $f(x) = \text{"positive"}$ qiymati beriladi.

4. $x > 1000$ sharti bajarilmadi, shu sababli $f(x)$ ga "big positive" qiymati berilmaydi, u "positive" qatoriga tengligicha qoladi.

5. Oxirgi qator bajarilmaydi, chunki shartlardan biri ($x > 0$) haqiqiy

bo'lib chiqdi, natijada otherwise ("aks holda") operatoriga zarurat tug'ilmadi.

Lokal nom berishlar (<-)

Agar MathCAD dasturlash tili u dasturiy modullar ichida tashqaridan, hujjatning boshqa qismlaridan, «ko'rinmaydigan» lokal o'zgaruvchilarni yaratish imkonini bermaganida, u yetarli darajada samarali bo'lmas edi. Dastur doirasida nom berish, MathCAD hujjatlaridan farqli ravishda, Local Definition (Lokal nom berish) operatori yordamida amalga oshiriladi, Programming (Dasturlash) panelida (<-) streлка ifodali knopkani bosish bilan kiritib o'rnatiladi.

MathCADda dasturiy modullarda endi paydo bo'layotgan 12 ta o'zgaruvchiga o'zidan-o'zi (o'zgarmas) 0 qiymati beriladi. Dasturning oldingi versiyalarida o'zgaruvchilardan, ularga oldindan qiymat bermasdan, foydalanish xatolar operatsiyasiga olib kelar edi.

Lokal nom berish 8.21-listingda namoyish qilingan. O'zgaruvchi z dasturning faqat vertikal chiziq bilan ajratilgan ichki qismida mavjud bo'ladi. Hujjatning boshqa joylaridan uning qiymatini olish imkoniyati yo'q. Shu listingning o'zida sikl operatori *for* ni qo'llashga misol keltirilgan.

8.21-listing. Dasturda lokal nom berish

```
x = 

|                            |
|----------------------------|
| $z \leftarrow 0$           |
| for $i \in 0, 1, \dots, 5$ |
| $z \leftarrow z + i$       |


```

x = 6

8.4. Grafiklar

Grafiklarni qurishning rivojlangan imkoniyati – MathCADning asosiy afzalliklaridan biridir.

8.4.1. Grafiklarning turlari

MathCADga bir nechta har xil turdagi grafiklar kiritib o'rnatilgan, ularni ikki yirik guruhga ajratish mumkin:

- *ikki o'lchamli grafiklar:*

- X-Y (Dekart) grafigi;
- qutbiy grafik;

- *uch o'lchamli grafiklar:*

- uch o'lchamli sirt grafigi;
- sath (контыр) chiziqlari;
- uch o'lchamli gistogramma;
- nuqtalarning uch o'lchamli ko'pchiligi;

-vektor maydoni.

Grafiklarni turlarga bo'lish birmuncha shartlidir, chunki ko'p sonli parametrlarning o'rnatilishini boshqarib, grafiklar turlarining kombinatsiyalarini hamda yangi turlarini (masalan, taqsimlanishning ikki o'lchamli gistogrammasi – oddiy X-Y grafikning bir turidir) yaratish mumkin.

8.4.2. Grafikni yaratish

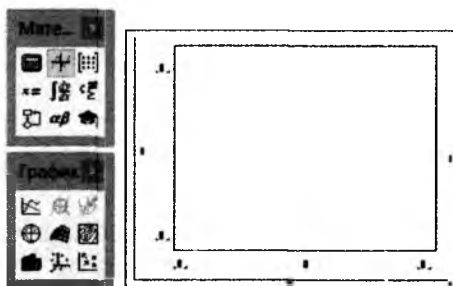
Hamma grafiklar bir xil – **Grafik** instrumentlari paneli yordamida yaratiladi, ular orasidagi farq aks ettiriladigan ma'lumotlar bilan belgilanadi.

Grafikni, masalan, ikki o'lchamli Dekart grafigini, yaratish uchun:

1. Hujjatning qaysi joyiga grafikni kiritib o'rnatish lozim bo'lsa, kiritish kursorini o'sha joyga joylashtiring.

2. Agar ekranda **Grafik** paneli bo'lmasa, uni **Matematika** panelida grafiklar aks ettirilgan knopkani bosib chaqiring.

3. Dekart grafigini yaratish uchun **Grafik** panelida X-Y Plot knopkasini (8.23-rasm) yoki boshqa turdagi grafikni yaratish uchun esa boshqa mos knopkani bosing.



8.23-rasm. Grafik paneli yordamida Dekart grafigini yaratish

4. Natijada hujjatning belgilangan joyida grafikning bo'sh jabhasi bitta yoki bir nechta o'rinto'ldirgichlar bilan birga paydo bo'ladi (8.23-rasm, chapda). O'rinto'ldirgichlarga grafikda aks ettirilishi lozim bo'lgan o'zgaruvchilar yoki funksiyalar nomlarini kiriting. Dekart grafigida bu – X va Y o'qlari bo'ylab qo'yiladigan ma'lumotlarning ikkita o'rinto'ldirgichlaridir.

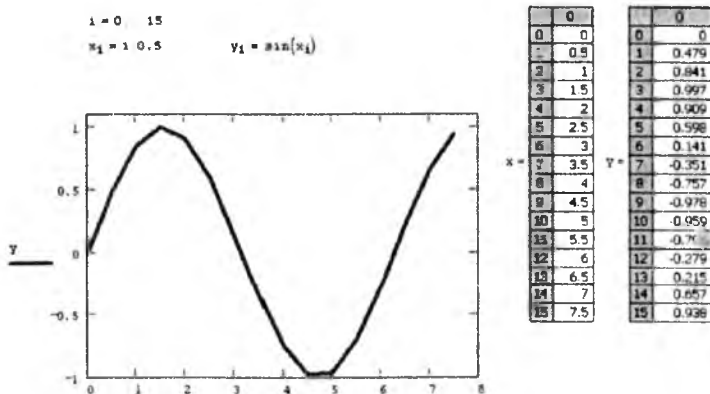
Agar ma'lumotlar nomi to'g'ri kiritilgan bo'lsa, ekranda zarur bo'lgan grafik paydo bo'ladi. Ma'lumotlarni o'zgartirib, uning tashqi ko'rinishini formatlab yoki shakllantirishning qo'shimcha elementlarini

kiritib yaratilgan grafikni o'zgartirish mumkin.

Grafikni yo'qotish uchun uning zonasida sichqonchani shiqillating va yuqoridagi menyu Sozlashda Qirqib olish yoki Yo'qotish punktlaridan birini tanlab olib bosing.

8.4.3. Ikki vektorning X-Y grafigi

Dekart grafigini olishning eng oson va ko'rgazmali usuli – ma'lumotlarning ikki vektorini shakllantirishdir, ular X va Y o'qlari bo'ylab qo'yiladi. Ikki vektor X va Y grafigini qurish ketma-ketligi 8.24-rasmda ko'rsatilgan.



8.24-rasm. Ikki vektorning X-Y grafigi

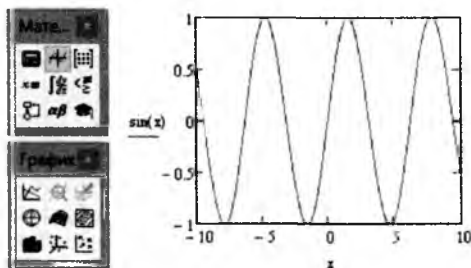
Bu holda o'qlar yonidagi o'rinto'ldirgichlarga vektorlarning nomi kiritiladi. O'qlar bo'ylab vektorlar elementlari qo'yilishiga ham ruxsat etiladi, ya'ni o'qlar yonidagi o'rinto'ldirgichlarga mos ravishda x_i va y_i nomlari kiritiladi. Natijada grafik hosil bo'ladi, unda vektorlarning juft elementlariga mos nuqtalar qo'yiladi, bu nuqtalar o'zaro to'g'ri chiziq kesmalari bilan tutashtiriladi. Ular hosil qilgan sinq chiziqlar ma'lumotlar qatori yoki egri chiziq deb nomlanadi.

Shunga o'xshab, ustunni ajratish operatorini qo'llab va mos ifodalarni grafik o'qlari bo'ylab qo'yib, ustunlar va qatorlar matritsasining X-Y grafigini osonlik bilan yaratish mumkin.

8.4.4. Funksiyaning X-Y grafigi

Istalgan skalyar funksiya $f(x)$ ning grafigini ikki usulda qurish mumkin. Birinchi usulda funksiya qiymatlari diskretlashtiriladi, bu qiymatlar vektorga beriladi va vektor grafigi quriladi. 8.24-rasmdagi sinus

grafigi shu usulda olingan. Ikkinchi, grafikni tez qurish deb nomlanadigan osonroq usulda, funksiya o'rinto'ldirgichlarning biriga (masalan, $y - Y$ o'qiga), argument nomlari esa – boshqa o'q yonidagi o'rinto'ldirgichga kiritiladi (8.25-rasm).



8.25-rasm. Funksiya grafigining tez qurilishi

Natijada MathCADning o'zi argument qiymatlari doirasida (indamaslik bo'yicha o'zgarmas -10 dan 10 gacha oraliqqa teng deb qabul qilingan) funksiya grafigini yaratadi. Tabiiyki, keyinchalik argument qiymatlari diapazonini o'zgartirish mumkin, bunda grafik avtomatik tarzda yangi diapazonga moslashadi.

Agar funksiya argumenti o'zgaruvchisiga hujjatda grafik qurilgunicha qandaydir qiymat berilgan bo'lsa, grafik tez qurilishi o'rniga ushbu qiymat hisobga olingan holda funksiya bog'lanishi chiziladi.

8.4.5. Ma'lumotlarning bir nechta qatorini qurish

Bitta grafikda 16 tagacha turli bog'lanishlar chizilishi mumkin.

Grafikda yana bitta egri chiziqni qurish uchun quyidagi amallar bajarilishi lozim:

1. Kiritish chiziqlarini shunday joylashtiringki, ular Y koordinata o'qi yozuvida joylashgan ifodani butunlay qamrab olsin (8.26-rasm).

2. $\langle, \rangle$ klavishasini bosing.

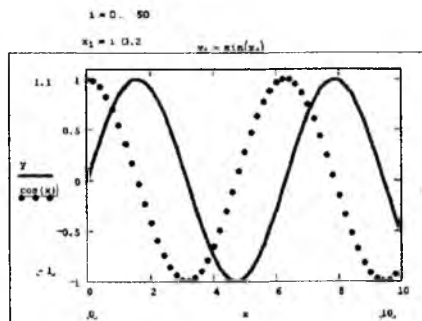
3. Natijada o'rinto'ldirgich paydo bo'ladi, unga ikkinchi egrilik uchun ifodani kiritish lozim.

4. Bu ifodadan tashqarida (grafikda yoki undan tashqarida)gi istalgan joyda sichqonchani shiqillating.

Bundan keyin grafikda ikkinchi egrilik aks ettiriladi. 8.26-rasmda ma'lumotlarning ikkita qatori chizib bo'lingan, vergulli $\langle, \rangle$ klavishaning

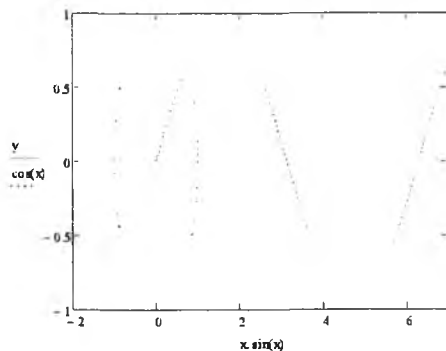
bosilishi uchinchi o'rinto'ldirgich paydo bo'lishiga olib keladi, uning yordamida esa ma'lumotlarning uchinchi qatorini aniqlash mumkin.

Bayon qilingan usul bilan bir argumentga taalluqli bo'lgan bir nechta bog'lanishlar yaratiladi.



8.26-rasm. Bitta grafikda bir nechta bog'lanishlarni chizish

Bitta grafikda har xil argumentlarning funksiyalariga chizish uchun x o'qi yonida vergul orqali, bu argumentlarning nomlarini kiritish lozim (8.27-rasm).



8.27-rasm. Har xil argumentdan bir nechta bog'lanishlarni qurish

8.4.6. Grafiklarni formatlash

Grafiklar koordinata o'qlarini formatlash imkoniyatlari – bu ularning tashqi ko'rinishini/diapazonini, shkalani, numeratsiyani va markerlar yordamida o'qlarda ba'zi qiymatlarning aks ettirilishini boshqarishdir.

O'qlar masshtabi

График биринчи мarta qurilayotganda MathCAD ikkala koordinata o'qlari uchun taqdim etilgan diapazonni avtomatik tarzda tanlaydi.

Bu diapazonni o'zgartirish uchun:

1. График doirasida sichqonchani shiqillatib, grafikni tahrirlashga o'ting.

2. График ajratib ko'rsatiladi, uning har bir o'qi yonida raqamli ikkita maydon paydo bo'ladi; bu raqamlar diapazon chegaralarini bildiradi. O'qning mos chegarasini tahrirlash uchun maydonlar birining jabhasida sichqonchani shiqillating.

3. Kursorni boshqaruvchi klavishalar va <BackSpace> va klavishalardan foydalanib, maydondagi narsalarni o'chiring.

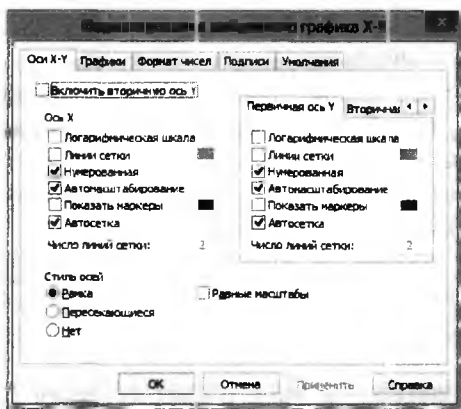
4. Diapazonning yangi qiymatini kiriting.

5. Maydon tashqarisida shiqillating, grafik yangi chegaralarda avtomatik ravishda qaytadan chiziladi.

Qaysidir diapazonning avtomatik tanlanganligini qaytarish uchun mos maydondan raqamni o'chiring va undan tashqarida shiqillating. Shkala chegarasini MathCAD grafikda taqdim etilayotgan ma'lumotlar qiymatlariga qarab tanlaydi.

O'qlarning xossalari

Koordinata o'qiga chizilgan shkalaning tashqi ko'rinishining o'zgarishi dialog darchasi **Tanlab olingan grafikni formatlash** yordamida amalga oshiriladi, bunda **X-Y o'qlari** qistirmasiga o'tish lozim (8.28-rasm). Sichqonchani grafik zonasida ikki marta shiqillatib yoki **Format / Grafik / X-Y Grafik** komandasini bajarib yoki kontekstli menyuda **Format** komandasini tanlab dialogni chaqirish mumkin.



8.28-rasm. Formatting Currently Selected X-Y Plot dialog darchasi

Bayroqchalar va uzgich-ulagich (переключатель)lar yordamida har bir o'qning tashqi ko'rinishini osonlik bilan o'zgartirish mumkin. Bu amalni bajaruvchi opsiyalar va ularning amallari:

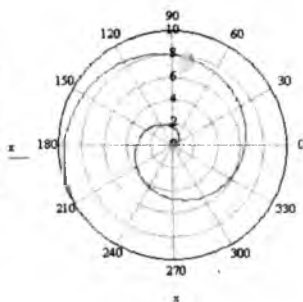
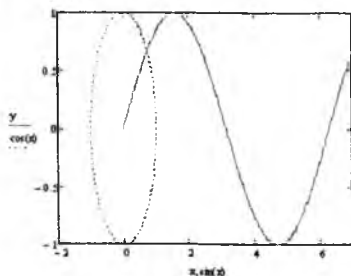
- **Logarifmik masshtab** – ushbu o'q bo'yicha grafik logarifmik masshtabda chiziladi; agar ma'lumotlar bir necha tartibda farqlansa, bu amal foydali bo'ladi;

- **Setka chiziqlari** – setka chiziqlarini ko'rsatish (setka misoli 8.29-rasmda);

$$i := 0..1000$$

$$x_i := i \cdot 0.01$$

$$y_i := \sin(x_i)$$



8.29-rasm. Dekart va qutbiy grafiklarda setka chiziqlari, o'qlar turi –
Crossed

- **Numerlash** – shkala numeratsiyasini ko'rsatish; agar bu bayroqcha olib tashlansa, shkalani belgilaydigan raqamlar yo'qolib ketadi;

- **Avtomatik masshtab** – MathCAD protsessori o'q diapazonini avtomatik ravishda tanlaydi;

- **Markerlarni ko'rsatish** – o'qlarda qiymatlarni ajratib ko'rsatish (выделение) (quyida "Markerlar" bo'limiga qarang);

- **Avtomatik shkala** – shkalani bo'lish MathCAD protsessori tomonidan avtomatik tarzda bajariladi; agar bu bayroq o'chirilgan bo'lsa, kiritish maydonida uning yonida shkalada beriladigan belgilar sonini ko'rsatish lozim;

- **Bir xil masshtab** – x va y o'qlari majburan bir xil masshtabda chiziladi;

- **O'q ko'rinishi** – koordinata tizimlarining uch turidan birini tanlab olish mumkin:

- **To'g'ri to'rtburchak** – 8.26- va 8.27-rasmlarda ko'rsatilganidek;

- **Kesishish** – koordinata o'qlari ikki o'zaro kesishuvchi to'g'ri chiziqlar ko'rinishida (8.29-rasm);

- **Yo'q** – koordinata o'qlari grafikda ko'rsatilmaydi.

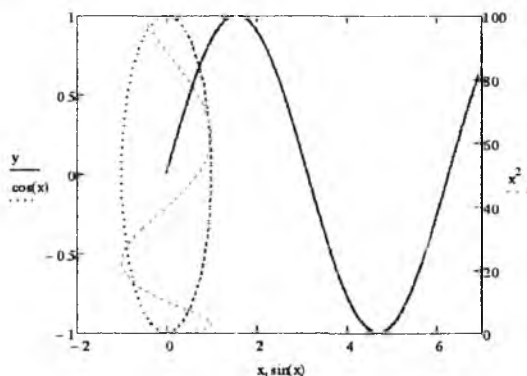
Ikkinchi o'q Y

MathCADda o'z shkalasiga ega bo'lgan ikkinchi o'q Y ni qo'shishning qo'shimcha imkoniyati paydo bo'ldi (8.30-rasm). Agar bitta grafikda qiymatlari bo'yicha mos kelmaydigan har xil ma'lumotlar (masalan, o'lchamlari har xil bo'lgan yoki bir nechta tartibga farqlanuvchi va sh.k. ma'lumotlar) taqdim etilsa, u holda ordinatalarning ikkita o'qidan foydalanish qulay bo'ladi.

$$i := 0..100$$

$$x_i := i \cdot 0.0$$

$$y_i := \sin(x_i)$$



8.30-rasm. Ikkita ordinata o'qili Dekart grafigi

Ordinatalar ikkinchi o'qi chizilishiga opsiyani berish uchun:

1. Ikki marta shiqillatish bilan dialog darchasi **Tanlangan grafikni formatlashni** chaqiring va uning **X-Y o'qlari** qistirmasini oching (8.28-rasmga qarang).

2. Tekshirish bayroqchasi **Ikkinchi o'q Y** ulansinni o'rnatish.

3. **Ikkinchi o'q Y** qistirmasini oching va unda, xuddi birinchi o'q uchun qilganingizdek, ikkinchi o'qning istalayotgan parametrlarini sozlang.

4. OKni bosing.

5. Ikkinchi ordinata o'qi yonida paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichlarga ushbu o'q bo'yicha qo'yilishi lozim bo'lgan (Siz istagan) o'zgaruvchilar va ifodalarning nomlarini kiriting.

6. Lozim topsangiz ikkinchi o'q Y ning qolgan parametrlari (chegaralar, markerlar va sh.k.)ni sozlang.

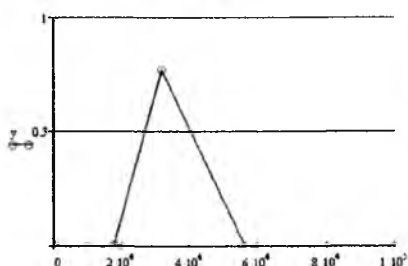
Logarifmik masshtabda grafiklar

Yuqorida qayd qilinganidek, logarifmik masshtabda grafiklarni qurish uchun Tanlangan grafikni formatlash dialogda Logarifmik masshtab opsiyasini o'rnatish lozim. Bunday grafiklarni tayyorlashda foydalanuvchi mehnatini yengillashtirish maqsadida MathCADda kiritib o'rnatilgan funksiyalar logspace va logpts qo'shilgan.

$$N_x = 5$$

$$x = \text{stack}(\text{logspace}(3, 20, N), \text{logspace}(10^4, 10^5, N))$$

$$y = \exp[-(x - 10)^2] + \exp\left[\frac{-(x - 3 \cdot 10^4)^2}{10^7}\right]$$



	0
0	5
1	7.071
2	10
3	14.142
4	20
5	1 10 ⁴
6	1.778 10 ⁴
7	3.162 10 ⁴
8	5.623 10 ⁴
9	1 10 ⁵

8.31-rasm. Logspace funksiyasi logarifmik-tekis joylashgan nuqtalarning vektorini beradi

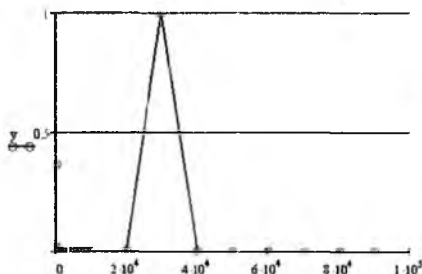
Logspace funksiyasi bir-biridan teng masofada (logarifmik masshtabda) joylashgan nuqtalar vektorini yaratish imkonini beradi, undan argument sifatida foydalaniladi. Masalan, $f(x)$ funksiyani ko'ramiz, u x ning ma'lum bir oralig'ida tez, boshqa oralig'ida esa sekin o'zgaradi. Bunday funktsiyaning grafagini «chiroyli» va informativ qurish uchun ilgari x vektorini qo'lda yaratishga to'g'ri kellar edi, endi esa logspace funksiyasi tufayli, bu jarayonni avtomatlashtirish oson (8.31-rasm).

Logpts funksiyasi nuqtalarning bir necha seriyalaridan tarkib topgan vektorni generatsiya qilish uchun mo'ljallangan, bunda nuqtalar har bir seriya doirasi (chegarasi)da chiziqli-tekis joylashadi (8.32-rasm).

$$N = 5$$

$$x = \log_{10}(0.1, 9)$$

$$y = \exp\left[-(x - 10)^2\right] + \exp\left[\frac{-(x - 3 \cdot 10^4)^2}{10^7}\right]$$



	0
0	1
1	2
2	3
3	4
4	5
5	6
6	7
7	8
8	9
9	10
10	20
11	30
12	40
13	50
14	60
15	70

8.32-rasm. *Logpts* funksiya dekadalar bo'yicha tekis joylashgan nuqtalar vektorini chiqaradi

Bu funksiyalar va ular argumentlarining bayoni:

- *logspace* (min,max,N) – (min,max) intervalida (logarifmik masshtabda) tekis joylashgan raqamlardan tuzilgan vektorni qaytaradi:

- min, max – interval chegaralari;

- N – generatsiya qilinayotgan nuqtalar miqdori;

- *logpts* (min, dec, N) – 10min dan boshlab har bir logarifmik dekada chegarasida, ya'ni 0.1-10, 10-100 va sh.k. intervallarda, chiziqli-tekis joylashgan raqamlardan tuzilgan vektorni qaytaradi:

- min – interval boshlang'ich chegarasining ko'rsatkichi;

- dec – seriyalar (dekadalar) soni;

- N – har bir seriya (dekada) chegarasida generatsiya qilinayotgan nuqtalar miqdori.

Ma'lumotlar qatorlari

Ma'lumotlar qatorini taqdim etuvchi egri chiziqlarni qurish stilini formatlash uchun **Tanlangan grafikni formatlash** dialog darchasining **Egri chiziqlar** qistirmasiga o'tish lozim. Bu qistirmada egriqlik turi (nuqtalar va/yoki chiziqlar)ni, nuqtalar markerlari shakli va o'lchamini, chiziqlar turi va qalinligini tanlash hamda har bir egri chiziqning rangini tanlash mumkin (8.33-rasm).



8.33-рasm. Графикда egri chiziqlarni formatlash

Markerlar

Marker bilan koordinata o'qlarida ba'zi qiymatlarning belgilari belgilanadi. *Marker* – bu raqam yoki o'zgaruvchi bilan ta'minlangan o'qqa perpendikulyar bo'lgan chiziqdir.

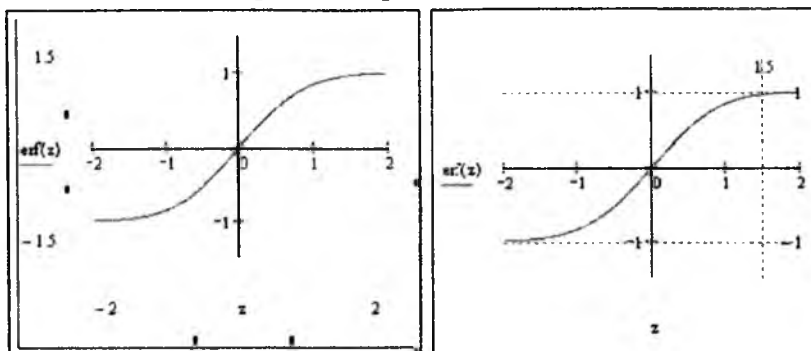
1. Grafikda ikki marta sichqonni shiqillating.

2. Tanlangan grafikni formatlash dialogining X-Y o'qlari qistirmasida **Markerlarni ko'rsating** bayroqchasini o'rnatib (8.28-rasmga qarang).

3. **OK** knopkasini bosib.

4. Paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichga raqam yoki qiymatini o'qda marker bilan Siz aks ettirmoqchi bo'lgan o'zgaruvchining nomini kiritib (8.34-rasm, chap tarafda).

5. Markerdan tashqarida sichqonni shiqillating.

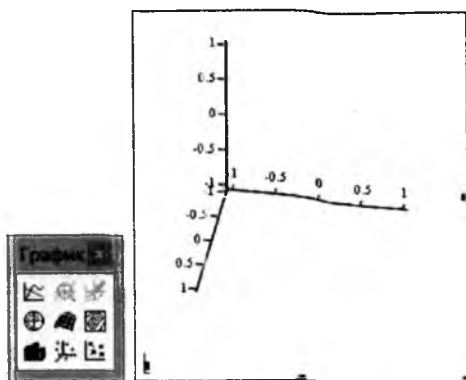


8.34-rasm. Markerlarni yaratish (chapda) va tayyor markerlar (o'ngda)

Tayyor markerlar 8.34-rasmda o'ngda ko'rsatilgan. Har bir o'qda ikkitadan marker o'rnatishga ruxsat beriladi. Agar ulardan faqat bittasi aniqlangan bo'lsa, ikkinchisi ko'rinmaydi.

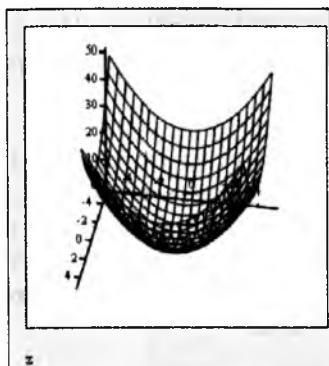
8.4.7. Uch o'lchamli grafiklar

Uch o'lchamli grafiklar kolleksiyasi – foydalanuvchilarga MathCAD hadya qilayotgan haqiqiy mo'jizadir. Sanoqli sekundlarda Siz o'z hisoblaringiz natijalaridan ajoyib prezentatsiya tayyorlashingiz mumkin. $z(x,y)$ funksiyasi va z matritsasi (ular mos ravishda 8.22- va 8.23-listinglarda berilgan) misolida har xil turdagi uch o'lchamli grafiklarni qurish texnikasini ko'rib chiqamiz (8.35-rasm).

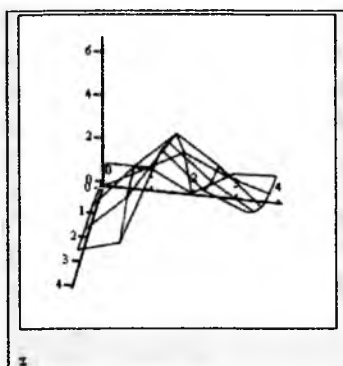


8.35-rasm. Uch o'lchamli grafikni hosil qilish

Uch o'lchamli grafikni yaratish uchun instrumentlar paneli **График**da uch o'lchamli grafiklardan istalgan turi aks ettirilgan grafikning bo'sh jabhasi paydo bo'ladi, pastki chap tomondagi burchakda yagona o'rinto'ldirgich bo'ladi. Bu o'rinto'ldirgichga uch o'lchamli grafikni tez qurish uchun ikki o'zgaruvchi funksiyasi $z(x,y)$ ning nomi z (8.36-rasm) yoki matritsali o'zgaruvchi z ning nomi kiritilishi lozim, u $z(x,y)$ ma'lumotlarning XY tekisligida taqsimlanishini belgilab beradi (8.37-rasm). Grafiklarni hosil qilish uchun mos listing va o'rinto'ldirgichga mos funksiya yoki matritsa nomi kiritilishidan tashqari hech qanday matn talab qilinmaydi.



8.36-rasm. Funksiya sirti grafigini tez qurish (8.22-listing davomi)



8.37-rasm. Matritsa bilan berilgan sirt grafigi (8.23-listing davomi)

8.22-listing. Uch o'lchamli grafiklarni tez qurish uchun funksiya

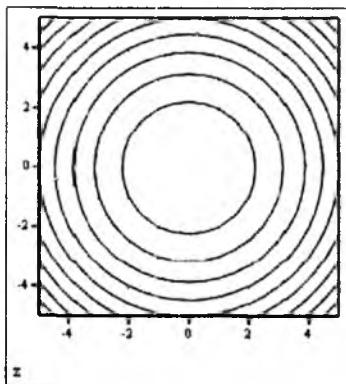
$$z(x, y) = x^2 + y^2$$

8.23-listing. Uch o'lchamli grafiklarda aks ettirish uchun matritsa

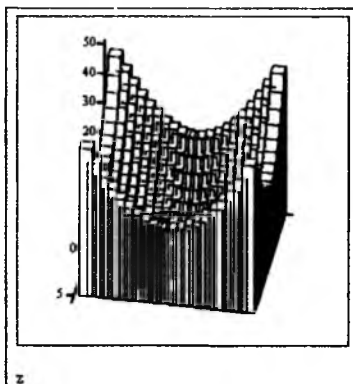
$$x = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1.1 & 1.2 \\ 1 & 2 & 3 & 2.1 & 1.5 \\ 1.3 & 3.3 & 5 & 3.7 & 2 \\ 1.3 & 3 & 5.7 & 4.1 & 2.9 \\ 1.5 & 2 & 6.5 & 4.8 & 4 \end{pmatrix}$$

Sirtlarning uch o'lchamli grafiklaridan tashqari **Grafik** panelidagi mos knopkalarni bosish sath chiziqlari grafigini (8.38-rasm), uch o'lchamli gistogrammani (8.39-rasm), nuqtalarning uch o'lchamli taqsimlanishini (8.40-rasm) yoki vektor maydonini (8.41-rasm) yaratishga olib keladi. Bu grafiklarning hammasi 8.22- va 8.23-listinglarda tuzilgan ma'lumotlarni taqdim etadi.

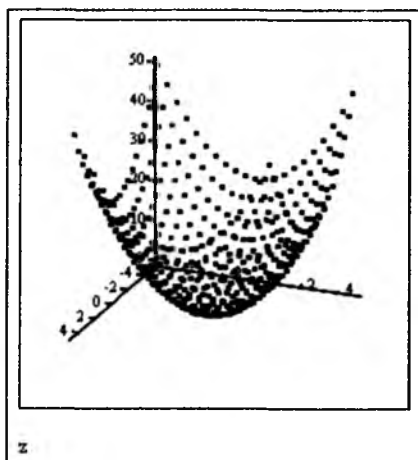
Uch o'lchamli grafiklarni formatlash dialogli darcha **3-D grafikni formatlash** yordamida bajariladi, u sichqonchani ikki marta shiqillatish yordamida chaqiriladi.



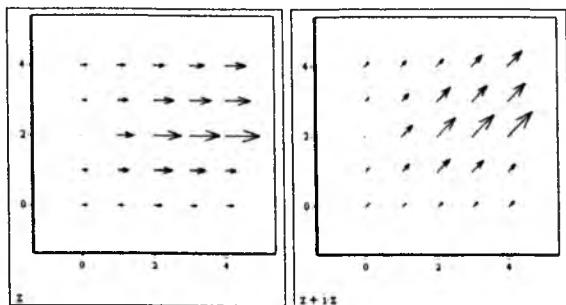
8.38-rasm. Sath chiziqlari
grafigini tez qurish (8.22-listing
davomi)



8.39-rasm. Uch o'lchamli
gistogrammani tez qurish (8.22-
listing davomi)



8.40-rasm. Nuqtalar uch o'lchamli taqsimlanishi grafigini tez qurish (8.22-
listing davomi)



8.41-rasm. Matritsalar bilan berilgan vektor maydonlarining ikkita grafigi
(8.23-listing davomi)

Qisqacha xulosa:

MathCAD matematik redaktori elementar matematikadan boshlab, to murakkab sonli-raqamli metodlargacha bo'lgan turli ilmiy va muhandislik hisoblarini bajararadi. Qo'llash osonligi, matematik amallarning ko'rgazmaliligi hamda natijalarni tadqiq etishning ajoyib apparati tufayli MathCAD eng keng tarqalgan matematik ilovalardan biridir.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. MathCAD haqida umumiy ma'lumot bering.
2. MathCAD qanday vazifani bajaradi?
3. MathCAD tarkibiga qanday o'zaro integrallashgan komponentlar kiradi?
4. MathCADning qo'shimcha imkoniyatlarini bayon qiling.
5. Foydalanuvchi interfeysini aytib bering.
6. Asosiy panellariga nimalar kiradi?
7. Matematik panelning vazifasini aytib bering.
8. Matematik panel qanday panellarni ekranga chiqaradi?
9. MathCADda hisoblash asoslarini tushuntirib bering.
10. Formulalarni kiritish va tahrirlash qanday amalga oshiriladi?

9 – BOB. MATHCADDa ALGEBRAIK HISOBLASHLAR

Ushbu bobda MathCADda bajariladigan oddiy algebraik hisoblashlar ko'rib chiqiladi. Birinchidan, mavjud kiritib o'rnatilgan operatorlar hamda ularning yordamida algebraik ifodalarning qiymatlarini hisoblash, grafiklarni qurish va sh.k. mumkin bo'lgan funksiyalar bayoni keltirilgan. Ikkinchidan, namunaviy algebraik masalalarni yechish uchun MathCADda analitik o'zgartishlarni amalga oshiruvchi eng oddiy simvolli operatsiyalarning obzori tuzilgan. Ular sonli-raqamli metodlarni qo'llamasdan va mos ravishda hisoblash xatoliklarisiz amalga oshiriladi.

9.1. Operatorlar

MathCADda har bir *operator* qaysidir matematik amalni simvol ko'rinishida belgilaydi. Matematikada qabul qilingan atamalarga batamom mos holda qator amallar (masalan, qo'shish, bo'lish, matritsalarini transponirovka qilish va sh.k.) MathCADda kiritib o'rnatilgan operatorlar ko'rinishida, boshqa amallar esa (masalan, *sin*, *erf* va sh.k.) – kiritib o'rnatilgan funksiyalar ko'rinishida realizatsiya qilingan.

Har bir operator bitta yoki ikkita raqamga (o'zgaruvchi yoki funksiyaga) ta'sir qiladi, ular *operandlar* deb nomlanadi. Agar operator kiritib o'rnatilayotgan onda operandlardan bittasi yoki ikkala operandlar yetishmasa, yetishmaydigan operandlar o'rinto'ldirgichlar ko'rinishida aks ettiriladi.

Istalgan operatorning simvoli hujjatning zarur joyiga ikki asosiy usulning biri bilan:

- klaviaturada mos klavishani (yoki klavishalar majmuasini) bosish yo'li bilan;
- instrumentlar matematik panellarining birida mos knopkani sichqoncha ko'rsatkichi orqali bosish yo'li bilan kiritiladi.

Matematik panellarning ko'p qismi ma'nosi bo'yicha guruhlariga jamlangan matematik operatorlarga ega, bu panellarni ekranga **Matematika** panelidagi mos knopkani bosib chaqirish mumkin.

Yuqorida uch: nom berish, sonli-raqamli va simvolli chiqarish operatorlarini qo'llashning xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Endi bu va MathCADning boshqa operatorlarining amallarini batafsilroq ko'rib chiqamiz.

9.1.1. Arifmetik operatorlar

Asosiy arifmetik amallarni belgilovchi operatorlar **Kalkulyator** panelidan kiritiladi (9.1-rasm):

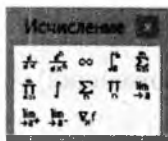
- qo'shish va ayirish: $+ / -$;
- ko'paytirish va bo'lish: $\times / \div$;
- faktorial: $!$;
- raqam moduli: $|x|$;
- kvadrat ildiz $\sqrt{}$;
- n -darajali ildiz $\sqrt[n]{}$;
- x -ni y -darajaga ko'tarish: x^y ;
- prioritetni o'zgartirish: qavslar $()$;
- sonli-raqamli chiqarish: $=$ (hamma listinglar).



9.1-rasm. Calculator paneli

9.1.2. Hisoblash operatorlari

Hisoblash operatorlari hujjatga Hisoblashlar instrumentlar paneli yordamida kiritib o'rnatiladi (9.2-rasm). Knopkalardan istalgani bosilganda hujjatda bir nechta o'rinto'ldirgichlar bilan ta'minlangan mos matematik amalning simvoli paydo bo'ladi. O'rinto'ldirgichlar soni va ularning joylashishi operator turi bilan aniqlanadi va ularning qabul qilingan matematik yozuviga to'liq mos keladi. Masalan, summa operatorini kiritib o'rnatishda (9.2-rasm) to'rtta kattalik: o'zgaruvchi (summalash y bo'yicha amalga oshiriladi), quyi va yuqorigi chegaralar hamda summa belgisi ostida turadigan ifodaning o'zi – berilishi lozim. Noaniq integralni hisoblash uchun ikkita o'rinto'ldirgichni: integralosti ifodalarni va integrallash o'zgaruvchisini to'ldirish lozim.



9.2-rasm. Summalash operatorini kiritib o'rnatish

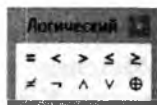
Qaysidir hisoblash operatori kiritilganidan keyin uning qiymatini $\Leftrightarrow$ klavishani bosib sonli-raqamli yoki simvolli chiqarish operatori yordamida analitik hisoblash imkoniyati mavjud.

9.1.3. Mantiqiy operatorlar

Mantiqiy yoki *Bul operatorlari* amali natijasining – faqat 1 (agar ular yordamida yozilgan mantiqiy ifoda haqiqiy bo'lsa) yoki 0 (agar mantiqiy ifoda haqiqiy bo'lmasa) raqamlari bo'ladi.

Mantiqiy ifoda, masalan, $1=1$, qiymatini hisoblash uchun (9.3-rasm):

1. **Bul operatori** panelidan mos operator = ni qo'ying.
2. Paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichlarga operandlarni (ikkita birlik) kiritib o'rning.
3. Javobni olish uchun $\Leftrightarrow$ klavishasini bos.



9.3-rasm. Mantiqiy operatorni kiritib o'rnatish

Birinchi qarashda absurd ifoda $1=1$ hosil bo'ladi. Lekin amalda hammasi to'g'ri. Chiqarish operatoridan chap tarafda mantiqiy ifoda $1=1$ yozilgan (e'tibor bering, tenglikning mantiqiy belgisi oddiy belgiga qaraganda boshqacha ko'rinadi), u – haqiqiydir. Shuning uchun ushbu ifodaning qiymati 1 ga teng, bu – tenglik belgisidan o'ng tarafda ko'rsatilgan.

Mantiqiy operatorlar:

- katta $x>y$;
- kichik $x<y$;
- katta yoki teng $x\geq y$;
- kichik yoki teng $x\leq y$;
- teng $x=y$;
- teng emas;

- va x^u ;
- yoki xvy ;
- istisno qiluvchi (исключающий) yoki $x@y$;
- inkor qilish.

Mantiqiy operatsiyalar amaliga misollar 9.1- va 9.2-listinglarda keltirilgan.

9.1-listing. Qiyoslash operatorlari

$$2 = 3 = 0 \quad 5 > 1 = 1 \quad 3 \geq 3 = 1$$

$$7 \neq 7 = 1 \quad 3 < \infty = 1 \quad 3 > 3 = 0$$

$$0 \neq 0 = 0$$

9.2-listing. Bul operatorlari

$$1 \vee 1 = 1 \quad 1 \wedge 1 = 1 \quad 1 \oplus 1 = 0 \quad \neg 1 = 0$$

$$0 \vee 0 = 0 \quad 0 \wedge 0 = 0 \quad 0 \oplus 0 = 0 \quad \neg 0 = 1$$

$$1 \vee 0 = 1 \quad 1 \wedge 0 = 0 \quad 1 \oplus 0 = 1$$

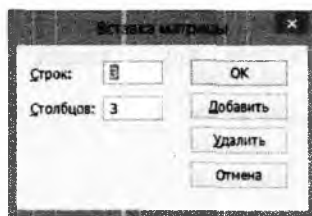
9.1.4. Matritsa operatorlari

Matritsa operatorlari vektorlar va matritsalar ustida turli amallar bajarish uchun mo'ljallangan. Ularning ko'pchiligi sonli-raqamli algoritmlarni realizatsiya qilganligi uchun, ular chiziqli algebrada batafsil ko'rib chiqiladi. Hozir esa MathCAD hujjatlariga matritsalarini kiritib o'rnatish masalasini ko'ramiz.

Vektor yoki matritsani yaratishning eng sodda va ko'rgazmali usuli:

1. **Matritsa** panelida **Matritsa** yoki **vektor** knopkasini yoki **<Ctrl>+<M>** klavishasini bosib yoki **Kiritib o'rnatish / Matritsa** menyuni punkti tanlang.

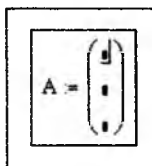
2. **Matritsani kiritib o'rnatish** dialog darchasida (9.4-rasm) Siz yaratmoqchi bo'lgan matritsa ustunlari va qatorlarining butun sonini bering. Masalan, 3xi vektorni yaratish uchun 9.4-rasmda ko'rsatilgan qiymatlarni kiriting.



9.4-rasm. Matritsani yaratish

3. **OK** yoki **Kiritib o'rnatish** knopkasini bosing – natijada hujjatga ustunlari va qatorlari muayyan sonli matritsaning xomakisi kiritib o'rnatiladi (9.5-rasm).

4. Matritsa elementlari o'rinto'ldirgichlariga qiymatlarni kiriting. Matritsaning bir elementidan boshqasiga sichqoncha ko'rsatkichi yoki strelkali klavishalar yordamida o'tish mumkin.



9.5-rasm. Matritsani yaratish natijasi

Yaratilib bo'lingan matritsaga qatorlar va ustunlarni qo'shish xuddi shunday amalga oshiriladi:

1. Kiritish chiziqlari bilan matritsa elementini ajratib ko'rsating, undan o'ngroq va pastroqda ustunlar va (yoki) qatorlar kiritib o'rnatiladi.

2. Unga, yuqorida bayon qilinganidek, matritsani kiritib o'rnatish. Bunda ustunlar yoki qatorlar soni nolga teng berilishi ruxsat etiladi.

3. Matritsa yetishmayotgan elementlari o'rinto'ldirgichlarini to'ldiring.

9.1.5. Ifoda operatorlari

Hisoblash operatorlari **Ifodalar** panelida guruhlangan.

Ularni yana bir marta (qo'shimcha izohlarsiz) sanab chiqamiz:

- Sonli-raqamli chiqarish = ;
- Simvolli (analitik) chiqarish -> ;
- Nom berish := ;
- Global nom berish.

9.2. Funktsiyalar

MathCAD juda ko'p sonli kiritib o'rnatilgan funksiyalarni o'zida saqlaydi. Ulardan ba'zilar muayyan qiymatni hisoblaydi, ba'zilar esa murakkab sonli-raqamli algoritmlarni realizatsiya qiladi.

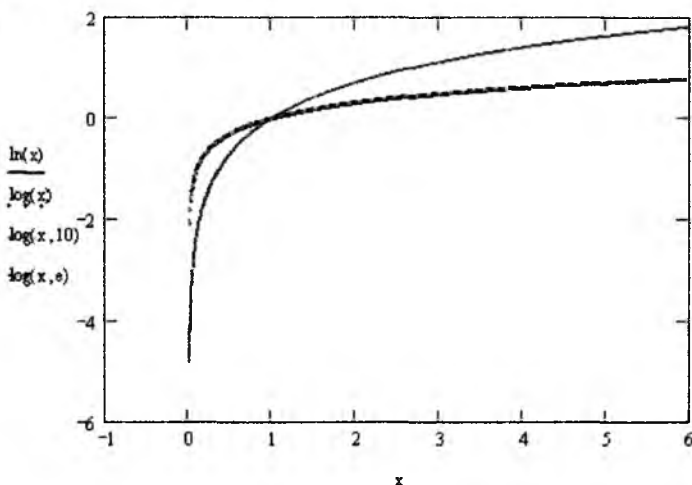
MathCAD standart algebraik funksiyalarining ko'pchiligi umumqabul qilingan matematik shaklga ega ekanligini hisobga olib, kiritib o'rnatilgan funksiyalarning hammasini keltirib o'tirmaymiz, faqat ularning

asosiy turlarini sanab chiqamiz va minimal kommentariylar bilan cheklanib, bir nechta xarakterli misollar keltiramiz.

9.2.1. Elementar funksiyalar

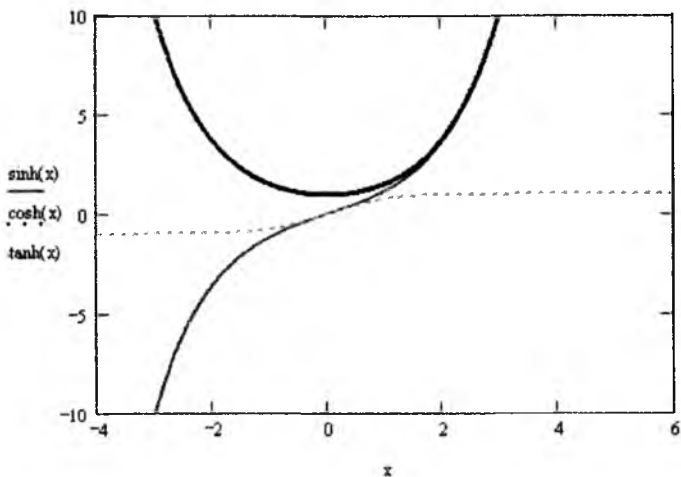
Standart funksiyalarning keng ma'lum bo'lgan guruhlari (ba'zilariga misollar 9.6- va 9.8-rasmlarda keltirilgan):

- Eksponenta va logarifmik funksiyalar (9.6-rasm);
- Kompleks funksiyalar (9.3-listing);
- Trigonometrik funksiyalar (9.4- va 9.5-listinglar);
- Teskari trigonometrik funksiyalar (9.4- va 9.5-listinglar);
- Giperbolik funksiyalar (9.6-listing va 9.7-rasm);
- Teskari giperbolik funksiyalar;
- Sine-funksiya (9.8-rasm).

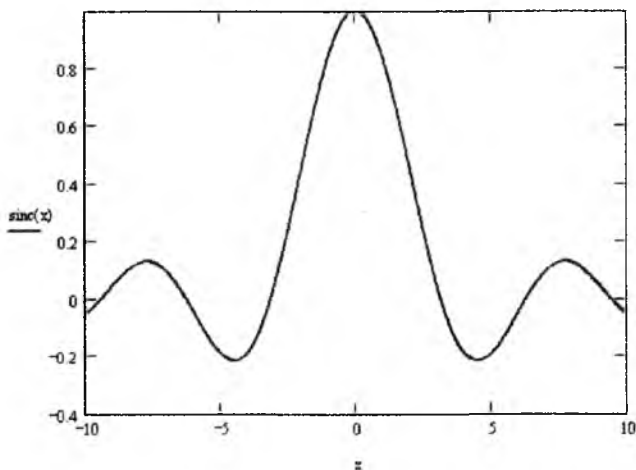


9.6-rasm. Logarifmik funksiya

Logarifmik funksiya – bu $y = \log_a x$ ko'rinishidagi funksiyadir, bu yerda $a > 0$, $a \neq 1$.



9.7-rasm. Asosiy giperbolik funksiyalar



9.8-rasm. Sine-funksiya

9.3-listing. Kompleks sonlar bilan ishlovchi ba'zi funksiyalar

$$\operatorname{Re}(3.9 + 2.4i) = 3.9 \quad \operatorname{Im}(3.9 + 2.4i) = 2.4$$

$$\left| 1.7 e^{0.1i} \right| = 1.7 \quad \arg(1.7 e^{0.1i}) = 0.1$$

9.4-listing. Trigonometrik funksiyalarga misollar

Trigonometrik funksiyalar – sonli-raqamli argument funksiyalari: sinus, kosinus, tangens, kotangens, sekans, kosekans.

$$\sin(0.5) = 0.479$$

$$\frac{1}{\cos(0.5)} = 0.479$$

$$\arcsin(0.479) = 0.5$$

$$\operatorname{acsc}\left(\frac{1}{0.479}\right) = 0.5$$

$$\arccos(0.682) = 0.82$$

$$z = 47$$

$$\cos\left(\frac{\pi z}{180}\right) = 0.682$$

9.5-listing. To'g'ri chiziq va OX o'qi orasidagi burchakni hisoblashga misollar

$$\operatorname{atan2}(1, 1) = 0.785$$

$$\operatorname{atan2}(-1, -1) = -2.356$$

$$\operatorname{angle}(1, 1) = 0.785$$

$$\operatorname{angle}(-1, -1) = 3.927$$

9.6-listing. Giperbolik funksiyalarga misol

$$z = 1.27$$

$$\frac{e^z + e^{-z}}{2} = 1.921$$

$$\cosh(z) = 1.921$$

$$\operatorname{acosh}(1.921) = 1.27$$

9.2.2. Yordamchi funksiyalar

Yuqorida sanab o'tilganlardan tashqari MathCAD bir qator *yordamchi funksiyalarni* o'z ichiga kiritgan, ular ko'p vaziyatlarda hisoblashlarni yengillashtiradi:

- Uzlukli funksiyalar;
- Qisqartirishlar va yiriklashtirishlar (9.7-listing);
- Saralashlar;
- Satrli;
- Moliya;
- Koordinatalarni qayta o'zgartirish (9.8-listing);
- Shartlar (9.9-listing);
- Ifoda turi.

9.7-listing. Qisqartirishlar va yiriklashtirishlar funksiyalari

$$\begin{aligned}
\operatorname{ceil}(3.7) &= 4 & \operatorname{floor}(3.7) &= 3 & \operatorname{trunc}(3.7) &= 3 \\
\operatorname{ceil}(-3.7) &= -3 & \operatorname{floor}(-3.7) &= -4 & \operatorname{trunc}(-3.7) &= -3 \\
\operatorname{ceil}(3.7 - 2.1i) &= 4 - 2i \\
\operatorname{floor}(3.7 - 2.1i) &= 3 - 3i \\
\operatorname{trunc}(3.7 - 2.1i) &= 3 - 2i \\
\operatorname{round}(1.23456789, 0) &= 1 & \operatorname{round}(12.3456789, 0) &= 12 \\
\operatorname{round}(12.3456789, 1) &= 12.3 & \operatorname{round}(12.3456789, -1) &= 10 \\
\operatorname{round}(12.3456789, 2) &= 12.35 & \operatorname{round}(12.3456789, -2) &= 0 \\
\operatorname{round}(12.3456789, 5) &= 12.34568 \\
\operatorname{round}(1.2345 + 6.7891i, 1) &= 1.2 + 6.8i
\end{aligned}$$

9.8-listing. Tekislikda koordinatalarni qayta o'zgartirish funksiyasi

$$\begin{aligned}
\operatorname{xyzpol}\left(\begin{pmatrix} 1 \\ 7 \end{pmatrix}\right) &= \begin{pmatrix} 7.071 \\ 1.429 \end{pmatrix} & \operatorname{xyzpol}(1, 7) &= \begin{pmatrix} 7.071 \\ 1.429 \end{pmatrix} \\
\operatorname{pol2xy}\left(\begin{pmatrix} 7.071 \\ 1.429 \end{pmatrix}\right) &= \begin{pmatrix} 0.999 \\ 7 \end{pmatrix} & \operatorname{pol2xy}(7.071, 1.429) &= \begin{pmatrix} 0.999 \\ 7 \end{pmatrix} \\
\operatorname{xyzxyz}(1, 1, 1) &= \begin{pmatrix} 1.414 \\ 0.785 \\ 1 \end{pmatrix} & \operatorname{xyzxyz}(1, \pi, 3.93) &= \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 3.93 \end{pmatrix} \\
\operatorname{xyzsph}(1, 1, 1) &= \begin{pmatrix} 1.732 \\ 0.785 \\ 0.955 \end{pmatrix} & \operatorname{xyzsph}\left(\sqrt{2}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}\right) &= \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

9.9-listing. Belgi va shartlar funksiyalari

$$\begin{aligned}
\operatorname{sign}(-4) &= -1 & \operatorname{sign}(1.3) &= 1 \\
\operatorname{if}(1 > 3, 1, 3) &= 3 \\
\operatorname{if}(1 > 3, "Yes", "No") &= "No"
\end{aligned}$$

Xevisayd funksiyasi, birlik bosqichli funksiya, holat bosqichi – bu maxsus matematik funksiya, uning qiymati manfiy argumentlar uchun nolga, musbat argumentlar uchun esa birga teng:

$$H(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & x = 0 \\ 2, & x > 0 \end{cases}$$

Ko'pincha funksiya nolda ($H(0)$) qanday qiymat qabul qilishining ahamiyati yo'q.

Kroneker simvoli (yoki Kroneker deltasi) – bu ikki o‘zgaruvchining funksiyasidir, o‘zgaruvchilar bir-biriga teng bo‘lsa u 1 ga, aks holda u 0 ga teng. O‘zgaruvchilar odatda butun son deb faraz qilinadi.

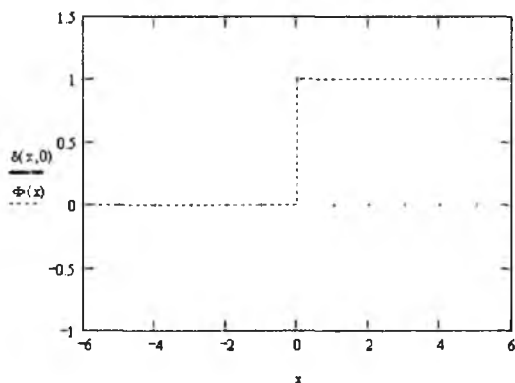
$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$$

Masalan, $\delta_{12} = 0$, lekin $\delta_{33} = 1$.

Ya’ni (δ_{ij}) elementlaridan tarkib topgan matritsa – birlik matritsasi bo‘ladi.

Kroneker simvoli ko‘pincha tenzor belgilanish sifatida traktovka qilinadi. Xususan, bu δ_{ij} , δ^i_j va δ^{ij} ko‘rinishidagi turli yozuvlar tenzorlarning muayyan turi: mos ravishda ikki marta kovariantliga, bir marta kovariantli bir marta kontravariantliga va ikki marta kontravariantliga mansub ekanligini urg‘ulash uchun foydalaniladi.

MathCAD 12 dan boshlab Kroneker 5 funksiyasi (simvoli) (9.9-rasm) kiritib o‘rnatilgan funksiyalar ro‘yxatidan o‘chirilgan.



9.9-rasm. Xevisayd funksiyalari va eskirgan Kroneker funksiyasi

9.2.3. Joriy vaqtni chiqarish funksiyasi

MathCAD 14 versiyasida yangi o‘rnatib kiritilgan funksiya paydo bo‘ldi, u ba’zan hisoblash jarayonini xronometraj qilish uchun foydali bo‘lishi mumkin:

- $\text{time}(x)$ – joriy vaqt tizimiy o‘zgaruvchisining qiymati (sekundda):
 – x – argument (kiritib o‘rnatilgan funktsiyani identifikatsiya qilish uchun zarur xolos, natijaga hech qanday ta’sir qilmaydi).

Funksiyadan tipik foydalanish uni ikki qayta hisoblashni talab qiladi: Siz xronometraj qilmoqchi bo'lgan hisobiy fragmentdan oldin va keyin (9.10-listing). $Time(x)$ ning o'zini yakka hisoblash vaqt tizimiy o'zgaruvchisining absolyut qiymatini beradi (9.10-listingning birinchi qatori). Shuni yodda tutingki, hisoblash vaqti haqida arziydigan informatsiyani olish uchun **Servis/Hammasi hisoblansin** komandasi bilan hujjatdagi bor narsalarning hammasini qayta hisoblab chiqish zarur.

9.10-listing. Hisoblashlarni xronometraj qilish

$$time(0) = 1.074 \times 10^9$$

$$T := time(0)$$

$$i := 0..10^5$$

$$v_i = \sqrt[3]{i}$$

$$time(1) - T = 1.438 \times 10^3$$

9.2.4. Maxsus funksiya

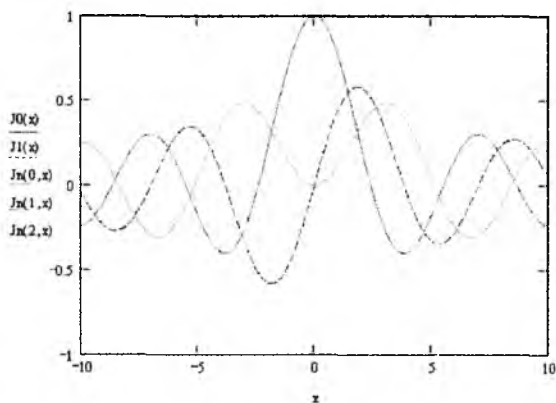
MathCADga turli matematik funksiyalar ko'p miqdorda kiritib o'rnatilgan, ular versiyadan versiyaga to'ldirib boriladi. Ularning ko'p qismi maxsus sonli-raqamli metodlarni jalb qilmasdan yechiladi, lekin ular ayniqsa matematik fizikada katta ahamiyatga ega. Masalan, Bessel funksiyalari ba'zi oddiy differensial tenglamalar uchun turli chegaraviy masalalarning yechimi hisoblanadi. Mos differensial tenglamalarning muayyan turini maxsus funksiyalar bo'yicha ma'lumotnomalardan yoki MathCAD ma'lumot tizimidan topish mumkin.

MathCADda maxsus funksiyalar bir necha guruhlarga bo'lingan:

- Bessel funksiyalari (9.10- va 9.11-rasmlar);
- Xatoliklar integrallari;
- Qolgan maxsus funksiyalar.

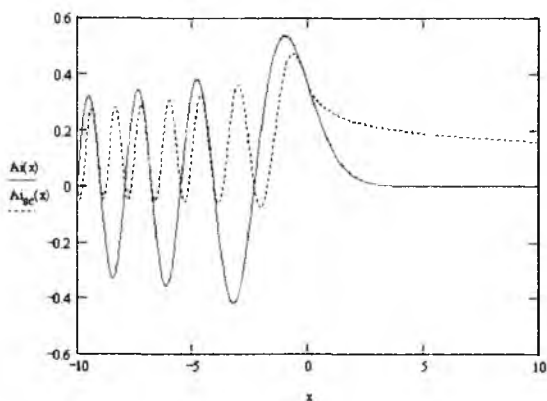
$J_\alpha(x)$ ko'rinishida belgilanadigan birinchi tartibli Bessel funksiyalari – bu α ning butun yoki manfiy bo'lmagan qiymatlarida $x = 0$ nuqtada chekli bo'lgan yechimlardir. Muayyan funktsiyani va uni normallashtirishni tanlash uning xossalari bilan aniqlanadi. Bu funksiyalarni nol atrofida Teylor qatoriga (yoki α ning butun bo'lmagan qiymatlarida ancha umumiy bo'lgan darajali qatorga) yoyish yordamida bu funksiyalarni aniqlash mumkin:

$$J_\alpha(x) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m}{m! \Gamma(m + \alpha + 1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2m + \alpha}$$



9.10-rasm. Birinchi tartibli Bessel funksiyalari

Bu yerda $G(z)$ – bu Eyler gamma-funksiyasi, faktorialni butun bo‘lmagan qiymatlarga umumlashtirishdir. Bessel funksiyasining grafigi shunday sinusoidaga o‘xshaydiki, uning tebranishlari $1/\sqrt{x}$ ga proporsional so‘nadi, vaholanki, amalda funksiyaning nollari nodavriy tarzda joylashgan.



9.11-rasm. Eyri funksiyalari (Ai_{sc} MathCAD 14 da paydo bo‘ldi)

Eyri funksiyasi $Ai(x)$ – maxsus funksiya bo‘lib, u Britaniya astronomi Jorj Biddel Eyri nomiga qo‘yilgan. $Ai(x)$ va unga bog‘liq

bo'lgan $B_i(x)$ ham Eyri funksiyasi deyiladi, u Eyri tenglamasi deb nomlanuvchi

$$y''-xy=0,$$

differential tenglamaning chiziqli bog'liq bo'lmagan yechimidir. Bu eng oddiy differential tenglama bo'lib, u shunday nuqtaga egaki, bu nuqtada yechim ko'rinishi tebranuvchidan eksponensialga o'zgaradi. U uchburchakli potentsial chuqurdagi zarracha uchun Shryodinger tenglamasining yechimi ham bo'ladi.

9.3. Algebraik ko'rsatkichlar

Bu paragrafda MathCADda, asosan, analitik bajariladigan algebraik hisoblashlar haqida gap ketadi. MathCAD foydalanuvchilarining ko'pchiligi bu imkoniyatlar haqida yetarli darajada xabar topishmagan, vaholanki, ular ko'p vaziyatlarda murakkab bo'lmagan, oddiy o'zgartishlarni bajarishda vaqt va kuchni sezilarli tejash imkonini beradi.

9.3.1. Simvolli hisoblashlarning usullari haqida

MathCADda simvolli hisoblashlarni ikki xil variantda olib borish mumkin:

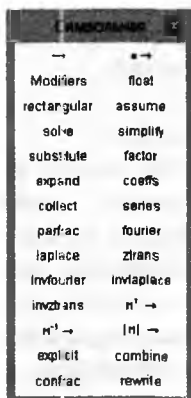
- menyu komandolari yordamida;
- simvolli chiqarish operatori $\rightarrow$, simvolli protsessorning tayanch so'zlari va oddiy formulalari yordamida (MathCAD ma'lumot tizimida bu usul real vaqtda simvolli hisoblashlar – deb nomlanadi).

Birinchi usul hisoblashlar qadamlari saqlanmasdan bir marta foydalanish uchun qandaydir analitik natija tez olinishi talab qilinganda qulay bo'ladi. Ikkinchi usul ko'rgazmaliroq hisoblanadi, chunki ifodalarni an'anaviy matematik shaklda yozish va simvolli hisoblashlarni MathCAD hujjatlarida saqlash imkonini beradi. Bundan tashqari menyu orqali amalga oshirilayotgan analitik o'zgartirishlar faqat ushbu onda ajratib ko'rsatilgan bitta ifodaga taalluqli bo'ladi.

MathCADning simvolli protsessori ifodalarni soddalashtirish, ularni ko'paytuvchilarga yoyish, simvolli summalash va hadma-had ko'paytirish kabi asosiy algebraik o'zgartirishlarni bajarishni biladi.

Komandalar yordamida simvolli hisoblashlarga bosh menyu **Simvollar** mo'ljallangan, u MathCAD analitik bajarishni biladigan matematik operatsiyalarni birlashtirgan. Ikkinchi usulni realizatsiya qilishda sonli-raqamli hisoblashlar uchun yaroqli bo'lgan MathCADning hamma vositalari (masalan, **Kalkulyator**, **Ifodalar panellar** va h.k.) va instrumentlarning maxsus matematik paneli (uni ekranga **Matematika** panelida **Simvolika paneli** knopkasini bosib chaqirish mumkin)

qo'llaniladi. Simvolika panelida simvolli o'zgartirishlarning maxsus komandalariga mos knopkalar joylashgan (9.12-rasm). Masalan, ifodani hadlarga yoyish, o'xshash qo'shiluvchilarni keltirish kabi boshqa operatsiyalar, ularni MathCADda sonli-raqamli yechib bo'lmaydi va ular uchun kiritib o'rnatilgan funksiyalar nazarda tutilmagan.



9.12-rasm. Simvolika paneli

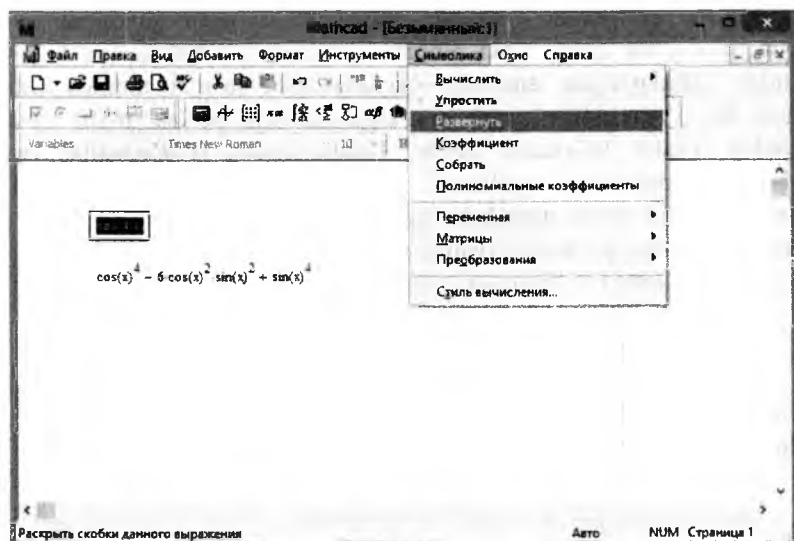
9.3.2. Ifodalarni yoyish

Simvolli hisoblashlarning ikkala turini $\cos(4x)$ ifodani ko'paytuvchilarga yoyish misolida ko'rib chiqamiz. Simvolli yoyish yoki kengaytirish operatsiyasi davomida hamma summa va ko'paytmalar ochiladi, murakkab trigonometrik bog'lanishlar esa trigonometrik ayniyatlar yordamida yoyiladi. Ifodalarni yoyish Simvolika / Yoyilsin komandasini tanlash yoki simvolli chiqarish operatori bilan birga tayanch so'z *expand* dan foydalanish yo'li bilan amalga oshiriladi.

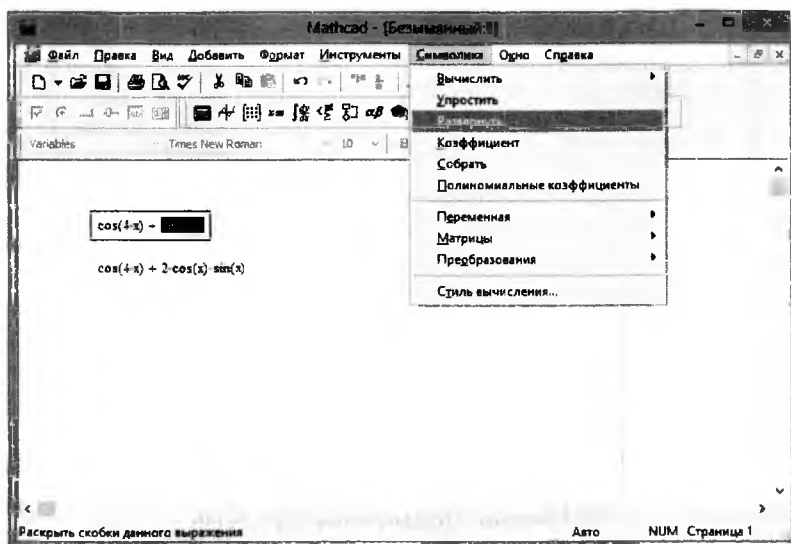
Birinchi usul (menyu yordamida yoyish).

1. $\cos(4x)$ ifodani kiriting.
2. Uni butunicha ajratib ko'rsating (9.13-rasmga qarang).
3. Bosh menyuda Simvolika / Yoyilsin punktini tanlang.

Bundan keyin ifodani yoyish natijasi biroz pastroqda yana bitta qator ko'rinishida paydo bo'ladi (9.13-rasm).



9.13-rasm. Simvolika / Yoyilsin menyu komandasi yordamida ifodani ko'paytuvchilarga yoyish

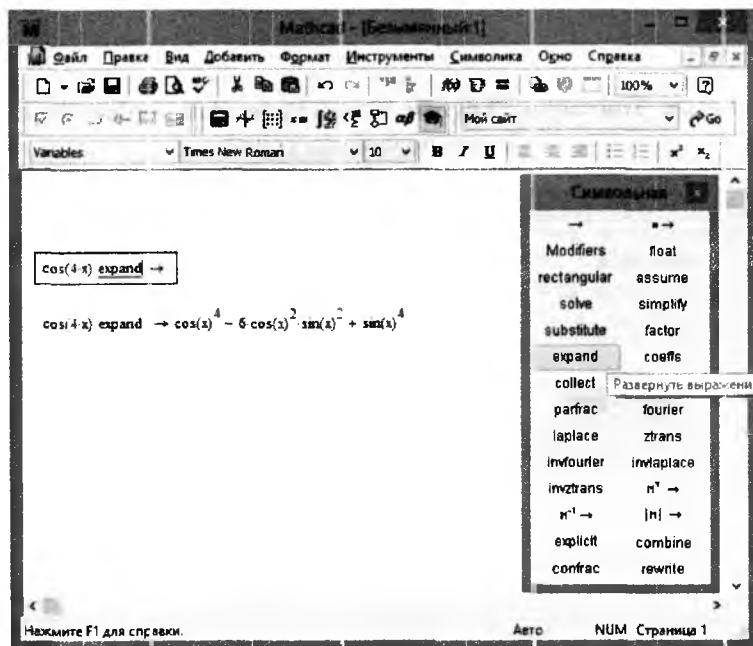


9.14. Ifodaning bir qismini simvolli yoyish va uning natijasi

Menyu yordamida simvolli operatsiyalar faqat qandaydir obyekt (ifoda, uning bir qismi yoki alohida o'zgaruvchi) ustidagina bajarilishi mumkin. Istalayotgan analitik o'zgartishlarni to'g'ri amalga oshirish uchun, bu o'zgartishlar qaysi obyektga taalluqli bo'lsa, o'sha obyektни oldindan ajratib ko'rsatish zarur. Ushbu holda o'zgartishlar $\cos(4x)$ ifodaning hammasiga qo'llandi. Agar 9.14-rasmda ko'rsatilganidek, formulaning bir qismi ajratib ko'rsatilsa, u holda mos o'zgartishlar faqat ajratilgan qismga qo'llanadi (ushbu rasmda pastki qator).

Ikkinchi usul ($\rightarrow$ operatori yordamida yoyish).

1. Ifodani, masalan $\cos(4x)$ ni, kiriting.
2. Simvolika panelida Yoyilsin knopkasini bosing.
3. Paydo bo'lgan tayanch so'z *expand* (9.15-rasm, yuqorida)dan keyin o'rinto'ldirgichga o'zgaruvchi x nomini kiriting yoki o'rinto'ldirgichni yo'qotish uchun $\langle \text{Del} \rangle$ klavishasini bosing.

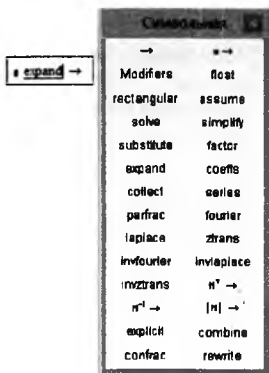


9.15-rasm. Ifodani simvolli yoyish

4. Simvolli chiqarish operatori $\rightarrow$ ni kiriting.

5. <Enter> klavishasini bosib yoki ifoda chegarasidan tashqarida sichqonchani shiqillating.

Harakatni boshqacha tartibda ham bajarish mumkin: dastlab tayanch so'z kiritiladi, so'ngra paydo bo'lgan o'rinto'ldirgichlarga ifoda va o'zgaruvchi teriladi (9.16-rasm).



9.16-rasm. Tayanch so'zni dastlabki kiritish natijasi

Simvolli chiqarish operatorini, yodingizda bo'lsa, MathCAD redaktorida bir necha usul bilan: **Ifodalar** yoki **Simvolika** panellaridan biridagi $\rightarrow$ knopkani bosib yoki <Ctrl>+<. > klavishalarini birgalikda bosib kiritish mumkin.

Ifodani simvolli yoyish natijasi 9.15-rasmda, pastda ko'rsatilgan.

Ba'zi ifodalar analitik o'zgartishlarga bo'ysunmaydi. Agar shunday bo'lsa (yoki masala umuman analitik yechimga ega emas, yoki u MathCAD simvolli protsessori uchun haddan tashqari murakkab), natija sifatida ifodaning o'zi chiqariladi (9.11-listing, pastki qatorda).

9.11-listing. Simvolli o'zgartishlar

$$\cos(2x) \text{ expand, } x \rightarrow 2 \cos(x)^2 - 1$$

$$\cos(x) \text{ expand, } x \rightarrow \cos(x)$$

9.3.3. Ifodalarni soddalashtirish

Ifodalarni soddalashtirish — bu ko'p qo'llaniladigan, ma'nosi bo'yicha yoyish operatsiyasiga teskari bo'lgan, operatsiyadir. MathCADning simvolli protsessori ifodani shunday o'zgartirishga intiladiki, u mumkin qadar sodda shaklni egallasin. Bunda turli arifmetik formulalar, o'xshash yig'iluvchilarni keltirish, trigonometrik ayniyatlar,

teskari funksiyalarni qayta hisoblash va boshqalardan foydalaniladi. Menyu yordamida ifodani soddalashtirish uchun (9.17-rasm):

1. Ifodani kiriting.
2. Ifodani butunlay yoki uning soddalashtirilishi lozim bo'lgan bir qismini ajratib ko'rsating.
3. Simvolika / Soddalashtiring komandasini tanlang.



9.17-rasm. Ifodani soddalashtirish

Simvolli chiqarish operatori yordamida ifodani soddalashtirish uchun *simplify* tayanch so'zidan foydalaning (9.12-listing). Agar ifodaga kiruvchi ba'zi o'zgaruvchilarga ilgari ba'zi qiymatlar berilgan bo'lsa, simvolli chiqarish bajarilganda bu qiymatlar o'zgaruvchilarga qo'yilib qolgan bo'ladi (9.13-listing).

9.12-listing. Ifodani soddalashtirish

$$\frac{a + b - a}{2a} \text{ simplify} \rightarrow \frac{1}{2} \frac{b}{a}$$

$$\frac{a + b - a}{2a} \rightarrow \frac{1}{2} \frac{b}{a}$$

9.13-listing. O'zgaruvchilar qiymati qo'yilib ifodani soddalashtirish

$$a := 5 \quad b := 10$$

$$\frac{a + b - a}{2a} \text{ simplify} \rightarrow 1$$

$$\frac{a + b - a}{2a} \rightarrow 1$$

Raqaamlari bo'lgan ifodalarni soddalashtirish. Raqaamlarda o'nlik nuqta bo'lishiga qarab, soddalashtirish har xil bajariladi. Agar u bor bo'lsa, ifoda bevosita hisoblanadi (9.14-listing).

9.14-listing. Raqamli ifodani soddalashtirish

$$\sqrt{3.01} \text{ simplify} \rightarrow 1.7349351572897472412$$

$$\arcsin(0) \text{ simplify} \rightarrow \frac{1}{2}\pi$$

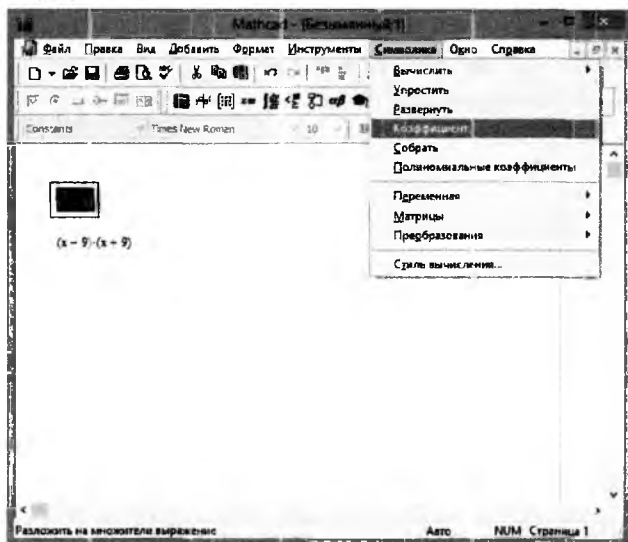
9.3.4. Ko'paytuvchilarga yoyish

Ifodalarni oddiy ko'paytuvchilarga yoyish Simvolika / Ko'paytuvchilarga yoyish komandasi yordamida (9.18-rasm) yoki simvolli *chiqarish* operatori bilan birga *factor* tayanch so'zidan foydalanib (9.15-listing) amalga oshiriladi. Bu operatsiya polinomlarni ancha soddaroq polinomlar ko'paytmasiga, butun sonlarni esa – oddiy ko'paytuvchilarga yoyish imkonini beradi. Menyu komandasini qo'llaganda, uni chaqirishdan oldin, ko'paytuvchilarga yoyishga rejalashtirilgan ifodani butunicha yoki uning bir qismini ajratib ko'rsatishni yoddan chiqarmang.

9.15-listing. Ko'paytuvchilarga yoyishga misollar

$$x^4 - 16 \text{ factor} \rightarrow (x - 2)(x + 2)(x^2 + 4)$$

$$28 \text{ factor} \rightarrow 2^2 \cdot 7$$



9.18-rasm. Ifodani ko'paytuvchilarga yoyish

9.3.5. O'xshash qo'shiluvchilarni keltirish

Menyu yordamida o'xshash qo'shiluvchilarni keltirish uchun:

1. Ifodani kiriting.

2. Qaysi o'zgaruvchiga nisbatan o'xshash qo'shiluvchilarni keltirish kerak bo'lsa, o'sha o'zgaruvchining nomini ifodada ajratib ko'rsating (9.19-rasmdagi misolda bu o'zgaruvchi y).

3. Simvolika / O'xshashlarni keltirish komandasini tanlang.

Natijada o'xshash qo'shiluvchilarni keltirish natijasi ifoda etilgan qator paydo bo'ladi (9.19-rasmda pastki qator).

Simvulli chiqarish operatori yordamida o'xshash qo'shiluvchilarni keltirish uchun:

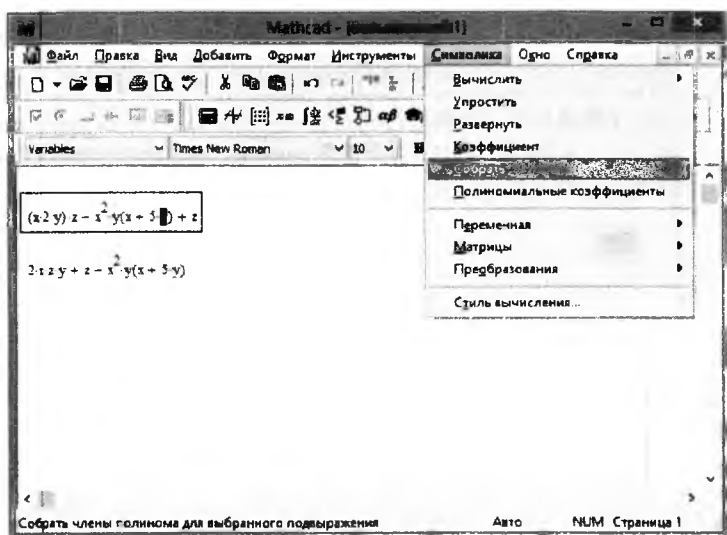
1. Ifodani kiriting.

2. Simvolika panelida *Collect* knopkasini bosing.

3. Qaysi o'zgaruvchiga nisbatan o'xshash qo'shiluvchilarni keltirish kerak bo'lsa, o'sha o'zgaruvchining nomini kiritib o'rnatilgan *collect* tayanch so'zidan keyin o'rinto'ldirgichga kiriting (9.16-listingdagi misolning birinchi qatorida – bu o'zgaruvchi x , ikkinchi qatorda – y).

4. Simvulli chiqarish operatori $\rightarrow$ ni kiriting.

5. <Enter> klavishasini bosing.



9.19-rasm. O'xshash qo'shiluvchilarni keltirish

9.16-listing. Har xil o'zgaruvchilar bo'yicha o'xshash qo'shiluvchilarni keltirish

$$(x + 2y)z - z^2 y(x + 5y) + z \text{ collect, } x \rightarrow (z - z^2 y) \cdot z + 2 \cdot y \cdot z - 5 z^2 y^2 + z$$

$$(x + 2y)z - z^2 y(x + 5y) + z \text{ collect, } y \rightarrow -5 z^2 y^2 + (2z - z^2 x) \cdot y + z \cdot x + z$$

$$(x + 2y)z - z^2 y(x + 5y) + z \text{ collect, } x, y, z \rightarrow (z - z^2 y) \cdot x + 2 \cdot y \cdot z - 5 z^2 y^2 + z$$

9.3.6. Polinom ko'effitsiyentlarini hisoblash

$n \in \{0, 1, \dots\}$ va $\{a_0, \dots, a_n\} \subset A$ da x o'zgaruvchiga nisbatan

$$f(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_n = \sum_{j=0}^n a_j x^{n-j}$$

ko'rinishidagi funksiya polinom yoki A ko'pchilik ustida ko'rsatilgan o'zgaruvchidan ko'phad deyiladi. a_j soni – (o'zgaruvchining $(n-j)$ -darajasida) polinom ko'effitsiyenti, $a_j x^{n-j}$ ifoda – polinom hadi, a_n – erkin had, $x^{(n-j)}$ – monom deyiladi.

Agar ifoda qaysidir o'zgaruvchi x ga nisbatan polinom bo'lsa va bu ifoda $a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots$ ko'rinishida emas, balki ancha oddiyroq polinomlar ko'paytmasi ko'rinishida berilgan bo'lsa, bu holda $a_0, a_1, a_2, \dots$ ko'effitsiyentlar MathCAD simvolli protsessori tomonidan oson aniqlanadi. Ko'effitsiyentlarning o'zi boshqa o'zgaruvchilarning funksiyalari bo'lishi mumkin.

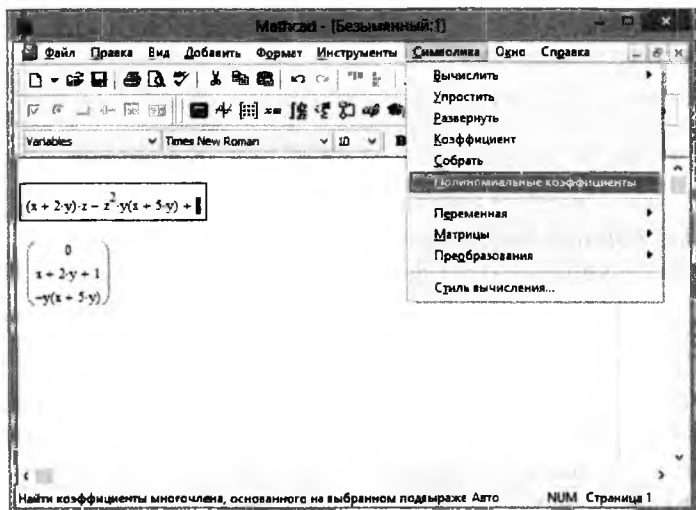
Menyu yordamida ifodadagi polinomial ko'effitsiyentlarni hisoblash uchun (9.20-rasm):

1. Ifodani kiriting.

2. Unda o'zgaruvchining nomini yoki polinomial ko'effitsiyentlari hisoblanishi talab qilingan ifodani ajratib ko'rsating (9.20-rasmdagi misolda bu o'zgaruvchi z).

3. Simvolika / Polinomial ko'effitsiyentlar.

Natijada ifoda ostida polinomial ko'effitsiyentlardan tarkib topgan vektor paydo bo'ladi. Vektorning birinchi elementi – erkin had a_0 , ikkinchisi – a_1 va h.k.



9.20-rasm. Polinom koeffitsiyentlarini hisoblash

Simvolli chiqarish operatori yordamida polinomial koeffitsiyentlarni hisoblab chiqarish uchun:

1. Ifodani kiriting.
2. Simvolika panelida *Coeffs* knopkasini bosing.
3. Kiritib o'rnatilgan tayanch so'z *Coeffs* dan keyin o'rinto'ldirgichga polinom argumentini kiriting.
4. Simvolli chiqarish operatori $\rightarrow$ ni kiriting.
5. <Enter> klavishasini bosing.

Polinom koeffitsiyentlarini hisoblash uchun misollar 9.17- va 9.18-listinglarda keltirilgan. 9.17-listing turli argumentlar uchun koeffitsiyentlarni hisoblashni ko'rsatadi. Ikkinchi listing nafaqat alohida o'zgaruvchilarning koeffitsiyentlarini aniqlash imkoniyatini, balki ko'rilayotgan formulaga tarkibiy qism sifatida kirgan murakkab ifodalar uchun ham koeffitsiyentlarni aniqlash imkoniyatini namoyish qiladi.

9.17-listing. Polinom koeffitsiyentlarini hisoblash

$$(x+2y)z - z^2y(x+5y) + z \text{ coeffs}, z \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ x+2y+1 \\ -yx-5y^2 \end{pmatrix}$$

$$(x+2y)z - z^2y(x+5y) + z \text{ coeffs}, x \rightarrow \begin{pmatrix} 2yz-5z^2y^2+z \\ z-z^2y \end{pmatrix}$$

9.18-listing. Oddiy o'zgaruvchi va ifoda uchun polinomial koeffitsiyentlarni hisoblash

$$(x-4)(x-7)x + 99 \text{ coeffs}, x \rightarrow \begin{pmatrix} 99 \\ 28 \\ -11 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$(x-4)^3 + (x-4)(x-7)x + 99 \text{ coeffs}, x-4 \rightarrow \begin{pmatrix} 99 \\ x^2-7x \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

9.3.7. Oddiy kasrlarga bo'lish

Murakkab kasrni oddiyroq kasrlarga yoyish uchun yoki **Elementar kasrlarga bo'linsin** komandasini bajarish (9.21-rasm) yoki tayanch so'z *parfrac* ko'rsatilishi (9.19-listing) lozim.

Birinchi usul (menu) qo'llanilganida, uning komandasini tanlashdan oldin, qaysi o'zgaruvchi bo'yicha yoyish amalga oshiriladigan bo'lsa, o'sha o'zgaruvchini ajratib ko'rsating, agar ikkinchi usuldan foydalanilsa (simvulli chiqarish operatoridan), o'zgaruvchining nomini tayanch so'z *parfrac* dan keyin ko'rsatish lozim. Umuman, oddiy kasrlarga yoyishda amallar ketma-ketligi oddiy, ya'ni har galgidek bo'ladi.

9.19-listing. Elementar kasrlarga yoyish

$$\frac{11x^2 + 9x + 1}{x^2 - 3x + 2} \text{ convert, parfrac, x} \rightarrow 11 - \frac{21}{x-1} + \frac{63}{x-2}$$



9.21-рasm. Murakkab kasrni oddiy kasrlarga yoyish

9.3.8. Qatorlar va ko'paytmalarni hisoblash

Analitik chekli yoki cheksiz summa yoki ko'paytmani hisoblash uchun:

1. Summalash yoki ko'paytmalarning mos simvollarini kiritib o'rnatish uchun **Hisoblashlar** panelidan foydalanib ifodani kiriting. Zarurat bo'lganda qatorning chegarasi sifatida cheksizlik simvoli (<Ctrl>+<Shift>+<Z> klavishalari)ni kiriting.

2. Simvolli hisoblashlarning qaysi stilini istayotganingizga qarab **Simvolika / Soddalashtirilgan** komandasini tanlang yoki simvolli chiqarish operatori $\rightarrow$ ni kiriting.

Qatorlar va ko'paytmalarni sonli-raqamli yoki simvolli hisoblashga misollar 9.20- va 9.21-listinglarda keltirilgan.

9.20-listing. Qatorlarni simvolli va sonli-raqamli hisoblash

$$\sum_{i=0}^{10} 2^i = 2047 \times 10^3$$

$$\sum_{i=0}^{10} 2^i \rightarrow 2047$$

$$\sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{a} \rightarrow \frac{-1}{a-1}$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1^n}{2^n n!} \rightarrow e^{\frac{1}{2}} = 1.649$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{2^n n!} \rightarrow e^{\frac{1}{2}x}$$

$$\sum_{n=0}^{100} \frac{1^n}{2^n n!} = 1.649$$

9.21-listing. Ko'paytmani simvolli hisoblash

$$\prod_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^3 + 1} \rightarrow 0 \quad \prod_{n=1}^{\infty} \sqrt{n} \rightarrow \infty$$

9.3.9. O'zgaruvchini o'rniga qo'yish

Simvolli hisoblashlarning juda qulay imkoniyati – bu ifodaga o'zgaruvchi qiymatini qo'yish operatsiyasidir. Menyu yordamida o'rniga qo'yish quyidagi tarzda amalga oshiriladi (9.22-rasm):

1. Qaysidir ifodaga qo'yilishi lozim bo'lgan o'zgaruvchining qiymatini ajratib ko'rsating. O'zgaruvchining qiymati istalgan o'zgaruvchilarga nisbatan istalgan bo'lishi mumkin (9.22-rasmda o'rnatish uchun hujjatning birinchi qatori olingan).

2. <Ctrl>+<C> klavishalarini bosib yoki **Standart** instrumentlar panelida **Kopiya oling** knopkasini bosib, o'zgaruvchi qiymatidan almashtirish buferiga kopiya oling.

3. Almashtirish buferidan qiymati qo'yilishi talab qilingan o'zgaruvchini (bu o'zgaruvchining qiymati o'zgartiriladi) ajratib ko'rsating (9.22-rasm ikkinchi qatorida o'zgaruvchi x ajratib ko'rsatilgan).

4. Simvolika / O'zgaruvchi / O'rniga qo'yilgan komandasini bajaring.

Bu amallar natijasi 9.22-rasmdagi hujjatning pastki qatorida illyustratsiya qilingan.



9.22-рasm. O'zgaruvchi qiymatini qo'yish

Ushbu operatsiyani simvolli chiqarish operatori bilan birgalikda amalga oshirish uchun *substitute* tayanch so'zidan foydalaning, bu so'z Symbolic (Simvolika) panelidagi shu nomli knopka bilan hujjatga kiritib o'rnatiladi. *Substitute* tayanch so'zidan keyin qaysi formuladagi aynan qaysi o'zgaruvchini almashtirish lozimligini ko'rsatuvchi mantiqiy ifodani o'rinto'ldirgichga kiritish kerak (9.22-listing).

9.22-listing. O'zgaruvchi qiymatini qo'yish

$$\sin(kx^2 + bx) \text{ substitute, } k = ax^2 \rightarrow \sin(ax^4 + bx)$$

9.3.10. Ifodaning sonli-raqamli qiymatini olish

Simvolli protsessor yordamida (haqiqiy yoki kompleks) ifodaning sonli-raqamli qiymatini hisoblab topish mumkin. Ba'zan bu usul sonli-raqamli protsessorni (ya'ni oddiy tenglik belgisini) qo'llaganga ko'ra qulayroq bo'ladi. Qandaydir ifodaning (9.23-rasm) qiymatini hisoblab topish uchun Simvolika / Hisoblab topilsin / Simvolli komandasini yoki Simvolika / Hisoblab topilsin / Suzib yuruvchi nuqtali punktini tanlang. Keyingi holda Suzuvchi nuqtali hisoblashlar dialogi yordamida Sizga chiqarilish aniqligini berish taklif qilinadi. Ushbu komandalarni qo'llash natijasida MathCAD, mumkin bo'lgan joylarda, simvolli natijalarni suzib yuruvchi nuqtali sonlar ko'rinishidagi qiymatlar bilan almashtiradi.



9.23-rasm. Suzib yuruvchi nuqtali ifodani hisoblash

Simvolika/Hisoblab topilsin/Kompleksli menyuning yana bitta punkti ifodani $a+bi$ ko'rinishida taqdim etish imkonini beradi.

Ta'siri bo'yicha shunga o'xshash bo'lgan tayanch so'zlar *float* va *complex* dan hujjatlarda ularni Simvolika panelidan kiritib foydalanish mumkin. Tayanch so'z *float* natijani suzuvchi nuqtali chiqarish aniqligi qiymati bilan birga ishlatiladi (9.23-listing). *Complex* so'zi yordamida ifodalarni ham simvolli ko'rinishda va ham sonli qiymatlarni hisobga olgan holda, agar ular oldindan o'zgaruvchilarga berilgan bo'lsa, o'zgartirish mumkin (9.24-listingda bir necha misollar keltirilgan).

9.23-listing. Suzib yuruvchi nuqtali ifodani hisoblash

$$x = 3 \quad k = 2.4$$

$$\cos(kx) + 4x^{2-k} \text{ float, 3} \rightarrow 319$$

$$\cos(kx) + 4x^{2-k} \text{ float, 10} \rightarrow 3185927374$$

$$\cos(kx) + 4x^{2-k} \text{ float, 20} \rightarrow 31859273744412716730$$

9.24-listing. Ifodalarni kompleks o'zgartirishlar

$$e^{z+2i} \text{ complex} \rightarrow e^z \cos(2) + i e^z \sin(2)$$

$$4.2 \cdot 2i^{1.8-3i} \text{ complex} \rightarrow 1193.4523970930846183 + 1107.3477730509390980i$$

$$x := i$$

$$4x^3 \text{ complex} \rightarrow -4i$$

$$4x^{3.1} \text{ complex} \rightarrow 62573786016092347604 - 39507533623805509048i$$

9.3.11. Chegarani hisoblash

MathCAD simvolli protsessori imkoniyatlarining yorqin namoyon bo'lishi — bu chegaralarni, hosilalarni, integrallarni va qatorlarga yoyishlarni analitik hisoblash hamda algebraik tenglamalarni yechishdir. Bu operatsiyalarning hammasi, ular Simvolika menyusi vositasida bajarilganida, O'zgaruvchi nimmenyusida bo'ladi. Mos ravishda, qaysi o'zgaruvchiga nisbatan operatsiya bajarilsa, ifodadagi o'zgaruvchining oldindan ajratib ko'rsatilishi talab qilinadi. O'zgaruvchini ajratib ko'rsatish uchun uni kiritish chiziqlari orasiga joylashtirish kifoya, lekin ko'proq ko'rgazmali bo'lishi uchun sichqoncha ko'rsatkichini ifodaning kerakli qismi ustida yuritib, uni qora rangli qilib ajratish yaxshiroq bo'ladi.

• Chegaralar (9.25-listing):

- ikki taraflama;
- chap;
- o'ng.

9.25-listing. Chegaralarni simvolli hisoblash operatorlari

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1+3x}{x} \rightarrow 3$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} \rightarrow \infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{x} \rightarrow -\infty$$

9.3.12. Analitik hisoblashlarning xususiyatlari haqida

Yuqorida MathCADda simvolli hisoblashlarning asosiy usullari ko'rib chiqildi. Ular, odatda, oddiy misollarda ko'rsatiladi; bu misollar u yoki bu simvolli operatsiyani illyustratsiya qildi. Bunga qaramasdan turli hisoblarni, jumladan sonli-raqamli hisoblarni, MathCADda bajarishda simvolli protsessor imkoniyatlaridan yanada samaraliroq foydalanish mumkin. Ba'zilarini ko'rib chiqamiz.

Simvolli chiqarish operatori bilan simvolli hisoblashlarni bajarishda foydalanuvchi funksiyalarini va MathCAD hujjatida oldindan aniqlangan o'zgaruvchilarni simvolli protsessor korrektli qabul qiladi. Demak, foydalanuvchi dasturiga simvolli hisoblarni kiritishning kuchli apparati mavjud. Foydalanuvchi funksiyasini qo'llashga misollar 9.26- va 9.27-

listinglarda keltirilgan. Bu listinglardagi oxirgi qatorlarni solishtiring. Simvolli chiqarish belgisidan chap tomondagi ifoda bir xil bo'lishiga qaramasdan natija har xil chiqqan. Gap shundaki, 9.27-listingda o'zgaruvchi x ga oldindan 4 qiymati berilgan. O'zgaruvchi qiymatlari simvolli hisoblarga ta'sir qilganligi sababli, natija x o'rniga 4 soni qo'yilganligini hisobga oladi.

9.26-listing. Simvolli hisoblashlarda foydalanuvchi funksiyasi

$$f(k, x) := \cos(k \cdot x) + 4 \cdot x^{2-k}$$

$$f(k, x) \text{ substitute, } k = \sqrt{x} \rightarrow \cos\left(\frac{3}{2}\right) + 4 \cdot x^{2-x^{\frac{1}{2}}}$$

$$f(k, x) \text{ series, } k, 2 \rightarrow (1 + 4x^2) + (-4x^2 \cdot \ln(x)) \cdot k$$

9.27-listing. O'zgaruvchilar qiymatlari simvolli hisoblashlar natijasiga ta'sir qiladi

$$f(x, x) := \cos(k \cdot x) + 4 \cdot x^{2-k}$$

$$x := 4$$

$$f(x, x) \text{ series, } k, 2 \rightarrow 65 + (-64 \ln(4)) \cdot k$$

Aksincha, Simvolika menyusi orqali simvolli operatsiyalar bajarilganda simvolli protsessor kiritish chiziqlari orasida joylashgan ifodadan boshqa hech nimani "ko'rmaydi". Shu sababli na foydalanuvchi funksiyalari va na qaysidir o'zgaruvchilarning oldindan aniqlangan qiymatlari hisoblashlarga aslo ta'sir qilmaydi.

Qisqacha xulosa:

Algebraik va arifmetik hisoblar, funksiyalar loyihalash jarayonining ajralmas bo'g'ini bo'lib, MathCAD dasturi orqali bu amallardan oqilona foydalanish hisoblash aniqligiga bevosita ta'sir o'tkazadi. Shu bilan birga hisob ishlariga ketadigan uzoq vaqtni qisqartiradi.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Algebraik hisoblashlarni bayon qiling.
2. Operatorlar qanday vazifalarni bajaradi?
3. Operandlar deb nimalarga aytiladi?
4. Arifmetik operatorlarni sanab bering.
5. Hisoblash operatorlari sanab bering.
6. Mantiqiy operatorlar deganda nimani tushunasiz?
7. Funksiyalar qanday vazifalarni bajaradi?
8. Funksiyalar qanday turlarga bo'linadi?
9. Algebraik ko'rsatkichlarni aytib bering.
10. Chegaralarni hisoblash qanday amalga oshiriladi?

10 – BOB. MATHCADDA DIFFERENSIALLASH

Funksiyani differensiallash – bu berilgan funksiya hosilasini hisoblash jarayonidir.

Differensiallash operatsiyasi MathCADda ham sonli-raqamli va ham analitik shakllarda realizatsiya qilingan va an'anaviy operator, ya'ni mos matematik simvollar (qo'shish yoki ko'paytirishga o'xshab), yordamida belgilanadi. Agar hisoblash operatsiyasi hisoblash protsessori yordamida bajarilsa, sonli-raqamli algoritmlar xususiyatlarini yaxshi tasavvur qilish zarur, chunki bu amal foydalanuvchi uchun "kadr ortida" qoladi. MathCAD yordamida argumentlari soni istalgancha bo'lgan skalyar funksiyalarning hosilalarini hisoblash mumkin, bunda ham funksiyalar va ham argumentlar haqiqiy va kompleks sonlar bo'lishi mumkin.

10.1. Analitik differensiallash

Aminmizki, siz bahaybat funksiyalar hosilalarini hisoblashni osonlik bilan bajarish imkonini beradigan simvolli protsessor imkoniyatlarini yetarli darajada baholaysiz. Boshqa hamma operatsiyalardan farqli ravishda, simvolli differensiallash analitik ko'rinishda berilgan funksiyalarning aksariyat ko'p qismi uchun muvaffaqiyatli bajariladi. MathCAD muhitida funksiyalarni analitik differensiallagan foydalanuvchi bunday hisoblarni boshqa «qo'lda» bajarmaydi.

Simvolli protsessor katta hajmdagi funksiyalarning hosilalarini osonlik bilan hisoblaydi. Simvolli differensiallash analitik berilgan funksiyalarning ko'p qismi uchun muvaffaqiyatli bajariladi.

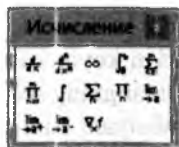
10.1.1. Funksiyani analitik differensiallash

MathCADda $f(x)$ funksiyasining hosilasini analitik topish uchun:

1. $f(x)$ funksiyani bering.

2. Hisoblashlar panelidagi Hosila knopkasini bosib differensiallash operatorini kiriting yoki operatorni klaviaturadagi savol belgisi $\langle ? \rangle$ dan kiriting.

3. Differensiallash operatorining hosil bo'lgan o'rinto'ldirgich-lariga (10.1-rasm) x argumentiga bog'liq bo'lgan funksiyani, ya'ni $f(x)$ ni va argument x ning nomini kiriting.



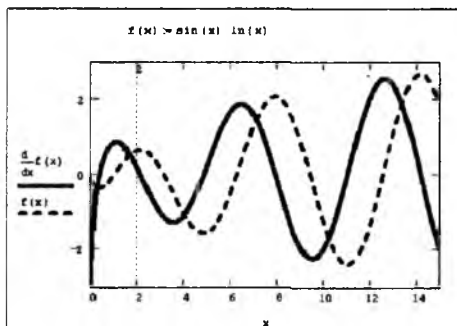
10.1-rasm. Differensiallashtiruvchi operatori

4. Javobni olish uchun simvolli hisoblash operatori ($\leftrightarrow$)ni kiriting.

10.1-listing. Analitik differensiallashtirishga misol

$$f(x) = \sin(x) \cdot \ln(x)$$

$$\frac{d}{dx} f(x) \rightarrow \cos(x) \cdot \ln(x) + \frac{\sin(x)}{x}$$



10.2-rasm. Funktsiya hosilasi funksiyasi

Yuqorida bayon qilingan differensiallashtiruvchi operatorini qo'llash misolida natija o'sha o'zgaruvchi x ning funksiyasidir. Grafik yordamida differensiallashtiruvchi operatsiyasini vizualizatsiya qilish misoli 10.2-rasmda keltirilgan.

10.1.2. Funktsiya hosilasini nuqtada hisoblash

Funksiya $f(x)$ ning x_0 nuqtadagi hosilasi. Funksiya $f(x)$ ning x_0 nuqtadagi hosilasi deb $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$ ifodaga aytiladi, bu yerda $\Delta x = x - x_0$ argument orttirishi, x va x_0 – mustaqil o'zgaruvchining $f(x)$ funksiya aniqlanadigan jabhadagi ikki qiymati, $f(x_0 + \Delta x) - f(x_0) = \Delta f(x_0)$ farq $f(x)$ funksiyaning x_0 nuqtadagi orttirishi deyiladi.

Funksiya hosilasini nuqtada hisoblash uchun, argumentning o'sha nuqtadagi qiymatini oldindan berish lozim (10.2-listing, ikkinchi qator). Bu holda differensiallashtirish natijasi son – o'sha nuqtadagi hosila qiymati bo'ladi. Agar natijani analitik ko'rinishda qidirib topishga muvaffaq

bo'linsa, u sonli-raqamli ifoda ko'rinishida keltiriladi, uni son shaklida olish uchun chiqarilgan ifodadan keyin sonli-raqamli tenglik simvoli $\Leftrightarrow$ ni kiritish kifoya qiladi (10.2-listingning oxirgi qatori).

10.2-listing. Nuqtada funktsiyani analitik differensiallash

$$f(x) = \sin(x) \ln(x)$$

$$x = 2$$

$$\frac{d}{dx} f(x) \rightarrow \cos(x) \cdot \ln(x) + \frac{\sin(x)}{x} = 0.166$$

Funktsiyani differensiallash uchun unga oldindan qandaydir ism berilishi (10.1- va 10.2-listinglarda qilinganidek) shart emas. Funktsiyani bevosita differensiallash operatorida aniqlash mumkin (buni 10.3-listingning birinchi qatori namoyish qiladi).

10.3-listing. Differensiallash operatoridan to'g'ri va noto'g'ri foydalanish

$$\frac{d}{dx} \sin(x) \rightarrow \cos(x)$$

$$\frac{d}{dx} \sin(2) \rightarrow 0$$

Siz sezganingizdek, differensiallash operatori, odatda, uning umumqabul qilingan belgilanishiga mos keladi, shuning uchun undan intuitiv foydalanish mumkin. Lekin ba'zi hollarda differensiallash operatorini kiritishda ogoh bo'lish kerak. 10.3-listingning ikkinchi qatorida keltirilgan misolni ko'rib chiqaylik – u nuqtada hosilani hisoblashda differensiallash operatorini noto'g'ri qo'llashni namoyish qiladi. $x=2$ da $\sin(x)$ hosilasini hisoblash o'rniga, nol qiymati olingan. Buning sababi – $\sin(x)$ funksiyasining argumenti o'zgaruvchi x ko'rinishida emas, balki raqam ko'rinishida kiritilgan. Shuning uchun MathCAD, listingning birinchi qatori talabiga muvofiq, oxirgi qatorni dastlab $x=2$ nuqtada sinus qiymatini hisoblash, so'ngra esa bu qiymatni (ya'ni konstantani) differensiallash sifatida qabul qiladi. Shu sababli javobga hayratlanmaylik – konstantani qaysi nuqtada differensiallamang, natija nol bo'laveradi.

10.1.3. Differensiallash operatori orqali foydalanuvchi funksiyalarini aniqlash

Differensiallash operatorini, istalgan boshqa operator kabi, foydalanuvchining xususiy funksiyalarini aniqlash uchun qo'llash mumkin. 10.4-listingda $f(x)$ dan hosila orqali yana bitta foydalanuvchi funksiyasi $f(x)$ aniqlanadi, so'ngra simvolli chiqarish operatori yordamida uning oshkor ko'rinishi (listingda oxiridan bitta oldingi qator) va $x=1$ nuqtada muayyan qiymati (oxirgi qator) aniqlanadi.

10.4-listing. Differensiallash operatori vositasida funktsiyani aniqlash

$$f(x) := x^4 + 2x^3 - 7x^2 + 3x - 1$$

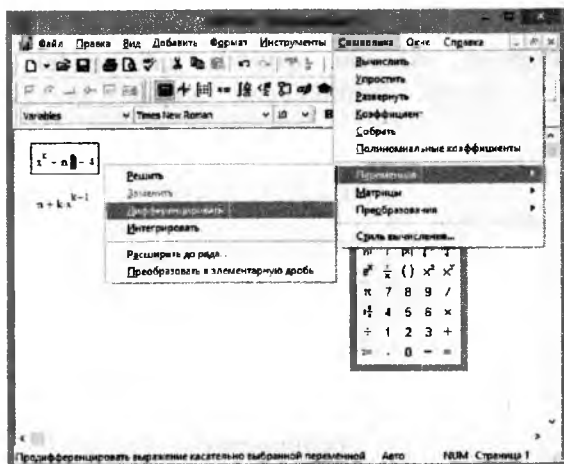
$$g(x) = \frac{d}{dx} f(x)$$

$$g(x) \rightarrow 4x^3 + 6x^2 - 14x + 3$$

$$g(1) = -1$$

10.1.4. Menyu yordamida differensiallash

Qaysidir o'zgaruvchi bo'yicha ifodani analitik differensiallash uchun unda ushbu o'zgaruvchini ajratib ko'rsating va Simvolika / O'zgaruvchi / Differensiallang komandasini tanlang (10.3-rasm).



10.3-rasm. O'zgaruvchi bo'yicha analitik differensiallash

Natijada ifodadan keyingi qatorda uning hosilasining qiymati paydo bo'ladi. Ikkinchi hosilani topish uchun differensiallash natijasida olingan qiymatga ushbu amallar ketma-ketligini qaytadan qo'llang. Yuqori tartibli hosilalar ham ana shunday topiladi.

10.2. Sonli-raqamli differensiallash

MathCADning hisoblash protsessori sonli-raqamli differensiallashning yuqori aniqligini ta'minlaydi.

10.2.1. Nuqtada differensiallash

Qandaydir nuqtada $f(x)$ funktsiyani sonli-raqamli differensiallash uchun (simvolli o'rni) sonli-raqamli chiqarish operatoridan foydalanish lozim:

1. Hosila hisoblanadigan nuqta x ni aniqlang, masalan, $x:=1$.

2. Differensiallash operatorini kiriting va oddiy tarzda o'rinto'ldirgichlarga funksiya va argument nomlarini kiriting (10.1-rasmga qarang).

3. Natijani sonli-raqamli chiqarish operatori = ni kiriting.

10.5-listingda funksiya $f(x) = \sin(x) \cdot \ln(x)$ ni differensiallash misoli keltirilgan.

10.5-listing. Funksiyani nuqtada sonli-raqamli differensiallash

$$f(x) := \sin(x) \cdot \ln(x)$$

$$x := 0.1$$

$$\frac{d}{dx} f(x) = -1.293$$

10.5-listingning ikkinchi qatorida qilinganidek, sonli-raqamli differensiallash amalga oshiriladigan nuqtani oldindan aniqlashni unutmang.

$$f(x) = \sin(x) \cdot \ln(x)$$

$$\frac{d}{dx} f(x) = \blacksquare$$

This variable is undefined.

10.4-rasm. Differensiallash operatorini qo'llashda xatolik (argument berilmagan)

Aks holda 10.4-rasmda ko'rsatilgan xatolik (ifodaga kiruvchi o'zgaruvchi yoki funksiya oldindan aniqlanmaganligi) haqida ma'lumot beriladi. Simvolli differensiallash esa differensiallash nuqtasining majburan ochiq berilishini talab qilmaydi. Bu holda hosila qiymati (son yoki sonli-raqamli ifoda) o'rniga analitik bog'lanish (10.1-listingga qarang) chiqariladi.

10.2.2. Differensiallash algoritmi haqida

Sonli-raqamli differensiallash uchun MathCAD yetarli darajada murakkab algoritmnii qo'llaydi, u verguldan keyin 7÷8 belgigacha aniqlikda hosilani hisoblaydi. Differensiallash xatoligi, boshqa sonli-raqamli metodlardan farqli ravishda, TOL yoki CTOL konstantalariga bog'liq emas, balki bevosita algoritm bilan aniqlanadi. Bu algoritm (Ridder metodi) MathCADga kiritib o'rnatilgan ma'lumot tizimida bayon

etilgan, unga Help (Yordam) menyusi orqali kirishi mumkin. $f(x)$ funksiyasining hosilasini sonli-raqamli aniqlashni, uning muhim aspektlarida to'xtab, sodda misolda ko'rinishida bayon qilamiz. Eng oddiy ayirmali formula Ridder metodidan sezilarli farq qiladi, lekin u bizga ba'zi masalalarga yorqinlik kiritishda yordam beradi, chunki u sonli-raqamli differensiallashtirishning bazaviy prinsipiga – bir-biriga nisbatan yaqin joylashgan bir nechta nuqtalardagi $f(x)$ funksiyaning qiymatlari orqali hosilani hisoblashga asoslangan.

Funksiya hosilasining ta'rifiga asoslanib, quyidagini qayd etish mumkin

$$\frac{d}{dx} f(x) = \frac{f(x + \Delta) - f(x)}{\Delta} + o(\Delta) \quad (10.1)$$

Hosilani sonli-raqamli aniqlashning asosiy muammosi aynan Δ qiymatini tanlash bilan bog'liq. Birinchi qarashda, yetarli aniqlikni ta'minlash uchun, juda kichik Δ ni tanlash tushunarli bo'lishi uchun 10.6-listingda keltirilgan MathCAD dasturidan foydalanamiz, u ayirmali formula (10.1) xatoligini (Δ qadamga bog'liq holda) hisoblaydi. Hosil bo'lgan bog'lanish grafigi 10.5-rasmda tasvirlangan, bunda ikkala o'q uchun logarifmik masshtab tanlangan, hosilaning o'zi esa (misol uchun), 10.6-listingga muvofiq, bitta nuqta $x=1$ da hisoblangan.

10.6-listing. Ayirmali formula aniqligining qadamga bog'liqligini hisoblash

$$f(x) = \sin(x) \cdot \ln(x)$$

$$x = 1$$

$$i = 0 \dots 20$$

$$\Delta_1 = 10^{-i}$$

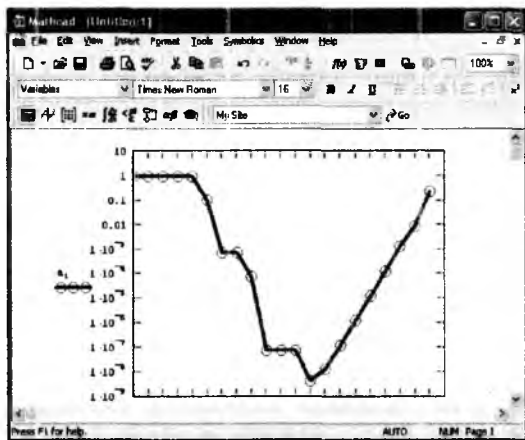
$$\sigma_1 = \left| \frac{d}{dx} f(x) - \frac{f(x + \Delta_1) - f(x)}{\Delta_1} \right|$$

Grafikning o'ng tomonida xatolikning ortishi tushunarli bo'lsa, chunki (10.1) formulaga binoan Δ qancha katta bo'lsa, xatolik shuncha ko'p bo'ladi, juda kichik Δ larda xatolikning ortishi, birinchi qarashda, kishini hayratga soladi. Lekin gap shundaki, ayirmali formulani qo'llaganda, biz $f(x)$ funksiyaning qiymatlarini istalgan nuqtada aniq hisoblay olamiz deb faraz qilgan edik. Lekin istalgan kompyuter hisoblari bartaraf qilib bo'lmaydigan xatoliklarga ega, xususan, ularda sonlar diskret taqdim etiladi. Shuning uchun biz amalda $f(x)$ ning qiymatini qandaydir

xatolik bilan hisoblashimiz mumkin, chunki kompyuterdagi hisoblashlarda sonlar yiriklashtiriladi (округляются).

Natijada qadam juda kichik bo'lganda ayirmali formula yaqin sonlarni bir-biridan ayirishni bildiradi. Bu holda $f(x)$ funksiyasini hisoblashdagi xatoliklar hal qiluvchi bo'lib qoladi va ayirmali hosilani hisoblash summa xatoligining sezilarli darajada ortishiga olib keladi. Bundan quyidagi xulosa kelib chiqadi: *qadam qiymatini «juda kichik» tanlab bo'lmaydi, aks holda $f(x)$ ni hisoblash xatoliklari differensiyallash natijasi noto'g'ri bo'lishiga olib keladi.* 10.5-rasmdan shu narsa ko'rinadiki, ushbu holda Δ ning oraliq qiymatlarini tanlash lozim, bu minimal (yoki deyarli minimal) xatolikni ta'minlaydi.

Shu narsani qayd qilish lozimki, differensiyallanayotgan funksiya xarakteriga qarab, Δ ning qabul qilinishi mumkin bo'lgan qiymatlari diapazoni har xil bo'ladi. Shuning uchun har bir muayyan holda sonli-raqamli differensiyallash uchun tanlangan qadam to'g'riligini testlovchi qo'shimcha qadamlarni bajarish talab qilinadi. Bunday protsedura MathCADda qo'llanilgan differensiyallashning adaptiv algoritmgiga kiritilgan, bu hosilani sonli-raqamli hisoblash uchun uning nihoyatda ishonchli bo'lishini ta'minlaydi.



10.5-rasm. Formula (10.1) aniqligining delta qadamga bog'liqligi grafigi
(10.6-listingning davomi)

Demak, differensiyallashda MathCADda murakkab muammolar vujudga kelmaydi. Singulyar nuqta atrofida differensiyallanayotgan

funksiyalar bundan istisno; masalan, $f(x)=1/x$ funksiyasi uchun bu $x=0$ yaqinidagi nuqtalar bo'ladi. $x=0$ da uning hosilasini topmoqchi bo'lsak (10.6-rasm), nolga bo'lishdagi xatoliklarning biri haqida "Can't divide by zero" (Nolga bo'lishning imkoniyati yo'q) yoki "Found a singularity while evaluating this expression. You may be dividing by zero" (Bu ifodani hisoblashda singulyarlik topildi. Balki, Siz nolga bo'layotibsiz).

Agar hosilani nolga juda yaqin, masalan, $x=10^{-100}$ da, sonli-raqamli aniqlashga harakat qilib ko'rilsa, hosila mavjud bo'lishiga qaramasdan xatolik haqida ma'lumot "Can't converge to a solution" (Yechimni topish mumkin emas) paydo bo'lishi mumkin. MathCADning yangi versiyalari (10-dan boshlab) bu qiyinchilikni bartaraf qiladilar, chunki ularda hatto sonli-raqamli differensiallashda ham dastlab analitik yechimni beruvchi simvolli protsessor ishga tushadi, unga differensiallash argumentini qo'yish to'g'ri natija beradi.

$$f(x) = \frac{1}{x}$$

$$x = 0$$

$$\frac{d}{dx} f(x) = \square$$

Found a singularity while evaluating this expression.

10.6-rasm. Agar berilgan nuqtada funksiyaning hosilasi mavjud bo'lmasa, xatolik haqida xabar chiqadi

10.3. Yuqori tartibli hosilalar

MathCAD yuqori tartibli, 3-dan 5-gacha, hosilalarni sonli-raqamli aniqlash imkonini beradi. $f(x)$ funksiyaning x nuqtada N -tartibli hosilasini hisoblash uchun, birinchi tartibli hosilani olishda qanday amallar bajarilgan bo'lsa (10.1- va 10.2-bo'limlarga qarang), o'sha amallarni bajarish kerak, faqat shu farq bilanki, hosila operatori o'rniga N -hosila operatori (Nth Derivative)ni qo'llash lozim. Bu operator **Hisoblashlar** panelidan yoki klaviaturadan <Ctrl>+<?> klavishalarini bosib kiritiladi va qo'shimcha yana ikkita o'rinto'ldirgichga ega (10.7-rasm), ularga N sonini joylashtirish lozim. Operatorning matematik mohiyatiga binoan o'rinto'ldirgichlarning birida hosilaning tartibini aniqlash o'sha raqamning ikkinchi o'rinto'ldirgichda avtomatik tarzda paydo bo'lishiga olib keladi.



10.7-rasm. Yuqori tartibli hosila operatori

Ta'rif bo'yicha $N=0$ dagi «hosila» funksiyaning o'ziga teng, $N=1$ da esa oddiy birinchi tartibli hosila olinadi. 10.7-listing berilgan nuqtada funksiyaning ikkinchi tartibli hosilasini sonli-raqamli va simvolli hisoblashni namoyish qiladi. E'tibor bering, oddiy hosila hisoblangandagi kabi, differensiallashtirish operatoridan oldin funksiyaning argumentiga hosila hisoblanadigan qiymat berilishi lozim. Simvolli chiqarish operatori yordamida yuqori tartibli hosilalarni analitik topish uchun esa (10.1-bo'limga mos ravishda) argument qiymatlarini kiritish mumkin emas (10.8-listing).

10.7-listing. Nuqtada funksiyaning ikkinchi tartibli hosilasini topishga misol

$$f(x) = \frac{1}{x}$$

$$x = 3$$

$$\frac{d^2}{dx^2} f(x) = 0.074$$

$$\frac{d^2}{dx^2} f(x) \rightarrow \frac{2}{x^3}$$

10.8-listing. Funksiyaning ikkinchi tartibli hosilasini analitik qidirishga misol

$$f(x) = \frac{1}{x}$$

$$\frac{d^2}{dx^2} f(x) \rightarrow \frac{2}{x^3}$$

Sonli-raqamli metod hosilalarni 5-tartibgacha hisoblash imkoniyatiga ega, simvolli protsessor esa hosilalarni istalgan tartibgacha (albatta, masalaning analitik yechimi mavjud bo'lsa) yechishni biladi. Bu 10.9-listingda illyustratsiya qilingan, unda funksiyaning oltinchi tartibli hosilasi analitik hisoblangan, o'sha ifodaning natijasini sonli-raqamli chiqarishga urinish esa xatolikka olib kelgan.

10.9-listing. Oltinchi tartibli hosilani sonli-raqamli va simvolli hisoblash

$$f(x) = \frac{1}{x}$$

$$\frac{d^6}{dx^6} f(x) \rightarrow \frac{720}{x^7}$$

$$\frac{d^6}{dx^6} f(x) =$$

Tartibi 5-dan yuqori bo'lgan hosilani hisoblash uchun, n-tartibli hosila operatorini ketma-ket bir necha marta qo'llash mumkin (10.10-listing). Lekin shuni yodda tutish lozimki, yuqori tartibli hosilalarni sonli-raqamli aniqlash, birinchi tartibli hosilalarni aniqlashda qo'llaniladigan Ridder hisoblash metodi bilan amalga oshiriladi. Yuqorida ta'kidlanganidek, birinchi hosila uchun bu metod sonning 7-8-razryadigacha aniqlikni ta'minlaydi, hosila tartibi har birlikka ortganida aniqlik taxminan bir razryadga kamayadi.

10.10-listing. Nuqtada funksiyaning oltinchi tartibli hosilasini sonli-raqamli qidirishga intilish noto'g'ri natija beradi.

$$f(x) = \frac{1}{x}$$

$$x = 0.1$$

$$\frac{d}{dx} \frac{d^5}{dx^5} f(x) = 0$$

$$\frac{d^6}{dx^6} f(x) \rightarrow \frac{720}{x^7}$$

10.4. Xususiy hosilalar

MathCADning protsessori yordamida nafaqat bitta, balki istalgancha miqdordagi argumentlar funksiyalarining hosilalarini hisoblash mumkin. Bir nechta argumentli funksiyaning qaysidir bitta argument bo'yicha hosilasi – xususiy hosila deyiladi. Xususiy hosilani hisoblash uchun, odatda, hosila operatorini **Hisoblashlar** panelidan kiritish va mos o'rinto'ldirgichda, qaysi o'zgaruvchi bo'yicha differensiallash amalga oshirilishi kerak bo'lsa, o'shaning nomini terish lozim.

10.4.1. Xususiy hosilalar

Ikki o'zgaruvchili funksiyaning xususiy hosilalarini qidirishga misollar 10.11- va 10.12-listinglarda keltirilgan. Ikkala listingning birinchi qatorida funksiyaning o'zi aniqlangan, keyingi qatorlarda esa (simvolli yoki sonli-raqamli usulda) uning hosilalari ikkala o'zgaruvchilar – x va k bo'yicha hisoblangan. Xususiy hosilani nuqtada aniqlash uchun, hamma argumentlarning qiymatlarini oldindan berish zarur, bu 10.12-listingning

keyingi qatorlarida keltirilgan. E'tibor bering, funksiya hosilasini simvolli qidirish uchun uning hamma argumentlarining qiymatini oldindan berish zarurati yo'q (10.12-listingning uchinchi qatori), sonli-raqamli differensiallash uchun esa (listingning oxirgi qatori) funksiyaning hamma argumentlari oldindan aniqlangan bo'lishi kerak, aks holda natija o'rniga xatolik to'g'risida xabar paydo bo'ladi.

10.11-listing. Xususiy hosilalarni analitik hisoblash

$$f(x, k) := k \cdot \sin(x)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} f(x, k) \rightarrow k \cos(x)$$

$$\frac{\partial}{\partial k} f(x, k) \rightarrow \sin(x)$$

10.12-listing. Xususiy hosilalarni nuqtada simvolli va sonli-raqamli hisoblash

$$f(x, k) := k \sin(x)$$

$$x := 10$$

$$\frac{\partial}{\partial x} f(x, k) \rightarrow k \cos(x)$$

$$k := 1$$

$$\frac{\partial}{\partial x} f(x, k) = -0.839$$

Yuqori tartiblarning xususiy hosilalari yuqori tartiblarning oddiy hosilalari kabi hisoblanadi. 10.13-listing funksiyaning o'zgaruvchilari x va y bo'yicha ikkinchi tartibli hosilalarni hamda aralash hosilani hisoblashni namoyish qiladi.

10.13-listing. Ikkinchi xususiy hosilani hisoblash

$$f(x, y) := y^2 x^3 + y \cdot x^2$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} f(x, y) \rightarrow 6 y^2 x + 2 y$$

$$\frac{\partial^2}{\partial y^2} f(x, y) \rightarrow 2 x^3$$

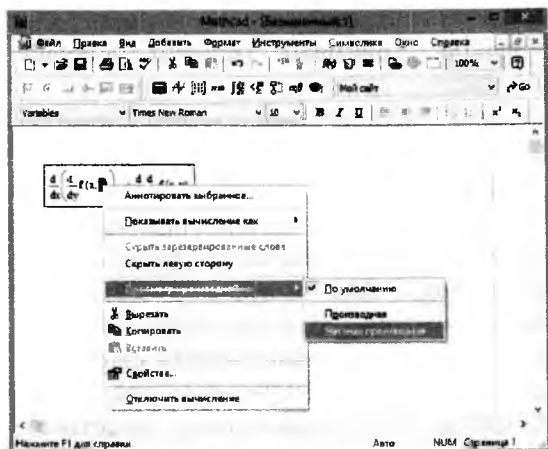
$$\frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) \rightarrow 6 y x^2 + 2 x$$

E'tibor bergan bo'lsangiz, uchala 10.11-10.13 listinglarda differensiallash operatori xususiy hosilaning an'anaviy shaklida yozilgan. Operatorning yozilishi hisoblashga ta'sir qilmaydi, balki hisoblarni taqdim etishning ko'nikib qolingan shakli bo'libgina xizmat qiladi.

Xususiy hosilani taqdimot qilishda differensiallash operatori ko'rinishini o'zgartirish uchun quyidagilarni bajarish lozim:

1. Sichqoncha o'ng knopkasini bosib differensiallash operatori jabhasidan kontekstli menyuni chaqiring.
2. Kontekstli menyuda yuqorigi punkt **Hosilani ... kabi ko'rsatingni** tanlang.
3. Paydo bo'lgan nimmenyuda (10.8-rasm) **Xususiy hosila punktini** tanlang.

Hosilaning o'zgarmas bo'yicha qabul qilingan ko'rinishini qaytarish uchun nimmenyuda **O'zgarmas punktini** tanlang yoki uni oddiy ko'rinishda taqdim etish uchun – **Hosila punktini** bosing.



10.8-rasm. Differensiallash operatori shaklining o'zgarishi

10.4.2. Misollar: *gradiyent, divergensiya va rotor*

Gradiyent – bu vektor bo'lib, u qaysidir kattalikning eng tez o'zgaradigan yo'nalishini ko'rsatadi, uning qiymati maydonning bir nuqtasidan boshqa nuqtasi tomon o'zgarib boradi (Maydon nazariyasiga qarang). Agar kattalik $u(x,y,z)$ funksiyasi orqali ifodalansa, u holda gradiyent (vektor)ni tashkil etuvchilar quyidagiga teng:

$$\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z}$$

Gradiyent (vektor) qaysidir nuqtada shu nuqtadagi sath (уровень) sirtiga normal bo'ylab yo'naladi, gradiyent (vektor) uzunligi quyidagiga teng:

$$\sqrt{\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial z}\right)^2}$$

Vektor maydoni $a(M)$ ning (x,y,z) nuqtadagi divergensiya – skalyar miqdor bo‘ladi:

$$\text{div} a = \partial P / \partial x + \partial Q / \partial y + \partial R / \partial z,$$

bu yerda P, Q, R – a vektorining komponentlari. Divergensiya (matematik) – bu nuqtani o‘rab turgan berk sirtidan o‘tayotgan vektor maydoni oqimining, ushbu sirt nuqtaga intilayotganda u cheklagan hamma nisbatining chegarasidir. Divergensiya (matematik) matematikaning fizikadagi ilovalarida muhim rol o‘ynaydi. Masalan, agar vektor maydon $a(M)$ ni siqilmaydigan suyuqlikning barqaror oqimidagi tezliklar maydoni sifatida ko‘rilsa, bu holda nuqtadagi $\text{div} a$ shu nuqtadagi manbaning intensivligini ($\text{div} a > 0$) yoki oqib ketish intensivligini ($\text{div} a < 0$) yoki manba va novning mavjud emasligini ($\text{div} a = 0$) bildiradi. Divergensiya (matematik) xossalari:

$$\text{div} (a + b) = \text{div} a + \text{div} b; \text{div} (\varphi a) = \varphi \text{div} a + \text{grad} \varphi; \text{div} \text{rota} = 0;$$

$$\text{div} \text{grad} \varphi = \Delta \varphi$$

(bu yerda Δ – Laplas operatori).

Xususiy hosilalar haqidagi bayonni hisoblash amaliyotida tez-tez uchrab turadigan vektorli analizning bir nechta misollari bilan tugatamiz. Ulardan birinchisining, ikki o‘zgaruvchi funksiyasi *gradiyentini* hisoblashga bag‘ishlanganining, dasturiy amalga oshirilishi 10.14-listingda keltirilgan. Misol sifatida listingning birinchi qatorida aniqlangan $f(x,y)$ funksiya olingan, uning grafigi 10.9-rasmda sath chiziqlari ko‘rinishida keltirilgan. Ma’lumki, $f(x,y)$ funksiyaning gradiyenti – bu (10.14-listingning ikkinchi qatoriga muvofiq) uning xususiy hosilalari orqali aniqlangan x va y argumentlarning vektorli funksiyasidir. Listingning uchinchi qatorida gradiyentni analitik hisoblash bajariladi, listingning qolgan qismida esa, funksiya sath chiziqlari grafigini va uning gradiyenti vektor maydonining grafigini tayyorlash uchun zarur bo‘lgan, ranjirlangan o‘zgaruvchilar va matritsalar berilgan (10.10-rasm).

10.14-Listing. Ikki o‘zgaruvchi funksiyasi gradiyentini hisoblash

$$f(x, y) = 0.12 \cdot x^2 + x \cdot y - 0.01 \cdot y^4$$

$$\text{grad}(x, y) = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} f(x, y) \\ \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) \end{pmatrix}$$

$$\text{grad}(x, y) \rightarrow \begin{pmatrix} .24 \cdot x + y \\ x - .4e-1 \cdot y^3 \end{pmatrix}$$

$$N = 5$$

$$i = 0 \dots 2 \cdot N$$

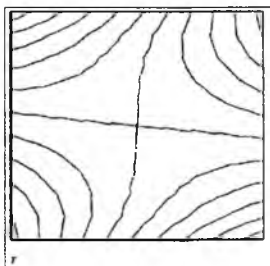
$$j = 0 \dots 2 \cdot N$$

$$F_{i,j} = f(i - N, j - N)$$

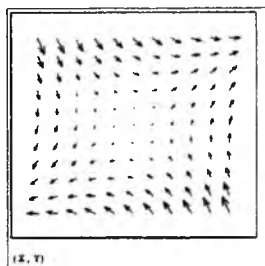
$$V_{i,j} = \text{grad}(i - N, j - N)$$

$$X_{i,j} = (V_{i,j})_0$$

$$Y_{i,j} = (V_{i,j})_1$$



10.9-rasm. Ikki o'zgaruvchi modeli funksiyasi (10.14-listing davomi)



10.10. Ikki o'zgaruvchi funksiyasi gradiyentining vektor maydoni (10.14-listing davomi)

10.9- va 10.10-rasmlardagi grafiklarni solishtirib, shunga ishonish mumkinki, *gradiyentning matematik ma'nosi – bu har bir nuqta (x, y) da funksiya $f(x, y)$ eng tez o'sadigan tekislikdagi yo'nalishlardir.* Gradiyentning absolyut qiymati (ya'ni har bir nuqtadagi vektor uzunligi) $f(x, y)$ o'zgarishining lokal tezligini aniqlaydi. Grafiklarni solishtirganda shuni ko'ramizki, ularda ko'rsatilgan (x, y) jabhasining markazida $f(x, y)$ funksiya sekin o'zgaradi (mos ravishda uning gradiyentlarining qiymatlari kichik bo'ladi), burchaklarida esa – tez o'zgaradi (u yerda gradiyent qiymatlari maksimal).

Gradiyent x, y o'zgaruvchilarning skalyar emas, balki vektor funksiyasidir, chunki amalda u – har bir nuqtada vektorning mos

(gorizontal va vertikal) proyeksiyalarini beruvchi ikki funksiyaning kombinatiyasidir. Ushbu bobda shu paytgacha biz skalyar funksiylarni differensiallashni ko'rib chiqqan edik, lekin matematikada ko'p hollarda vektorli funksiylar hosilalarini hisoblashga to'g'ri keladi. Ushbu amallarni vektorli maydonga qo'llaniladigan *divergensiyani* qidirish operatsiyasi misolida (10.15-listing va 10.11-rasm), ya'ni fazoviy koordinatalarga bog'liq bo'lgan vektorli funksiya misolida ko'rib chiqamiz.

Agar, matematikada qabul qilinganidek, gradiyentni olish operatorini ∇ simvoli bilan belgilasak, vektor – funksiyaning divergensiyasini skalyar ko'paytma ∇f sifatida aniqlash mumkin, vektor analizning keng tarqalgan yana bitta operatsiyasi – *rotorni* (yoki boshqachasiga uyurma yoki uyurmali) – vektor ko'paytma $\nabla \times f$ ko'rinishida belgilaymiz.

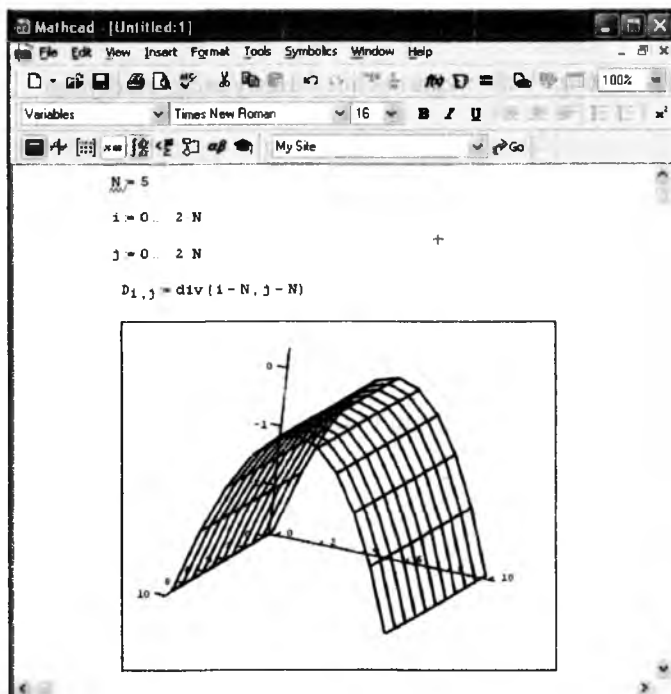
10.11-rasm vektorli funksiya $f(x,y)$ misolini (listingning birinchi qatorida aniqlanadi) va uning divergensiyasini hisoblashni (analitik tarzda uchinchi qatorda amalga oshirilgan) illyustratsiya qiladi. Shu narsaga e'tibor beringki, boshlang'ich (berilgan) vektor – funksiya sifatida 10.10-rasmda vektor maydoni shaklida ko'rsatilgan oldingi hisoblarning natijasi olingan. 10.11-rasm yuqori qismidagi kod qatorlari hisoblangan divergensiyaning grafigini (uch o'lchamli sirt va sath chiziqlari, mos ravishda yuqoridan va pastdan) tayyorlash uchun kerak.

10.15-listing. Vektorli funksiya divergensiyasini hisoblash

$$f(x, y) = \begin{pmatrix} 0.24 \cdot x + y \\ x - 4 \cdot 10^{-2} \cdot y^3 \end{pmatrix}$$

$$\text{div}(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} f(x, y)_0 + \frac{\partial}{\partial y} f(x, y)_1$$

$$\text{div}(x, y) \rightarrow 0.24 - \frac{3}{25} y^2$$



10.11-rasm. Vektorli funksiya divergensiya grafigi (10.15-listing davomi)

10.16-listingda o'sha vektorli funksiya $f(x,y)$ rotorining hisoblari xuddi shunday strukturaga ega, bunda rotorni olish operatsiyasini aniqlash (10.15-listing uchun divergensiya holatidek) uning ikkinchi qatorida keltirilgan.

10.16-listing. Vektorli funksiya rotorini hisoblash

$$f(x, y) = \begin{pmatrix} 0.24 \cdot x + y \\ x - 4 \cdot 10^{-2} \cdot y^3 \end{pmatrix}$$

$$\text{rot}(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} f(x, y)_1 - \frac{\partial}{\partial y} f(x, y)_0$$

$$\text{rot}(x, y) \rightarrow 0$$

10.14-10.16 listinglardagi misollar ikki o'zgaruvchili funksiyalarga taalluqli edi, ya'ni ular ikki o'lchamli holni bayon qilgan. Yana ikkita listing – 10.17 va 10.18 – yuqorida sanab o'tilgan vektorli analizning

operatsiyalari uch o'lchamli (fazoviy) holda qanday amal qilishini ko'rsatadi.

10.17-listing. Uch o'zgaruvchili funktsiyaning gradiyenti

$$f(x, y, z) = z \sin(x y)$$

$$\text{grad}(x, y, z) = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} f(x, y, z) \\ \frac{\partial}{\partial y} f(x, y, z) \\ \frac{\partial}{\partial z} f(x, y, z) \end{pmatrix}$$

$$\text{grad}(x, y, z) = \begin{pmatrix} z \cos(y x) y \\ x \cos(y x) x \\ \sin(y x) \end{pmatrix}$$

10.18-listing. Uch o'lchamli fazoda divergensiya va vektor

$$f(x, y, z) = \begin{pmatrix} x y \\ z \\ x + 2z \end{pmatrix}$$

$$\text{div}(x, y, z) = \frac{\partial}{\partial x} f(x, y, z)_0 + \frac{\partial}{\partial y} f(x, y, z)_1 + \frac{\partial}{\partial z} f(x, y, z)_2$$

$$\text{rot}(x, y, z) = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial y} f(x, y, z)_2 - \frac{\partial}{\partial z} f(x, y, z)_1 \\ \frac{\partial}{\partial z} f(x, y, z)_0 - \frac{\partial}{\partial x} f(x, y, z)_2 \\ \frac{\partial}{\partial x} f(x, y, z)_1 - \frac{\partial}{\partial y} f(x, y, z)_0 \end{pmatrix}$$

$$\text{div}(x, y, z) \rightarrow y + 2$$

$$\text{rot}(x, y, z) \rightarrow \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -x \end{pmatrix}$$

10.19-listing. Vektorli argument vektorli funktsiyaning yakobianini hisoblash

$$f(x) = \begin{bmatrix} x_0 x_1 \\ x_1 \\ x_1 x_2 \end{bmatrix}$$

$$J(x, y, z) = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} f \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_0 & \frac{\partial}{\partial y} f \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_0 & \frac{\partial}{\partial z} f \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_0 \\ \frac{\partial}{\partial x} f \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_1 & \frac{\partial}{\partial y} f \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_1 & \frac{\partial}{\partial z} f \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_1 \\ \frac{\partial}{\partial x} f \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_2 & \frac{\partial}{\partial y} f \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_2 & \frac{\partial}{\partial z} f \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_2 \end{bmatrix}$$

$$J(x, y, z) \rightarrow \begin{pmatrix} y & x & 0 \\ y^x \ln(y) & y^x \frac{x}{y} & 0 \\ 0 & z & y \end{pmatrix}$$

Ushbu yakobianning o'zini boshqacha ham hisoblash mumkin, bunda bitta argumentli funksiya emas, balki uchta skalyarli argument $f(x, y, z)$ funksiyasi aniqlanishi kerak (10.20-listing). Shuni yodda tutingki, yakobianni sonli-raqamli aniqlash uchun dastlab u hisoblanadigan nuqtani, ya'ni 10.19-listing terminlarida vektor x ni yoki 10.20-listing belgilanishlarida uchala o'zgaruvchi x, y, z larning hammasini aniqlab olish zarur.

10.20-listing. Uchta skalyar argumentlar vektorli funksiyasining yakobianini hisoblash

$$f(x, y, z) = \begin{pmatrix} x \cdot y \\ y^x \\ y \cdot z \end{pmatrix}$$

$$J(x, y, z) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f(x, y, z)_0}{\partial x} & \frac{\partial f(x, y, z)_0}{\partial y} & \frac{\partial f(x, y, z)_0}{\partial z} \\ \frac{\partial f(x, y, z)_1}{\partial x} & \frac{\partial f(x, y, z)_1}{\partial y} & \frac{\partial f(x, y, z)_1}{\partial z} \\ \frac{\partial f(x, y, z)_2}{\partial x} & \frac{\partial f(x, y, z)_2}{\partial y} & \frac{\partial f(x, y, z)_2}{\partial z} \end{pmatrix}$$

$$J(x, y, z) \rightarrow \begin{pmatrix} y & x & 0 \\ y^x \ln(y) & y^x \frac{x}{y} & 0 \\ 0 & z & y \end{pmatrix}$$

10.5. Funksiyani Taylor qatoriga yoyish

Differensiallash bilan bog'liq bo'lgan yana bitta operatsiya – bu funksiyani *Taylor qatoriga* istalgan x o'zgaruvchi bo'yicha qaysidir nuqtada yoyishdir. Agar bu nuqta $x=0$ bo'lsa, qatorni *Maklaren qatori* ham deyiladi va u $x=0$ nuqta atrofida $a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots$ ko'rinishdagi summa sifatida taqdim etiladi. Bu yerda a_i – x ga bog'liq bo'lmagan, lekin, balkim boshqa o'zgaruvchilarning (boshlang'ich funksiya ularga bog'liq) funksiyalari bo'lgan, koeffitsiyentlar. Aynan ushbu koeffitsiyentlar funksiyaning hosilasi orqali ifodalanadi. Agar u $x=0$ da xususiyatga ega bo'lsa, uning mos ravishda yoyilishi *Loran qatori* deyiladi.

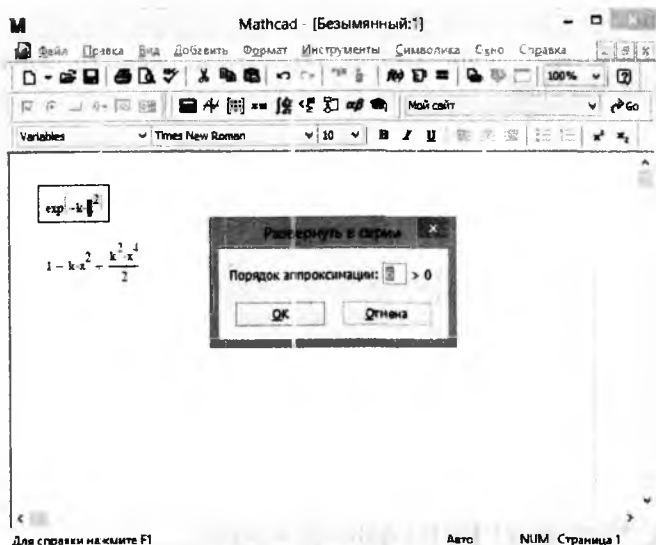
Taylor qatoriga yoyish qidirilganda uning koeffitsiyentlarining hammasini ochiq ko'rinishda hisoblash zarurati yo'q, chunki bu operatsiyani MathCADni ishlab chiquvchilar nazarda tutishgan va u simvolli protsessor yordamida bajariladi. Bunda operatsiyani bajarish

uchun ham mos kiritib o'rnatilgan funksiyalardan, ham Simvolika menyusidan foydalanish mumkin.

10.5.1. Menyu yordamida qatorga yoyish

Qandaydir ifodani qatorga yoyish uchun:

1. Ifodani kiriting.
2. O'zgaruvchining qiymatini ajratib ko'rsating, u bo'yicha qatorga yoyish talab qilinadi.
3. **Simvolika / O'zgaruvchi / Qatorga yoyilsin** komandasini bajaring (10.12-rasm).



10.12-rasm. Ifodani qatorga o'zgaruvchi x bo'yicha analitik yoyish

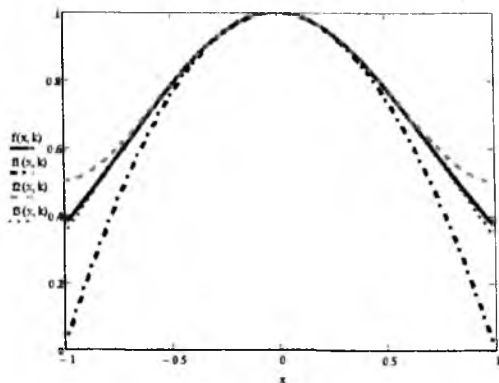
4. Paydo bo'lgan dialog darchasi **Qatorga yoyilsinga** approksimatsiya (Order of Approximation)ning istalayotgan tartibini kiriting va **OK** knopkasini bosing.

Yoyish natijasi ifoda ostida paydo bo'ladi (10.12-rasmda u pastda ko'rsatilgan).

10.5.2. Qatorga yoyish operatori

Simvolli chiqarish operatori yordamida, muqobil usulda qatorga yoyish uchun, tayanch so'z *series* dan foydalaning, buning uchun Simvolika panelidagi shu nomli knopkani bosib, uni kiritib o'rnatang. Tayanch so'z *series* dan keyin, verguldan so'ng, yoyilish qaysi

o'zgaruvchi bo'yicha amalga oshiriladigan bo'lsa, o'sha o'zgaruvchining nomi va approksimatsiya tartibi ko'rsatiladi (10.21- va 10.22-listinglar). Boshlang'ich funksiya va uning Teylor qatoriga (approksimatsiyaning har xil tartiblari bilan) bir necha yoyilmalarini 10.13-rasmda keltirilgan grafik bo'yicha solishtirishimiz mumkin.



10.13-rasm. Approksimatsiya tartibiga qarab funksiyaning qatorga yoyilishlari grafigi
(10.21-listing davomi)

Grafikdan ko'rinadiki, qatorga yoyish $x=0$ nuqta atrofida yaxshi ishlaydi, undan uzoqlashgan sari yoyilma funksiyadan tobora ko'proq farqlanib boradi. Tabiiyki, approksimatsiya tartibi qanchalik yuqori bo'lsa, Teylorning mos yoyilmasi boshlang'ich funksiya shunchalik yaqinroq joylashadi.

10.21-listing. Funksiyani tartibi har xil approksimatsiyali bo'lgan qatorga yoyish

$$f(x, k) = \exp(-k x^2)$$

$$f(x, k) \text{ series } x, 3 \rightarrow 1 + (-k) x^2$$

$$f(x, k) \text{ series } x, 5 \rightarrow 1 + (-k) x^2 + \left(\frac{1}{2} k^2\right) x^4$$

$$f(x, k) \text{ series } x, 7 \rightarrow 1 + (-k) x^2 + \left(\frac{1}{2} k^2\right) x^4 + \left(\frac{-1}{6} k^3\right) x^6$$

10.22-listing. Bir necha o'zgaruvchili funksiyani har xil o'zgaruvchilar bo'yicha yoyish

$$f(x, k) = \exp(-k x^2)$$

$$f(x, k) \text{ series } k, 4 \rightarrow 1 + (-x^2) k + \left(\frac{1}{2} x^4\right) k^2 + \left(\frac{-1}{6} x^6\right) k^3$$

Qisqacha xulosa:

Hisoblash operatsiyalari hisoblash protsessori yordamida bajarilsa, sonli-raqamli algoritmlar xususiyatlarini yaxshi tasavvur qilish zarur, chunki bu amal foydalanuvchi uchun "kadr ortida" qoladi. MathCAD yordamida argumentlari soni istalgancha bo'lgan skalyar funksiyalarning hosilalarini hisoblash mumkin, bunda funksiyalar va argumentlar haqiqiy hamda kompleks sonlar bo'lishi mumkin.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Funksiyani differensiallash deganda nimani tushunasiz?
2. Analitik differensiallashni tushuntirib bering.
3. Differensiallash operatori orqali foydalanuvchi funksiyalari qanday aniqlanadi?
4. Menyu yordamida differensiallash qanday amalga oshiriladi?
5. Sonli-raqamli differensiallashni aytib bering.
6. Differensiallash algoritmi haqida bayon qiling.
7. Yuqori tartibli hosilalar qanday amalga oshiriladi?
8. Xususiy hosilalarni izohlang.
9. Gradiyent deb nimaga aytiladi?
10. Funksiyani Teylor qatoriga yoyish qanday amalga oshiriladi?

11 – BOB. MATHCADDA INTEGRALLASH

Integral (lotin. integer – butun) – matematikaning eng ahamiyatli tushunchalaridan biri bo'lib, u birinchidan, funksiyalarni ularning hosilalari bo'yicha topish (masalan, nuqtaning tezligi bo'yicha harakatlanayotgan nuqta bosib o'tgan yo'lni ifodalovchi funksiyani topish), ikkinchidan – yuzalar, hajmlar, yoy uzunliklari, muayyan vaqt oralig'ida kuchlar bajargan ishini va sh.k.larni o'lchash ehtiyoji tufayli vujudga kelgan. Bularga mos ravishda noaniq va aniq integrallarni farqlashadi, ularni hisoblash integral hisoblash masalasiga kiradi.

Sonli-raqamli integrallash – hisoblash nuqtayi-nazaridan eng oddiy operatsiyalardan biri, boshqa tarafdin esa ba'zi funksiyalarni analitik integrallab bo'lmaydi.

11.1. Aniq integral

Quyi chegarasi a va yuqori chegarasi b bo'lgan $f(x)$ funksiyaning aniq integrali quyidagi ayirma sifatida aniqlanishi mumkin:

$$F(b) - F(a) = \int_a^b f(x) dx, \quad 11.1$$

bu yerda $F_x - f(x)$ ning boshlang'ich funksiyasidir; ta'rif boshlang'ich funksiyalarning qaysi biri aniq integralni hisoblash uchun tanlab olinganligiga bog'liq emas. Agar $f(x)$ funksiya uzluksiz bo'lsa, keltirilgan ta'rif $a < b$ bo'lgan holda O. Koshining (1823-y.) quyidagi ta'rifga ekvivalent bo'ladi: kesma $[a, b]$ ning nuqtalar bilan ixtiyoriy bo'linishi ko'riladi.

$$a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b \quad 11.2$$

MathCADda integrallash hisoblash operatori ko'rinishida realizatsiya qilingan. Skalyar funksiyalardan integrallash chegaralarida integrallarni hisoblash ruxsat etiladi, o'z navbatida chegaralarning o'zi ham skalyar bo'lishi kerak. Integrallash chegaralari haqiqiy bo'lishi shart, lekin integral ostidagi funksiya esa kompleks qiymatlarga ham ega bo'lishi mumkin, shuning uchun integral qiymati ham kompleks bo'lishi mumkin.

11.1.1. Integrallash operatori

Integrallash, differensiallash va yana boshqa ko'p matematik amallar kabi, MathCADda "qanday yozilsa – shunday kiritiladi" prinsipida o'rnatilgan. Aniq integralni hisoblash uchun hujjatda uni oddiy matematik shaklda yozish lozim. Bu Hisoblashlar paneli yordamida integral belgili knopkani bosib yoki klaviaturadan $\langle \text{Shift} \rangle + \langle 7 \rangle$ klavishalar birikmasini kiritib bajariladi. Integral simvoli bir nechta o'rinto'ldirgichlar bilan birga paydo bo'ladi (11.1-rasm), unga integrallashning quyi va yuqori intervallarini, integralosti funksiyani va integrallash o'zgaruvchisini kiritish kerak.

Agar integrallash chegaralari o'lchamga ega bo'lsa, o'lcham ikkala chegara uchun bir xil bo'lishi kerak.

Integrallash natijasini olish uchun tenglik yoki simvolli tenglik belgisini kiritish lozim. Birinchi holda integrallash sonli-raqamli metodda amalga oshiriladi, ikkinchi holda esa – agar muvaffaqiyatli bo'lsa, MathCAD simvolli protsessori yordamida integralning aniq qiymati topiladi. 11.1-listing shu ikki usulni illyustratsiya qiladi. Albatta, simvolli integrallashni faqat sodda integralosti funksiyalari uchungina amalga oshirish mumkin.



11.1-rasm. Integrallash operatori

11.1-listing. Aniq integralni sonli-raqamli va simvolli hisoblash

$$\int_0^{\pi} \exp(-x^2) dx = 0.986$$

$$\int_0^{\pi} \exp(-x^2) dx \rightarrow \frac{1}{2} \operatorname{erf}(\pi) \pi^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \operatorname{erf}(\pi) \pi^{\frac{1}{2}}$$

Bitta yoki ikkala chegarasi cheksiz bo'lgan integrallarni hisoblash mumkin (11.2-listing). Buning uchun mos chegara o'rniga (o'sha **Hisoblashlar** panelidan foydalanib) cheksizlik simvolini kiriting. «Minus cheksizlik»ni kiritish uchun cheksizlik simvoli oldiga minus belgisini qo'shib qo'ying.

11.2-listing. Chegaralari cheksiz bo'lgan integrallarni hisoblash

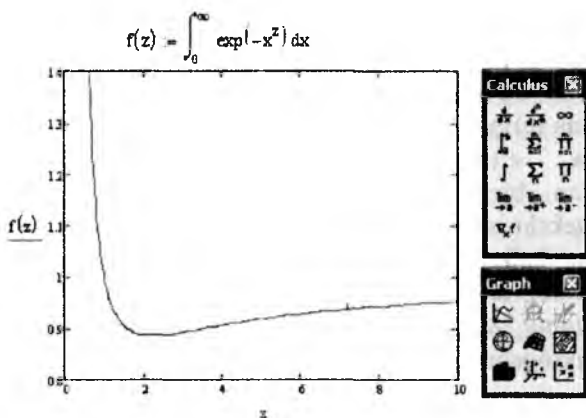
$$\int_{-\infty}^{\infty} \exp(-x^2) dx \rightarrow \pi^{\frac{1}{2}}$$

Integral ostidagi funksiya istalgan miqdordagi o'zgaruvchilarga bog'liq bo'lishi mumkin. MathCAD integralni aynan qaysi o'zgaruvchi bo'yicha hisoblashi lozimligini ko'rsatish uchun uning nomini mos o'rinto'ldirgichga kiritish kerak. O'zgaruvchilarning biri bo'yicha sonli-raqamli integrallash uchun integralosti funksiya ulardan bog'liq bo'lgan va ular uchun Siz integralni hisoblashni mo'ljallab turgan qolgan o'zgaruvchilarning qiymatlarini oldindan berish lozim (11.3-listing).

11.3-listing. Ikki o'zgaruvchili funksiyani har xil o'zgaruvchilar bo'yicha hisoblash

$$\int_a^b \exp(-xz^2) dz \rightarrow \frac{-1}{z^2} \cdot e^{-b \cdot z^2} + \frac{1}{z^2} \cdot e^{-a \cdot z^2}$$

$$\int_a^b \exp(-xz^2) dz \rightarrow \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left(b \cdot x^{\frac{1}{2}}\right) \frac{x^{\frac{1}{2}}}{x^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{2} \operatorname{erf}\left(a \cdot x^{\frac{1}{2}}\right) \frac{x^{\frac{1}{2}}}{x^{\frac{1}{2}}}$$



11.2-rasm. Foydalanuvchi funksiyasida integrallash operatoridan foydalanish

Integrallash operatoridan boshqa operatorlar kabi sikllarda funksiyalarni aniqlash uchun va ranjirlangan o'zgaruvchilarni hisoblash uchun foydalanish mumkin. Foydalanuvchi funksiyasi $f(z)$ ga aniq integral qiymatini berish va uning bir nechta qiymatlarini hisoblash misoli 11.2-rasmda keltirilgan. Integrallash natijasi grafigini qanday qurish mumkinligi ham shu rasmda ko'rsatilgan.

11.1.2. Sonli-raqamli integrallash algoritmini tanlash haqida

Sonli-raqamli integrallash natijasi – integralning aniq emas, balki taxminiy qiymatidir, aniqlanish xatoligi kiritib o'rnatilgan konstanta TOL ga bog'liq. U qanchalik kichik bo'lsa, integral shuncha aniqlik bilan topiladi, lekin hisoblashga ko'proq vaqt sarflanadi. Indamaslik bo'yicha $TOL=0,001$ hisoblashni tezlashtirish uchun TOL ning kattaroq qiymatini o'rnatish mumkin.

MathCAD redaktorida sonli-raqamli integrallash operatorini kiritib, Siz amalda haqiqiy dasturni yaratasiz. Masalan, 11.2-rasmdagi listingning birinchi qatori – haqiqiy dasturdir, faqat uning asosiy qismi Sizning nazaringizdan MathSoft kompaniyasi ishlab chiquvchilari tomonidan berkitilgan. Ko'p hollarda bunga e'tibor bermasdan MathCADga to'liq ishonish mumkin. Lekin ba'zan ushbu dastur parametrlarini boshqarish ko'nikmasi talab qilib qolinishi mumkin, buni biz TOL konstantasini tanlash misolida ko'rib chiqdik. Bundan tashqari, foydalanuvchining o'zi sonli-raqamli integrallash algoritmini tanlash imkoniyatiga ega. Buning uchun:

1. Hisoblanayotgan integral chap qismining istalgan joyida sichqonchani o'ng knopkasini shiqillating.

2. Paydo bo'lgan kontekstli menyuda bor bo'lgan sonli-raqamli algoritmlardan birini, masalan **Rombergni**, tanlang (11.3-rasm).

Shunga e'tibor beringki, 11.3-rasmda ko'rsatilganidek, algoritmlardan biri birinchi marta tanlanishidan oldin, kontekstli menyudagi tekshirish bayroqchasi AutoSelect (Avtomatik tanlash) punkti yonida o'rnatiladi. Buning ma'nosi: *algoritmnı MathCAD aniqlaydi, bunda u integrallash chegaralari va integral ostidagi funksiya xususiyatlarining tahliliga asoslanadi*. Algoritmlardan biri tanlangan zahoti, bu bayroqcha tashlab yuboriladi, tanlangan algoritm esa nuqta bilan belgilanadi.

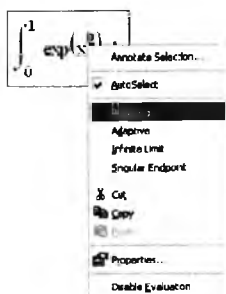
MathCADni ishlab chiquvchilari integrallashning to'rtta sonli-raqamli metodini dasturlashgan:

- **Romberg** (Romberg) – xususiyatlarga ega bo'lmagan funksiyalarning ko'pchiligi uchun;

- **Adaptive** (Adaptiv) – integrallash intervalida tez o'zgaruvchi funksiyalari uchun;

- **Infinite Limit** (Cheksiz chegara) – chegaralari cheksiz bo'lgan integrallar uchun;

- **Singular Endpoint** (Singulyar chegara) – oxirida singulyarlik bo'lgan integrallar uchun (integrallash intervalining bitta yoki ikkala oxirlarida aniqlanmagan funksiyalar uchun Rombergning modifikatsiyalangan algoritmi qo'llanadi).



11.3-rasm. Sonli-raqamli integrallash algoritmini tanlash kontekstli menyu yordamida amalga oshiriladi

Sonli-raqamli metodni tanlashni, kontekstli menyuda bayroqchani AutoSelect (Avtomatik tanlash)ga o'rnatib, MathCADga ishonib topshirganingiz ma'qul. Boshqa metodni tanlab ko'rsa bo'ladi, masalan, maxsus hollarda, Sizda hisob natijalari to'g'riligiga gumon bo'lganda, hisob natijalarini solishtirib ko'rish uchun.

Agar integral ostidagi funksiya "yaxshi" bo'lsa, ya'ni integrallash intervalida keskin o'zgarmasa, xususiyatlarga ega bo'lmasa va cheksizlikka aylanmasa, integralning sonli-raqamli yechimi hech qanday "syurpriz" keltirmaydi.

11.1.3. Integrallashning an'anaviy algoritmlari haqida

MathCADda realizatsiya qilingan sonli-raqamli integrallash metodini bayon qilishga o'tishdan avval, sonli-raqamli integrallashning asosiy prinsiplarini ko'rib chiqamiz. Funksiya $f(x)$ aniq integralining geometrik ma'nosi – ushbu funksiya grafigi va x o'qi hosil qilgan shakl yuzasidan – kelib chiqqan holda "yaxshi" funksiyaning integrallashning eng oson usuli – to'g'ri to'rtburchaklar formulasini qo'llashni taklif qilish mumkin. Uning yordamida qayd etilgan shaklning yuzasi elementar to'rtburchaklar summasi sifatida hisoblanadi, integralosti funksiya $f(x)$ ko'p to'rtburchaklar bilan almashtiriladi.

To'rtburchaklar metodining illyustratsiyasi 11.4-rasmda keltirilgan. Interval i ni hisoblash uchun integrallash intervali $[a, b]$ N bo'lakka bo'linadi. Har bir i nchi kesmada $f(x)$ kengligi h va balandligi $f(x_i)$ bo'lgan to'rtburchak bilan almashtiriladi. Bu elementar to'rtburchaklardan har birining yuzasi $hf(x_i)$ ni tashkil qiladi, ularning summasi s ni esa qidirilayotgan integral I ga yaqin deb hisoblash bo'ladi. $N \rightarrow \infty$ da elementar to'rtburchaklarning ko'pligi integralosti funksiya hosil qilgan izlanayotgan shaklga intiladi, qiymat $S \rightarrow I$, bunda xatolik (s ning aniq qiymat i dan farqi) $O(h^2)$ ni tashkil qiladi.

To'g'ri to'rtburchaklar algoritm ma'nosini, berilgan integralosti funksiyaning boshqa, unga yaqinroq (ushbu holda bo'lakli-uzluksiz) funksiya bilan almashtirish sifatida, qabul qilish mumkin, uni integrallashni analitik hisoblash oson bo'lishligi uchun. Integrallashning aniqroq metodlarining prinsipi – aynan integralosti funksiya $f(x)$ ni qandaydir unga yaqin bo'lgan bog'lanish $y(x)$ bilan almashtirish va so'ngra integralni shu funksiya bilan hisoblashdadir. Bunda, birinchidan, $y(x)$ integrali analitik usulda aniq hisoblana olinadigan bo'lsin; ikkinchidan, funksiya $f(x)$ esa, xatolik kam bo'lishi uchun, $y(x)$ ga mumkin qadar yaqin bo'lishi kerak.

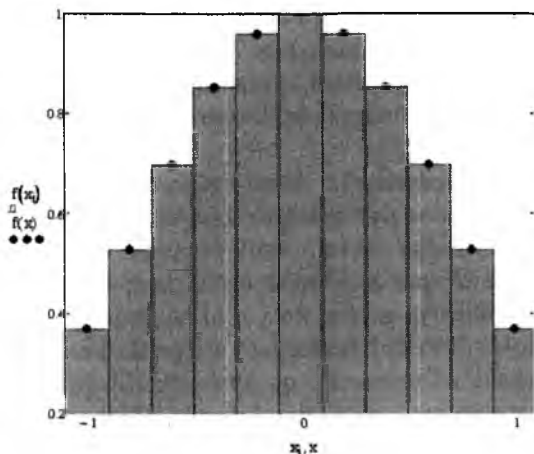
$$f(x) = \exp(-x^2)$$

$$N = 10$$

$$h := \frac{2}{N}$$

$$i := 0..N$$

$$x_i := i \cdot h - 1$$



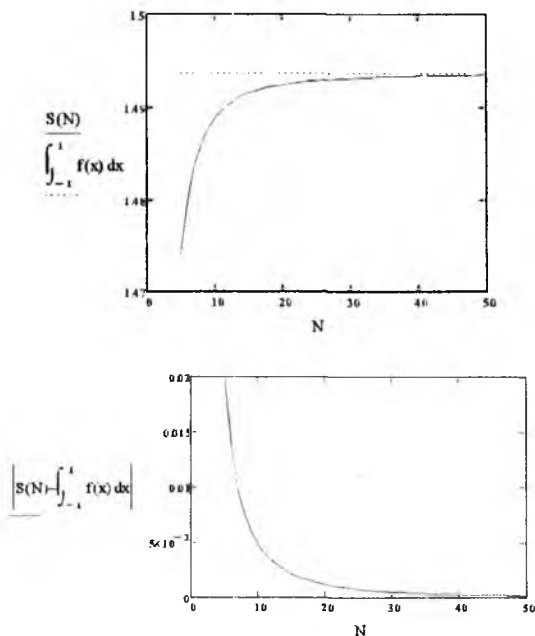
11.4-rasm. To'g'ri to'rtburchaklar algoritmi xatoliklarini baholash

Ma'lumki, eng oddiy algoritm – bu integralosti funksiya $f(x)$ ni integrallash qadamlari N ning har birida qandaydir $y(x)$ polinom bilan interpolatsiya qilishdadir. Interpolatsiya qiluvchi polinomlarni, xususan, tartibi bilan farqlanuvchi polinomlarni, qurishning har xil yo'llari taklif qilinishi mumkin. Masalan, Lagranj polinomlari integrallashning N elementar intervallarining har birida n nuqtalarda $f(x)$ interpolatsiya qilinganda quriladi. Integrallash klassik algoritmlarining oilasi bu holda Nyuton-Kotes metodi deyiladi. Eslatib o'tamiz, $n=1$ da to'g'ri chiziq polinom bo'ladi va biz bunda trapetsiyalar metodiga ega bo'lamiz; $n=2$ da integrallashning har bir qadamida kvadrat parabola interpolatsiya qiluvchi polinom bo'ladi va biz Simpson algoritmini olamiz va h.k.

$$f(x) := \exp(-x^2)$$

$$S(N) := \sum_{i=0}^{N-1} \left(f\left(i \cdot \frac{2}{N} - 1\right) \cdot \frac{2}{N} \right)$$

$$N := 5..50$$



11.5-rasm. To'g'ri to'rtburchaklar algoritmi xatoliklarini baholash

Sanab o'tilgan an'anaviy algoritmlarning kamchiligi – kamchiliklarni miqdoriy baholashdagi qiyinchiliklardadir. Xatoliklar uchun analitik formulalar (ular, xususan, approksimatsiya metodi tartibini belgilaydi) ko'paytuvchidan tashqari integralosti funksiyasi hosilasining (muayyan oliy tartibdagi) kattaligini tavsiflovchi qo'shimcha ko'paytuvchini beradi. Muayyan hisoblarda uning qiymatini baholash juda murakkab va shu sababli algoritmning summa xatoligini ham hisoblash murakkabdirl. Lekin xatolik kattaligi haqidagi ma'lumotlar juda katta ahamiyatga ega va integrallash intervalini bo'laklarga bo'lish soni N ni optimal tanlash uchun ularning miqdoriy bahosiga ega bo'lish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Xatolikni aposterior baholash uchun, masalan, N ning bir necha qiymatlari uchun hisoblangan $s(N)$ bog'lanishining analizini qo'llash mumkin (11.5-rasm). Bir tarafdin, $s(N)$ muayyan darajali qonun $N \sim K$ bo'yicha o'zgarishini, ikkinchidan, $s(N) \rightarrow i$ (integralning aniq qiymatiga intilishini) bilgan holda, metod xatoligini yetarli darajada aniq hisoblash mumkin. 11.5-rasmdagi pastki grafikda xatolikning N dan bog'liqligi keltirilgan (ushbu holda grafik ko'rgazmaliroq bo'lishi uchun integralning

aniq qiymatidan foydalanilgan, amaliy hollarda esa u noma'lum bo'ladi). MathCADda foydalanilgan, aniq integrallarni hisoblash algoritmi shunga o'xshash protsedura bilan bog'langan.

11.1.4. Romberg algoritmi

Romberg iteratsion algoritmining asosiy g'oyalarini keltiramiz, u MathCAD tizimida sonli-raqamli integrallash operatsiyasini bajarishda qo'llanadi:

- dastlab bir nechta interpolatsiyalovchi polinomlar quriladi, ular integrallash intervalida integral ostidagi funksiya $f(x)$ ni almashtiradi. Birinchi iteratsiya sifatida polinomlar 1, 2 va 4 intervallar bo'yicha hisoblanadi. Masalan, yuqorida qayd qilinganidek, 1 interval bo'yicha qurilgan birinchi polinom – bu integrallash intervalining ikki chegaraviy nuqtasidan o'tkazilgan oddiy to'g'ri chiziq, ikkinchisi – kvadrat parabola va h.k.

- koeffitsiyentlari ma'lum bo'lgan har bir polinomdan integral analitik osonlik bilan hisoblanadi. Interpolatsiyalovchi polinomlar integrallarining ketma-ketligi quyidagicha aniqlanadi: $I_1, I_2, I_4, \dots$. Masalan, trapetsiyalar qoidasi bo'yicha $I_1 = (b-a) \cdot (f(a) + f(b)) / 2$ va h.k.

- har xil nuqtalar soni bo'yicha interpolatsiya qilinganligi sababli hisoblab topilgan integrallar $I_1, I_2, \dots$ bir-biridan biroz farqlanadi. Bunda interpolatsiya uchun qancha ko'p nuqtadan foydalanilsa, interpolatsion polinomning integrali izlanayotgan integral I ga shunchalik ko'proq yaqinlashadi va nuqtalar soni cheksizga intilganda izlanayotgan kattalik haqiqiy I ga intiladi. Shuning uchun interpolatsiya ketma-ketligi $I_1, I_2, I_4, \dots$ elementar interval nol kenglikka erishguncha ma'lum tarzda amalga oshiriladi. Ushbu ekstrapolyatsiya natijasi j hisoblanayotgan integralga yaqinlashuv sifatida qabul qilingan.

- yangi iteratsiyaga o'tish integrallash intervalini yanada maydaroq bo'laklarga bo'lish, interpolatsiyalovchi polinomlar ketma-ketligining yangi hadini qo'shish va Rombergning yangi (N nchi) yaqinlashuvi J^N ni hisoblash yordamida amalga oshiriladi.

- interpolatsiya nuqtalarining soni qanchalik ko'p bo'lsa, Rombergning hisoblanayotgan integralga navbatdagi yaqinlashuvi shunchalik yaqin bo'ladi va mos ravishda oldingi iteratsiya yaqinlashuvidan shunchalik kam farqlanadi. Oxirgi ikki iteratsiya orasidagi farq $|J^N - J^{N-1}|$ xatolik TOL dan yoki $TOL |J^N|$ dan kichik bo'lgan zahoti iteratsiya to'xtatiladi va ekranda integrallash natijasi sifatida J^N paydo bo'ladi.

11.2. Noaniq integral

Noaniq integral – bu bir haqiqiy o'zgaruvchi funksiyasi $f(x)$ ning boshlang'ich funksiyasi $F(x)$ dir, uning x ning har bir qiymatidagi hosilasi $f(x)$ ga teng. Qaysidir funksiyaning boshlang'ich funksiyasiga doimiy qo'shilganda, yana o'sha funksiyaning boshlang'ichi olinadi. Demak, $f(x)$ funksiyaning bitta boshlang'ichi $F(x)$ bo'lganda, bu funksiyaning hamma boshlang'ichlari uchun $F(x)+S$ ko'rinishidagi umumiy ifoda olinadi. Bu boshlang'ichlarning umumiy ifodasi $\int f(x) dx$ funksiyaning noaniq integrali:

deyiladi. Integral hisoblash asosiy teoremlaridan biri – haqiqiy o'zgaruvchining har bir uzluksiz funksiyasi $f(x)$ noaniq integralga ega bo'ladi.

Oldingi bo'lim aniq integralni, ya'ni integral ostidagi funksiya grafigi va x o'qi hosil qilgan yuzaga teng sonli qiymatni qidirish muammosiga bag'ishlangan edi (11.4-rasmga qarang). Noaniq integralni topish masalasi ancha murakkabroq, chunki u shunday funksiyaning qidirishga bag'ishlanganki, uning hosilasi boshlang'ich integral ostidagi funksiyaga teng bo'lsin. Bu masalaning yechimi butunicha MathCADning simvolli protsessoriga yuklatilgan.

11.2.1. Simvolli integrallash

Qaysidir funksiyaning analitik integrallash uchun Hisoblashlar panelidagi noaniq integral simvolini kiritish lozim, paydo bo'lgan hujjat – shablonda o'rinto'ldirgich to'ldiriladi va simvolli tenglik belgisi kiritiladi. Agar amal muvaffaqiyatli bo'lsa, biroz hisoblash vaqti o'tgandan keyin, kiritilgan ifodadan o'ng tarafda uning analitik natijasi paydo bo'ladi (11.4-listing). Agar funksiyaning analitik integrallashning uddasidan chiqilmasa, Siz kiritgan ifodaning o'zi qaytadan dublyaj qilinadi (11.5-listing).

11.4-listing. Noaniq integralni analitik hisoblash

$$\int \exp(-a \cdot x^2) dx \rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{a} \operatorname{erf}\left(\frac{1}{a} \cdot x\right)$$

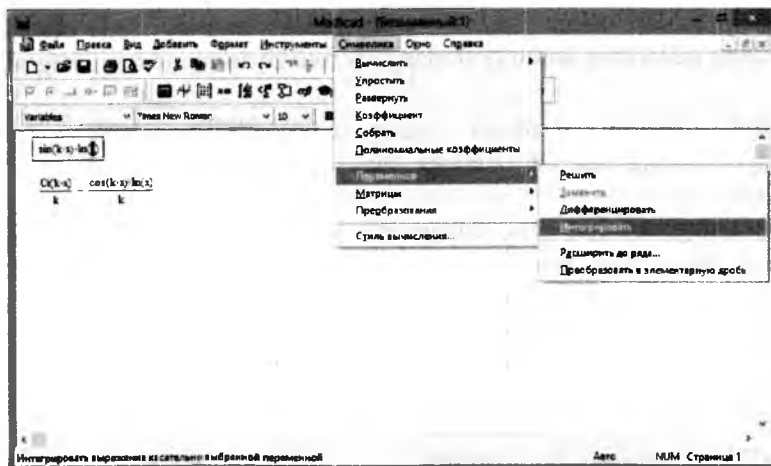
11.5-listing. Analitik integrallashning iloji yo'q

$$\int \exp(-a \cdot x^b) dx \rightarrow \int \exp(-a \cdot x^b) dx$$

11.2.2. Menyu yordamida integrallash

Menu yordamida qaysidir ifodadan muayyan o'zgaruvchi bo'yicha noaniq integralni hisoblash uchun ifodada o'zgaruvchini ajratib ko'rsating va Simvolika / O'zgaruvchi / Integrallash komandasini bajaring (11.6-rasm). Hisoblangan noaniq integralning analitik taqdimoti pastroqda paydo

bo'ladi. Bunda natija tarkibida ham MathCADga kiritib o'rnatilgan funksiyalar va ham boshqa maxsus funksiyalar bo'lishi mumkin, MathCADda ularni bevosita hisoblab bo'lmaydi, lekin simvolli protsessor ularni ba'zi analitik operatsiyalarning natijasi sifatida taqdim etishni "biladi".



11.6-rasm. Menyu yordamida o'zgaruvchi bo'yicha ifodani integrallash

11.3. Maxsus turdagi integrallar

MathCAD muhitida integrallash usullari haqidagi bayonni matematikaning turli jabhalarida tez-tez uchrab turadigan ba'zi maxsus hollardagi hisoblash misollari bilan yakunlaymiz.

11.3.1. Cheksiz chegarali integrallar

Yuqorida qayd etganimizdek, bir yoki ikkala chegarasi cheksiz bo'lgan aniq integralni hisoblab chiqarish uchun, Hisoblashlar panelidan foydalanib, ishlab chiquvchilar tomonidan maxsus nazarda tutilgan cheksizlik simbolini integrallash intervallarining kerakli o'rinto'ldirgichlariga kiritish kifoya qiladi.

11.3.2. Uzoqlashuvchi integrallar

Agar integral uzoqlasha (cheksizga teng bo'lsa), MathCADning hisoblovchi protsessori xatolik haqida xabar chiqarishi mumkin, bunda integrallash operatori, odatdagidek, qizil rang bilan ajratiladi. Xatolik ko'pincha "Found a number with a magnitude greater than 10^{307} " (10^{307} qiymatdan katta son topildi) yoki "Can't converge to a solution" (Yechimga kelmayapti) ko'rinishlarga ega bo'ladi. 11.6-listing (listingning

pastki qatori) integralni sonli-raqamli hisoblashning iloji yo'qligini namoyish qiladi. Lekin simvolli protsessor, integralning cheksiz qiymatini juda to'g'ri topdi va bu integralni hisoblashni uddaladi (11.6-listingdagi yuqori qator).

11.6-listing. Uzoqlashuvchi integralni hisoblash

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{x}} dx \rightarrow \infty$$

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{x}} dx =$$

11.6-listing masalasini cheksiz chegarali integrallarni hisoblash algoritmi (Infinite Limit)dan boshqa metod bilan sonli-raqamli yechishga harakat qilinganda noto'g'ri yechim olinadi (11.7-listing). Bunda cheksizlik o'rniga, sonli cheksizlikka biroz yetmaydigan, hisoblash protsessori uchun oddiy katta son (10^{307}) bo'lgan, chekli son olinadi. Shuni qayd qilamizki, MathCAD algoritmini avtomatik tanlash rejimida (AutoSelect) cheksiz chegarali integrallar uchun aynan Infinite Limit algoritmini taklif qiladi.

11.7-listing. Yomon tanlangan sonli-raqamli algoritmi (bu holda, adaptivli) uzoqlashuvchi integralni noto'g'ri topadi

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{x}} dx = 6.325 \times 10^{153}$$

11.3.3. O'zgaruvchi chegarali integral

Simvolli protsessor integrallarni, jumladan, parametrlarga bog'liq integrallarni, analitik hisoblashning ajoyib imkoniyatlarini taklif qiladi. O'zgaruvchi chegarali (yuqorigi yoki pastki) integralni hisoblash alohida ahamiyatga ega, buning uchun integrallash chegaralaridan biri o'zgaruvchi bo'ladi, u albatta integrallash o'zgaruvchisidan o'zgacha bo'ladi (11.8-listing). Tabiiyki, simvolli protsessor nuqtayi-nazaridan, o'zgaruvchi chegarali integral – qo'shimcha parametrga bog'liq bo'lgan oddiy aniq integraldir.

11.8-listing. Yuqori chegarasi o'zgaruvchi bo'lgan integralni analitik hisoblash

$$\int_0^z \frac{1}{\sqrt{x}} dx \rightarrow 2 \cdot z^{\frac{1}{2}}$$

11.3.4. Misol: egri chiziq yoyining uzunligi

Xulosa qilib MathCAD hisoblash protsessoridan qaysidir funksiya $f(x)$ bilan berilgan egri chiziq bo'lagining uzunligini hisoblash misolini

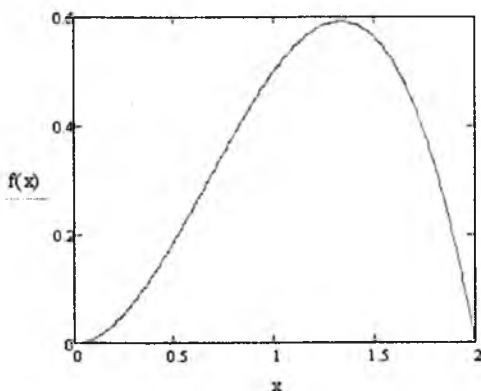
keltiramiz; chegara – funksiya argumentlari a va b larning ikki qiymatlari oralig'idir (11.7-rasm). Matematik analizning ushbu sodda masalasining yechimi 11.11-listingda keltirilgan, listingda yoy uzunligi hisoblanadigan formula uchinchi (oxirgi) qatorda keltirilgan. E'tibor bering, natijani olish uchun ham sonli-raqamli integrallash va ham differensiallash operatsiyalarini qo'llash zarur.

$$f(x) := x^2 - \frac{x^3}{2}$$

$$a := 0$$

$$b := 2$$

$$\int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{d}{dx} f(x)\right)^2} dx = 2.42$$



11.7-rasm. Funksiya grafigi qaysidir uzunlikdagi yoini aniqlaydi (11.11-listingning davomi)

11.11-listing. Egri chiziq yoyi uzunligini hisoblash

$$f(x) := x^2 - \frac{x^3}{2}$$

$$a = 0$$

$$b = 2$$

$$\int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{d}{dx} f(x)\right)^2} dx = 2.42$$

11.4. Furiye integrali

Endi aniq turdagi integrallarni (analitik yoki sonli) hisoblash bilan bog'liq bo'lgan hisoblash matematikasining xarakterli muammolariga murojaat qilamiz. Bu masalalar ma'lumotlarga ishlov berish algoritmlari bilan chambarchas bog'langan. Bunday integrallar hisoblashlarda keng qo'llanilgani sababli, ular uchun maxsus algoritmlar ishlab chiqilgan, ulardan ba'zilar MathCAD arsenalida hisoblash protsessorining kiritib o'rnatilgan funksiyalari va simvolli protsessorning mos operatsiyalari shaklida mavjud.

Eng keng tarqalgan integral o'zgartiruvchi – bu Furiye o'zgartirishlaridir, u $f(x)$ funksiyani garmonik funksiyalar bo'yicha integral ko'rinishida taqdim etadi – u Furiye integrali deyiladi:

$$F(w) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \exp(-iwx) dx$$

$F(w)$ funksiya Furiye o'zgartirish yoki dastlabki $f(x)$ funksiyaning Furiye-spektri deb ham ataladi. Uning argumenti w – $f(x)$ mos garmonik tashkil etuvchisining chastotasi degan ma'noga ega. Furiye o'zgartirishini ifodalovchi funksiya, garchi $f(x)$ haqiqiy bo'lsa ham, kompleksdir.

11.4.1. Funksiyalarning integral o'zgartuvchilari haqida

Umuman qaraganda, integral o'zgartirishlar ta'rif bo'yicha qaysidir funksiya $f(x)$ ga boshqa argumentdan bo'lgan boshqa funksiya $F(w)$ ni mos qilib qo'yadi. Bu moslik $f(x) \rightarrow F(w)$ integral bog'lanish ko'rinishida beriladi. MathCADning simvolli protsessori funksiyalarning integral o'zgartirishlarining uch turi – Furiye o'zgartirishi, Laplas o'zgartirishi va Z-o'zgartirishlarni amalga oshirish imkonini beradi. To'g'ri o'zgartirishlar bilan bir qatorda ushbu uchta teskari o'zgartirishlarni, ya'ni

$$F(w) \rightarrow f(x),$$

amalga oshirish imkoniyati mavjud.

Analitik hamma integral o'zgartirishlar simvolli integrallashga o'xshash bajariladi. Ifoda o'zgarishlarini hisoblash uchun, qaysi o'zgaruvchi bo'yicha o'zgartirishlar amalga oshirilsa, o'sha ajratib ko'rsatiladi, so'ngra menyuning mos punkti tanlanadi. Simvolli chiqarish operatoridan foydalanib bajariladigan o'zgartirishlar mos tayanch so'zlardan biri bilan amalga oshiriladi, bu so'zdan keyin esa zarur bo'lgan o'zgaruvchining nomi ko'rsatilishi talab qilinadi.

Uchta integral o'zgartirishlardan har biriga simvolli hisoblash misollarini keltiramiz, hamda Furiye- va veyvlet- o'zgartirishlarining sonli-raqamli metodlari haqida bayon qilamiz.

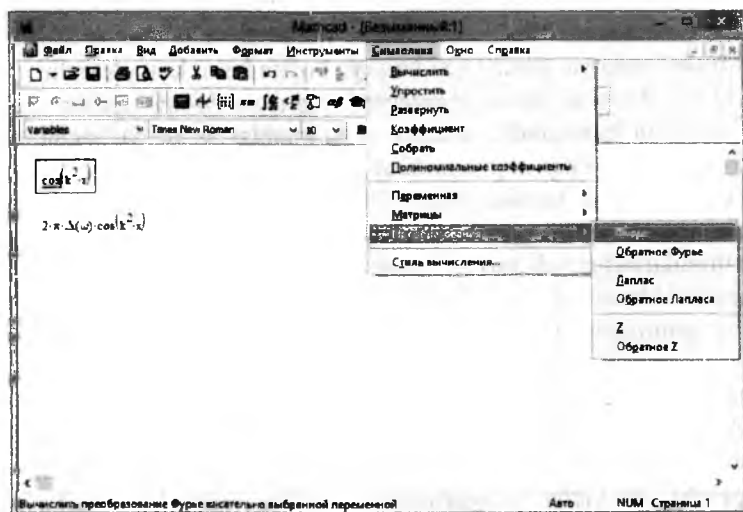
11.4.2. Furiye analitik o'zgartishlari

Menyu yordamida Furiye o'zgartishlarini analitik hisoblash 11.8-rasmda ko'rsatilgan, buning uchun Simvolika / O'zgartirish / Furiye menyu komandasidan foydalaniladi. 11.12-listingda *fourier* tayanch so'zi va simvolli chiqarish operatori $\rightarrow$ ni qo'llab Furiye chiziqli almashtirishlarni hisoblashning ikkita misoli keltirilgan. 11.13-listing Furiye teskari o'zgartishlarni qo'llash va bundan keyin olingan ifodani to'g'ri o'zgartishni illyustratsiya qiladi, natijada boshlang'ich funksiya olinadi.

11.12-listing. Furiye to'g'ri o'zgartishlariga misollar

$$\cos(k^2 x) \text{ fourier, } x \rightarrow \pi \Delta(\omega - k^2) + \pi \Delta(\omega + k^2)$$

$$\cos(k^2 x) \text{ fourier, } k \rightarrow \left(\frac{\pi}{|x|}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{1}{4} \frac{\omega^2}{|x|}}$$



11.8-rasm. Menyu yordamida Furiye-o'zgartishlarni hisoblash

11.13-listing. Furiye teskari va to'g'ri o'zgartishlari

$$\frac{1}{\omega} \text{ invfourier, } \omega \rightarrow \frac{1}{2} 1 (\Phi(\tau) - \Phi(-\tau))$$

$$\frac{-1}{2} 1 (-\Phi(\tau) + \Phi(-\tau)) \text{ fourier, } \tau \rightarrow \frac{1}{\omega}$$

11.4.3. Furiye diskret o'zgartishi

Oldingi bo'limda MathCAD simvolli protsessorining, formula shaklida berilgan Furiye funksiyasini analitik o'zgartishlar qilishga, imkon beruvchi imkoniyatlari haqida bayon qilindi. Ammo hisobiy matematika masalalarining ko'p qismi yoki jadval ko'rinishida berilgan funksiyalarni (masalan, qandaydir eksperimentning natijalari) yoki analitik integrallashning iloji bo'lmagan funksiyalar uchun Furiye integrallarini hisoblash bilan bog'liq. Bu holda simvolli o'zgartishlar o'rniga integrallashning sonli-raqamli metodlarini qo'llashga to'g'ri keladi, bu metod integral ostidagi funksiyani diskretlash bilan bog'liq, shu sababli *diskretlash Furiye o'zgartuvchisi* deb ataladi.

MathCAD sonli-raqamli protsessorida Furiye tezkor o'zgartishi (Furiye tezkor o'zgartishi – FTO) algoritmi yordamida amalga oshirilgan. Bu algoritm MathCADning bir nechta kiritib o'rnatilgan funksiyalarida realizatsiya qilingan, ular bir-biridan faqat normirovkalar bilan farqlanadi:

- $\text{fft}(y)$ – Furiye to'g'ri o'zgartishi vektori;
- $\text{FFT}(y)$ – Furiye to'g'ri o'zgartishi vektori boshqa normirovkada;
- $\text{ifft}(w)$ – Furiye teskari o'zgartishi vektori;
- $\text{IFFT}(w)$ – Furiye teskari o'zgartishi vektori boshqa normirovkada:
 - ✓ y – haqiqiy ma'lumotlar vektori, ular argumentning teng oraliqlarda olingan qiymatlaridir;
 - ✓ w – Furiye-spektr haqiqiy ma'lumotlari vektori, ular chastotaning teng oraliqlarda olingan qiymatlaridir.

11.14-listingda modeli funksiya $f(x)$ uchun Furiye-spektr hisobi misoli keltirilgan, u har xil amplitudali ikkita sinusoidaning summasidir (11.9-rasmdagi yuqoridagi grafik). Hisob $N=128$ nuqta bo'yicha bajariladi, bunda ma'lumotlarni diskretlash intervali y_i h ga teng deb qabul qilinadi. Listingning oxiridan bitta oldingi qatorda chastota W ning mos qiymatlari to'g'ri aniqlanadi, oxirgi qatorda esa kiritib o'rnatilgan funksiya FFT qo'llaniladi. Furiye-spektrning olingan grafigi 11.9-rasmda (pastda) ko'rsatilgan. E'tibor bering, hisob natijalari uning moduli ko'rinishida taqdim etilmoqda, chunki spektrning o'zi, yuqorida qayd etganimizdek, kompleksdir. Spektrning olingan amplitudalari va cho'qqilari joyini listing boshlanishidagi sinusoida ta'rifi bilan solishtirish foydadan xoli emas.

11.14-listing. Modelli signalni Furiye diskret o'zgartishi (FTO) algoritmi)

$$f(x) := 0.5 \sin(2\pi \cdot 0.1x) + 1 \sin(2\pi \cdot 0.5x)$$

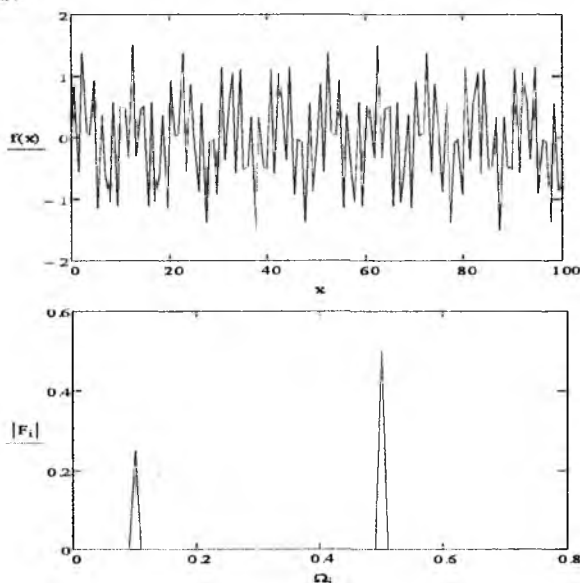
$$L_x := 100$$

$$N := 128 \quad h := \frac{L}{N}$$

$i:=0..N-1 \quad x_i:=i \cdot h$

$y_i:=f(x_i) \quad \Omega_i:=\frac{i}{L}$

$F:=\text{CFFT}(y)$



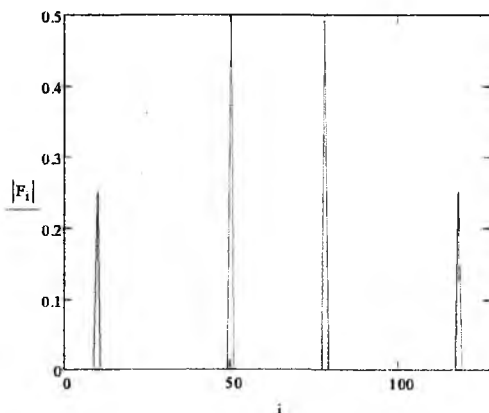
11.9-rasm. Modelli funktsiya va uning Furiye o'zgartishi (11.14-listingning davomi)

11.4.4. Kompleks ma'lumotlarning Furiye o'zgartishi

Kompleks ma'lumotlar uchun Furiye tez o'zgartishi algoritmi mos funktsiyalarga kiritib o'rnatilgan, ularning nomiga litera "s" kiradi:

- $\text{cfft}(y)$ – Furiye to'g'ri kompleks o'zgartuvchisi vektori boshqa normirovkada;
 - $\text{CFFT}(y)$ – Furiye to'g'ri kompleks o'zgartuvchisi vektori boshqa normirovkada;
 - $\text{icfft}(y)$ – Furiye teskari kompleks o'zgartuvchisi vektori;
 - $\text{ICFFT}(w)$ – Furiye teskari kompleks o'zgartuvchisi vektori boshqa normirovkada:
- ✓ y – vektor ma'lumotlari, teng oraliqlarda olingan argument qiymatlari;
 - ✓ w – Furiye-spektr ma'lumotlari vektori, teng oraliqlarda olingan chastota qiymatlari.

Furye haqiqiy o'zgartishi funksiyalarida quyidagi faktdan foydalaniladi: ma'lumotlar haqiqiy bo'lganda spektr nolga nisbatan simmetrik bo'ladi va uning faqat yarmi chiqariladi. Shuning uchun 128 haqiqiy ma'lumotlar bo'yicha Furye spektrining atigi 65 nuqtasi olindi. Agar o'sha ma'lumotlarga Furye kompleks o'zgartuvchisi funksiyasi qo'llanilsa (11.10-rasm), 128 elementdan vektor hosil bo'ladi. 11.9- va 11.10-rasmlarni solishtirib, haqiqiy va kompleks Furye-o'zgartishlari natijalari orasidagi muvofiqlikni oydinlashtirish mumkin.



11.10-rasm. Furye kompleks o'zgartishi (11.14-listingning davomi)

11.4.5. Furye ikki o'lchamli o'zgartishlari

MathCADda nafaqat $f(x)$ funksiyaning bir o'lchamli Furye o'zgartishlarini, balki ikki o'zgaruvchili funksiya $f(x,y)$ ning ikki o'lchamli o'zgartishlarini hisoblash imkoniyati mavjud. Boshqacha aytganda, kompleksli diskretli Furye o'zgartishlarining kiritib o'rnatilgan funksiyalarini nafaqat bir o'lchamli, balki ikki o'lchamli massivlar, ya'ni matritsalariga ham qo'llashga ruxsat etiladi. Bunga mos misol 11.15-listing da va 11.11-rasmda boshlang'ich ma'lumotlar sirtining grafigi (chapdagi grafik) va hisoblangan ikki o'lchamli Furye-spektr grafigi (o'ngdagi grafik) ko'rinishida keltirilgan.

11.15-listing. Furye ikki o'lchamli diskretli o'zgartishi

$N := 32$

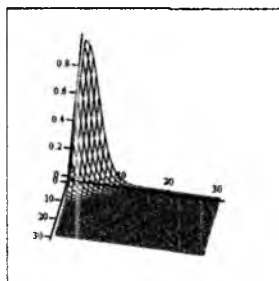
$i := 0..N-1$

$j := 0..N-1$

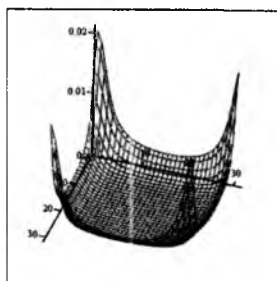
$$Y_{i,j} := \exp\left[\frac{-(i+j)^2}{N}\right]$$

$$F := \text{CFFT}(Y)$$

$$F_{i,j} := |F_{i,j}|$$



Y



F

11.11-rasm. Ikki o'zgaruvchi funksiyasi va uning ikki o'lchamli Furiye o'zgartishi
(11.15-listingning davomi)

11.5. Boshqa integral o'zgartishlar

Integrallashga bag'ishlangan bobning oxirida Furiye integralidan tashqari keng qo'llaniladigan yana uchta o'zgartishlarni ko'rib chiqamiz. Laplas o'zgartishlari va Z-o'zgartish hisobiy matematikaning amaliy masalalarida kamroq uchraydi, lekin veyvlet-o'zgartish (uning nazariyasi nisbatan yaqinda paydo bo'ldi), ma'lumotlarga ishlov berish muammolarida liderlik pozitsiyalariga asta-sekin chiqib bormoqda.

11.5.1. Laplas o'zgartishlari

Laplas o'zgartishi deb $f(x)$ ning quyidagi ko'rinishdagi integraliga aytiladi:

$$F(s) = \int_0^{\infty} f(x) \cdot \exp(-sx) dx$$

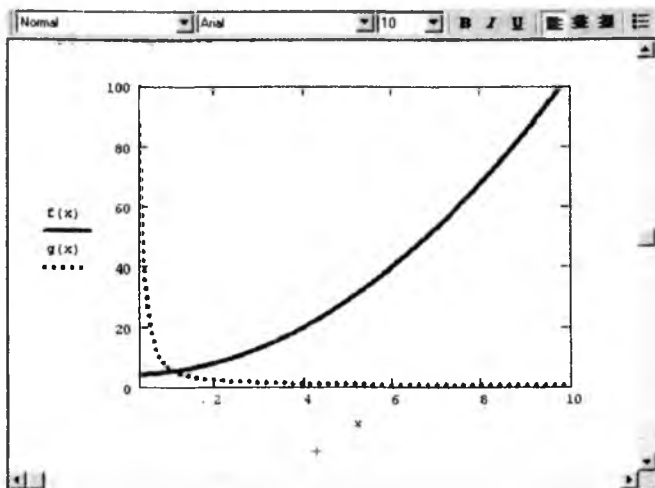
Laplas o'zgartishi Furiye-o'zgartishi kabi hisoblanadi. Laplas o'zgartishiga misollar 11.16-listing va 11.12-rasmlarda keltirilgan.

11.16-listing. Ikki o'lchamli Laplas o'zgartishi

$$f(x) = x^2 + 4$$

$$g(s) = f(x) \text{ laplace, } x \rightarrow \frac{2}{s^3} + \frac{4}{s}$$

$$g(s) \text{ invlaplace, } s \rightarrow t^2 + 4$$



11.12-rasm. To'g'ri va teskari Laplas o'zgartishi (11.16-listingning davomi)

11.5.2. Z-o'zgartish

Funksiya $f(x)$ ning Z-o'zgartishi integral bilan emas, balki quyidagi ko'rinishdagi cheksiz summa bilan aniqlanadi:

$$F(z) = \sum_{n=0}^{\infty} (f(n) z^{-n})$$

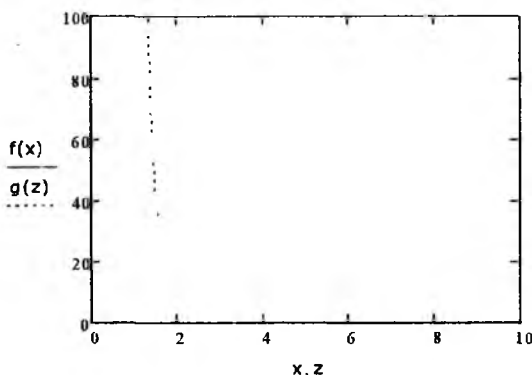
Z-o'zgartishga misol 11.17-listingda, uning natijalari esa 11.13-rasmda keltirilgan.

11.17-listing. To'g'ri va teskari Z-o'zgartish

$$f(x) := x^2 + 4$$

$$g(z) \text{ invztrans } z \rightarrow 3 \cdot n + 2 \text{ comb}(n-1, 2) + 2 \text{ expand} \rightarrow n^2 + 4$$

$$g(z) := f(x) \text{ ztrans. } x \rightarrow \frac{z(4z^2 - 7z + 5)}{(z-1)^3}$$



11.13-rasm. To'g'ri va teskari Z-o'zgartish (11.17-listingning davomi)

11.5.3. Veyvlet-o'zgartish

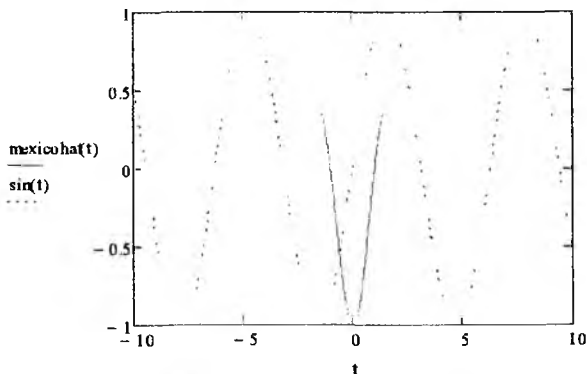
Oxirgi paytlarda veyvlet-o'zgartishga (yoki diskret to'liqinli o'zgartishga) qiziqish ortib bormoqda. U, asosan, nostatsionar signallarni analiz qilishda qo'llaniladi va uning samarasi Furiye-o'zgartishidan yuqoriroq hisoblanadi. Veyvlet-o'zgartishning Furiye-o'zgartishidan asosiy farqi – ma'lumotlar sinusoidalar bo'yicha emas, balki veyvlet hosil qiluvchilar deb nomlanuvchi, boshqa funksiyalar bo'yicha yoyiladi. Veyvlet hosil qiluvchi funksiyalar, cheksiz ossillanuvchi sinusoidalardan farqli ravishda, o'zining argumentining qandaydir cheklangan jabhasida lokallashadi, undan tashqarida esa nolga teng yoki cheksiz kichik bo'ladi. «Meksika qalpog'i» deb ataluvchi bunday funksiyaga misol 11.14-rasmda ko'rsatilgan.

O'zining matematik ma'nosi bo'yicha veyvlet-spektr bitta emas, balki ikkita argumentga ega. Chastotadan tashqari, veyvlet hosil qiluvchi funksiya lokallashadigan joy ikkinchi argument t bo'ladi. Shu sababli x o'lchami qanday bo'lsa, t ham shunday o'lchamga ega bo'ladi.

Kiritib o'rnatilgan veyvlet o'zgartish

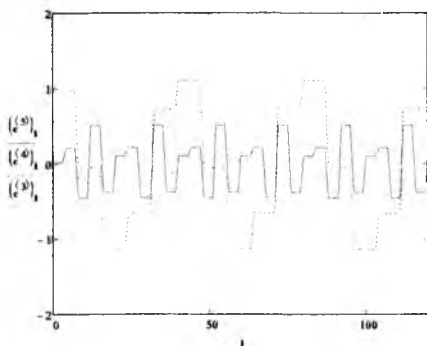
MathCAD Dobeshi veyvlet hosil qiluvchi funksiyasi asosida veyvlet-o'zgartishlarni hisoblash uchun bitta kiritib o'rnatilgan funksiyaga ega:

- wave (ν) – Dobeshi to'g'ri veyvlet-o'zgartishi vektori;
- iwave (ν) – Dobeshi teskari veyvlet-o'zgartishi vektori:
 - ✓ y – argument teng oraliq qiymatlari orqali olingan ma'lumotlar vektori;
 - ✓ ν – veyvlet-spektr ma'lumotlar vektori.



11.14-rasm. Sinusoida va veyvlet hosil qiluvchi funksiyani solishtirish

Veyvlet-o'zgartirish funksiyasining argumenti, ya'ni vektor y , Furiye o'zgartirishidagi kabi, 2^n (bu yerda n – butun son) elementga ega bo'lishi kerak. *Wave* funksiyasining natijasi – ikki parametrlı veyvlet-spektr bir necha koeffitsiyentlardan komponovka qilingan vektor bo'ladi. *Wave* funksiyasidan foydalanish xususiyatlari 11.18-listingda illyustratsiya qilingan, u yerda model funksiyasi sifatida ikkita sinusoidalar summasi olingan, ularning grafigi 11.9-rasmda tasvirlangan edi. Dobeshi veyvlet-spektri hisobi natijalari uning koeffitsiyentlarining uchta ko'rinishida 11.15-rasmda taqdim etilgan.



11.15-rasm. Modelli signalning Dobeshi veyvlet-spektri (11.18-listingning davomi)

11.18-listing. Modelli signalning Dobeshi veyvlet-spektrini hisoblash

```

f(t) := 0.5 · sin(2π · 0.1 · t) + 1 · sin(2π · 0.5 · t)
N := 128 i := 0..(N - 1) Yi := f(i) Wxx := wave(Y)

coeffs(level) := submatrix(W, 2level, 2level+1 - 1, 0, 0)
Nlevels :=  $\frac{\ln(N)}{\ln(2)} - 1$ 
Nlevels = 6
k := 1..Nlevels
cj, k := coeffs(k)
floor  $\left( \frac{i \cdot 2^k}{N} \right)$ 

```

Boshqa veyvlet-o'zgartishlarni dasturlash

MathCAD 14-15 professional versiyalari, kiritib o'rnatilgan *wave* funksiyasi bilan bir qatorda, veyvlet-analizni amalga oshirish uchun kengaytiruvchi paket bilan ta'minlangan. Kengaytiruvchi paket veyvlet-o'zgartishlarga aloqasi bo'lgan ko'p sonli qo'shimcha kiritib o'rnatilgan funksiyalarga ega.

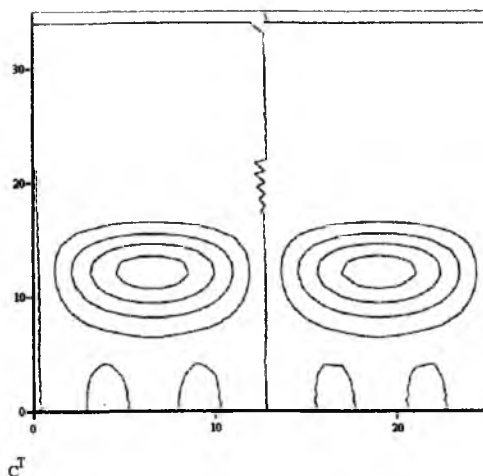
Kiritib o'rnatilgan Dobeshi veyvlet-spektr funksiyasi va kengaytirish paketi imkoniyatlaridan tashqari, veyvlet-spektrlarni hisoblash uchun foydalanuvchi algoritmlarni bevosita dasturlash ruxsat etiladi. U mos integrallar oilalarini avaylab sonli-raqamli yechishga keltiriladi. Shunday dasturga misollardan biri 11.19-listingda keltirilgan. Ikkita sinuslar summasidan tuzilgan funksiya analiz qilinadi, ikki parametrlilik spektr $c(a, b)$ grafigi esa 11.16-rasmga veyvlet-analiz oddiy bo'lgan (a, b) tekisligida sath chiziqlari ko'rinishida chiqarilgan.

11.19-listing «Meksika qalpog'i» asosida veyvlet-spektrni hisoblash

```

f(t) := 1.0 sin(2π · 0.02 t) + 0.3 sin(2π · 0.1 t)
MHAT(t) :=  $\frac{d^2}{dt^2} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right)$ 
Nxx := 256
b := 0..24
W(a, b) :=  $\int_{-N}^N f(t) \cdot \text{MHAT}\left(\frac{t-b}{a}\right) dt$ 
i := 0..10  $\frac{N}{10}$ 
ai :=  $\frac{(i+1)5^4}{4 \times 10^4}$ 
Ca, b := W  $\left( a_i, 2b - \frac{N}{10} \right)$ 

```



11.16-rasm. «Meksika qalpogʻi» asosida modeli signalning veyvlet-spektri (11.19-listingning davomi)

Qisqacha xulosa:

Matematikada integrallash eng ahamiyatli tushunchalaridan biri boʻlib, u birinchidan, funksiyalarni ularning hosilalari boʻyicha topish, ikkinchidan – yuzalar, hajmlar, yoy uzunliklari, muayyan vaqt oraligʻida kuchlar bajargan ishni va sh.k.larni oʻlchash ehtiyoji tufayli vujudga kelgan. Bularga mos ravishda noaniq va aniq integrallarni farqlashadi, ularni hisoblash integral hisoblash masalasiga kiradi.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Integral deb nimaga aytiladi?
2. Sonli-raqamli integrallashni tushuntirib bering.
3. Aniq integralni izohlang.
4. Integrallash operatorlariga qaysi operatorlar kiradi?
5. Sonli-raqamli integrallash algoritmini tanlash haqida bayon qiling.
6. MathCADni ishlab chiquvchilari integrallashning nechta sonli-raqamli metodini dasturlashgan?
7. Integrallashning anʼanaviy algoritmlari haqida aytib bering.
8. Noaniq integral deganda nimani tushunasiz?
9. Menyu yordamida integrallash qanday amalga oshiriladi?
10. Maxsus turdagi integrallarni bayon qiling.

XULOSA

Ushbu darslikda kompyuterli loyihalashning imkoniyatlari, ta'minotlari va amaliy dasturlarda ishlash ko'nikmalari ko'rib chiqilgan.

Birinchi bobda kompyuterli loyihalashning imkoniyatlari, loyihalash jarayoni masalalari ko'rib chiqilgan. Bundan tashqari loyihalash jarayoni hisob ishlari, eskiz va chizmalarni bajarish yo'nalishlari bayon qilingan.

Ikkinchi bobda kompyuterli loyihalash ta'minoti turlarining komponentlariga kiruvchi matematik, dasturaviy, informatsion, texnikaviy va lingvistik ta'minotlar to'g'risida batafsil ma'lumotlar berilgan va ularning kompyuterli loyihalashni sifatli amalga oshirish imkoniyatlari ochib berilgan.

Darslikning uchinchi bobida kompyuterli loyihalashning texnikaviy ta'minotlari bo'lgan prosessorlar, xotirada saqlovchi qurilmalar, onalik platalari, tashqi xotirada saqlovchi qurilmalar va mashina grafikasi imkoniyatlari hamda ularning parametrlari bayon qilingan.

To'rtinchi bobda kompyuterli loyihalashning ta'minoti, ya'ni zamonaviy operatsion tizimlarning zaruriyatlari, imkoniyatlari, shuningdek, loyihalash jarayonida qo'llaniluvchi texnikaviy vositalar hamda dasturlardan to'liq foydalanish imkonini beruvchi chora-tadbirlar tahlil qilingan. Zamonaviy amaliy dasturlar uchun so'nggi versiyadagi operatsion tizimlar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Darslikning beshinchi, oltinchi va yettinchi boblarida chizmalarni avtomatlashtirilgan loyihalash amaliy dasturlari imkoniyatlari, ulardan foydalanish, ularni ishga tushirish, ishchi darchalaridan foydalanish hamda chizmalarni yaratish, ularni tahrirlash va rasmiylashtirish bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Sakkizinchi bobda AutoCAD (Компас) grafik tizimining uch o'lchamli modellash borasidagi imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Uch o'lchamli ishchi maydonni rostdash ko'rsatilgan; uch o'lchamli obyektlarni qattiq jismli modellar ko'rinishida qurish metodlari bayon qilingan.

Darslikning to'qqizinchi, o'ninchi va o'n birinchi boblarida matematik amallarni MathCAD matematik redaktori yordamida bajarish imkoniyatlari, algebraik va arifmetik hisoblar, funksiyalarni aniq hisoblash, differensiallash va integrallash usullari keltirib o'tilgan.

Bundan tashqari darslikda har bir bobning yakunida nazorat savollari va topshiriqlar keltirilgan hamda tavsiya etiladigan o'quv va metodik adabiyotlar ro'yxati va asosiy atamalar mazmuni bo'lgan glossariy keltirilgan.

GLOSSARIY

Kompyuterli loyihalash – loyihaviy yechimlarning hammasi yoki bir qismi inson va kompyuterlarning o‘zaro muloqoti bilan olinadigan loyihalashdir.

Kompyuterli loyihalash tizimi – avtomatlashtirilgan loyihalashni bajaruvchi loyihalovchi tashkilot yoki mutaxassislar jamoasi bilan bog‘langan avtomatlashtirilgan loyihalash vositalarining majmuidir.

Analiz – obyektning bayoni bo‘yicha uning xossalarini aniqlash va ishchanlik qobiliyatini tadqiq qilishdir.

Bir–biriga mos kelish prinsipi – kompyuterli loyihalashning tarkibiy qismlarining birgalikda ishlashini ta‘minlaydi va ochiq tizimni bir butunlikda saqlaydi.

Dasturiy metodik kompleks – loyihalash obyekti (obyektning bir yoki bir necha qismi yoki bir butun obyekt) bo‘yicha tugal loyiha yechimini olish yoki unifikatsiyalashgan protseduralarni bajarish uchun zarur bo‘lgan dasturiy, informatsion va metodik ta‘minotlar (matematik va lingvistik ta‘minotlar komponentlari bilan birga) komponentlarining o‘zaro bog‘langan majmuidan iborat.

Dasturiy-texnikaviy kompleks – DMKlarning texnikaviy ta‘minotning komplekslari va (yoki) komponentlari bilan o‘zaro bog‘langan majmuidan iborat.

Dialogli (interaktiv) rejim – bu ancha takomillashgan rejim bo‘lib, unda marshrutdagi hamma protseduralar kompyuter yordamida bajariladi, inson ishtiroki esa loyihaviy protseduralar yoki operatsiyalar natijalarini operativ baholashda, davom ettirish yo‘llarini tanlashda va loyihalash borishini korrrektirovka qilishda namoyon bo‘ladi.

Iyerarxik darajalar – obyekt xossalari qay darajada batafsil aks ettirilganligi bilan farqlanadigan obyektlar bayonining darajalaridir.

Informatsiyani saqlashning solishtirma narxi – bir birlik informatsiyani saqlash narxi, u kapital va ekspluatatsion xarajatlarni hisobga oladi.

Ko‘pchilik birdaniga foydalanadigan rejim – foydalanuvchi o‘zining masalasini bajarishga istalgan ixtiyoriy vaqtda qo‘yadi, ya‘ni bunday HT har bir foydalanuvchiga go‘yo individual foydalanuvchi rejimini realizatsiya qiladi.

Loyihalash bosqichi – bitta yoki bir nechta iyerarxik darajalar va aspektlarga taalluqli obyektning talab qilingan hamma bayonlarini shakllantirishni o‘z ichiga olgan loyihalash jarayonining bir qismidir.

Loyihaviy operatsiyalar – loyihaviy protseduralar tarkibiga kiruvchi loyihalash jarayonining ancha mayda bo'lgan tarkibiy qismlari.

Loyihaviy protseduralar – loyihalash bosqichining tarkibiy qismlari.

Loyihalash – hali mavjud bo'lmagan obyektning uning birlamchi bayoni va (yoki) funksiyalanishining algoritmi asosida berilgan sharoitlarda yaratish uchun zarur bo'lgan bayonlarni tuzish jarayoni.

Ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimi (MBBT) – ma'lumotlar strukturasi ko'rinishida tashkil qilingan informatsion baza bilan ishlashni ta'minlaydigan dasturiy-metodik kompleksdir.

Muammoga yo'nalgan DMK – bu dasturiy vositalardir, ular boshlang'ich ma'lumotlarni, loyihalanadigan obyektga butunicha yoki uning yig'ma birliklariga bo'lgan talablarni va cheklashlarni avtomatlashtirilgan tarzda tartibga solish; texnikaviy yechimlarni va loyihalanayotgan obyekt strukturasi tanlash; konstruksiya sifat ko'rsatkichlarini baholash, detallarga ishlov berish marshrutini loyihalash uchun mo'ljallangan.

Obyektga yo'nalgan DMKlar – loyihalash obyektlari xususiyatlarini predmet sohasi majmui sifatida aks ettiradi.

Paketli ishlash rejimi – masalalar bir yoki bir nechta qatorga teriladi va ular birma-bir bajarish uchun tanlanadi.

Parametrik sintez – berilgan struktura va ishchanlik qobiliyati sharoitlarida elementlar parametrlari son qiymatlarining obyektning chiquvchi parametrlariga ta'sirini aniqlashdir.

Rivojlanish prinsipi – kompyuterli loyihalashning asosiy qismlarini to'ldirib borilishini, takomillashtirilishini va yangilanib borishini hamda darajasi va funksional vazifasi turlicha bo'lgan avtomatlashtirilgan tizimlar bilan birgalikda ishlashini ta'minlaydi.

Sintez – obyekt bayonini tuzishdir.

Texnikaviy obyektning matematik modeli (MM) – texnologik obyektning ba'zi xossalarini aks ettiruvchi matematik obyektlar (sonlar, o'zgaruvchilar, matritsalar, ko'pliklar va sh.k.) tizimidir.

Tizimiy birlik prinsipi – loyihalanayotgan obyektning alohida elementlari va obyektning to'liq loyihalashda tizimning bir butunligini va tizimiy «yangilik»ni ta'minlaydi.

Tipiklik prinsipi – kompyuterli loyihalashning tipiklashgan va unifikatsiyalashgan elementlarini yaratish va ulardan foydalanishga e'tiborini qaratadi.

Unumdorlik (takt chastotasi) – kompyuterning eng ahamiyatli

ko'rsatkichlaridan biri; vaqt birligida odatda bir sekunda bajariladigan operatsiyalar soni bilan o'lchanadi.

XQ sig'imi – xotira qurilmalarida saqlanishi mumkin bo'lgan ma'lumotlarning maksimal miqdoridir (bit, bayt va h.k. larda ifodalanadi).

Avtomatlashtirilgan loyihalash (CAD) – bu loyihalarni yaratish, o'zgartirish, tahlil qilish va optimallashtirishni osonlashtirish uchun kompyuter tizimlaridan foydalanishga asoslangan texnologiyadir.

Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish (CAM) – bu korxonaning ishlab chiqarish resurslari bilan bevosita yoki bilvosita interfeys orqali ishlab chiqarish operatsiyalarini rejalash, boshqarishga asoslangan texnologiyadir.

Avtomatlashtirilgan konstruksiyalash (computer-aided engineering – CAE) – bu *CAD* geometriyasini tahlil qilish, modellash va mahsulot konstruksiyasini takomillashtirish uchun uning xususiyatlarini o'rganish uchun kompyuter tizimidan foydalanishdir.

Aks ettirish (mapping) – koordinatalarni bir tizimdan ikkinchisiga o'tkazishdir.

Grafik dasturlash (graphics programming) – «inshoning» kirishi va chiqishida ko'p hollarda grafik informatsiya bo'ladi.

Darcha (window) – bu monitorga proyeksiyalanayotgan fazoning bir qismi bo'lib, u orqali foydalanuvchi ushbu tarmoqqa ulangan hisoblash resurslari bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi;

Display fayli (display list) – bu grafik kutubxona komandalarining guruhi bo'lib, u keyinchalik bajarilishi uchun saqlanadi.

Kompyuterda dasturlash (computer programming) – «inshoni» kompyuter komandalari tilida belgilangan grammatika qoidalariga muvofiq yozish.

Kuzatish nuqtasi (view site) – obyektning «ko'rish nuri» yo'nalishini aniqlovchi nuqtasi; ko'rish nuqtasidan mo'ljalga o'tkazilgan vektor kuzatish yo'nalishini belgilaydi.

Qurilmaning virtual koordinatalar tizimi (virtual device coordinate system) – hamma ishchi stansiyalar uchun hisob boshlanadigan nuqtani, o'qlarning yo'nalishi va masshtabini fiksatsiya qiladi.

Qurilmaning koordinatalar tizimi (device coordinate system) – ekranda nuqtaning holatini belgilaydi; bu tizim gorizonttal o'q u va vertikal o'q v dan tarkib topadi.

Ko'rinmas sirtlarni yo'qotish (hidden-surface removal) – kuzatuvchiga ko'rinmaydigan sirtlar aksini blokirovka qilish.

Ko‘rinmas chiziqlarni yo‘qotish (hidden–line removal) – kuzatuvchiga ko‘rinmaydigan kesmalar aksini blokirovka qilish.

Ko‘rish nuqtasi (viewpoint) – bu kuzatuvchining ko‘zi.

Ko‘rsatish ekrani (view port) – proyeksiyalanayotgan tasvir tasvirlanadigan ekranning bo‘lagi; bu bo‘lakka ko‘riladigan hajm proyeksiyalanadi, u «oddiy» darcha deyiladi.

Makrodasturlash – bu grafik komandalar majmuini bir nom ostida birlashtirishdir.

Parallel proyeksiya (parallel projection) – obyektning hamma nuqtalarida chiziqlar kuzatuvchidan kuzatish yo‘nalishiga parallel o‘tkaziladi, bu nuqtalarning ekran bilan kesishish nuqtalari proyeksiyani shakllantiradi.

Perspektiv proyeksiya (perspective projection) – ko‘rilayotgan obyektning hamma nuqtalari proyeksiya markazi bilan birlashtiriladi, u odatda ko‘rish nuqtasini mo‘ljal bilan birlashtiruvchi chiziqda yotadi.

Primitivlar (primitives) – bu grafikaning elementlari, ular grafik kutubxona tomonidan aks ettirilishi mumkin.

Singan chiziq (polyline) – bir–biriga birikkan kesmalar majmui.

Foydalanuvchining grafik interfeysi (graphical user interface – GUI) – bu dasturiy ta‘minot menyu yoki belgilarni aks ettirish uchun darchani ochish (muloqot jabhasi) hamda menyu punktlari va belgilari qandaydir funksiyalarni yetkazish imkoniyatiga ega.

Chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimi (computer–aided drafting system) – bu ishlab chiquvchiga interaktiv rejimda mashinasozlik, arxitektura, muhandislik chizmalarini, elektr sxemalarini va yana ko‘p boshqa turdagi chizmalarni yaratish va o‘zgartirish imkonini beruvchi dasturiy mahsulotdir.

Normativ-huquqiy hujjatlar

1. Мирзиёв Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси бўлиши керак. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2016 йил якунлари ва 2017 йил истиқболларига бағишланган мажлисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг нутқи. // Халқ сўзи газетаси. 2017 йил 16 январь, №11.
2. Мирзиёв Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимида киришиш тантанали маросимида бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. –Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 56 б.
3. Мирзиёв Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза 2016 йил 7 декабрь. – Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 48 б.
4. Мирзиёв Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. – Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2017. – 488 б.
5. Каримов И.А. Баркамол авлод – Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. – Т.: «Шарқ» нашриёт-матбаа концерни, 1997. – 64 б.
6. Каримов И.А. Биздан озод ва обод Ватан қолсин. Асарлар, 1-том, – Т.: Ўзбекистон, 1996. -28 б.
7. «Таълим тўғрисида» Ўзбекистон Республикаси Қонуни // Халқ сўзи. 1997, август.

Asosiy

8. Кудрявцев Е.М. Практикум по КОМПАС 3DV8. – М.: 2007. – 482 с.
9. Кунву Ли. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). – С-Пб.: Питер, 2004. – 560 с.
10. Глушаков С.В., Лобяк А.В. AutoCAD 2008. Самоучитель / изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: АСТ: АСТ МОСКВА: Хранитель, 2008. – 448 с.
11. To'layev B.R., Yelin Ye.A., Hakimov J.O. Loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish asoslari: ALTning material va dasturiy ta'minoti: O'quv qo'llanma. – Т.: ToshDTU, 2011. – 160 б.

12. To'layev B.R. Loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish asoslari: chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlari: O'quv qo'llanma. – T.: ToshDTU, 2010. – 93 b.
13. To'layev B.R., Yelin Ye.A., Daminov O.O., Xakimov J.O. Loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish asoslari. Hisobiy loyihalarni MathCADda bajarish. O'quv qo'llanma. I, II-qismlar. – T.: ToshDTU. 2010. – 236 b.
14. Kunwoo Lee. Principles of CAD/CAM/CAE Systems. – USA: Addison-Wesley. 2009. – 582 p.

Qo'shimcha

15. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. – T.: 2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.
16. Xakimov J.O. Ta'limda axborot texnologiyalari. O'quv qo'llanma. – T.: Adabiyot uchquni. 2016. – 192 b.
17. Amirouche, M. L. A Computer-Aided Design and Manufacturing, Co. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2003.
18. Barfield, W. and Furness, T. A. III. Virtual Environments and Advanced Interface Design, Oxford University Press, New York, 2005.
19. Boehm, W. and Prantzs, H. Geometric Concepts for Geometric Design, A. K. Peters, Wellesley, MA, 1994.
20. Tulaev B.R. Zakirova N.S. Basic of computer and design. The textbook. – T., 2005. – 131 p.
21. To'layev B.R. Loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish asoslari: chizmalarni avtomatlashtirilgan ishlab chiqish tizimlari: O'quv qo'llanma. – T.: ToshDTU, 2010. – 93 b.
22. Xakimov J.O., Xushnaye O.A. "Loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish asoslari" fanidan laboratoriya ishlaridan uslubiy ko'rsatmalar. – T.: ToshDTU, 2014. – 50 b.
23. To'layev B.R., Yelin Ye.A., Daminov O.O., Xakimov J.O. Loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish asoslari: Kompyuterda AutoCADda chizmalarni ishlab chiqish: O'quv qo'llanma. – T.: ToshDTU, 2011. – 148 b.

Internet-resurslar:

24. <http://www.ziyo.uz>
25. <http://technol.studentu.ru>
26. <http://www.AutoCAD.ru>
27. <http://www.cadmaster.ru>
28. <http://www.ENCAD.ru>
29. <http://www.hardline.ru>

ANNOTATSIYA	3
KIRISH	4
1 – BOB. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNING MATERIAL VA DASTURAVIY TA'MINOTI	5
1.1. KOMPYUTERLI LOYIHALASHGA KIRISH. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNI YARATISH PRINSIPLARI	5
1.2. KOMPYUTERLI LOYIHALASH TARKIBI VA STRUKTURASI	8
NAZORAT SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR	14
2 – BOB. KOMPYUTERLI LOYIHALASH TA'MINOTI TURLARINING KOMPONENTLARI	15
2.1. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNING MATEMATIK TA'MINOTI (MT)	15
2.2. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNING DASTURIY TA'MINOTI (DT)	16
2.3. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNING INFORMATSION TA'MINOTI (IT)	18
2.4. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNING TEXNIKAVIY TA'MINOTI (TT)	25
2.5. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNING LINGVISTIK TA'MINOTI (LT)	26
NAZORAT SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR	26
3 – BOB. KOMPYUTERLI LOYIHALASHNING TEXNIK VOSITALARI	28
3.1. PROTSESSORLAR	28
3.1.1. Umumiy holatlar	28
3.1.2. Kompyuterli loyihalashda foydalaniladigan HT haqida umumiy ma'lumotlar	30
3.1.3. Mikroprosessorlar arxitekturasini	32
3.1.4. Protsektorlar	37
3.1.5. Protsektorlar avlodi	37
3.1.6. Protsektor razryadiligi	41
3.1.7. Protsektor chastotasi	41
3.1.8. Protsektor bo'linmalari	41
3.1.9. Chastotaning ichki kuchaytirish koeffitsiyenti	43
3.1.10. Protsektorning kesh-xotirasi	43
3.2. XOTIRADA SAQLOVCHI QURILMALAR (XQ)	44
3.2.1. ROM tipidagi xotira	46
3.2.2. DRAM tipidagi xotira	47
3.2.3. Kesh-xotira – SRAM	48
3.2.4. Operativ xotira tezkorligi	48
3.3. ONALIK PLATASI	53
3.3.1. Chipset	53
3.3.2. BIOS	54
3.3.3. Onalik platasi shinalari	55
3.3.4. Integrallashgan tizimlar	62
3.4. TASHQI XOTIRADA SAQLOVCHI QURILMALAR	63
3.4.1. HDD – bikir disk	64
3.4.2. Turli tizimiy shinalar uchun IDE interfeyslari	65
3.4.3. DVD to'plagichlari	66
3.5. GRAFIKANI QUVVATLOVCHI QURILMALAR	69
3.5.1. Videoadapterlar	69
3.5.2. Videoxotira	70
3.5.3. SLI-bo'linma	71
3.5.4. Ekran yangilanishi chastotasi	72
3.5.5. Grafikaviy tezlatgichlar	73

3.5.6. Displaylar.....	74
3.5.7. Ekran razmeri.....	75
3.5.8. Monitor xavfsizligi.....	75
NAZORAT VA MUHOKAMA SAVOLLARI.....	76
4 – BOB. KOMPYUTERLI LOYIHALASHDA OPERATSION TIZIMLAR	77
4.1. OPERATSION TIZIMLAR HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR.....	77
4.2. OPERATSION TIZIMLAR STRUKTURASI VA GENERATSIYASI.....	82
NAZORAT VA MUHOKAMA SAVOLLARI.....	86
5 – BOB. KOMPYUTERLI LOYIHALASH (AUTOCAD/KOMIAC)	87
5.1. CHIZMALARNI AVTOMATLASHTIRILGAN ISHLAB CHIQISH TIZIMLARI.....	87
5.2. CHIZMA PARAMETRLARINI O'RNATISH.....	87
5.2.1. O'lchash birliklari.....	87
5.2.2. Chizma o'lchamlari.....	88
5.2.3. Qatlam.....	90
5.2.4. To'r va bog'lash.....	91
5.3. CHIZMACHILIKNING BAZA VIY FUNKSIYALARI.....	92
5.3.1. To'g'ri chiziq.....	92
5.3.2. Aylana va aylana yoyi.....	92
5.3.3. Splayn.....	93
5.3.4. O'chirish.....	93
5.3.5. Silliqlash va faskalarni olish.....	93
5.3.6. Shtrixlash.....	94
5.4. YORDAMCHI FUNKSIYALAR.....	94
5.4.1. Kopiyalash.....	94
5.4.2. Darcha.....	95
5.4.3. Simvollar.....	95
5.4.4. Makrodasturlash.....	96
5.4.5. O'lchashlar.....	97
5.5. CHIZMALAR FAYLLARINING MOSLIGI.....	97
NAZORAT VA MUHOKAMA SAVOLLARI.....	98
6 – BOB. AUTOCAD (KOMIAC) REDAKTORINI ISHGA TUSHIRISH	99
6.1. FOYDALANUVCHINING ISHCHI STOLI.....	101
6.1.1. Kiritishning dinamik rejimi.....	102
6.1.2. Tizimdan chiqish.....	103
6.2. MENYU VA INSTRUMENTLAR PANELLARI.....	103
6.2.1. Kontekstli menyu.....	105
6.2.2. Instrumentlar panellari.....	105
NAZORAT VA MUHOKAMA SAVOLLARI.....	106
7 – BOB. UCH O'LCHAMLI MODELLASH	107
7.1. UCH O'LCHAMLI FAZO.....	107
7.2. AKS ETTIRISH VA KO'RIB CHIQISH REJIMLARI.....	109
7.3. KARKASLI VA SIRTIL MODELLASH.....	111
7.4. QATTIQ JISMLI MODELLASH.....	112
NAZORAT VA MUHOKAMA SAVOLLARI.....	113
8 – BOB. AVTOMATLASHTIRILGAN HISOBLASH (MATHCAD)	114
8.1. MATHCAD HAQIDA UMUMIY MA'LUMOT. MATHCAD BILAN TANISHUV.....	114
8.1.1. MathCAD vazifasi.....	114
8.1.2. Foydalanuvchi interfeys.....	116
8.1.3. Instrumentlar panellari.....	117
8.1.4. Ma'lumot uchun informatsiya.....	119

8.2. MATHCADDa HISOBLASH ASOSLARI	121
8.2.1. Sonli-raqamli va simvolli chiqarish operatorlari.....	121
8.2.2. Matematik ifodalar va kiritib o'rnatilgan funksiyalar.....	122
8.2.3. O'zgaruvchilar va qiymatni berish operatori.....	124
8.2.4. Foydalanuvchi funksiyalari.....	125
8.2.5. Sonlarning turlari.....	127
8.2.6. Ranjirlangan o'zgaruvchilar va matritsalar.....	131
8.2.7. O'lchamli o'zgaruvchilar.....	134
8.3. FORMULALARNI KIRITISH VA TAHRIRLASH	136
8.3.1. MathCAD redaktori interfeysining elementlari.....	136
8.3.2. Formulalarni kiritish.....	137
8.3.3. Formulalar ichida kiritish chizig'ini siljitish.....	138
8.3.4. Formulalarni o'zgartirish.....	139
8.3.5. Dasturlash.....	143
8.4. GRAFIKLAR.....	146
8.4.1. Grafiklarning turlari.....	146
8.4.2. Grafikni yaratish.....	147
8.4.3. Ikki vektorning X-Y grafigi.....	148
8.4.4. Funksiyaning X-Y grafigi.....	148
8.4.5. Ma'lumotlarning bir nechta qatorini qurish.....	149
8.4.6. Grafiklarni formatlash.....	150
8.4.7. Uch o'lchamli grafiklar.....	157
NAZORAT SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR.....	160
9 – BOB. MATHCADDa ALGEBRAIK HISOBLASHLAR.....	161
9.1. OPERATORLAR.....	161
9.1.1. Arifmetik operatorlar.....	161
9.1.2. Hisoblash operatorlari.....	162
9.1.3. Mantiqiy operatorlar.....	163
9.1.4. Matritsa operatorlari.....	164
9.1.5. Ifoda operatorlari.....	165
9.2. FUNKSIYALAR.....	165
9.2.1. Elementar funksiyalar.....	166
9.2.2. Yordamchi funksiyalar.....	168
9.2.3. Joriy vaqtchi chiqarish funksiyasi.....	170
9.2.4. Maxsus funksiya.....	171
9.3. ALGEBRAIK KO'RSATKICHLAR.....	173
9.3.1. Simvolli hisoblashlarning usullari haqida.....	173
9.3.2. Ifodalarni yoyish.....	174
9.3.3. Ifodalarni soddalashtirish.....	177
9.3.4. Ko'paytuvchilarga yoyish.....	179
9.3.5. O'xshash qo'shiluvchilarni keltirish.....	180
9.3.6. Polinom koeffitsiyentlarini hisoblash.....	181
9.3.7. Oddiy kasrlarga bo'lish.....	183
9.3.8. Qatorlar va ko'paymalarni hisoblash.....	184
9.3.9. O'zgaruvchini o'rniga qo'yish.....	185
9.3.10. Ifodaning sonli-raqamli qiymatini olish.....	186
9.3.11. Chegarani hisoblash.....	188
9.3.12. Analitik hisoblashlarning xususiyatlari haqida.....	188
NAZORAT SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR.....	189
10 – BOB. MATHCADDa DIFFERENSIALLASH.....	190

10.1. ANALITIK DIFFERENSIALLASH.....	190
10.1.1. <i>Funksiyani analitik differensiallash</i>	190
10.1.2. <i>Funksiya hosilasini nuqtada hisoblash</i>	191
10.1.3. <i>Differensiallash operatori orqali foydalanuvchi funksiyalarini aniqlash</i>	192
10.1.4. <i>Menyu yordamida differensiallash</i>	193
10.2. SONLI-RAQAMLI DIFFERENSIALLASH.....	193
10.2.1. <i>Nuqtada differensiallash</i>	193
10.2.2. <i>Differensiallash algoritmi haqida</i>	194
10.3. YUQORI TARTIBLI HOSILALAR.....	197
10.4. XUSUSIY HOSILALAR.....	199
10.4.1. <i>Xususiyl hosilalar</i>	199
10.4.2. <i>Misol: gradient, divergensiya va rotor</i>	201
10.5. FUNKSIYANI TEYLOR QATORIGA YOYISH.....	207
10.5.1. <i>Menyu yordamida qatorga yoyish</i>	208
10.5.2. <i>Qatorga yoyish operatori</i>	208
NAZORAT SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR.....	210
 11 – BOB. MATHCADDA INTEGRALLASH.....	210
11.1. ANIQ INTEGRAL.....	211
11.1.1. <i>Integrallash operatori</i>	211
11.1.2. <i>Sonli-raqamli integrallash algoritmini tanlash haqida</i>	213
11.1.3. <i>Integrallashning an'anaviy algoritmlari haqida</i>	215
11.1.4. <i>Romberg algoritmi</i>	218
11.2. NOANIQ INTEGRAL.....	219
11.2.1. <i>Simvulli integrallash</i>	219
11.2.2. <i>Menyu yordamida integrallash</i>	219
11.3. MAXSUS TURDAGI INTEGRALLAR.....	220
11.3.1. <i>Cheksiz chegarali integrallar</i>	220
11.3.2. <i>Uzoqlashuvchi integrallar</i>	220
11.3.3. <i>O'zgaruvchi chegarali integral</i>	221
11.3.4. <i>Misol: egri chiziq yoyining uzunligi</i>	221
11.4. FURYE INTEGRALI.....	223
11.4.1. <i>Funksiyalarning integral o'zgartuvchilari haqida</i>	223
11.4.2. <i>Furye analitik o'zgartishlari</i>	224
11.4.3. <i>Furye diskret o'zgartishi</i>	225
11.4.4. <i>Kompleks ma'lumotlarning Furye o'zgartishi</i>	226
11.4.5. <i>Furye ikki o'lchamli o'zgartishlari</i>	227
11.5. BOSHQA INTEGRAL O'ZGARTISHLAR.....	228
11.5.1. <i>Laplas o'zgartishlari</i>	228
11.5.2. <i>Z-o'zgartish</i>	229
11.5.3. <i>Veyvlet-o'zgartish</i>	230
NAZORAT SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR.....	233
XULOSA.....	234
GLOSSARIY.....	235
ADABIYOTLAR.....	239

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛЬНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	5
1.1. ВВЕДЕНИЕ В КОМПЬЮТЕРНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	5
1.2. СОСТАВ И СТРУКТУРА КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	8
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИИ	14
ГЛАВА 2. КОМПОНЕНТЫ ВИДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	15
2.1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (МО) КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	15
2.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (ПО) КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	16
2.3. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (ИО) КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	18
2.4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (ТО) КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	25
2.5. ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (ЛО) КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	26
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИИ	26
ГЛАВА 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	28
3.1. ПРОЦЕССОРЫ	28
3.1.1. Общие положения	28
3.1.2. Общие сведения об ВС, используемых в компьютерном проектировании	30
3.1.3. Архитектура микропроцессоров	32
3.1.4. Процессоры	37
3.1.5. Поколения процессоров	37
3.1.6. Разрядность процессора	41
3.1.7. Частота процессора	41
3.1.8. Разъемы процессоров	41
3.1.9. Коэффициент внутреннего умножения частоты	43
3.1.10. Кэш-память процессора	43
3.2. ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА (ЗУ)	44
3.2.1. Память типа ROM	46
3.2.2. Память типа DRAM	47
3.2.3. Кэш-память – SRAM	48
3.2.4. Быстродействие оперативной памяти	48
3.3. МАТЕРИНСКАЯ ПЛАТА	53
3.3.1. Чипсет	53
3.3.2. BIOS	54
3.3.3. Шины материнской платы	55
3.3.4. Интегрированные системы	62
3.4. ВНЕШНИЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА	63

3.4.1. HDD – жесткий диск	64
3.4.2. Интерфейсы IDE для различных системных шин	65
3.4.3. Накопители DVD	66
3.5. УСТРОЙСТВА ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ ГРАФИКУ	69
3.5.1. Видеоадаптеры	69
3.5.2. Видеопамять	70
3.5.3. SLI-разъём	71
3.5.4. Частота обновления экрана	72
3.5.5. Графические ускорители	73
3.5.6. Дисплеи	74
3.5.7. Размер экрана	75
3.5.8. Безопасность монитора	75
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	76
ГЛАВА 4. ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОЕКТИРОВАНИИ	77
4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	77
4.2. СТРУКТУРА И ГЕНЕРАЦИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ	82
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	86
ГЛАВА 5. КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ (AutoCAD/КОМПАС)87	87
5.1. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ ЧЕРТЕЖЕЙ	87
5.2. НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ЧЕРТЕЖА	87
5.2.1. Единицы измерения	87
5.2.2. Размеры чертежа	88
5.2.3. Слой	90
5.2.4. Сетка и привязка	91
5.3. БАЗОВЫЕ ФУНКЦИИ ЧЕРЧЕНИЯ	92
5.3.1. Прямая линия	92
5.3.2. Окружность и дуга окружности	92
5.3.3. Сплайн	93
5.3.4. Удаление	93
5.3.5. Скругление и снятие фасок	93
5.3.6. Штриховка	94
5.4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ	94
5.4.1. Копирование	94
5.4.2. Окно	95
5.4.3. Символы	95
5.4.4. Макропрограммирование	96
5.4.5. Измерения	97
5.5. СОВМЕСТИМОСТЬ ФАЙЛОВ ЧЕРТЕЖЕЙ	97
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	98
ГЛАВА 6. ЗАПУСК ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА AutoCAD (КОМПАС)99	99
6.1. РАБОЧИЙ СТОЛ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	101
6.1.1. Динамический режим ввода	102
6.1.2. Выход из системы	103
6.2. МЕНЮ И ПАНЕЛИ ИНСТРУМЕНТОВ	103
6.2.1. Контекстные меню	105
6.2.2. Панели инструментов	105

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	106
ГЛАВА 7. ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	107
7.1. ТРЕХМЕРНОЕ РАБОЧЕЕ ПРОСТРАНСТВО	107
7.2. РЕЖИМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ И ПРОСМОТРА	109
7.3. КАРКАСНОЕ И ПОВЕРХНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	111
7.4. ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	112
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	113
ГЛАВА 8. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ (MATHCAD)	114
8.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О MATHCAD. ЗНАКОМСТВО С MATHCAD	114
8.1.1. Назначение Mathcad	114
8.1.2. Интерфейс пользователя	116
8.1.3. Панели инструментов	117
8.1.4. Справочная информация	119
8.2. ОСНОВЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ В MATHCAD	121
8.2.1. Операторы численного и символьного вывода	121
8.2.2. Математические выражения и встроенные функции	122
8.2.3. Переменные и оператор присваивания	124
8.2.4. Функции пользователя	125
8.2.5. Типы чисел	127
8.2.6. Ранжированные переменные и матрицы	131
8.2.7. Размерные переменные	134
8.3. ВВОД И РЕДАКТИРОВАНИЕ ФОРМУЛ	136
8.3.1. Элементы интерфейса редактора формул	136
8.3.2. Ввод формул	137
8.3.3. Перемещение линий ввода внутри формул	138
8.3.4. Изменение формул	139
8.3.5. Программирование	143
8.4. ГРАФИКИ	146
8.4.1. Типы графиков	146
8.4.2. Создание графика	147
8.4.3. X-Y график двух векторов	148
8.4.4. X-Y график функции	148
8.4.5. Построение нескольких рядов данных	149
8.4.6. Форматирование графиков	150
8.4.7. Трехмерные графики	157
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	160
ГЛАВА 9. АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В MATHCAD	161
9.1. ОПЕРАТОРЫ	161
9.1.1. Арифметические операторы	161
9.1.2. Вычислительные операторы	162
9.1.3. Логические операторы	163
9.1.4. Матричные операторы	164
9.1.5. Операторы выражения	165
9.2. ФУНКЦИИ	165
9.2.1. Элементарные функции	166
9.2.2. Вспомогательные функции	168
9.2.3. Функция вывода текущего времени	170

9.2.4. Спецфункции	171
9.3. АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	173
9.3.1. О способах символьных вычислений	173
9.3.2. Разложение выражений	174
9.3.3. Упрощение выражений	177
9.3.4. Разложение на множители	179
9.3.5. Приведение подобных слагаемых	180
9.3.6. Вычисление коэффициентов полинома	181
9.3.7. Разложение на простые дроби	183
9.3.8. Вычисление рядов и произведений	184
9.3.9. Подстановка переменной	185
9.3.10. Получение численного значения выражения	186
9.3.11. Вычисление предела	188
9.3.12. О специфике аналитических вычислений	188
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	189
ГЛАВА 10. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ В MATHCAD	190
10.1. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ	190
10.1.1. Аналитическое дифференцирование функции	190
10.1.2. Вычисление производной функции в точке	191
10.1.3. Определение функций пользователя через оператор дифференцирования	192
10.1.4. Дифференцирование при помощи меню	193
10.2. ЧИСЛЕННОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ	193
10.2.1. Дифференцирование в точке	193
10.2.2. Об алгоритме дифференцирования	194
10.3. ПРОИЗВОДНЫЕ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ	197
10.4. ЧАСТНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ	199
10.4.1. Частные производные	199
10.4.2. Примеры: градиент, дивергенция и ротор	201
10.5. РАЗЛОЖЕНИЕ ФУНКЦИИ В РЯД ТЕЙЛЮРА	207
10.5.1. Разложение в ряд при помощи меню	208
10.5.2. Оператор разложения в ряд	208
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	210
ГЛАВА 11. ИНТЕГРИРОВАНИЕ В MATHCAD	210
11.1. ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ	211
11.1.1. Оператор интегрирования	211
11.1.2. О выборе алгоритма численного интегрирования	213
11.1.3. О традиционных алгоритмах интегрирования	215
11.1.4. Алгоритм Ромберга	218
11.2. НЕОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ	219
11.2.1. Символьное интегрирование	219
11.2.2. Интегрирование при помощи меню	219
11.3. ИНТЕГРАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА	220
11.3.1. Интегралы с бесконечными пределами	220
11.3.2. Расходящиеся интегралы	220
11.3.3. Интеграл с переменным пределом	221
11.3.4. Пример: длина дуги кривой	221
11.4. ИНТЕГРАЛ ФУРЬЕ	223

11.4.1. Об интегральных преобразованиях функций	223
11.4.2. Аналитическое преобразование Фурье.....	224
11.4.3. Дискретное преобразование Фурье	225
11.4.4. Преобразование Фурье комплексных данных.....	226
11.4.5. Двумерное преобразование Фурье	227
11.5. ДРУГИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.....	228
11.5.1. Преобразование Лапласа.....	228
11.5.2. Z-преобразование	229
11.5.3. Вейвлет-преобразование	230
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	233
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	234
ГЛОССАРИЙ	235
ЛИТЕРАТУРЫ	239

TABLE OF CONTENTS

THE SUMMARY	3
INTRODUCTION	4
CHAPTER 1. MATERIAL AND THE SOFTWARE OF COMPUTER DESIGNING	5
1.1. INTRODUCTION IN COMPUTER DESIGNING. PRINCIPLES OF CREATION OF COMPUTER DESIGNING	5
1.2. STRUCTURE AND STRUCTURE OF COMPUTER DESIGNING	8
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	14
CHAPTER 2. COMPONENTS OF KINDS OF MAINTENANCE OF COMPUTER DESIGNING.....	15
2.1. THE MATHEMATICAL MAINTENANCE (MM) COMPUTER DESIGNING.....	15
2.2. THE PROGRAM MAINTENANCE (PM) COMPUTER DESIGNING.....	16
2.3. THE INFORMATION MAINTENANCE (IM) COMPUTER DESIGNING	18
2.4. THE TECHNICAL MAINTENANCE (TM) COMPUTER DESIGNING	25
2.5. THE LINGUISTIC MAINTENANCE (LM) COMPUTER DESIGNING	26
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	26
CHAPTER 3. MEANS OF THE COMPUTER DESIGNING.....	28
3.1. PROCESSORS	28
3.1.1. <i>General provisions</i>	28
3.1.2. <i>The general data on the computing systems used in komputer designing</i>	30
3.1.3. <i>Architecture of microprocessors</i>	32
3.1.4. <i>Processors</i>	37
3.1.5. <i>Generations of processors</i>	37
3.1.6. <i>Word length of the processor</i>	41
3.1.7. <i>Frequency of the processor</i>	41
3.1.8. <i>Sockets of processors</i>	41
3.1.9. <i>Factor of internal multiplication of frequency</i>	43
3.1.10. <i>A processor Cache-memory</i>	43
3.2. MEMORIES (M)	44
3.2.1. <i>Memory of type ROM</i>	46
3.2.2. <i>Memory of type DRAM</i>	47
3.2.3. <i>The Cache-memory – SRAM</i>	48
3.2.4. <i>Speed of operative memory</i>	48
3.3. THE MOTHERBOARD	53
3.3.1. <i>A chipset</i>	53
3.3.2. <i>BIOS</i>	54
3.3.3. <i>Motherboard tyres</i>	55
3.3.4. <i>The integrated systems</i>	62
3.4. EXTERNAL MEMORIES	63
3.4.1. <i>HDD – a hard disk</i>	64
3.4.2. <i>Interfaces IDE for various system tyres</i>	65
3.4.3. <i>Stores DVD</i>	66
3.5. DEVICES SUPPORTING A DRAWING	69
3.5.1. <i>Video adapters</i>	69
3.5.2. <i>Video memory</i>	70
3.5.3. <i>SLI – a socket</i>	71
3.5.4. <i>Frequency of updating of the screen</i>	72

3.5.5. <i>Graphic accelerators</i>	73
3.5.6. <i>Displays</i>	74
3.5.7. <i>The size of the screen</i>	75
3.5.8. <i>Safety of the monitor</i>	75
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	76
CHAPTER 4. OPERATING SYSTEMS IN COMPUTER DESIGNING	77
4.1. THE GENERAL DATA ON OPERATING SYSTEMS	77
4.2. STRUCTURE AND GENERATION OF OPERATING SYSTEMS	82
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	86
CHAPTER 5. THE COMPUTER DESIGNING (AutoCAD/KOMPAS)	87
5.1. SYSTEMS OF THE AUTOMATED WORKING OUT OF DRAWINGS	87
5.2. ADJUSTMENT OF PARAMETRES OF THE DRAWING	87
5.2.1. <i>Units of measure</i>	87
5.2.2. <i>The sizes of the drawing</i>	88
5.2.3. <i>A layer</i>	90
5.2.4. <i>A grid and a binding</i>	91
5.3. BASE FUNCTIONS OF PLOTTING	92
5.3.1. <i>A straight line</i>	92
5.3.2. <i>A circle and a circle arch</i>	92
5.3.3. <i>A spline</i>	93
5.3.4. <i>Removal</i>	93
5.3.5. <i>A rounding off and removal of facets</i>	93
5.3.6. <i>Shading</i>	94
5.4. AUXILIARY FUNCTIONS	94
5.4.1. <i>Copying</i>	94
5.4.2. <i>A window</i>	95
5.4.3. <i>Symbols</i>	95
5.4.4. <i>Macroprogramming</i>	96
5.4.5. <i>Measurements</i>	97
5.5. COMPATIBILITY OF FILES OF DRAWINGS	97
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	98
CHAPTER 6. START GRAPHIC EDITOR AUTOCAD (KOMPAS)	99
6.1. A DESKTOP OF THE USER	101
6.1.1. <i>A dynamic mode of input</i>	102
6.1.2. <i>Leaving the system</i>	103
6.2. THE MENU AND PANELS OF TOOLS	103
6.2.1. <i>Contextual menus</i>	105
6.2.2. <i>Panels of tools</i>	105
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	106
CHAPTER 7. THREE-DIMENSIONAL MODELLING	107
7.1. THREE-DIMENSIONAL WORKING SPACE	107
7.2. DISPLAY AND VIEWING MODES	109
7.3. FRAME AND SUPERFICIAL MODELLING	111
7.4. SOLID-STATE MODELLING	112
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	113
CHAPTER 8. THE AUTOMATED CALCULATION (MATHCAD)	114
8.1. THE BASIC DATA ABOUT MATHCAD. ACQUAINTANCE WITH MATHCAD	114
8.1.1. <i>Appointment Mathcad</i>	114

8.1.2. The interface of the user	116
8.1.3. Panels of tools	117
8.1.4. The help information.....	119
8.2. BASES OF CALCULATIONS IN MATHCAD	121
8.2.1. Operators of a numerical and symbolical conclusion	121
8.2.2. Mathematical expressions and the built in functions	122
8.2.3. Variables and the operator of giving.....	124
8.2.4. Functions of the user	125
8.2.5. Types of numbers.....	127
8.2.6. Ranzhirovannes variables and matrixes.....	131
8.2.7. Dimensional variables	134
8.3. INPUT AND EDITING OF FORMULAS	136
8.3.1. Elements of the interface of the editor of formulas	136
8.3.2. Input of formulas	137
8.3.3. Moving of lines of input in formulas	138
8.3.4. Change of formulas.....	139
8.3.5. Programming.....	143
8.4. SCHEDULES	146
8.4.1. Types of schedules	146
8.4.2. Schedule creation	147
8.4.3. X-Y the schedule of two vectors.....	148
8.4.4. X-Y the function schedule.....	148
8.4.5. Construction of several numbers of given	149
8.4.6. Formatting of schedules.....	150
8.4.7. Three-dimensional schedules.....	157
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	160
CHAPTER 9. ALGEBRAIC CALCULATIONS IN MATHCAD	161
9.1. OPERATORS	161
9.1.1. Arithmetic operators	161
9.1.2. Computing operators	162
9.1.3. Logic operators	163
9.1.4. Matrix operators.....	164
9.1.5. Operators of expression.....	165
9.2. FUNCTIONS	165
9.2.1. Elementary functions	166
9.2.2. Auxiliary functions	168
9.2.3. Function of a conclusion of current time.....	170
9.2.4. Special functions.....	171
9.3. ALGEBRAIC TRANSFORMATIONS	173
9.3.1. About ways of symbolical calculations.....	173
9.3.2. Decomposition of expressions.....	174
9.3.3. Simplification of expressions	177
9.3.4. Decomposition on a multiplier.....	179
9.3.5. Reduction similar composed	180
9.3.6. Calculation of factors of a polynom	181
9.3.7. Decomposition on simple fractions	183
9.3.8. Calculation of numbers and products	184
9.3.9. Variable substitution.....	185
9.3.10. Reception of numerical value of expression	186
9.3.11. Limit calculation.....	188
9.3.12. About specificity of analytical calculations	188
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	189

CHAPTER 10. DIFFERENTIATION IN MATHCAD	190
10.1. ANALYTICAL DIFFERENTIATION	190
10.1.1. Analytical differentiation of function	190
10.1.2. Calculation of derivative function in a point	191
10.1.3. Definition of functions of the user through the operator of differentiation	192
10.1.4. Differentiation by means of the menu	193
10.2. NUMERICAL DIFFERENTIATION	193
10.2.1. Differentiation in a point	193
10.2.2. About algorithm of differentiation	194
10.3. DERIVATIVES OF THE HIGHER USAGES	197
10.4. PRIVATE DERIVATIVES	199
10.4.1. Private derivatives	199
10.4.2. Examples: a gradient, divergens and a rotor	201
10.5. FUNCTION DECOMPOSITION ABREAST TAYLOR	207
10.5.1. Decomposition abreast by means of the menu	208
10.5.2. The operator of decomposition abreast	208
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	210
CHAPTER 11. INTEGRATION IN MATHCAD	210
11.1. CERTAIN INTEGRAL	211
11.1.1. The operator of integration	211
11.1.2. About a choice of algorithm of numerical integration	213
11.1.3. About traditional algorithms of integration	215
11.1.4. Algorithm of Romberg	218
11.2. UNCERTAIN INTEGRAL	219
11.2.1. Symbolical integration	219
11.2.2. Integration by means of the menu	219
11.3. INTEGRALS OF A SPECIAL KIND	220
11.3.1. Integrals with infinite limits	220
11.3.2. Dispersing integrals	220
11.3.3. Integral with a variable limit	221
11.3.4. An example: length of an arch of a curve	221
11.4. INTEGRAL OF FURE	223
11.4.1. About integrated transformations of functions	223
11.4.2. Analytical transformation of Fure	224
11.4.3. Discrete transformation of Fure	225
11.4.4. Transformation of Fure of the complex data	226
11.4.5. Two-dimensional transformation of Fure	227
11.5. OTHER INTEGRATED TRANSFORMATIONS	228
11.5.1. Transformation of Laplas	228
11.5.2. Z-transformation	229
11.5.3. Vejvlei-transformation	230
CONTROL QUESTIONS AND THE TASK	233
THE CONCLUSION	234
GLOSSARY	2345
LITERATURES	239

J.O.XAKIMOV

KOMPYUTERLI LOYIHALASH

*Нашр учун масъул: Шухрат Ғуломов
Саҳифаловчи: Гулчеҳра Мелибоева
Мусахҳиҳ: Алишер Султонов*

Босишга рухсат этилди. 25.08.2018 й.
Қоғоз бичими 60x84 1/16. Times New Roman
гарнитурасида терилди.
Офсет услубида оқ қоғозда чоп этилди.
Нашриёт ҳисоб табоғи 11.5, Адади 100. Буюртма № 39
Баҳоси келишув асосида

“BROK CLASS SERVIS” МЧДЖ босмахонасида чоп этилди.
Манзил: Тошкент шаҳар Заргарлик кўчаси, Сегизбаева 10а.