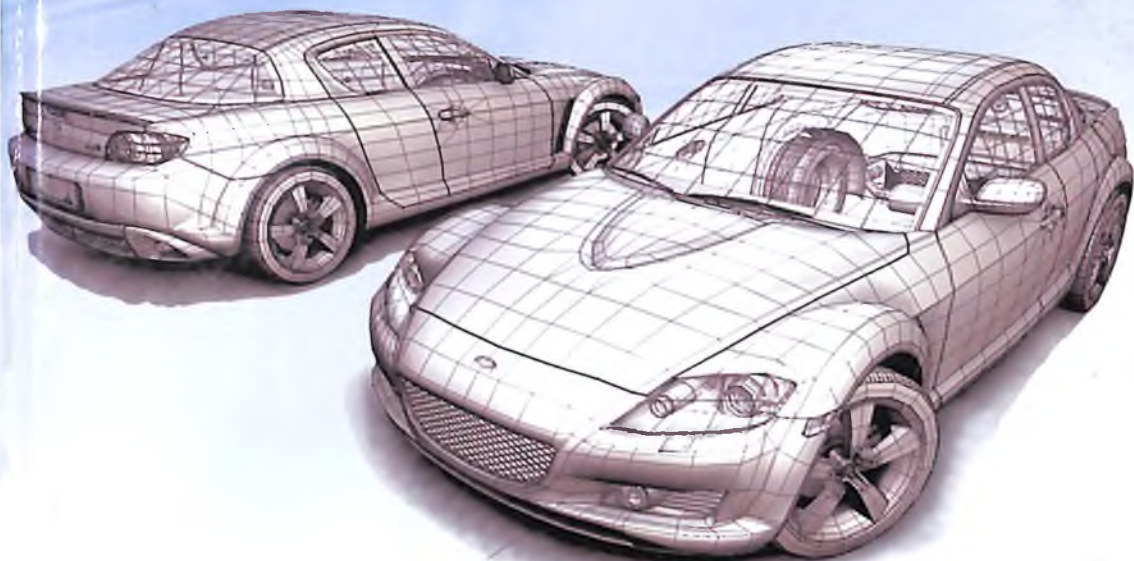


A.SH. MUXAMADIYEV,  
B.Z. TO'RAYEV

# 3D MODELLASHTIRISH VA RAQAMLI ANIMATSIYA



004  
M 92

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

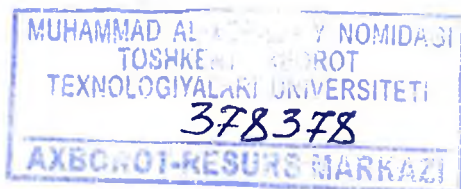
**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
AXBOROT TEXNOLOGIYALARI VA  
KOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH  
VAZIRLIGI**

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI  
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI  
UNIVERSITETI**

**A.SH. MUXAMADIYEV, B.Z. TO‘RAYEV**

# **3D MODELLASHTIRISH VA RAQAMLI ANIMATSIYA**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi  
tomonidan 5350200 - Televizion texnologiyalar, 5111000 - Kasb ta‘limi  
(5330400 - Kompyuter grafikasi va dizayn) bakalavr ta‘lim yo‘nalishi  
talabalari uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan.*



**TOSHKENT – 2017**

**UO‘K: 004**  
**KBK 32.81**  
**M-92**

**M-92      A.Sh. Muxamadiyev, B.Z. To‘rayev. 3D modellashtirish  
va raqamli animatsiya. –T.: «Aloqachi», 2017, 348 bet.**

**ISBN 978–9943–5033–0–4**

Ushbu o‘quv qo‘llanmada 3D modellashtirish va raqamli animatsiya fanining nazariy va amaliy asoslari qisqa va tushunarli tilda berilgan. O‘quv qo‘llanmada fanning quyidagi mavzulari o‘z aksini topgan: 3D modellashtirish va raqamli animatsiya faniga kirish; uch o‘lchovli modellashtirishning asosiy elementlari; uch o‘lchovli obyektlarni tasvirlash jarayonlari; fazoviy harakatlarni almashtirish; maxsus effektlarni modellashtirish; yorug‘lik va uni modellashtirish; poligonal to‘rlar va ularning xususiyatlari; splayn sirtlar; Rastr almashtirishlari. Amaliy qismda 3ds max amaliy dasturiy vositalaridan foydalanib amaliy ko‘nikmalar shakllantiriladi.

Bakalavrlar ushbu mavzularni o‘zlashtirish natijasida zamonaviy 3D modellashtirish va raqamli animatsiya imkoniyatlaridan to‘laqonli foydalanishga ega bo‘ladilar.

O‘quv qo‘llanma 5350200 – Televizion texnologiyalar (“Audiovizual texnologiyalari”, “Telestudiya tizimlari va ilovalari”), 5111000 – “Kasb ta‘limi (5330400 – Kompyuter grafikasi va dizayn)” bakalavriat ta‘lim yo‘nalishlari talabalari uchun mo‘ljallangan. O‘quv qo‘llanmada keltirilgan materiallardan magistrantlar, o‘qituvchilar hamda kasb-hunar kollejlari o‘quvchilari va barcha qiziquvchular foydalanishlari mumkin.

**UO‘K: 004**

**KBK 32.81**

#### **TAQRIZCHILAR:**

- T.Nurmuhamedov – TTYMI “Temir yo‘l transportida axborot tizimlari” kafedrası professori, t.f.d;  
N.Ravshanov – Dasturiy mahsulotlar va apparat dasturiy majmualar yaratish markazi laboratoriya mudiri, t.f.d;  
Q.Rahmonov – TATU “Informatika asoslari” kafedrası mudiri, t.f.n.

**ISBN 978–9943–5033–0–4**

© «Aloqachi» nashriyoti, 2017.

## KIRISH

Bugungi kun talablari va zamonaviy sanoat ehtiyojlaridan kelib chiqqan holda, “3D modellashtirish va raqamli animatsiya” fani ko‘pgina sohalari bilan uzviy bog‘langan bo‘lib, ushbu sohalardagi jarayonlarning kechishini bevosita uch o‘lchovli modellarni qurish va ularni animatsiya ko‘rinishida kuzatuvchilarga taqdim etishlar sababli unga bo‘lgan talab tobora o‘shib borayotganligini kuzatish mumkin.

Ma’lumki, axborot almashinuvida insonning ko‘rish sezgi organi yordamida qabul qilingan axborot eng samarali qabul qilinadi va u xotirada ham chuqur iz qoldiradi. Jumladan, tovush vositasida berilgan axborot ham ijobiy ta’sir etadi. Ammo axborot almashinuvi nafaqat so‘zlar va tovushlar, balki tasvirlar, ranglar, shakllar va dinamik harakatlar bilan ham amalga oshiriladi. Buning yorqin dalili ommaviy axborot vositasi bo‘lgan televideniya orqali uzatilayotgan turli xildagi kinolar, multfilmlar, kliplar va boshqa ijtimoiy-madaniy ko‘rsatuvlar uchun uch o‘lchovli kompyuter dasturlari muhitida yaratilgan sahna va personajlar, ularning harakatlarini keltirishimiz mumkin. Shuningdek, ko‘pgina ilmiy tadqiqot obyektlari ustida ish olib borish va olinadigan natijalar ham kompyuterli modellashtirishlarga asoslanadi. Albatta, ushbu ishlar zamirida yurtimiz iqtisodiyotini ichki va tashqi bozorda yanada mustahkamlash va xalq farovonligi ta’minlash uchun o‘zining intellektual qobiliyatlarini namoyon etadigan yuksak malakali mutaxassis kadrlar tayyorlash kabi vazifalarga bog‘liq ravishda oliy ta’lim muassasasining ilmiy salohiyati va moddiy-texnik ta’minlanganligi muhim ahamiyat kasb etadi. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Oliy ta’lim muassasalarining moddiy-texnika bazasini mustahkamlash va yuqori malakali mutaxassislar tayyorlash sifatini tubdan yaxshilash chora-tadbirlari to‘g‘risida” 2011 yil 20 maydagi PQ–1533-son qarori hamda “Axborot-kommunikasiya texnologiyalari sohasida kadrlar tayyorlash tizimini yana takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 2013 yil 26

martdagi PQ–1942-son qarori, shuningdek, “2011–2016 yillarda oliy ta’lim muassasalarining moddiy-texnika bazasini modernizatsiya qilish va mutaxassislar tayyorlash sifatini tubdan yaxshilash Dasturi” oliy ta’lim sohasida qator yo‘nalishlar bo‘yicha faoliyat ko‘rsatish va ta’lim mazmunini takomillashtirishni talab etdi. Jumladan, o‘quv va ilmiy laboratoriyalarni lingafon kabinetlari hamda ulardagi ilmiy asbob-uskunlari, jihozlari zamon talabiga mos ravishda yangilanishini jadallashtirish, fanning eng ilg‘or yutuqlari bilan boyitilgan o‘quv adabiyotlari, zamonaviy kompyuter texnologiyalarining texnik va dasturiy vositalari bilan ta‘minlash, axborot resurs markazlarining avtomatlashtirilishi va Internet tarmog‘iga chiqish imkoniyatini yaratish kabi vazifalar belgilangan. Hozirgi kunda ushbu vazifalarga bog‘liq ravishda respublikada zamonaviy axborot-kommunikasiya texnologiyalari sohasida yangi o‘quv adabiyotlarni yaratish, axborot resurs markazlariga joylashtirish va ulardan samarali foydalanishni rivojlantirishga alohida e‘tibor qaratilayotganini ko‘rish mumkin.

Ushbu vazifalarga bog‘liq ravishda mazkur o‘quv qo‘llanma yurtimiz oliy ta’lim tizimidagi bakalavr bosqichida o‘qitiladigan “3D modellashtirish va raqamli animatsiya” o‘quv fani mazmunini yoritishga bag‘ishlangan. 3D modellashtirish va raqamli animatsiyaning qo‘llanish ko‘lami juda ham keng bo‘lib, avvalom bor ushbu sohani vizualligi va ixtiyoriy vaqtda o‘zgartirishlar kiritish imkoniyati diqqatga sazovordir. Kompyuter grafikasini har xil – matematik, algoritmik, dasturiy, texnik vositalar majmuasi tashkil etadi. Boshqacha aytganda, bu puxta ilmiy shu jumladan matematik bazaga ega fanlar kompleksidir. Gap shundaki, tasvir monitor ekranida paydo bo‘lishidan avval bir qator almashtirishlardan o‘tadi va har bir bosqichda o‘zining usul va algoritmlari qo‘llaniladi. Ayrim bosqichlar obyektning geometrik xarakteristikalarini bilan ishlaydi. Bu xarakteristikalar nafaqat obyektning shakli va harakatini ifodalashda, balki uning yoritilganlik jarayonini modellashtirishda ham hisobga olinadi. Obyekt geometriyasi bilan ishlash uchun geometrik modellashtirish apparatidan foydalaniladi, va o‘lchamlari bilan berilgan geometrik obyektning matematik modellashtirishidir. Geometrik obyektlarni tasvirlashda uning shaklidan tashqari o‘zini tutishini ham hisobga

olish kerak: uchta koordinata o'qlariga nisbatan (oltita erkinlik darajasi) ko'chishi va burilishi hamda metamarfoza (rivojlanish natijasida boshqa ko'rinishga o'tishi, boshqa tusga kirish) jarayonida geometrik xarakteristikalarini o'zgartirishi kabilarni. Ko'chish va burish nafaqat harakatni tasvirlash uchun kerak, balki ular yordamida sodda tashkil etuvchilar – primitivlardan murakkab obyektlar yig'iladi. Fazoviy obyektlarning obrazini ekran tekisligida (3D→2D) hosil qilish uchun yana bir geometrik almashtirish – proeksiyalash qo'llaniladi.

Geometrik obyektlar nafaqat geometrik xarakterlanadi, balki vizual xossalari – rangi, teksturasi, yorqinligi bilan ham xarakterlanadi. Ushbu qo'llanmada bu xossalar mufassal qaralmaydi. Asosiy e'tibor tekis poligonlar, ikkinchi tartibli sirtlar va bikubik splaynlar asosidagi sirt modellari ko'rinishida ifodalangan grafik obyektlarining matematik tavsiflashga qaratiladi. Tarkibiy sirtlarni tasvirlash va ular harakatini modellashtirish uchun zarur bo'lgan geometrik almashtirishlar haqidagi ma'lumotlar qo'llanmada o'z aksini topgan.

Keltirilgan nazariy ma'lumotlar asosida real obyektlarni yaratish uch o'lchovli grafika sohasida keng tarqalgan amaliy dasturiy vositalardan biri hisoblangan 3D Studio Max muhitida aniq misollar orqali qarab chiqilgan. Shuningdek, 3D Studio Max dasturining asosiy buyruqlari, standart obyektlari, modifikatorlari, materiallari, yorug'lik va kameralar bilan ishlash, obyektlarni animatsiyalashda kadrlar chastotasi almashinuvi, to'g'ri va teskari kinematika, obyektlarni bog'lanishi va zanjiri haqida batafsil ma'lumotlar keltirilgan. Qo'llanma materiallari murakkablik darajasining ortishi tartibida tuzilgan.

Ushbu o'quv qo'llanmani tayyorlashda oxirgi yillarda rivojlangan davlatlar nashriyotlarida chop etilgan adabiyotlardagi [31, 32, 33, 34, 35] manbalardan keng foydalanildi.

# **1-BOB. KOMPYUTER GRAFIKASIDA OBYEKTLAR VA MODELLAR**

## **1.1. Grafik tizimlar sohasidagi atamalar**

Obyekt tasvirini sintez qilishdan avval, grafik tizimga uning tuzilishi (topologiyasi), geometriyasi, teksturasi (tarkibiy tuzilishi), vizual xossalari va uni o‘rab turgan obyektlar orasidagi munosabatlar (fazodagi joylashuvi) haqidagi ma’lumotlarni kiritish kerak bo‘ladi. Bu ma’lumotlar obyektning geometrik modelini tashkil etadi. Qat’iy aytganda, model qurish jarayoni bir qancha bosqichlarda amalga oshiriladi, modelning o‘zi esa ierarxik tuzilishga ega va bu ierarxiyaning har xil darajasida (tasvirlash jarayonining har xil bosqichlarida) u modellashtirish tilining har xil konstruksiyalarida ifodalanadi.

Avvalambor, akslantirish mohiyatini formallashtirib olish kerak. Abstraksiya qilish yo‘li bilan ularning ichki tuzilishi va o‘zaro aloqalaridan ular tashqi ko‘rinishi va holati haqidagi tasavvurlarni shakllantirib olinadi. Bunday tasavvurlarni vizual-holat axborot modeli deb atash mumkin. Ular asosan yaratuvchi mutaxassis tafakkurida shakllanadi. Keyingi qadamda akslantirilayotgan obyektни approximationsiya va akslantirish amali yordamida qaralayotgan masala uchun muhim bo‘lmagan elementlari olib tashlanadi va tizim hajmiy o‘lchami indeksatsiyasiga keltiriladi. Hajmiy tasvir deb ataluvchi axborot modeli paydo bo‘ladi. U rasm, chizma shaklida bo‘lishi mumkin. Hajmiy tasvirni qurish qonuniyati matematika tilida ifodalanadi, natijada obyektning matematik modeli paydo bo‘ladi. U bir nechta doimiy tashkil etuvchilardan iborat bo‘ladi: bular obyekt tuzilishi, ularni tashkil etgan primitivlar va atributlar, teksturasi kabilardir. Ularning mazmuni kirish tili vositasida grafik ma’lumotlar bazasi tashkil qilinib unga kiritiladi. Tasvirlash jarayonida obyektlar shakli va ularning tashqi ko‘rinishi o‘zgarmaydi va ularga mos matematik modellar ham o‘zgarmaydi. Biroq obyekt va uning atrofidagilar

orasidagi munosabatlar sezilarli darajadagi o'zgarishlarga uchrashi mumkin: obyektning sahnadagi joylashish o'ri, orientatsiyasi, yoritilganlik intensivligi va boshqa parametrlari har xil qiymatlarni qabul qilishi mumkin. Shunga o'xshash parametrlar haqidagi ma'lumotlar ham obyektning matematik modeliga taalluqli bo'ladi va uning yana bir tashkil etuvchisini – sahnaviy tashkil etuvchisini hosil qiladi.

Yuqorida sanab o'tilgan matematik modelning tashkil etuvchilari aks ettirilayotgan obyektga har xil darajadagi ierarxiyada tegishli bo'ladi: sahnaga, obyektga, primitivlarga. Kompyuter grafikasida qo'llaniladigan modellashtirish tili funksiyalari aniqlangan fazoning sohasi model olami deb atalishi mumkin. Grafik tizimlarda mavjud real olam – fizik va texnik obyektlar emas, balki model olam mavjudligi, ya'ni real mavjudotning modeli akslantiriladi. Boshqacha aytganda, olam – bu grafik tizimda o'zining modeli bilan berilib, tasvirlari chiqarish maydonida parallel yoki vaqtga nisbatan ketma-ket aks ettiriluvchi obyektlar majmuasidir.

Sahna – bu model olamining qismi bo'lib, o'zining modeli bilan beriladigan va aks ettirish masalasida yetakchi hisoblanuvchi obyektlar majmuasidir. Sahnani tavsifini bir vaqtda grafik ma'lumotlar bazasidan olinadigan aks ettiriluvchi obyektlar majmuasi deb atash mumkin.

Sahna grafik obyektlardan tashkil topadi. Obyekt deb qaralayotgan masala yechimi nuqta nazaridan funksional umumiyliги bo'yicha birlashtirilgan model fazosining nuqtalari majmuasiga aytiladi. Obyekt ta'rifiga primitivlar jihatidan yondashish mumkin: obyekt – bu bitta nom bilan ataluvchi va yagona vizual xossa bilan xarakterlanuvchi primitivlar majmuasidir.

Primitiv tushunchasi qarashlarning ikki asosiy jihatiga ega. Birinchidan, primitiv murakkab obyektlarni tasvirlashda “qurilish g'ishti” bo'lib xizmat qiladi, ikkinchidan, grafik tizim apparati yoki protsedurasi shakllantiradigan sodda tasvir. Shuning uchun, geometrik va grafik primitivlarni farqlash talab qilinadi. Geometrik primitiv – bu obyektlarni qurish uchun ishlatiladigan formal tavsifga ega sodda geometrik shakllar (nuqta, vektor, sirt yoki hajmiy jism)dir. Grafik primitiv – bu sodda tasvir bo'lib, ularni



shakllantirish uchun grafik tizim maxsus apparat blokka ega. Har xil grafik tizimlarda grafik primitiv sifatida nuqta, vektor, trapetsiya va boshqa shakldagi tasvirlar kiritilgan.

### **Nazorat savollari**

1. Obyektning geometrik modeli deb nimaga aytiladi?
2. Obyektning axborot modelida qanday ma'lumotlar beriladi?
3. Vizual-holat axborot modeli qaerda shakllantiriladi?
4. Obyektning matematik modeli nima?
5. Model olami va sahna deganda nima tushiniladi?
6. Primitiv nima?
7. Geometrik va grafik primitiv orasidagi farq nimadan iborat?

*Tayanch iboralar:* obyekt topologiyasi, tekstura, geometrik model, obyektning axborot modeli, matematik model, sahna modeli.

### **1.2. Uch o'lchovli obyektlar matematik modellarini tasniflash**

Uch o'lchovli modellashtirish modellarining o'ziga xosligi fazo ichkarisi va obyektlarning fazoviy shakli hissiyotini berish zarurligidir. Model qurishda real kartinaning sintez qilingan tasviri o'xshashligi talab qilinadigan darajasi muhim rol o'ynaydi. Uchta bunday daraja farqlanadi [4]: fizik, fiziologik, psixologik o'xshashlik.

*Fizik o'xshashlik* darajasida model qurishda real kartina xarakteristikalariga sintez qilingan tasvir xarakteristikalari geometrik nuqtai nazardan qaraganda to'liq mos kelishi talab qilinadi. Misol uchun, choynik ko'rinishidagi obyektни tasvirlash uchun, reallikka mos keladigan murakkab shaklli egri chiziqli sirtlardan foydalanish zarur bo'ladi. *Fiziologik o'xshashlikda* model va real kartina mosligi ko'rib his qilish darajasida o'rnatiladi. Model real kartina xarakteristikasini taxminan beradi, ammo ko'rish apparati imkoniyatining chegaralanganligi tufayli kuzatuvchi paydo bo'ladigan farqlarni sezmaydi. Misol uchun, choynik modeli kuzatish masofasidan ko'z bilan farqlab bo'lmaydigan o'lchami uncha katta bo'lmagan tekis sohalar majmuasidan tashkil topadi. Oxirgisi, *psixologik o'xshashlikda*, model o'z xarakteristikasi bilan

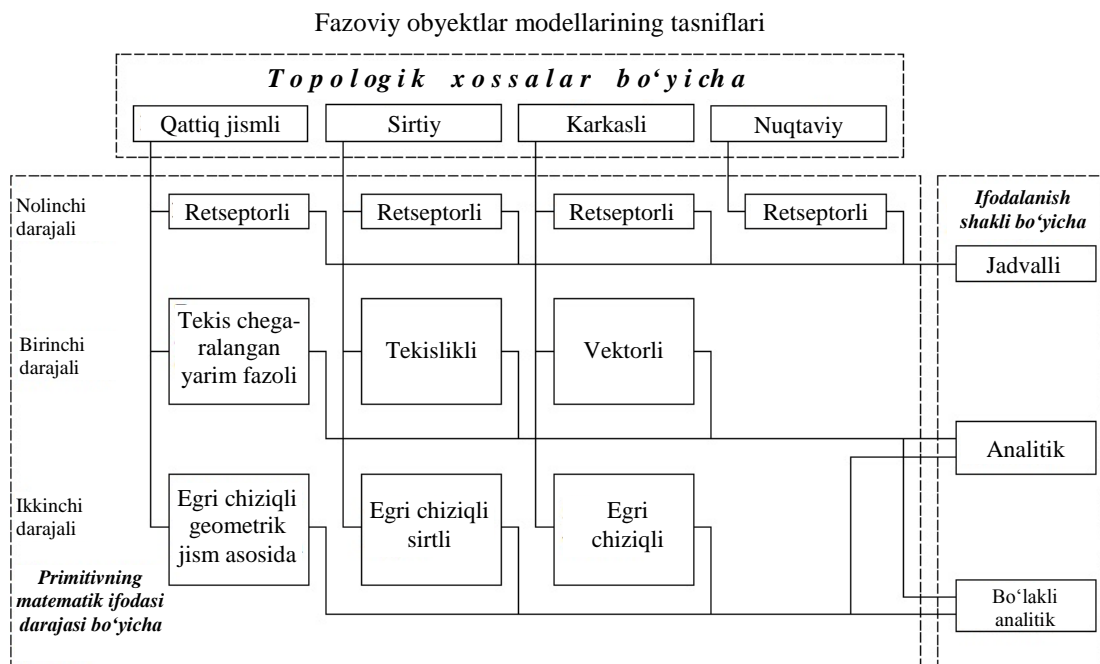
real kartinadan tubdan farq qilgani holda kuzatuvchiga unga o‘xshash ko‘rinish hissini beradi. Misol uchun, choynik tekislikda yaxshi “bo‘yash” modelida berilgan, biroq uni qarama-qarshi tomondan ko‘rish mumkin bo‘lmaydi. Interaktiv kompyuter grafikasida real kartina sintez qilingan obyektning fiziologik o‘xshashligi (ikkinchi darajali o‘xshashlik)dan foydalaniladi. U uch o‘lchovli olam qonuniyatlarini ishonchli aks ettiruvchi modellar qurishga va kerakli vaqtda mumkin bo‘lgan soddalashtirishlar asosida ma’qul sarf-xarajatlar bilan uni amalga oshirishga imkon beradi.

Fazoviy obyektlarni modellashtirish uchun qo‘llaniladigan usullarni tahlil qilib, kompyuter grafikasi matematik modellarini qisqacha obzorini ko‘raylik. Obzorni obyektning tasvirlashdagi chekli sondagi mantiqiy bir-birini inkor qilmaydigan belgilar asosida keltiramiz. Modellar tamoyili 1.1-rasmda keltirilgan.

Birinchi o‘ringda obyekt modellarini obyektlar konfiguratsiyasi tavsifi to‘laligiga bog‘liq bo‘lgan topologik xossalari bo‘yicha farqlash lozim. Shuning uchun, belgilarni qattiq jism, sirt, karkas va nuqtaviy modellarga ajratish mumkin. *Qattiq jism* modellari uzluksiz jism ko‘rinishidagi obyektlarni, ya’ni obyekt egallab turgan fazoning barcha nuqtalarining yaxlitligi ko‘rinishidagi hajmiy jismni ifodalaydi. *Sirt* modellari fazoning obyekt sirtiga tegishli barcha nuqtalari haqidagi axborotlarni o‘zida mujassam etadi, uning ichidagi nuqtalar esa hisobga olinmaydi. *Karkas* modeli ham faqat obyekt sirti haqidagi tasavvurni beradi, biroq sirtning unga tegishli bo‘lgan karkasning diskret elementlari – nuqta yoki chiziqlar kombinatsiyasi ko‘rinishida ifodalaydi. Bunda sirtning karkas elementlari orasidagi nuqtalari haqidagi ma’lumot mavjud bo‘lmaydi. Nuqtaviy obyektlarni ifodalash uchun *nuqtaviy* model deb ataluvchi model kiritilgan. Ular faqatgina obyektning joylashuvi haqidagi geometrik axborotni beradi (fazoda obyekt joylashgan nuqtaning koordinatasi).

Modelning tuzilishi va murakkabligiga primitivlarni tanlash muhim rol o‘ynaydi. Tashqi ko‘rinish, demak primitivlarning tasvirlash imkoniyati ularni ifodalovchi funksiya (ko‘phad) darajasiga bog‘liq. Bu belgini modellarni uni tashkil qilgan primitivlar shakli bo‘yicha tasniflash uchun qo‘llash mumkin. Primitivlari nolinchisi,

birinchi va yuqori darajali ifodaga ega modellarni ajratib ko'rsatish mumkin.



1.1-rasm. Fazoviy obyektlar modellari tasnifi va o'zaro aloqalari.

Nolinchi darajali ifoda nuqta uchun xarakterlidir. Yetarli darajadagi zichlikda berilgan nuqtalar majmuasi bilan ixtiyoriy murakkablikdagi va shakldagi sirtni hosil qilish mumkin. Fazoviy elementlar (voksellar) majmuasi bilan qattiq jisimli obyektlar beriladi. Bunday majmua ifodasi sifatida elementlari fazoning nuqtalarini obyektga tegishlilikini ko'rsatuvchi uch o'lchovli matritsa olinishi mumkin. Bunday modellar retseptorli deb ataladi. Birinchi darajali ko'phad argumentlar soniga qarab fazoda to'g'ri chiziqni yoki tekislikni ifodalaydi. To'g'ri chiziq kesmalari karkasli modelda, tekislik sohalari esa sirtli modellarda obyekt sirtlarini ifodalash uchun ishlatiladi. Qattiq jisimli modellarda tekisliklar bilan chegaralangan yarim fazolar primitivlar bo'lib xizmat qilishi mumkin. Karkas modellarda egri chiziqlar, sirtli modellarda egri chiziqli sirtlar, qattiq jisimli modellarda – egri chiziqli sirt bilan chegaralangan fazoning qismi primitiv bo'lishi mumkin.

Aks ettirilayotgan obyektlar kamdan-kam hollarda bitta primitivdan iborat bo'ladi, ular odatda murakkab shaklli bo'ladi. Har xil murakkablikdagi obyektlarni har xil ifodalashga to'g'ri keladi. Obyektlarni modelda qabul qilingan ifodalash shakllari

ularni tasniflashdagi muhim belgilaridan hisoblanadi. Bu belgilar bo'yicha ularni jadvali, analitik va bo'lakli analitik modellarga ajratish mumkin.

Jadvalli modelda obyektlarni ifodalashda bu obyektlar uchun xarakterli bo'lgan fazoviy koordinatalar elementlari majmuasidan foydalaniladi. Analitik modellar obyektning analitik ifodalar (tenglamalar) yordamida tasvirlaydi. Bo'lakli analitik model analitik va mantiqiy tasvirlash amallari uyg'unligidan foydalanadi (bunga R-funksiya imkoniyatlarini keltirish mumkin).

Bundan keyin faqat sirt modellari qaraladi. Bunga sabab, ular interaktiv kompyuter grafikasida ko'p tadbirini topgan. Juda katta hisoblash resurslari talab qilganligi sababli amaliyotda deyarli ishlatilmaydigan retseptura modellariga e'tibor qaratmaymiz. Shuni ta'kidlash kerakki, kompyuter grafikasida mavjud qator modellar yuqoridagi tasnifda o'z aksini topmagan. Bular kinematik sirtlar, o'rama sirtlar, fraktal sirtlar va boshqalar [4,9].

### **Nazorat savollari**

1. Uch o'lchovli modellashtirish modellarining o'ziga xosligi nimadan iborat?
2. Fizik o'xshashlik darajasida model qurishda nimalarga e'tibor qaratiladi?
3. Fiziologik o'xshashlikda model va real kartina mosligi qanday o'rnatiladi?
4. Qattiq jism, sirt va karkas modellarining farqli jihatlari nimalardan iborat?
5. Ko'phad ko'rinishidagi funksiyalar bilan nimalar ifodalanadi?
6. Jadvalli, analitik va bo'lakli analitik modellarni tasniflari nimalardan iborat?
7. Kompyuter grafikasida keng tarqalgan model qaysi model hisoblanadi va nima uchun aynan shu model?

*Tayanch iboralar:* fizik o'xshashlik, fiziologik o'xshashlik, psixologik o'xshashlik, modellar tamoyili, karkas modeli, qattiq jism modeli, sirt modeli.

## **2-BOB. UCH O‘LCHOVLI OBYEKTLARNI TASVIRLASH JARAYONLARI**

### **2.1. Tasvirlash jarayoni bosqichlari**

Tasvirlash jarayonini keng ma’noda tushinilsa, uni ikki bosqichga ajratish mumkin: tayyorlov bosqichi va renderlash bosqichi. Tayyorlov bosqichida sahnadagi obyektlar tavsifi tuziladi, kodlanadi va grafik tizimga kiritiladi, ya’ni ularning matematik modeli tuziladi. Modellarni tanlash yuqorida (1.2) keltirilgan yondashuvlar asosida amalga oshiriladi. Renderlash bosqichida obyekt tavsifi aniq algoritm asosida tasvirga aylantiriladi. Tasvirlashning birinchi bosqichida obyektning sahnada joylashuvi va tashqi ko‘rinishi kiritiladi, ikkinchi bosqichda esa ularning xususiyatlari beriladi. Bu xususiyatlar qator grafik almashtirishlar yordamida ifodalanadi.

Almashtirishlarning modeli, tasviriy va rastrli turlarini aytib o‘tish joyiz. Modelli almashtirish barcha obyektlarga asoslanadi va ularning sahnadagi holati o‘zgarishini ifodalaydi. Tasviriy almashtirish kuzatuvchi koordinalar sistemasida obyektlar va primitivlar tasvirini ko‘chirish, hamda fazoviy obyektlarning kartina (ekran) tekisligida tekis proeksiyasini shakllantirish bilan bog‘liq. Rastr almashtirishlari yordamida display ekranida obyektning uskuna koordinatalar sistemasini rastr panjarasiga bog‘langan real ko‘rinishi olinadi.

Shunday qilib, tasvirlanayotgan obyektlar o‘zini almashtirishlarining har xil qadamlarida turli koordinatalar sistemasida ifodalanadilar. Yer shari koordinatalar sistemasini geografik koordinataga bog‘langan, tasviriy koordinalar sistemasini esa kuzatuvchi holatiga bog‘liq. Ularda sahna obyektlari dinamikasi yaxlitligicha ifodalanadi. Obyektlar tuzilishini obyektlar o‘zgarishsiz qoladigan obyekt koordinatalar sistemasida ifodalash qulay bo‘ladi. Agarda har xil obyektlar bir xil primitivlardan tuzilayotgan bo‘lsa, u holda bu primitivlarning o‘zlarini o‘zlarining koordinatalar sistemasida – primitivlar koordinatalar sistemasida

ifodalagan maqsadga muvofiq bo‘ladi. Bu koordinalar sistemasiga tekstura koordinalar sistemasi bog‘langan bo‘ladi (yoki mos tushadi). Tekstura koordinalar sistemasida primitiv yuzasi bo‘ylab rang yorqinligi taqsimoti ifodalanadi. Sanab o‘tilgan koordinalar sistemalari tasvirlashning texnik vositalari xususiyatlariga bog‘liq bo‘lmaydi. Bu xususiyatlar uskuna koordinalar sistemasida hisobga olinadi.

### **Nazorat savollari**

1. Tasvirlash jarayonini shartli ravishda nechta bosqichga ajratish mumkin?
2. Tayyorlov bosqichida qanday ishlar amalga oshiriladi?
3. Renderlash deganda nima tushiniladi?
4. Renderlash bosqichining o‘ziga xosligi nimalardan iborat?
5. Grafik almashtirishlarning qanday turlari mavjud?
6. Rastr almashtirishlarida nima amalga oshiriladi?
7. Primitiv va tekstura koordinalar sistemalari va ularning o‘ziga xosligi nimalardan iborat?

*Tayanch iboralar:* modellarni tasvirlash jarayoni, renderlash, grafik almashtirishlar, modeli almashtirish, rastrli almashtirish, primitiv koordinalar sistemasi.

## **2.2. Primitivlarni fazoviy qirqib olishlar**

Umuman olganda, sahna obyektlari kuzatuvchiga nisbatan oltita erkinlik darajasiga ega. Xuddi shunday kuzatuvchi ham, misol uchun, uchish apparati uchuvchisi, obyektga nisbatan oltita erkinlik darajasiga ega. Nisbiylik prinsipidan foydalanib, bunday har bir holatlar uchun ularga qarama-qarshisini keltirish mumkin va sahna obyektlarini eng qulay bo‘lgan koordinalar sistemasida qarash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Tasvirni chiqarish sohasi (display ekrani) chegaralanganligidan sahnaning hamma obyektini ham kuzatuvchi nazar doirasiga tushmasligi mumkin. Kuzatuvchiga ko‘rinmaydigan obyektlar va ularning qismlari qirqib olish amali yordamida aniqlanadi va keyinchalik qayta ko‘rilmaydi. Tasvirlashning real tizimlarida sahna

perspektivada ifodalanadi, shuning uchun kesik piramida ko‘rinishidagi fazoviy oyna ichiga tushadigan sahnaning obyektlari va primitivlari ko‘rinuvchi hisoblanadilar. Piramidaning yon yoqlari ko‘rinuvchanligi kuzatuv nuqtasi (bu piramidaning uchi) va ekran tomonlari orqali o‘tadi. Kesik piramidaning kichik asosi ekran tekisligida yotadi, katta asosi esa ekran tekisligiga parallel va undan obyekt geometrik o‘lchamlariga bog‘liq holdagi masofada bo‘ladi. Interaktiv grafikada odatda primitivlar sifatida qirralari bilan beriladigan tekis poligonlardan foydalaniladi. Shuning uchun qirqib olish masalasi, birinchidan – ko‘rinuvchanlik piramidasiga yaxlit tushmagan obyektlarni aniqlash va olib tashlash, ikkinchidan – kuzatuvchiga qisman ko‘rinadigan obyektlarga kirgan primitivlar qirralarining ko‘rinadigan qismlarini aniqlash hisoblanadi.

Tekis primitivlarni fazoviy qirqib olish algoritmlari kompyuter grafikasida yetarlicha o‘rganib chiqilgan [18]. Ular tayanch grafika deb ataluvchi grafikaga tegishlidir. Tayanch grafika algoritmlari standart grafik protseduralarga qo‘shiladi va grafik sistemaning texnik vositalari (grafik protsessor) tomonidan qo‘llab-quvvatlanadi. Shuning uchun foydalanuvchi ulardan tayyor holda foydalanadi.

Interaktiv grafika tizimlarida sahna o‘zgarishi har bir fazasi uchun (har bir kadr uchun), ya’ni real vaqt rejimida qirqib olish amalini bajarish zarur bo‘ladi. Qirqib olish algoritmini soddalashtirish va tezlashtirish uchun obyektlar sodda geometrik jism (ko‘pyoqlar, parallelepipedlar, ellipsoidlar) ko‘rinishidagi qobiqqa o‘raladi [4,18].

Qobiqlar bosqichma-bosqich bo‘lishi mumkin. Bu, sodda qilib aytganda, sahnada umumiy qobiqda qamrab olinuvchi obyektlarning ixcham guruhleri ajratiladi. Mumkin bo‘lganda guruhlar birlashtiriladi va bu birlashmalar o‘zlarining qobig‘i bilan o‘raladi va h.k. Qobiqning ko‘rish piramidasiga tushishini tekshirish ierarxiyaning yuqori (obyektlar guruhidan) bosqichidan boshlanadi va quyi bosqichigacha (alohida obyektlargacha) yetib boradi. Kuzatuvchi tomonidan obyektlarni ko‘rinuvchanligini aniqlashda qobiqlardan foydalanish ayrim xatoliklarga olib keladi. Qobiqlarning obyekt sirtlariga tig‘iz yopishib turmaganligi sababli, qisman ko‘rinarli obyektlarning ayrimlari qayta ishlashdan so‘ng kuzatuvchi nazariga tushmay qoladi.

Zamonaviy grafik tizimlarda qirqib olish kuzatuvchi fazosi (kuzatuvchi koordinatalar sistemasi)da bajariladi. Bu fazoda ko‘rish

piramidasi yoqlari har xil vaziyatda bo‘ladi va bu qobiqning ko‘rinuvchanligini aniqlashni qeyinlashtiradi. Kuzatuvchi fazosini perspektiv transformatsiyalash yordamida bu amalni ancha soddalashtirish mumkin bo‘ladi [18]. Uning mazmuni kuzatuvchi koordinatalar sistemasida perspektivalar qonuniyati bo‘yicha barcha qobiqlar torayishidan iborat. Bu holatda ko‘rish piramidasi ko‘rish parallelepipediga aylanadi va ekran tekisligiga qobiqning perspektiv proeksiyasi parallel proeksiyaga aylanadi. Sahnada qobiqlar soni deyarli ko‘p bo‘lmaydi va qobiqning o‘zi bir nechta geometrik parametr bilan ifodalanadi. Misol uchun, parallelepiped – qobiq sakkizta uchlarning koordinatasi bilan ifodalanadi. Shuning uchun perspektiv qonuniyat bo‘yicha qobiqni qaytadan sanash uncha ko‘p hisoblashlarni talab qilmaydi.

### **Nazorat savollari**

1. Tasvirni chiqarish sohasiga ko‘rinmaydigan obyektlar va ularning elementlari qanday aniqlanadi?
2. Sahnaning qanday elementlari ko‘rinuvchi hisoblanadi?
3. Interaktiv grafikada qirqib olish masalasi qanday hal qilingan?
4. Tekis primitivlarni fazoviy qirqib olish algoritmlarida qandan masala hal qilinadi?
5. Qirqib olish algoritmlarini optimallashtirish o‘z ichiga nimalarni oladi?
6. Qobiqlarning qirqib olish algoritmidagi roli nimalardan iborat?
7. Kuzatuvchi fazosini perspektiv transformatsiyalash nima uchun kerak bo‘ladi?

*Tayanch iboralar:* sahna obyekt, kuzatuvchi, tasvirni chiqarish sohasi, interaktiv grafika, fazoviy qirqib olish, qirqib olish algoritmlari, ko‘rinuvchanlik piramidasi.

### **2.3. Fazoviy harakatlarni almashtirish**

Qirqib olish va keyinchalik grafik amallarni bajarish uchun kuzatuvchi fazosida ko‘rinish sohasiga (qisman bo‘lsa ham) tushgan barcha obyektlarning primitivlari berilishi lozim. Dastlab primitivlar obyekt koordinatalar sistemasida yoki primitiv koordinatalar



sistemasida ifodalanadi. Ularni grafik tizimda kuzatuvchi koordinatalar sistemasiga o'tkazish fazoda obyekt evolyutsiyasini hisobga oluvchi xususiy affin almashtirishlari superpozitsiyasi asosida amalga oshiriladi. Bu almashtirishlarni bir jinsli koordinatalarda matritsa shaklida yozish va bajarish qulay bo'ladi.

$$R^* = R \cdot M \quad (2.1)$$

bu yerda,  $R$  – vektor-boshlang'ich koordinatlar qatori:  $R = |x \ y \ z \ 1|$ ;

$R^*$  – vektor-qayta hisoblangan koordinatalar qatori ( $h$  – skalyar ko'paytuvchi):

$$R^* = |x^*h \ u^*h \ z^*h \ h|;$$

$M$  – o'lchami 4x4 bo'lgan almashtirish matritsasi.

Fazoda asosiy affin almashtirishlariga masshtablashtirish, ko'chish, burish (bulardan tashqari akslantirish yoki simmetriya) kabilar kiradi. Bulardan tashqari qirqib olish amalidan oldin va undan keyin primitivlarni kartina tekisligiga markaziy proeksiyalash bajariladi. Bu amal affin almashtirishiga kirmaydi, biroq almashtirilarga o'xshash ifodalanganligi sababli ular bilan birga ko'riladi. Masshtablashtirish (DL), ko'chish (TR), burish (RT) almashtirish matritsalarini va proeksiyalash (PR) matritsasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$DL = \begin{vmatrix} M_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & M_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & M_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad TR = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ x_0^* & y_0^* & z_0^* & 1 \end{vmatrix} \quad (2.2)$$

$$RT = \begin{vmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & 0 \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & 0 \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad PR = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{z_v^*} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

bu yerda,  $M_x, M_y, M_z$  – koordinatalar o'qlari bo'ylab mashtablashtirish koeffitsiyentlari;

$x_0^*, y_0^*, z_0^*$  – obyekt va kuzatuvchi koordinatalar boshini tutashtiruvchi vektor koordinatalari;

$t_{11}, \dots, t_{33}$  – obyekt koordinatalar sistemasini o‘qlarining kuzatuvchi koordinatalar sistemasidagi yo‘naltiruvchi kosinuslari;

$z_v^*$  – ekran tekisligini kuzatish masofasi.

Yo‘naltiruvchi kosinuslar obyekt koordinatalar sistemasining o‘z o‘qlari atrofidagi buralish burchagi funksiyasi hisoblanadi:  $x$  ( $\varphi$  burchak),  $y$  ( $\psi$  burchak),  $z$  ( $\theta$  burchak). Burchak hisobining boshlanishi va buralishlar ketma-ketligiga bog‘liq holda yo‘naltiruvchi kosinuslarni hisoblash uchun ifodaning ko‘rinishi har xil bo‘ladi. Kompyuter grafikasida murakkab burilishlar burilishning xususiy hollari: koordinata o‘qlari atrofidagi burilishlarning qo‘shilishi ko‘rinishida ifodalanadi. Bu almashtirishlarni ifodalovchi matritsaning ko‘rinishi kuzatuvchi fazosida koordinatalar boshi va kuzatish nuqtasining joylashishiga bog‘liq bo‘ladi.

O‘ng va chap koordinatalar sistemasini mavjud bo‘lib, ularda almashtirish matritsasi ko‘rinishi har xil bo‘ladi. O‘ng koordinatalar sistemasida birinchi chorakdan qaralganda  $x$  o‘qining  $y$  o‘qi atrofida,  $u$  o‘qining  $z$  o‘qi atrofida,  $z$  o‘qining  $x$  o‘qi atrofida burilishi soat strelkasi harakati yo‘nalishiga qarama-qarshi bo‘ladi. Chap koordinatalar sistemasida esa bu buralishlar soat strelkasi harakati yo‘nalishida bo‘ladi. Agarda kuzatuvchi koordinatalar sistemasini boshi ekran tekisligida yotsa, chuqurlik o‘qi ( $z_v$  o‘qi) uning markazidan o‘tadi, kuzatuv nuqtasi chuqurlikning manfiy yarim o‘qida joylashadi, unda chap koordinatalar sistemasini o‘rinli. Buning uchun burib almashtirish matritsasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$RT_x = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad RT_y = \begin{vmatrix} \cos \psi & 0 & \sin \psi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \psi & 0 & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$RT_z = \begin{vmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

O‘ng koordinatalar sistemasida ular quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$RT_x = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & \sin \varphi & 0 \\ 0 & -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad RT_y = \begin{vmatrix} \cos \psi & 0 & -\sin \psi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \psi & 0 & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$RT_z = \begin{vmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Umumiy holda natijaviy almashtirish matritsasi  $M$  keltirilgan matritsalarining ko'paymasidan (superpozitsiyasidan) aniqlanadi. Superpozitsiyaga matritsalarini kiritish ifodalanayotgan almashtirishlar ketma-ketligiga mos holda chapdan o'ngga qarab amalga oshiriladi. Misol uchun, koordinatalari  $(x_p, y_p, z_p)$  bo'lgan fazoviy  $R$  nuqtaning quyidagi almashtirishlardan so'ng ekranda joylashishini topish talab qilinsin: 1) ekranning  $(x_a, y_a)$  nuqtasidan o'tuvchi va chuqurlik o'qiga parallel bo'lgan o'q atrofida  $\beta$  burchakka burish; 2) ekran tekisligiga perspektiv (markaziy) proeksiyalash. Qaralayotgan  $RT_z$  matritsa  $z$  o'qi atrofida bo'rish uchun mo'ljallangan, demak  $RT_z$  ni qo'llash uchun chuqurlik o'qi bilan  $R$  nuqtani burish o'qini birlashtirish kerak. Buning uchun uni gorizontal va vertikal bo'ylab mos ravishda  $(-x_a), (-y_a)$  ga siljitish kerak bo'ladi. Xuddi shunday ko'chishni  $R$  nuqta ham oladi. Buning uchun uning koordinatalarini  $TR_1$  matritsaga ko'paytirish amalga oshiriladi. Keyingi qadamda  $\beta$  burchakka burish, undan so'ng  $R$  nuqtani  $(+x_a), (+y_a)$  ga qaytarish orqali birinchi ko'chishni bartaraf etish, ya'ni  $TR_2$  matritsaga ko'paytirish bajariladi. Eng so'ngi amal  $PR$  matritsasiga ko'paytirish bilan amalga oshiriluvchi proeksiyalash bo'ladi. Natijada  $R$  nuqtaning dinamikasi (harakati) (2.1) ifoda bilan tasvirlanadi va bu yerda, almashtirish matritsasi  $M$  quyidagi ko'rinishda bo'ladi:  $M = TR_1 \cdot RT \cdot TR_2 \cdot PR$ . Superpozitsiyaga kiruvchi burish va ko'chish matritsalarini quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$TR_1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -x_a & -y_a & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad TR_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ x_a & y_a & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$RT = \begin{vmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & 0 & 0 \\ \sin \beta & \cos \beta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

### Nazorat savollari

1. Qirqib olish va grafik amallarni bajarish uchun nimalar zarur bo'ladi?
2. Obyekt yoki primitiv koordinatalar sistemasidan kuzatuvchi koordinatalar sistemasiga o'tishning affin almashtirishlari vektor ifodasi qanday?
3. O'ng va chap koordinatalar sistemalarining farqlarini izohlab bering.
4. Murakkab buralishlar matritsasi qanday hosil qilinadi?
5. Umumiy almashtirish matritsasini hisoblashda nimalarga e'tibor beriladi?
6. Umuman olganda kompyuter grafikasida koordinatalar sistemasini o'zgartirishdan asosiy maqsad nimadan iborat?
7. Koordinatalar sistemasini o'zgartirishlarining uch o'lchovli grafikadagi o'ziga xosliklarini misollarda ko'rsatib bering.

*Tayanch iboralar:* kuzatuvchi koordinatalar sistemasi, affin almashtirishlari, bir jinsli koordinatalar, masshtablashtirish, akslantirish, ko'chish, burish almashtirish matritsalarini, o'ng va chap koordinatalar sistemasi.

### 2.4. Primitivlar sirt ko'rinishini aniqlash

Tasvir tekisligiga proeksiyalash faqatgina yuzadagi, ya'ni kuzatuvchiga yuzasi bilan turgan primitivlarga qo'llaniladi. Tashqi normal (obyektga nisbatan) o'tkazilgan tomonni yuz deb hisoblanadi. Yuzada bo'lmagan primitivlar aniqlanadi va ularni keyinchalik qayta ishlashda vaqt yo'qotmaslik uchun tashlab yuboriladi.

Primitivning yuzada bo‘lmasligini aniqlash algoritmi primitivning biror bir nuqtasiga tushuvchi ko‘rish nuri  $\bar{L}$  va shu nuqtaning tashqi normali  $\bar{N}$  orasidagi  $\beta$  burchakni tahliliga asoslanadi.  $\beta$  burchakning o‘tkirliги yoqning ko‘rinarli ekanligini, to‘g‘ri yoki o‘tmas burchak esa yoqning ko‘rinmasligini anglatadi.  $\bar{L}$  va  $\bar{N}$  vektorlarning skalyar ko‘paytmasi yordamida olinuvchi burchak kosinusi ishorasiga ko‘ra bu burchak kattaligi haqida xulosa chiqarish mumkin bo‘ladi:

$$\cos \beta = \frac{\bar{L} \cdot \bar{N}}{|\bar{L}| \cdot |\bar{N}|}$$

$\text{sgn}(\bar{L} \cdot \bar{N}) > 0$  da primitiv ko‘rinarli, aks holda ko‘rinmas bo‘ladi. Vektor algebrasi  $\bar{L}$  va  $\bar{N}$  vektorlarning skalyar ko‘paytmasini topish uchun quyidagi ifodani beradi:

$$\bar{L} \cdot \bar{N} = l_x n_x + l_y n_y + l_z n_z$$

bu yerda,  $l_x, l_y, l_z$  va  $n_x, n_y, n_z$  mos ravishda  $\bar{L}$  va  $\bar{N}$  vektorlarning koordinatalari, ya’ni ularning koordinata o‘qlaridagi proeksiyalari.

Fazoda perspektiv transformatsiya amalga oshirish orqali primitivlarning ko‘rinmas bo‘lishini aniqlashni ancha soddalashtirish mumkin. Bunda perspektiv (markaziy) proeksiyalash parallel proeksiyaga almashtiriladi va barcha ko‘rish nurlari chuqurlik o‘qiga parallel bo‘ladi. U holda  $l_x = l_y = 0, l_z = |\bar{L}|$  bo‘ladi. Biror bir sirt normalning koordinatalari bu sirtning ifodalovchi  $F(x, y, z)$  funksiya xususiy hosilalari orqali aniqlanadi. Agarda primitiv tekis sirt bo‘lsa, u holda, uni ifodalovchi funksiya quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$F(x, y, z) = Ax + By + Cz + D,$$

bu yerda,  $A, B, C, D$  lar tekislik holatini belgilovchi sonli kattaliklar. Bu holat uchun  $n_z$  quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$n_z = \frac{\partial F}{\partial z} = C$$

va ko‘rinuvchanlik belgisi  $vp$  juda sodda ko‘rinish oladi:  $vp = \text{sgn } C$ .

Agarda yuzadagi primitivlar kuzatuvchi fazosida oldida turgan obyekt bilan to‘silgan bo‘lsa, ekranda ularning tasviri to‘laligicha yoki qisman ko‘rinmaydi. Buning uchun ko‘rinmas qismlarni olib

tashlashga mo'ljallangan ko'pgina algoritmlar mavjud [18]. Ularning asosida har xil primitivlar qismlarining joylashuv chuqurligini analiz qilish yotadi. Kuzatuv nuqtasiga eng yaqin qismlar ko'rinuvchi hisoblanadilar. Zamonaviy grafik tizimlarda ekran tekisligiga primitiv elementlarini proeksiyalash jarayonida ishlatiladigan  $z$ -bufer va uning modifikatsiya qilingan algoritmlari keng tadbiqini topgan. Proeksiyalash jarayonida navbatdagi element koordinatalari hisoblanishi bo'yicha xotirada ko'p razryadli yacheyka tanlanadi va unga elementning rang yorqinligi kodi va uni kuzatuvchidan yashirish kodi (chuqurlik kodi) yoziladi. Agarda vaqt o'tishi bilan boshqa primitiv elementi xotira buferining shu manzilini olsa, u holda uning yashirish kodi buferning shu manziliga ilgari kiritilgan yashirish kodi bilan taqqoslanadi. Taqqoslash natijasi bo'yicha buferga chuqurlik kodi kichik element haqidagi ma'lumot saqlanadi. Natijada, bufer mazmuni ekranga chiqarilayotganda ekranning har bir pikseli yoritilishida bitta proektorda yotuvchi barcha elementlardan kuzatuvchiga eng yaqin primitiv elementi tushadi. Primitivlarning to'silgan qismlarini  $z$ -bufer algoritmi yordamida olib tashlash rastr almashtirishlarida ko'riladi.

### **Nazorat savollari**

1. Primitivlarning 3D modellashtirishdagi ahamiyatini tushintirib bering.
2. Sirtning yuzasida bo'lmagan primitivlarni olib tashlashdan ko'zlangan maqsad nimadan iborat?
3. Sirt yuzasida bo'lmagan primitivlarni aniqlash algoritmining asosiy mazmunini tushintirib bering.
4. Fazodagi transformatsiyadan ko'zda tutilgan maqsad nimadan iborat?
5. Ko'rinmas qismlarni olib tashlash algoritmi nimaga asoslanadi?
6.  $z$ -bufer va uning modifikatsiya qilingan algoritmlari nima maqsadlarda ishlatiladi va uning mazmuni nimadan iborat?
7. Ko'rinmas qismlarni olib tashlashning yana qanday sodda usullarini bilasiz?

*Tayanch iboralar:* proeksiyalash, ko‘rinmas sirtlarni olib tashlash, z-bufer algoritmi, sirt normali, vektor ko‘paytma, skalyar ko‘paytma.

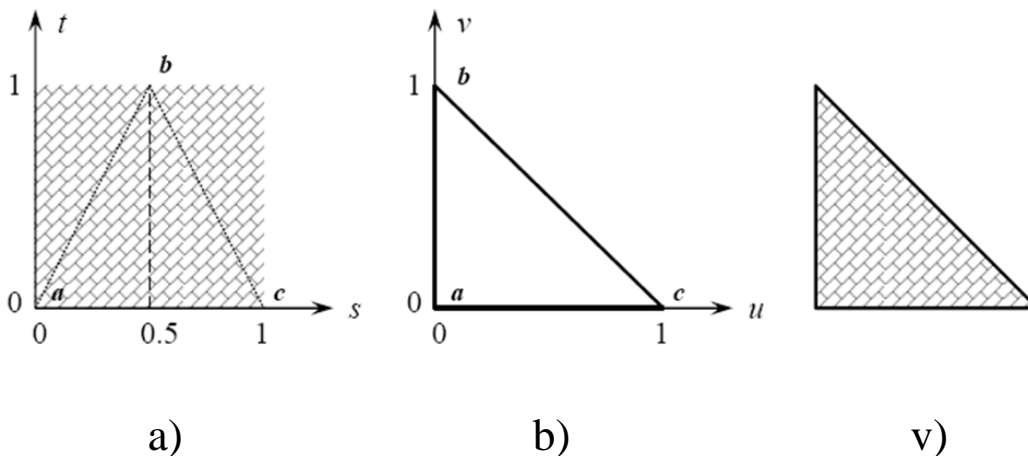
## **2.5. Rastr almashtirishlari**

Rastrlash geometrik modellashtirishga tegishli emas, biroq modellashtirish usullari har doim rastr almashtirishlari bilan chambarchas bog‘liq va ular birgalikda obyektlarni tasvirlashning yaxlit jarayonini tashkil etadi. Shu sababli rastr almashtirishlari batafsil ko‘rib chiqiladi.

Rastr almashtirishlari (rastrlash) – bu ekran koordinatalarida ifodalab bo‘lingan primitivlarni chiqarish sohasiga tegishli bo‘lgan piksellar atributiga aylantirish jarayonidir. Rastrlashtirish primitivlarni qismlarga ajratish, uni teksturasini berish, uning ko‘rinmas qismlarini olib tashlash, unga soya va maxsus effektlar berish amallarini o‘z ichiga oladi.

Qismlarga ajratish yordamida primitiv proeksiyasi ekranda rastr panjarasiga mos alohida piksellarga bo‘linadi. Qismlarga ajratish kadrning buferdagi piksel vaziyatini beradi. Har bir piksel vaziyati uchun buferga fragment – pikselning asosiy xarakteristikalarini (rang yorqinligi, darajasi, tekstura koordinatalari va boshqalar) aniqlovchi kodlar majmuasi kiritiladi. Zamonaviy grafik tizimlarda obyekt poligonal shaklda rasterizatsiyaga beriladi. Har xil tizimlarda poligonlar qismlarga turlicha ajratiladi. Ko‘p hollarda vatar va kvad bo‘linishlari qo‘llaniladi. Vatar – ekran tekisligidagi poligon proeksiyasi ichiga joylashgan rastr qatori qismi. Kvad – poligon proeksiyasiga tegishli 2x2 o‘lchamli piksel maydoni. Misol uchun, vatar qismlariga ajratish quyidagicha amalga oshiriladi. Vatarni topish jarayonida avval poligonlar qirralarini tashkil qiluvchi piksellar koordinatalari – ekrandagi proeksiyalari hisoblanadi. Buning uchun Brezenxem algoritmlari modifikatsiyalaridan birortasidan foydalaniladi. Olingan koordinatalarni qatorlar bo‘yicha saralash, ularning ichida esa, piksellar vaziyati bo‘yicha har bir elementlar juftligi Vatarni aniqlovchi ro‘yxat beradi. Vatar bo‘ylab harakatlanish jarayonida pikselning rangi, darajasi va boshqa xarakteristikalarini aniqlanadi.

Obyekt tasviri realligini oshirish uchun uning sirtiga tekstura beriladi. Tekstura eng sodda holda elementlari nuqtali bezak – teksellar bo‘lgan ikki o‘lchovli massivdir. Teksellar massivi (tekstura xaritasi) tekstura koordinatalar tizimi – TKTga bog‘lanadi. Grafik tizim xotirasida teksellarga ularning vizual atributlarini ifodalovchi kodlar mos qo‘yiladi. Batafsil tekstura tekstura xaritasi kutubxonasi yordamida shakllantiriladi. Teksturaning mazmuni – tasvirning har bir elementi uchun rang yorqinligi kodini topishdan iborat. Buning uchun avval primitiv va tekstura koordinatalari tizimi o‘rtasidagi bir qiymatli moslikni o‘rnatadigan akslantiruvchi funksiya topiladi. Keyin primitiv elementi proeksiyalanadigan ekranga pikselni akslantirish jarayonida mos tekselning rang yorqinligi olinadi. 2.1-rasmda o‘zining  $s, t$  koordinatalar tizimida berilgan tekstura bilan  $u, v$  koordinatalar tizimida berilgan uch burchak primitivni qoplash ko‘rsatilgan.



2.1-rasm. Tekstura bilan qoplash uchun akslantiruvchi funksiyani aniqlashga namuna: a) tekstura va b) poligonlarning o‘z koordinatalar tizimida berilishi; v) teksturalash natijasi.

Akslantiruvchi funksiya foydalanuvchi tomonidan aniqlanadi va u chiziqli ham nochiziqli ham bo‘lishi mumkin. Misol uchun, 2.1-rasmda ko‘rsatilgan holat uchun, primitiv va tekstura koordinatalar tizimlari orasidagi moslik quyidagi chiziqli tenglamalar juftligi orqali berilishi mumkin:

$$s = Au + Bv + C, \tag{2.3}$$



$$t = Du + Ev + F, \quad (2.4)$$

bu yerda,  $A, \dots, F$  – akslantirish funksiyalarining oltita sonli koef-fitsiyentlari. Bu koefitsiyentlarni topish uchun koordinatalarning sonli qiymatlariga cheklanishlarni shakllantirib olish va ularni shu koefitsiyentlar bilan oltita tenglama ko‘rinishida ifodalash kerak. 2.1-rasmdagi misol uchun cheklanishlar sifatida bir xil  $a, b$  va  $c$  harflar bilan belgilangan primitiv va tekstura elementlari mosligi o‘rnatiladi:

$$a \text{ nuqta uchun } (2.3) \text{ ifoda} - 0 = A \cdot 0 + B \cdot 0 + C,$$

$$(2.4) \text{ ifoda} - 0 = D \cdot 0 + E \cdot 0 + F.$$

$$b \text{ nuqta uchun } (2.3) \text{ ifoda} - 0,5 = A \cdot 0 + B \cdot 1 + C,$$

$$(2.4) \text{ ifoda} - 1 = D \cdot 0 + E \cdot 1 + F.$$

$$c \text{ nuqta uchun } (2.3) \text{ ifoda} - 1 = A \cdot 1 + B \cdot 0 + C,$$

$$(2.4) \text{ ifoda} - 0 = D \cdot 1 + E \cdot 0 + F.$$

Tenglamalar yechimi koefitsiyentlarning qiymatlarini beradi:  $A = E = 1, B = 0.5, C = D = F = 0$ . Natijada akslantiruvchi funksiya quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$s = u + 0.5v,$$

$$t = v,$$

va  $u$  primitivning ixtiyoriy nuqtasi uchun teksturani hisoblashga imkon beradi.

Akslantirishning chiziqli funksiyasi tadbiri juda sodda va hisoblash tizimidan katta resurs sarfi talab qilmaydi. Biroq u teksturalashning eng past sifatini beradi. Kvadratik parabola va splayn-funksiyada tekstura koordinatasini interpoliyatsiyalash ancha sifatli, biroq ancha sekin teksturalashni beradi.

Egri chiziqli primitivlar uchun, misol uchun, ikkinchi tartibli sirtlar bo‘lganda, akslantirish funksiyasi umuman olganda nochiziqli bo‘ladi. Bu funksiyani primitiv-sirtning har bir elementi uchun hisoblash zarur bo‘ladi va bu ko‘p hisoblash vaqti talab qiladi. Bundan tashqari, aks ettirishning realligini oshirish maqsadida zamonaviy grafik tizimlarda multiteksturalash qo‘llaniladi, ya’ni bitta primitivga bir nechta tekstura aralash qo‘llaniladi. Bu usul teksturalashga hisoblash xarajatlarini oshirib yuboradi, shuning

uchun odatda, geometrik almashtirishlardan so'ng egri chiziqli primitivlar tekis poligonlar bilan approksimatsiyalanadi. Poligonlar ekran tekisligiga poligonlar ko'rinishida proeksiyalanadi. Ularni ekranda bo'yash primitiv proeksiyasiga tegishli bo'lgan vatar yoki kvada bo'ylab amalga oshiriladi. Teksturalash jarayonini tezlashtirish uchun tekstura koordinatalarining aniq qiymatlari faqatgina chegaraviy fragmentlar uchun hisoblanadi, oraliq fragmentlar uchun tekstura koordinatalari interpolyatsiya yordamida taxminan topiladi.

Obyektни olib tashlashda kuzatuvchi koordinatalar tizimida uning ko'rinvchi o'lchamlari ekranda kichiklashadi. Bu teksturaning bir nechta elementlari bitta pikselga proeksiyalanishini bildiradi. Ma'lumki, bu hol uchun har bir piksel biror bir o'rtacha rang yorqinligi bilan yoritilishi kerak, aks holda tasvirning rang buzilishi ro'y beradi. Real vaqt rejimida o'rtacha rang yorqinligini amalga oshirmaslik uchun uni oldindan bajarib qo'yiladi. Tasvirlashning dastlabki bosqichida har xil mukammallikdagi teksturasi ierarxiyasi (piramidasi) tuziladi. Ierarxiyaning eng quyi qatlamini dastlabki tekstura tashkil etadi, keyingi qatlamning teksturasi oldingi qatlam teksturasini 4 karra (har bir koordinata bo'ylab 2 karradan) siqish yo'li bilan olinadi. Siqish jarayonida teksellar rang yorqinligi o'rtachasi olinadi. Ierarxiyaning eng yuqori qatlamida teksturalanayotgan obyektning maksimal uzoqlikdagisiga mos keluvchi tekstura turadi. Real vaqt bosqichida primitivning kuzatuvchidan uzoqligi aniqlangandan so'ng tekstura piramidasidan bu uzoqlikka mos keluvchi tekstura tanlanadi. Piramidadan foydalanib teksturalash mip-mapping [18] deb nomlanadi. Ierarxiya teksturasi ularni saqlash uchun xotira sarfini uchdan birgacha oshiradi. Zamonaviy grafik tizimlarda tekstura qoplash apparat tomonidan qo'llab-quvvatlanadi.

Uch o'lchovli obyektlarni tasvirlashda reallikni oshirish uchun bir yoki bir nechta yorug'lik manbaida ularni yoritilishini model-lashtirish kerak bo'ladi. Yorug'likning yutilishi, sinishi, qaytishi kabi fizik qonuniyatlariga asoslanib yoritilganlikni aniq hisoblash ancha murakkab ish va shuning uchun yoritilganlikning soddalashtirilgan modellaridan foydalaniladi. Eng sodda modellardan biri tarqoq yorug'lik manbaida yoritilganlikni hamda

nuqtali yorug‘lik manбайдan yoritilganlikning diffuz va shu‘la komponentlarini hisobga oladi [18]. Primitiv sirti elementida  $I$  intensivlikni hisoblashda bu yorug‘lik manbalarining  $I_R$ ,  $I_T$  intensivligi, kuzatuvchidan primitivgacha bo‘lgan masofa  $d$ , yorug‘lik manbai, kuzatuvchi va primitivlarning o‘zaro joylashuvi, hamda primitiv sirti xossalari hisobga olinadi:

$$I = I_k k_{dr} + \frac{I_T}{d + K} (k_{dt} \cdot \cos \theta + k_z \cdot \cos^n \alpha)$$

bu yerda,  $k_{dr}$ ,  $k_{dt}$  – tarqoq yorug‘lik va nuqtali manba yorug‘liklari diffuz qaytish koeffitsiyenti;

$k_z$  – zerkal qaytish koeffitsiyenti;

$K$  – tadqiqot usulida tanlanadigan o‘zgarmas;

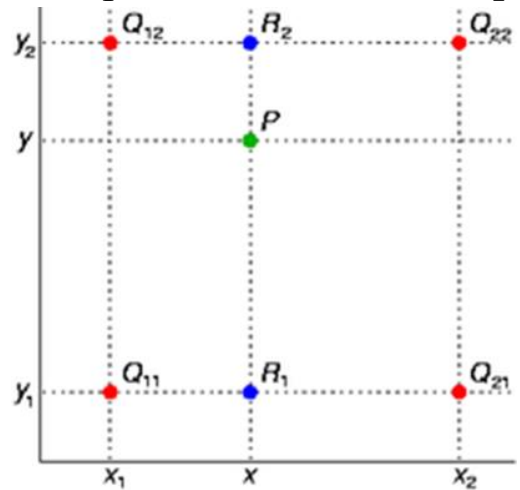
$\theta$  – tushuvchi yorug‘lik nuri va sirt normal orasidagi burchak;

$\alpha$  – sirdan qaytuvchi nur va kuzatuvchi ko‘rish nuri orasidagi burchak;

$n$  – qaytuvchi nurning fazoviy tarqoqligini beruvchi darajali ko‘rsatkich (sirt silliqligiga bog‘liq).

Rangli tasvirni shakllantirishda har bir rang komponentasi uchun intensivlik alohida hisoblanadi. Agarda yorug‘likning nuqtaviy manbalari bir nechta bo‘lsa, u holda, ular tomonidan hosil qilinayotgan yoritilganlik qo‘shiladi. Yoritilganlikni hisoblashda yorug‘lik tarqalishi qonuniyatlarini aniq hisobga olish hisoblashlar hajmini yanada oshirib yuboradi. Real vaqt rejimida har bir piksel uchun ularni bajarish ancha murakkab, shuning uchun zamonaviy grafik tizimlarda yoritilganlikni hisoblashda interpolyatsiyani qo‘llashadi. Yoritilganlikning Guro usuli keng qo‘llaniladi. Uning mazmuni shundan iboratki, primitiv dinamikasining har fazasi uchun yoritilganlikning aniq qiymati faqat uning uchlarida hisoblanadi. Uchlarni birlashtiruvchi qirralarda yoritilganlik chiziqli interpolyatsiya yordamida hisoblanadi. Poligon (Vatar) ichida rastr qatori kesmasi poligon proeksiyasi qirrasini ikki nuqtada kesib o‘tadi, bu nuqtalar koordinatalaridan foydalanib interpolyatsiya koeffitsiyentlari topiladi. Ular Vatarining chetki nuqtalari yoritilganligini hisoblash uchun ishlatiladi, Vatar oraliq nuqtalari yoritilganligi Vatar bo‘ylab chiziqli interpolyatsiya yo‘li aniqlanadi.

Guro bo'yashi bir qator kamchiliklarga ega, biroq o'zining soddaligi bilan ko'pgina grafik tizimlarda qo'llaniladi. Real vaqt rejimida ancha sifatli, biroq ancha murakkab yoritish modeli – Fong modelini qo'llashga harakat qilinmoqda. U primitiv yuzasi bo'ylab normal holatini uning burchaklaridagi normallar oralig'ida bichiziqli interpoliyatsiyalashga asoslangan.



Bichiziqli interpoliyatsiya — hisoblash matematikasida ikki o'zgaruvchili funktsiya uchun chiziqli interpoliyatsiyani kengaytirilishidir. Asosiy g'oyasi oddiy chiziqli interpoliyatsiyani avval bir yo'nalishda keyin perpendikulyar bo'lgan ikkinchi yo'nalishda amalga oshirishdan iborat. Bichiziqli interpoliyatsiya formulasi ixtiyoriy to'g'ri to'rt burchakda uning to'rtta uchi koordinatasi bilan interpoliyatsiyalanadi va bu funktsiya bilan tekislikning qolgan nuqtalaridagi qiymati hisoblanadi.

Faraz qilaylik  $f$  funktsiyaning qiymatini  $P = (x, y)$  nuqtada interpoliyatsiyalash kerak bo'ldi. Buning uchun funktsiyaning  $P$  nuqtaning atrofidagi  $Q_{11}(x_1, y_1)$ ,  $Q_{12}(x_1, y_2)$ ,  $Q_{21}(x_2, y_1)$  va  $Q_{22}(x_2, y_2)$  nuqtalardagi qiymatlarini bilish zarur.

Birinchi qadamda absissa o'qi bo'ylab yordamchi  $R_1$  va  $R_2$  nuqtalardagi qiymat interpoliyatsiyalanadi, ya'ni  $R_1 = (x, y_1)$ ,  $R_2 = (x, y_2)$

$$f(R_1) \approx \frac{(x_2 - x)}{(x_2 - x_1)} f(Q_{11}) + \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} f(Q_{21})$$

$$f(R_2) \approx \frac{(x_2 - x)}{(x_2 - x_1)} f(Q_{12}) + \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} f(Q_{22})$$

$R_1$  va  $R_2$  yordamchi nuqtalar orasida chiziqli interpoliyatsiya amalga oshiriladi

$$f(P) \approx \frac{(y_2 - y)}{(y_2 - y_1)} f(R_1) + \frac{(y - y_1)}{(y_2 - y_1)} f(R_2)$$

Bu  $f(x, y)$  funksiyaning interpolyatsiyalanuvchi funksiyalari hisoblanadi:

$$\begin{aligned}
 f(x, y) \approx & \frac{f(Q_{11})}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)} (x_2 - x)(y_2 - y) + \\
 & + \frac{f(Q_{21})}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)} (x - x_1)(y_2 - y) + \\
 & + \frac{f(Q_{12})}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)} (x_2 - x)(y - y_1) + \\
 & + \frac{f(Q_{22})}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)} (x - x_1)(y - y_1).
 \end{aligned}$$

Xususiyl holda, birlik kvadrat uchlarining koordinatalari ma'lum bo'lganda bu chiziqli interpolyatsiya formulasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\begin{aligned}
 f(x, y) \approx & f(0,0)(1 - x)(1 - y) + f(1,0)x(1 - y) + \\
 & + f(0,1)(1 - x) + f(1,1)xy.
 \end{aligned}$$

Yoki vektorlarni matritsaga ko'paytirish yordamida

$$f(x, y) \approx \begin{bmatrix} 1 - x & x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) \\ f(1,0) & f(1,1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 - y \\ y \end{bmatrix}.$$

Ko'rishimiz mumkinki, interpolyatsiya chiziqli bo'lmasdan, bichiziqli:

$$z = (a_1x + a_2)(a_3y + a_4),$$

chunki ikkita chiziqli funksiyalar ko'paytmasidan iborat. Bu boshqacha ham yozish mumkin:

$$z = b_1 + b_2x + b_3y + b_4xy,$$

bu yerda,

$$\begin{aligned}
 b_1 &= f(0,0) \\
 b_2 &= f(1,0) - f(0,0) \\
 b_3 &= f(0,1) - f(0,0) \\
 b_4 &= f(0,0) - f(1,0) - f(0,1) + f(1,1).
 \end{aligned}$$

Bichiziqli interpolyatsiya natijasi qadamlar ketma-ketligiga bog‘liq emas. Shuning uchun, avval ma’lum nuqtalar orqali ordinata o‘qi bo‘ylab interpolyatsiyalash, keyin ikkita yordamchi nuqtadagi qiymatni hosil qilib ular bilan absissa o‘qi bo‘ylab interpolyatsiyalash mumkin. Natija esa bir xil bo‘ladi.

### **Nazorat savollari**

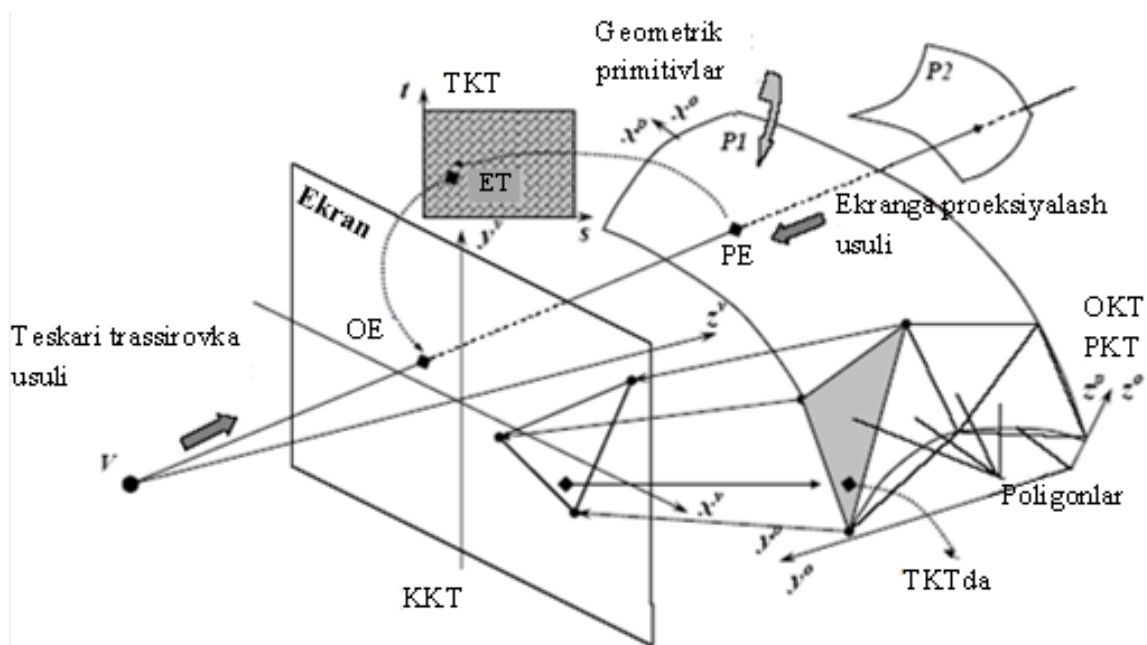
1. Rastr almashtirishlari deganda nima tushiniladi?
2. Rastrlashtirish qanday amallarni o‘z ichiga oladi?
3. Qismlarga ajratish amalini tushuntirib bering.
4. Poligonlarni qismlarga ajratishning vatar va kvad usullarini tushuntirib bering.
5. Tekstura berish mazmuni nimadan iborat va u qanday amalga oshiriladi?
6. Tekstura va primitiv koordinatalar sistemasi orasidagi mosliklarni sodda misollarda ko‘rsatib bering.
7. Multitekstura deganda nima tushuniladi?
8. Teksturalash jarayonini tezlashtirish uchun qanday ishlar amalga oshiriladi?
9. Piramidadan foydalanib teksturalash nima maqsadda ishlatiladi?
10. Teksturalashda yorug‘likning o‘rni qanday?
11. Guro va Fong modelida yoritishning farqli tomonlari nimalardan iborat?
12. Bichiziqli interpolyatsiyalashdan foydalanishning asosiy maqsadi nimadan iborat?

*Tayanch iboralar:* rastrlashtirish, teksturalash, multiteksturalash, poligonlarni qismlarga ajratish, Guro usuli, Fong modeli, chiziqli va bichiziqli interpolyatsiya.

## **2.6. Grafik konveyer**

Oldingi paragrafda sanab o‘tilgan almashtirishlar ixtiyoriy ketma-ketlikda va tasvirlashning tanlangan usuliga bog‘liq bo‘lgan har xil algoritmlar bo‘yicha bajarilishi mumkin. Tasvirlashning ikki usulini ajratib ko‘rsatish mumkin: nurlarni teskari trassirovkalash usuli va ekranga to‘g‘ri proeksiyalash usullari. Ular 2.2-rasmda tasvirlangan, bu yerda,  $v, o, p$  indekslar mos holda kuzatuvchi koordinatalar tizimi (KKT), obyekt koordinatalar tizimi (OKT) va primitiv koordinatalar tizimiga (PKT) tegishlilikini ko‘rsatadi. Birinchi usulning maqsadi ekranning har bir pikselini yoritish uchun rang yorqinligini topishdan iborat. Bu usulning soddalashtirilgan modeli quyidagidan iborat:

- ✓ sahnaviy almashtirishlar bajarilgandan so‘ng piksellarni ketma-ket tanlash amalga oshiriladi;
- ✓ joriy piksel uchun proektor aniqlanadi. Bu proeksiyalash markazidan (kuzatish nuqtasidan);  $v$ ) chiquvchi va tasvir elementi joriy pikselidan o‘tuvchi nur;
- ✓ proektorning geometrik primitiv bilan kesishish nuqtasi topiladi (rasmda R1 va R2) va ulardan proeksiyalash markaziga eng yaqini tanlanadi, berilgan holat uchun bu primitiv elementi bo‘ladi;



2.2-rasm. Fazoviy obyektlarni tasvirlashning ikki usuli: (rasmdagi qisqartmalar: KKT – kuzatuvchi koordinatalar tizimi, OE – obyekt elementi, TKT – tekstura koordinatalar tizimi, PE –

primitiv elementi, OKT – obyekt koordinatalar tizimi, PKT – primitiv koordinatalar tizimi, ET – tekstura elementi).

✓ primitivning topilgan nuqtasiga mos holda tekstura elementi qo'yiladi. Uning rang yorqinligi kodi xotiradan (tekstura koordinatalar tizimidan) olinadi;

✓ rang yorqinligi kodi joriy piksel manzili bo'yicha kadr buferiga kiritiladi. Natijada har bir pikselning axborot maydoni o'z qiymati bilan to'lib boradi. Teskari trassirovka usuli katta hisoblashlar sarfi bilan fotografiya sifatidagi tasvir olish imkonini beradi.

To'g'ri proeksiyalash usulining mazmuni obyektning har bir nuqtasini tasvirlash uchun ekrandan uning o'rnini aniqlashdan iboratdir Uning soddalashtirilgan algoritmi quyidagi bosqichlarga ega:

✓ sahnaviy almashtirishlar bajarilgandan so'ng kuzatuvchi ko'rish zonasiga tushgan geometrik primitivlar tanlab olinishi amalga oshiriladi. Har bir primitivda uning barcha nuqtalari yoki xarakterli nuqtalari qaraladi (bu primitiv axborot modeliga bog'liq);

✓ primitiv elementi joriy nuqtasi uchun tekstura koordinatalar tizimida rang yorqinligi kodi aniqlanadi va joriy nuqtani proeksiya markazi  $V$  bilan tutashtiruvchi proektor o'tkaziladi;

✓ proektorning ekran tekisligi bilan kesishish nuqtasi topiladi – bu primitiv joriy nuqtasi akslantiriladigan obyekt elementi pikseli;

✓ joriy nuqta rang yorqinligi kodi topilgan piksel manzili bo'yicha kadr buferiga kiritiladi;

✓ proeksiyalash jarayonida har xil primitivlarga tegishli bo'lgan bir nechta nuqtalar uchun proektorlar ustma ust tushishi mumkin. Bu hol uchun bu nuqtalarning proeksiyalash markazidan uzoqdaligi taqqoslanadi va kadr buferida proeksiyalash markaziga eng yaqin nuqtaning rang yorqinligi saqlanadi.

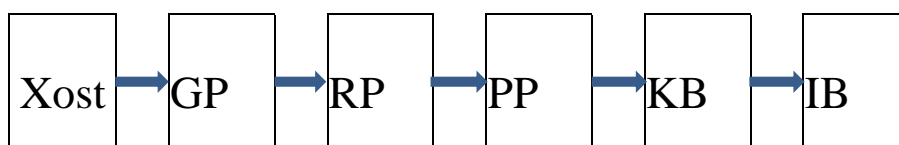
Tasvirlashning ikkinchi usuli birinchisiga nisbatan tezroq amalga oshiriladi, biroq tasvirlash imkoniyati kamroq bo'ladi.

Real grafik tizimlarda bu keltirilgan usullar kombinatsiyasi qo'llaniladi, bu 2.2-rasmda ham o'z aksini topgan. Avval ikkinchi usul bo'yicha primitiv nuqtalarini ekran tekisligiga proeksiyalash va kuzatuvchiga yaqin nuqtalarni topish amalga oshiriladi. Obyekt yoritilganligini modellashtirish uchun bu nuqtalarda primitiv sirtiga



normallar topiladi. Keyin primitiv proeksiyasi ichida vatar (Vatar) yoki kvada qaraladi. Ular teskari trassirovka yo‘li bilan primitivlarga va ular orqali teksturalarga bog‘lanadi. Teksellarni hisoblashda ularning rang yorqinligini o‘rtachasi olinadi.

Keltirilgan grafik amallar tabiiy konveyer tashkil qiladi: ma’lumotlar ketma-ket qayta ishlashning bir nechta bosqichlaridan o‘tadi, bu yerda, bir bosqichning chiquvchi ma’lumotlari keyngisiga kiruvchi ma’lumot sifatida uzatiladi. Zamonaviy grafik tizimlarda konveyer bosqichlari tizimning markaziy protsessori (xost protsessor) va uning apparat qismi – grafik protsessori orasida taqsimlanadi. Grafik konveyerning umumlashgan tuzilishi 2.3-rasmda keltirilgan. Bu yerda geometrik primitiv sifatida tekis poligonlar qabul qilingan.



2.3-rasm. Grafik tizimlarning umumlashgan tuzilish sxemasi.

Xost-protsessor sahnaviy almashtirilarni bajaradi va primitivlar ro‘yxatini hosil qiladi. Geometrik protsessorida (GP) primitivlar geometrik almashtiriladi. Qo‘shimcha poligonlar uchlari uchun bo‘yash atributlari hisoblanadi. Rastr protsessori (RP) primitiv elementlari proeksiyalanadigan rastr tekisligi piksellarining manzili va atributlarini hisoblaydi. Teksturalash sifatini oshirish uchun har bir pikselni kichik elementlar – subpiksellar majmuasi deb qarash mumkin. Bitta pikselni xarakterlovchi ma’lumotlar paketi fragment deb ataladi, shuning uchun rastr protsessori *fragment protsessori* deb ham ataladi. Fragmentlar tavsifi piksel protsessoriga (PP) kiruvchi ma’lumot bo‘ladi. PP da z-bufer algoritmi yordamida kuzatuvchiga ko‘rinadigan piksellar ko‘rsatiladi va har bir ko‘rinuvchi piksel rang yorqinligi aniqlanadi. Ko‘rinuvchi piksellar atributlari kadr buferiga (KB) kiradi va regeneratsiya chastotasi bilan indekslash blogiga (IB) o‘tadi. Agarda biror bir bosqichda apparat qurilmasining qayta ishlash imkoniyati yetishmasa bu jarayonni parallel tashkil qilishga to‘g‘ri keladi. Ko‘p hollarda

murakkab sahnalarni aks ettirishda KB xotirasining cheklanganligi tufayli bitta grafik konveyerning quvvati yetarli bo'lmaydi. Bunday hollarda kerakli natijaga erishish uchun bir nechta konveyerni parallel qo'yish kerak bo'ladi.

### **Nazorat savollari**

1. Obyektni tasvirlashda nurlarni teskari trassirovkalash usuli nimadan iborat?
2. Obyektni ekranga to'g'ri proeksiyalash usuli nimadan iborat?
3. Real grafik tizimlarda obyektlarni tasvirlashning qanday usullaridan foydalaniladi?
4. Grafik tizimlardagi konveyer bosqichlarini sanab bering.
5. Grafik konveyerdagi xost protsessori vazifasi nimadan iborat?
6. Geometrik va rastr protsessorlarida qanday amallar bajariladi?
7. Pikel protsessorida kiruvchi va chiquvchi ma'lumotlar nimalardan iborat bo'ladi?
8. Kadr buferi indekslash blogi qanday vazifalarni bajaradi?

*Tayanch iboralar:* nurlarni trassirovkalash, to'g'ri proeksiyalash, tabiiy konveyer, grafik konveyer, xost protsessor, piksel protsessori.

## **3-BOB. KOMPYUTER GRAFIKASINING GEOMETRIK PRIMITIVLARI**

### **3.1. Poligonlar**

Poligonal to‘r (ingliz tilidan polygon mesh) — bu hajmiy modellashtirish va uch o‘lchovli kompyuter grafikasida ko‘pyoqli obyekt shaklini aniqlaydigan uchlar, qirralar va yoqlar majmuasidir. Odatda, yoqlar uchburchaklar, to‘rtburchaklar yoki boshqa oddiy qavariq ko‘pburchaklar (poligonlar) bo‘ladi va bu esa renderlashni soddalashtiradi, biroq to‘r umuman olganda bukilgan ko‘pburchak yoki teshikchali ko‘pburchaklardan ham tashkil topgan bo‘lishi mumkin. Bu yerda renderlash (ingl. Rendering – “Vizualizatsiya”) – kompyuter dasturlari yordamida model bo‘yicha tasvirni olish jarayonini belgilovchi kompyuter grafikasi atamasidir.

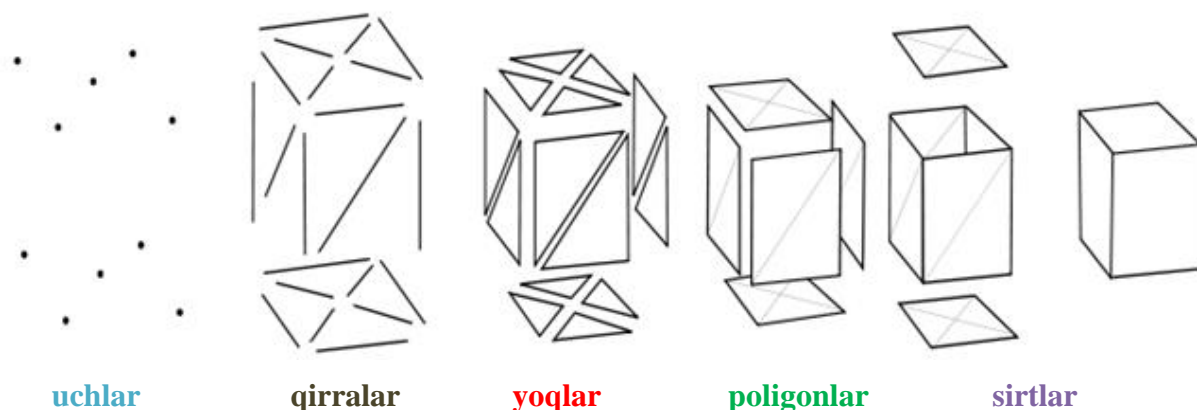
Poligonal to‘r haqidagi ta‘limot – bu kompyuter grafikasi va geometrik modellashtirishning katta qismi hisoblanadi. To‘rlar ustida amalga oshiriladigan ko‘pgina amallar bul algebrasi, silliqlash, soddalashtirish va shu kabilarni o‘z ichiga oladi. Poligonal to‘rning har xil ko‘rinishlari turli maqsadlar va ilovalar uchun foydalaniladi. Poligonal to‘rlarni tarmoqlar orqali uzatish uchun “oqimli” va “progressiv” to‘r kabi tarmoq tasvirlaridan foydalaniladi. Poligonal to‘r faqat sirtni aniq tasvirlasi, hajmiy to‘rlar poligonaldan farqli holda, ham sirtni, ham hajmiy tuzilishni aniq tasvirlashga imkon beradi. Poligonal to‘r kompyuter grafikasida keng qo‘llaniladi va ular uchun nurlarning yo‘nalishlarini belgilash (trassirovka), to‘qnashuvlarni aniqlash, qattiq jismlar dinamikasi kabi algoritmlari aniqlangan.

Poligonal to‘rning matematik ekvivalenti – strukturalashtirilmagan to‘r kombinatoriya geometriyasi usullari bilan o‘rganiladi.

#### ***To‘rlarni modellashtirish elementlari***

Poligonal to‘rlar yordamida yaratilgan obyektlar har xil turdagi elementlarni saqlashi lozim. Ko‘p hollarda esa faqatgina uchlari,

qirralari va yoki yoqlari yoki poligonlar saqlanadi. Renderer faqatgina uch tomonlama yoqlarni qo‘llab quvvatlaydi, shu sababli 3.1-rasmdagi kabi poligonlar ularning majmuasidan qurilishi shart. Shunga qaramasdan ko‘pgina rendererlar to‘rt va undan ko‘p tomonli poligonlarni qo‘llab quvvatlaydi, yoki triangulyatsiyalangan shakldagi to‘rlarni saqlash majburiyatisiz poligonlarni uchburchaklarda triangulyatsiyalashni amalga oshira oladi.



3.1-rasm. Poligonal to‘rlar.

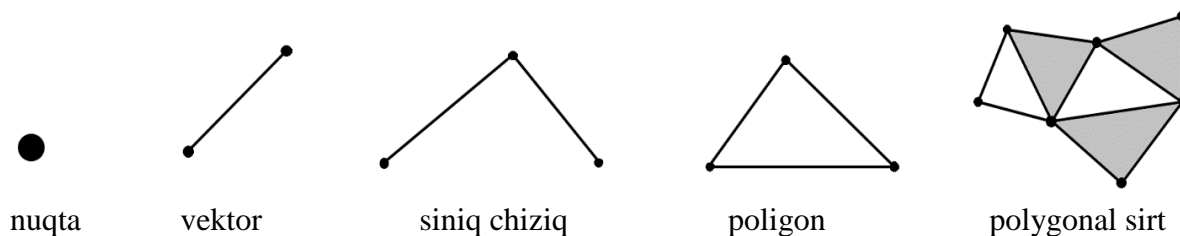
**Uch** – bu rang, normal vektor va tekstura koordinatasi kabi boshqa axborotlar bilan birgalikda o‘rinni bildiradi. **Qirra** – bu ikkita uchni tutashtiruvchi. **Yoq** – uchburchakli yoq uchta qirra, to‘rtburchakli yoq to‘rtta qirraga ega yopiq qirralar majmuasi. **Poligon** – bu yoqlar to‘plami. Ko‘p tomonli yoqlarni qo‘llab quvvatlovchi tizimlarda poligonlar va yoqlar bir qiymatlidir. Shunga qaramay, ko‘pgina apparat ta‘minotlar renderlash uchun uch yoki to‘rt tomonli yoqlarni qo‘llab quvvatlaydi, shuning uchun poligonlar yoqlar majmuasi kabi berilgan. Matematik nuqtai nazardan, poligonal to‘r geometriyalar, shakllar va topologiyalar xossalarini qo‘shib strukturalashtirilmagan to‘r yoki orientirlanmagan graf ko‘rinishida berilishi mumkin.

### ***Vektor poligonal modeli***

Fazoviy obyektlarni tasvirlash uchun bu erda quyidagi elementlar ishlatiladi: to‘g‘ri chiziq kesmalar (vektorlar), siniq chiziqlar, poligonlar, poligonal sirtlar.

“Uchi” elementi (vertex) - tasvirlashning asosiy elementi, qolganlari esa uning natijasi.

Uch o‘lchovli dekart koordinatalar sistemasidan foydalanilganda uchlar  $(x_i, y_i, z_i)$  kabi aniqlanadi. Har bir obyekt o‘zining uchlari bilan bir qiymatli aniqlanadi.



3.2-rasm. Vektor poligonal modelning asosiy elementlari.

Uchlar alohida olingan (o‘lchami ahamiyatga ega bo‘lmagan) nuqtaviy obyektни modellashtirishi mumkin, hamda chiziqli obyektlar va poligonlar uchun chetki nuqtalar sifatida ishlatilishi mumkin. Ikki nuqta bilan vektor beriladi. Bir qancha vektorlar siniq chiziqni tashkil etadi. Siniq chiziq qalinligi hisobga olinmaydigan alohida olingan chiziqli obyektни modellashtirishi mumkin yoki poligon konturini ifodalashi mumkin. Poligon yuzali obyektlarni modellashtiradi. Bitta poligon hajmga ega obyektни biror bir tekis yog‘ini tasvirlashi mumkin. Bir qancha yoqlar poligonal sirt ko‘rinishdagi hajmiy obyektни-ko‘pyoqni yoki ochiq sirtни tasvirlaydi (adabiyotlarda ko‘p hollarda “poligonal to‘r” degan nom ishlatiladi).

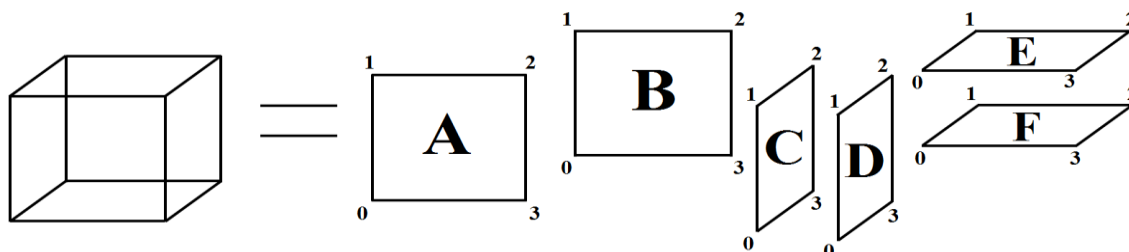
Uch o‘lchovli kompyuter grafikasining zamonaviy tizimlarida vektorli poligonal modellar juda keng tarqalgan. Undan avtomatlashtirilgan loyiha tizimlarida, kompyuter o‘yinlari va trenajyorlarda, geoaxborot tizimlari va shu kabilarda keng foydalaniladi.

Vektorli poligonal modelda ishlatiladigan ma’lumotlar tuzilmasini ko‘rib chiqaylik. Obyektga misol sifatida kubni olamiz. Ma’lumotlar tuzilmasida bunday obyektни tasvirlashni qanday tashkil qilishni ko‘raylik.

*Birinchi usul.* Hamma yoqlarni alohida saqlaymiz.

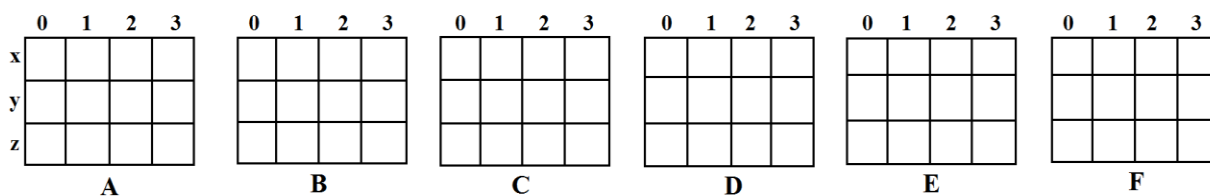
$$A \text{ yoq} = \{(x_{A0}, y_{A0}, z_{A0}), (x_{A1}, y_{A1}, z_{A1}), (x_{A2}, y_{A2}, z_{A2}), (x_{A3}, y_{A3}, z_{A3})\}$$

$$\begin{aligned}
\text{B yoq} &= \{(x_{B0}, y_{B0}, z_{B0}), (x_{B1}, y_{B1}, z_{B1}), (x_{B2}, y_{B2}, z_{B2}), (x_{B3}, y_{B3}, z_{B3})\} \\
\text{C yoq} &= \{(x_{C0}, y_{C0}, z_{C0}), (x_{C1}, y_{C1}, z_{C1}), (x_{C2}, y_{C2}, z_{C2}), (x_{C3}, y_{C3}, z_{C3})\} \\
\text{D yoq} &= \{(x_{D0}, y_{D0}, z_{D0}), (x_{D1}, y_{D1}, z_{D1}), (x_{D2}, y_{D2}, z_{D2}), (x_{D3}, y_{D3}, z_{D3})\} \\
\text{E yoq} &= \{(x_{E0}, y_{E0}, z_{E0}), (x_{E1}, y_{E1}, z_{E1}), (x_{E2}, y_{E2}, z_{E2}), (x_{E3}, y_{E3}, z_{E3})\} \\
\text{F yoq} &= \{(x_{F0}, y_{F0}, z_{F0}), (x_{F1}, y_{F1}, z_{F1}), (x_{F2}, y_{F2}, z_{F2}), (x_{F3}, y_{F3}, z_{F3})\}
\end{aligned}$$



3.3-rasm. Kubni tasvirlashning birinchi usuli.

Bu sxemani quyidagicha tasvirlaymiz:



3.4-rasm. Alohida yoqlar.

Kompyuter dasturida obyektни bunday tasvirlash usulini turlicha amalga tadbiiq qilish mumkin. Barcha yoqlarni elementlari vektor boʻlgan massivda yozish mumkin. Alohida yoqlarni tasvirlash uchun yoki butun obyektни tasvirlash uchun (klaslardan) sinflardan (C++ tilidan) foydalanish ham mumkin.  $(x, y, z)$  uchlikni birlashtiruvchi tuzilma tashkil qilish mumkin yoki koordinatalarni alohida saqlash mumkin. Bularning barchasi qaysidir maʼnoda dasturchiga, uning taʼbiga bogʻliqdir.

Kubni tasvirlash uchun zarur boʻladigan xotira hajmini quyidagicha hisoblaymiz:

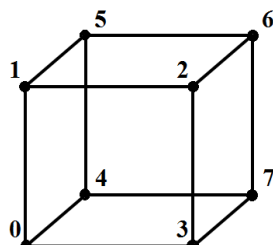
$$P_1 = 6x4x3xP_b.$$

Bu yerda,  $P_b$  – koordinatalarni tasvirlash uchun zarur boʻladigan sonning razryadi. Oltita yoq bu yerda, 24 ta uch (vershina) bilan

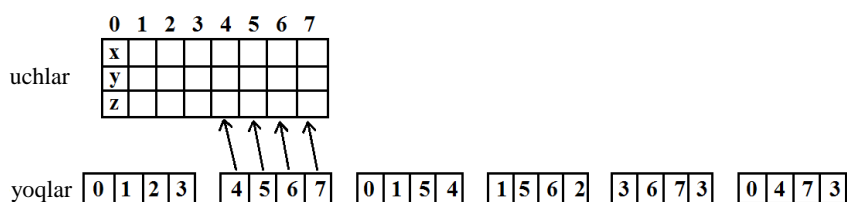
tasvirlanadi. Bunday tasvirlashda ortiqchalik bor, ya'ni har bir uch uch martadan yoziladi. Bu yerda har bir yoqda umumiy uchlar borligi hisobga olinmaydi.

### *Ikkinchi usul*

Bu variantda sakkizta uchning koordinatalari takrorlanishlarsiz saqlanadi. Ular nomerlanadi (3.5-rasm), har bir yoq uchlarining indeksleri ro‘yxati ko‘rinishida beriladi.



3.5-rasm. Uchlarning nomerlanishi.



3.6-rasm. Yoqlar massivida uchlarining indeksleri saqlanadi.

Xotira sarfini baholaymiz:

$$P_2 = 8x3xP_b + 6x4xP_{\text{indeks}}.$$

Bu yerda,  $P_b$  – uchlar koordinatalari razryadi;  $P_{\text{indeks}}$  – indeks razryadi.

### *Uchinchi usul*

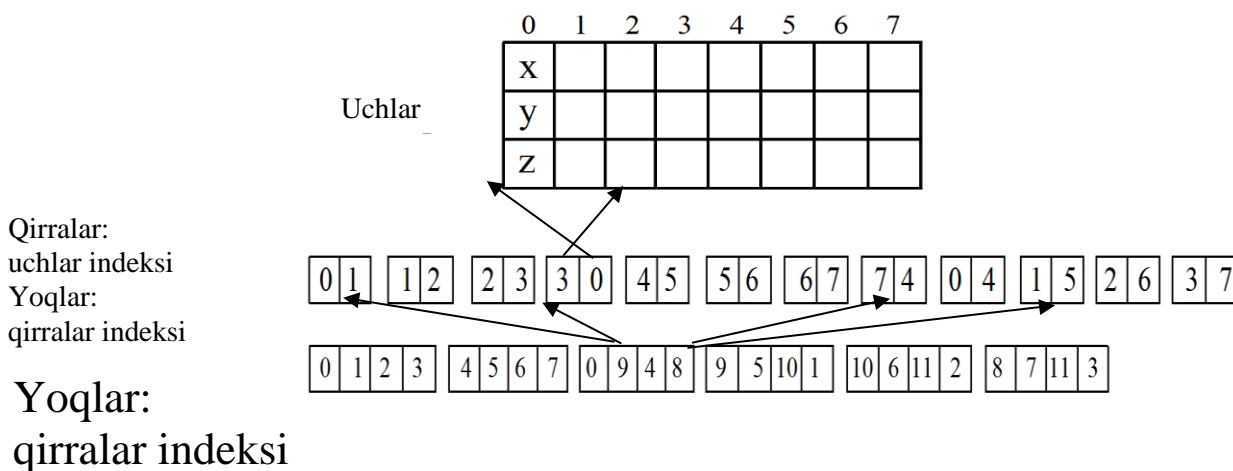
Bu usul (adabiyotlarda chiziqli-bog‘lama model deb atashadi) ierarxiyaga asoslanadi: uch, qirra, yoq.

Xotira sarfini baholaymiz:

$$P_2 = 8x3xP_b + 12x2xP_{\text{ind.uchlar}} + 6x4xP_{\text{ind.qirra}}$$



Bu yerda,  $P_b$  – koordinata razryadi;  $P_{\text{ind.uchlar}}$  va  $P_{\text{ind.qirra}}$  – uchlar indeksi razryadi va qirralar indeksi razryadi.



3.7-rasm. Chiziqli-tugun modeli.

Bu uchta variantda xotiralar hajmini taqqoslash uchun ma'lumotlar razryadini aniqlab olish zarur bo'ladi. Faraz qilaylik koordinatalar va indekslar razryadi to'rt baytni tashkil etadi. Bu koordinatalar uchun butun tip long (bu tiplar C, C++ tillaridan olingan) ga mosligini anglatadi. U holda xotira sarfi baytlarda quyidagicha bo'ladi:

$$P_1 = 6 \times 4 \times 3 \times 4 = 288$$

$$P_2 = 8 \times 3 \times 4 + 6 \times 4 \times 4 = 192$$

$$P_3 = 8 \times 3 \times 4 + 12 \times 2 \times 4 + 6 \times 4 \times 4 = 288.$$

Koordinatalar uchun 8 bayt (double tipi), indeks uchun 4 bayt ajratilgan. U holda:

$$P_1 = 6 \times 4 \times 3 \times 8 = 576$$

$$P_2 = 8 \times 3 \times 8 + 6 \times 4 \times 4 = 288$$

$$P_3 = 8 \times 3 \times 8 + 12 \times 2 \times 4 + 6 \times 4 \times 4 = 384 \text{ bo'ladi.}$$

Koordinata razryadi indeks uchun razryadga nisbatat katta bo'lganda ikkinchi va uchinchi variantlar afzalligi yuqoriroq bo'ladi. Bunday xulosaga kub uchun kelganligimizni ta'kidlash lozim. Boshqa tip obyektlar uchun variantlar o'rtasidagi yuqoridagi munosabat boshqacha bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, ma'lumotlar tuzilmasi qurishning quyidagi variantlarini hisobga olish zarur: barcha obyektlar uchun yagona massiv ishlatilganmi

yoki har bir obyekt uchun alohida massiv mo'ljallanganmi (dasturlashning obyektga-yo'ntirilgan stilida har bir obyektни alohida (klass) sinfda saqlash mumkin). Bu esa indekslar uchun har xil razryadlar zarurati deganidir.

Endi esa, vektorli poligonal modelning bu uchta har xil ko'rinishini boshqa aspektlarni hisobga olgan holda taqqoslaymiz.

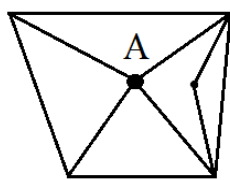
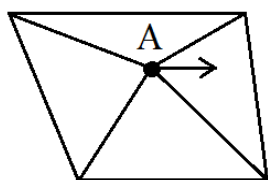
### ***Poligonlarni chiqarish tezligi***

Agarda poligonalar uchun kontur chizig'ini va to'ldirish nuqtalarini chizish zarur bo'lsa, birinchi va ikkinchi variantlar tezlik nuqtai nazaridan yaqin va konturlar ham, ichki sohani to'ldirish ham bir xil chiziladi. Ularning farqi shundaki, ikkinchi variant uchun avval uchlarning indekslarini tanlash kerak va bu esa bosib chiqarish jarayonini sekinlashtiradi.

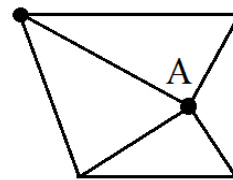
Ikkala holatda ham, chegaradosh (qo'shni) yoqlar uchun konturning umumiy qismi qayta chiziladi. Uchinchi variant uchun konturni chizishning ancha takomillashgan usulini ko'rish mumkin – agarda qirralarini tasvirlovchi massivlarda qirraning chizilgan yoki chizilmaganligini bildiruvchi bit ko'zda tutilsa, har bir chiziq faqat bir marotaba chiziladi. Bu holda uchinchi variantning tezlik bo'yicha ustunligini xarakterlaydi. Qo'shni yoqlar konturlari chiziqlarini qayta chizishning oldini olish, konturlar chizig'i uzluksiz bo'lmaganda chiziq stilining buzilishi muammosini ham hal qiladi.

### ***Topologik nuqtai nazar***

Faraz qilaylik, bir nechta qo'shni yoqlar mavjud. Agarda ma'lumotlar tuzilmasida bitta uchning koordinatalarini o'zgartirsak nima bo'ladi? Buning natijasi 3.8-rasmda keltirilgan.



Birinchi variant



Ikkinchi va uchinchi variantlar

3.8-rasm. Bitta uchning koordinatalarini o'zgartirish natijasi.

Ikkinchi va uchinchi variantlar uchun har bir uch bir nusxada saqlanadi va uning koordinatasi o'zgarish bilan avtomatik ravishda barcha yoqlarni o'zgartirishga olib keladi.

Bu ayniqsa geoinformatsion tizimlarda qo'shni yer uchaskalarini yoki boshqa qo'shni obyektlarni ifodalashda foydalidir. Shuni ta'kidlash lozimki, bu kabi natijaga birinchi variantga mos bo'lgan ma'lumotlar tuzilmasida ham erishish mumkin. Koordinatalari A nuqtaning koordinatasi bilan ustma-ust tushuvchi boshqa uchlarni qidiruvini ham ko'zda tutish mumkin. Boshqacha aytganda, bunday amalni qo'llab-quvvatlash ma'lumotlar tuzilmasida ham, algoritmik usulda ham ta'minlanishi mumkin.

Qo'shni yoqlarni ajratish kerak bo'lib qolsa, u holda, birinchi variantda ikkinchi va uchinchi variantlarga nisbatan bu ancha keyin bo'ladi, ya'ni massivlarda yangi uchlarni yangi qirralarni va yoqlarni massivlarida indeksni aniqlash zarur bo'ladi. Yangi grafik tizim yaratishda odatda quyidagi masalalarni hal qilishga to'g'ri keladi: qaysi amallarni faqat algoritmik, qaysi amallarni ma'lumotlar tuzilmasi orqali tadbiq qilinadi? Bunga javobni boshqa bir qator omillarni tahlil qilib berish mumkin. Bu yerda faqatgina ularning kichik qismi ko'rib chiqildi.

*Vektor poligonal modelning ijobiy tomonlari:*

- ✓ obyektning masshtablashning qulayligi;
- ✓ kattalashtirilganda yoki kichiklashtirilganda obyektlar, rastr modellarida tasvirlanishiga nisbatan sifatliroq ko'rinadi. Masshtablashtirish orqali uchlarni koordinatalarini tasvirlash uchun son razryadi va aproksimatsiya aniqligida belgilanadi;
- ✓ tekis yoqlar bilan bir qiymatli aproksimatsiyalanadigan sodda sirtning tasvirlash uchun ma'lumotlar hajmini kichikligi;
- ✓ obyektlarni ko'chirish yoki koordinatalar sistemasini almash-tirishda faqatgina uchlarning koordinatalarini hisoblash zarurati;
- ✓ animatsiya uchun yetarli tezlikni ta'minlaydigan zamonaviy grafik videotizimlarda ko'pgina amallarni aparat nuqtai nazaridan qo'llab-quvvatlashi.

*Poligonal modelning kamchiliklari:*

- ✓ reallikka yaqin tasvirlarni yaratish uchun vizuallashtirishning murakkab algoritmi; topologik amallar (misol uchun, biror bir kesish sifati) bajarilishining murakkab algoritmi;

✓ tekis yoqlarda aproksimatsiyalash modellashtirish xatoligiga olib keladi. Murakkab fraktal shaklga ega sirtlarni modellashtirishda, odatda yoqlar sonini oshirish imkoniyati mavjud emas va bunga sabab kompyuter tezligi va xotirasi hajmining chegaralanganligidir.

### **Nazorat savollari**

1. Poligonal to‘r deganda nima tushuniladi?
2. Kompyuter grafikasida renderlash nima uchun ishlatiladi?
3. Geometrik modellashtirishda poligonal to‘rlarning ahamiyatini nimalarda ko‘rish mumkin?
4. Uchlar, qirralar, yoqlar va poligonlar orasida qanday moslik mavjud?
5. Fazoviy obyektlarni tasvirlashda vektor poligonal modeli elementlari nimalardan iborat?
6. Vektor poligonal modelda yoqlarni oshkora berish usuli mazmuni nimadan iborat?
7. Poligonlarni uchlar ro‘yxatidagi ko‘rsatkichlar yordamida berish usulining afzalligi va kamchiligi nimalardan iborat?
8. Qirralarni oshkora berish usulining ustunlik jihatlarini ko‘rsating.
9. Vektor poligonal modelning ijobiy qirralari nimalardan iborat?

*Tayanch iboralar:* poligon, renderlash, poligonal model, topologiya, qo‘shni yoqlar, tekis yoqlar.

### **3.2. Ikkinchi tartibli sirtlar**

Poligonal modelning asosiy kamchiligi, murakkab ayniqsa egri chiziqli sirtlarni ifodalash uchun ko‘p sonli poligonlardan foydalanish talab etilishidadir. Fazoviy sahnalarni real tasvirlash uchun million va undan ortiq sondagi poligonlar talab qilinadi. Bu esa dinamik tasvirlarni sintez qilishda real vaqt rejimida ko‘p sonli primitivlar geometrik parametrlarini qayta hisoblashga olib keladi. Shuning uchun grafik tizimlarda tekis sirtlar bilan bir qatorda egri chiziqli primitivlar, xususan ikkinchi tartibli sirtlar qo‘llaniladi.

**Kvadrifa** –  $n+1$  o‘lchovli fazoda (Yevklid yoki Affin fazosida)  $\{x_1, x_2, \dots, x_{n+1}\}$  koordinatalar berilgan bo‘lsa, ikkinchi

darajali ko‘p hadlarning nollari to‘plamiga aytiladi. Kvadrikaning umumiy tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\sum_{i,j=1}^{n+1} x_i Q_{ij} x_j + \sum_{i=1}^{n+1} P_i + R = 0$$

Bu tenglamani matritsa ko‘rinishida quyidagicha tasvirlash mumkin:

$$xQx^T + Px^T + R = 0.$$

Bu erda,  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_{n+1}\}$  – vektor-qator;  $x^T$  – transponirlangan vektor;  $Q$  –  $(n+1) \times (n+1)$  o‘lchamli matritsa (hech bo‘lmaganda bitta noldan farqli elementga ega);  $P$  – vektor-qator;  $R$  – o‘zgarma.

Ikkinchi tartibli tenglama ko‘rinishidagi egri chiziqli sirt analitik modellari ikkinchi tartibli sirtlarni (kvadrik) ifodalash uchun foydalaniladi: ellipsoida (xususiy holda sfera), paraboloida, giperboloida, silindr, konus. Sirtlar matematik oshkora, umumiy va parametrik shakllarda berilishi mumkin. Maktab kursidan sirtlarning kanonik tenglamalari, misol uchun, sfera tenglamasi ma’lum:

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2,$$

bu erda  $R$  – radius qiymati.

Kanonik shakldan umumiy va oshkora tasvirlash shakllarini olish mumkin.

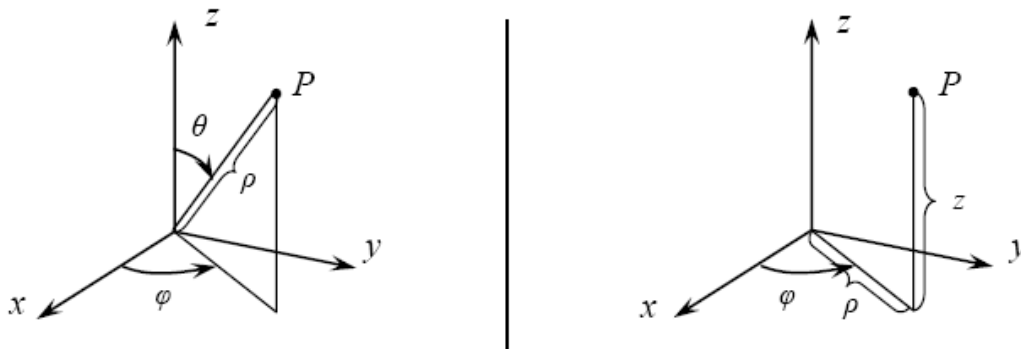
$$\text{Umumiy shakl: } F(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0,$$

$$\text{oshkora shakl: } z(x, y) = \pm \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}.$$

Umumiy shaklning noqulayligi shundaki, vizuallashtirish uchun katta resurs kerak bo‘ladigan nurlarning teskari trassirovkasi usulini qo‘llashni talab qilinadi, ya’ni kuzatuvchi koordinatalar tizimida uchta koordinata tanlovini amalga oshirish, har bir uchlik uchun  $F(x, y, z)$  qiymatni hisoblash va uni nol bilan taqqoslash kerak. Oshkora shaklda ifodalash ko‘p qiymatlilik bilan xarakterlanadi, chunki har bir  $x, y$  – juftlik uchun  $z$  ning bir emas ikkita (musbat va manfiy) qiymati mos qo‘yiladi. Bu esa keyinchalik sirtning poligonal modeliga o‘tishni murakkablashtiradi, chunki ketma-ket hisoblanadigan nuqtalar qo‘shni nuqtalar emas. Keltirilgan sabablarga ko‘ra kompyuter grafikasida kvadriklarni tasvirlashning parametrik shakldan foydalaniladi [3].

Bitta sirtni parametrik ifodalashning variantlari bir nechta bo'lishi mumkin. Bularning barchasi sirtni aylanib chiqishning tanlangan qonuniyatiga bog'liq. Misol uchun, kvadrikni ifodalash uchun argument-parametr sifatida sferik yoki silindrik koordinatalar tanlanishi mumkin. Quyida sferani bu koordinatalar tizimida ifodalash va ularning dekart koordinatalari bilan aloqalari keltirilgan.

Sferik koordinatalar  $\rho, \varphi, \theta$ . Silindrik koordinatalar  $\rho, \varphi, z$   $\rho$  – radius,  $\varphi, \theta$  – polyar koordinatalar,  $z$  – balandlik.



3.9-rasm. Nuqtani tasvirlash.

### Sfera tenglamasi

Sirtni parallel yoki meridian bo'ylab aylanib chiqish

$$\rho = R, \varphi = 0..2\pi, \quad \theta = 0.. \pi.$$

Sirtni z o'qiga perpendikulyar bo'lgan kesim bo'yicha aylanib chiqish

$$\rho = \sqrt{R^2 - z^2}, \varphi = 0..2\pi, z = -R..R$$

### Dekart koordinatalari bilan bog'liqlik

$$\begin{aligned} x &= \rho \sin \theta \cos \varphi, \\ y &= \rho \sin \theta \sin \varphi, \\ z &= \rho \cos \theta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x &= \rho \cos \varphi \\ y &= \rho \sin \varphi \\ z &= z \end{aligned}$$

Ellipsoiddan tashqari barcha ikkinchi tartibli sirtlar fazoda lokallashtirilmagan va cheksizlikkacha quriladi. Shu sababli grafik obyektlarga qo'shishda ularni boshqa primitivlar bilan chegaralash

kerak bo‘ladi. Amaliyotda sirtlarni bu kabi chegaralashda odatda, ular parametrlarining chegaraviy qiymatlaridan foydalaniladi.

Ikkinchi tartibli sirtlarni parametrik ifodalash uchun har xil parametrlar tanlanishi mumkin. Har qanday holatda ham joriy nuqta koordinatalari biror bir egri chiziqli koordinatalar tizimida hisoblanadi. Egri chiziqli koordinatalar tizimi koordinatalari to‘ri sirtida yotadi va ikkinchi tartibli sirtlar uchun yopiq koordinatalar chizig‘ini hosil qiladi. Shu sababli sirtlarni ifodalashda dekart koordinatalar tizimiga o‘tilganda parametrlarning trigonometrik funksiyalari hosil bo‘ladi. Kompyuterda trigonometrik funksiya qiymatlarini hisoblash ancha vaqt talab qiladigan amallar hisoblanadi, shu sababli grafikada undan qochishga harakat qilinadi, misol uchun orttirmalar bilan ishlashdan foydalanib [15]. Bu yerda sirtning joriy nuqtasi biror bir tartibda hisoblanadi va ketma-ket hisoblangan ikki nuqta qo‘shni bo‘ladi. Bu keyingi nuqtaning koordinatalari oldingi nuqtaning funksiyasi sifatida qarashga imkon beradi. Xususan, trigonometrik funksiyaning navbatdagi qiymati ( $\varphi_{i+1}$  burchak uchun) ni argumentning oldingi qiymati  $\varphi_i$  va uning ortirmasi  $\Delta\varphi$  (qadam) orqali topish mumkin:

$$\begin{aligned}\sin \varphi_{i+1} &= \sin(\varphi_i + \Delta\varphi) = \sin \varphi_i \cdot \cos \Delta\varphi + \cos \varphi_i \cdot \sin \Delta\varphi, \\ \cos \varphi_{i+1} &= \cos(\varphi_i + \Delta\varphi) = \cos \varphi_i \cdot \cos \Delta\varphi - \sin \varphi_i \cdot \sin \Delta\varphi.\end{aligned}$$

Tanlangan  $\Delta\varphi$  qadamda  $\sin \Delta\varphi, \cos \Delta\varphi$  qiymatlar o‘zgarmas bo‘ladi va trigonometrik funksiyaning keyingi qiymatini hisoblash ikkita amalni bajarishga keltiriladi, ya’ni bu o‘zgarmaslarni  $\sin \varphi_i, \cos \varphi_i$  oldingi qiymatlariga ko‘paytirish va ko‘paytmalarni qo‘shishga keltiriladi. Trigonometrik funksiyalarning boshlang‘ich qiymatlari ma’lum:  $\sin \varphi_0 = 0, \cos \varphi_0 = 1$ .

Agarda kvadriklar parametrik shaklda ifodalangan bo‘lsa, u holda, sirt normallarini aniqlash murakkablashadi. Ma’lumki, egri chiziqli sirtlarni yoritilganligini topish uchun uning har bir nuqtasi normali yo‘nalishini aniqlash talab qilinadi. Parametrik berilgan sirtning  $i$ -chi nuqtasidan o‘tkazilgan normal vektorning komponentalari umuman olganda kasr ratsional funksiya bo‘ladi va kuzatuvchi koordinatalar tizimida quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$n_{xi} = \begin{vmatrix} \left(\frac{\partial y}{\partial u}\right)_i & \left(\frac{\partial z}{\partial u}\right)_i \\ \left(\frac{\partial y}{\partial v}\right)_i & \left(\frac{\partial z}{\partial v}\right)_i \end{vmatrix}, \quad n_{yi} = \begin{vmatrix} \left(\frac{\partial z}{\partial u}\right)_i & \left(\frac{\partial x}{\partial u}\right)_i \\ \left(\frac{\partial z}{\partial v}\right)_i & \left(\frac{\partial x}{\partial v}\right)_i \end{vmatrix}, \quad n_{zi} = \begin{vmatrix} \left(\frac{\partial x}{\partial u}\right)_i & \left(\frac{\partial y}{\partial u}\right)_i \\ \left(\frac{\partial x}{\partial v}\right)_i & \left(\frac{\partial y}{\partial v}\right)_i \end{vmatrix}. \quad (3.1)$$

bu yerda,  $u, v$  lar parametrlar, misol uchun  $\varphi$  va  $\theta$ .

Sirtning koordinata o'qlari  $u$  yoki  $v$  bo'ylab yoyishda har bir determinantda ikkitadan xususiy hosilalar o'zgarmas bo'ladi, biroq  $n_x, n_y, n_z$  komponentalarni hisoblash sirtning har bir nuqtasida bir nechta ko'paytirish amalini bajarishni talab qiladi va bu real vaqt rejimida kerak bo'lmagan vaqt sarfini keltirib chiqaradi. Agarda normal yo'nalishi sirtning matematik ifodalanish shakliga emas balki sirtning o'zining ko'rinishiga bog'liq ekanligi hisobga olinsa masalani soddalashtirish mumkin bo'ladi. U holda normalning koordinatalarini topish uchun kvadrikni ifodalashning umumiy shaklidan foydalanish mumkin bo'ladi:

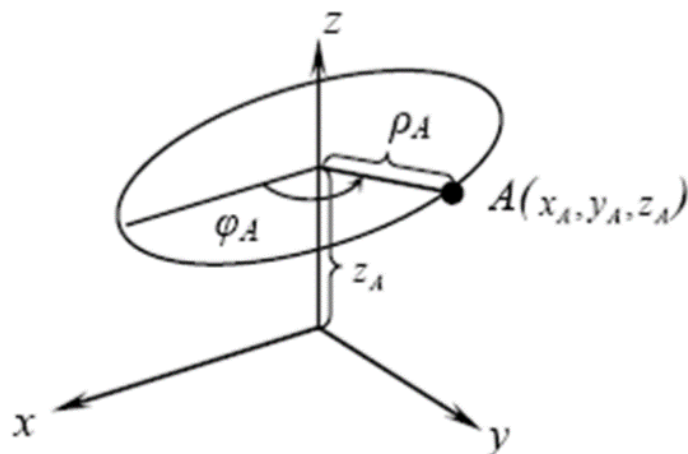
$$n_{xi} = \frac{\partial F(x, y, z)}{\partial x}, \quad n_{yi} = \frac{\partial F(x, y, z)}{\partial y}, \quad n_{zi} = \frac{\partial F(x, y, z)}{\partial z}.$$

Misol uchun, sferada normalning koordinatalari proporsional ikkiga bo'lingandan so'ng quyidagi ko'rinishni oladi:  $n_x = x, n_y = y, n_z = z$ .

Qaralayotgan kvadrikning o'ziga xosligi hech bo'lmaganda bitta koordinata tekisligida (yoki unga parallel bo'lgan tekislikda) yopiq qirqimga egalidir. Bu o'ziga xoslik kvadrikni bitta shaklda tasvirlashga keltirishga va ularni yopiq koordinatalar chiziqlari bo'ylab umumiy holda – ellipslarga yoyishga imkon beradi. Yoyish deganda koordinata tizimlari argumentlarini skanerlash jarayonida sirt nuqtalarini ketma-ket hisoblash tushuniladi. Ko'p qiymatli funksiyalarda ifodalashni oldini olish maqsadida kvadriklar parametrik bog'langan tenglamalarda beriladi. Tasvirlash parametrlari sifatida silindrik koordinatalar tizimi koordinatalari  $z$  va  $\varphi$  dan foydalanish ancha qulay bo'ladi. Silindrik koordinatalar tizimining  $z$  o'qi dekart koordinatalar tizimining applikata o'qi bilan mos tushsin. U holda nuqtaning  $z$  koordinatasi



bu ikki koordinatada bir xil bo‘ladi va uni belgilashda ham bitta belgidan foydalansa ham bo‘ladi.



3.10-rasm. Silindrik va dekart koordinatalarida kvadrik kesim.

3.10-rasmda  $z$  o‘qiga perpendikulyar tekislikning kvadrik bilan kesishishidagi ellipsda yotuvchi joriy  $A$  nuqta ko‘rsatilgan. U  $\rho_A, \varphi_A, z_A$  silindrik koordinatalarga ega, o‘z navbatida  $\rho_A$  ma’lum qonuniyat bo‘yicha o‘zgaradi va qirqim balandligi  $z_A$  ga bog‘liq.

Umumiy holda kvadrikni parametrik ifodasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_x \cos \varphi \\ y &= f_y \sin \varphi \\ z &= z, \quad z = -z_{max}, \dots, z_{max}, \quad \varphi = 0, \dots, 2\pi \end{aligned} \right\} \quad (3.2)$$

Bu erda,  $f_x, f_y$  lar sirtning geometrik parametrlarini aniqlovchi funksional ( $z$  ga bog‘liq) koeffitsiyentlar.

(3.2) ifoda elliptik kesimlar majmuasi ko‘rinishidagi kvadrik sirtini ifodalaydi. 3.1-jadvalda tanlangan kvadriklar uchun  $f_x, f_y$  koeffitsiyentlar va normal vektorning koordinatalari  $N(n_x, n_y, n_z)$  keltirilgan.

## Kvadriklarni parametrik ifodalash

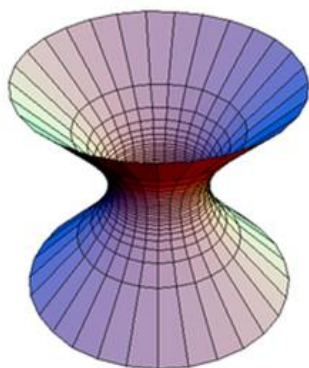
Parametr	Ikkinchi tartibli sirtlar				
	Ellipsoid	Elliptik paraboloid	Konus	Elliptik silindr	Bir polosali giperboloid
$f_x$	$a \cdot \sqrt{1 - (z/c)^2}$	$a\sqrt{z}$	$(a/c)z$	$a$	$a \cdot \sqrt{1 + (z/c)^2}$
$f_y$	$b \cdot \sqrt{1 - (z/c)^2}$	$b\sqrt{z}$	$(b/c)z$	$b$	$b \cdot \sqrt{1 + (z/c)^2}$
$n_x$	$x/a^2$	$x/a^2$	$x/a^2$	$x/a^2$	$x/a^2$
$n_y$	$y/b^2$	$y/b^2$	$y/b^2$	$y/b^2$	$y/b^2$
$n_z$	$z/c^2$	$-1/2$	$-(z/c^2)$	$0$	$-(z/c^2)$

3.1 - jadvalda quyidagi belgilashlar kiritilgan:  $a$  va  $b$  lar  $z$  o'qiga perpendikulyar ellips kesimlarning yarim o'qlari. Bu perpendikulyar kesimlar  $z$  o'qini ellipsoid va bir polosali giperboloidni  $z=0$  da, elliptik paraboloidni  $z=1$  da, konusni  $z=c$  da, elliptik silindrni  $z$  ning ixtiyoriy darajasi uchun keltirilgan.  $s$  – ellipsoidaning uchinchi yarim o'qi, bir polosali giperboloidaning mavhum yarim o'qi, konusda uning uchidagi burchakka ta'sir ko'rsatuvchi kattalik.

Kvadrik primitivlarning kamchiligi kuzatuvchi fazosida nuqtalar bilan bajariladigan amallar sonining ortib ketishi hisoblanadi. Misol uchun, sirt yoritilganligini modellashtirish yoki uning ko'rinmas tomonidagi nuqtalarni aniqlash uchun primitivning har bir nuqtasidagi normal holatini tahlil qilish lozim bo'ladi, tekstura bilan qoplashda sirtning har bir nuqtasi uchun tekstura koordinatasini hisoblash kerak, nuqtalar bo'ylab esa sirtning ekran tekisligiga perspektiv proeksiyasi bajariladi. Bu kabi hisoblashlarni kamaytirish uchun ikkinchi tartibli sirtlar almashtirishlarning ma'lum bosqichlarida triangulyatsiyalanadi va keyingi qadamlarda tekis uch burchaklar bilan ancha sodda algoritmlarda ishlanadi.

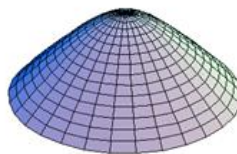
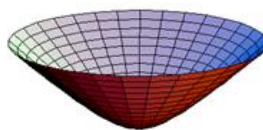
1. Bir polosali va ikki polosali giperboloidlar

A.  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$



A.

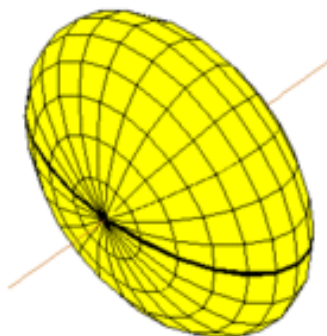
B.  $-\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$



B.

## 2. Ellipsoid

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$



### Nazorat savollari

1. Obyektni modellashtirishda nima uchun ikkinchi tartibli sirtlarga ehtiyoj sezamiz?
2. Kvadrika nima va uning umumiy tenglamasi ko‘rinishi qanday?
3. Kvadriklarning umumiy tenglamasidan foydalanish obyektни tasvirlashda qanday noqulayliklarni keltirib chiqaradi?
4. Kvadriklarni parametrik ifodalash afzalliklari nimalardan iborat va parametrlar sifatida nimalardan foydalanish mumkin?
5. Grafik obyektlar yasashda ikkinchi tartibli sirtlarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlatish mumkinmi? Fikringizni asoslang.
6. Parametrlar orttirmasidan foydalanishga qanday hollarda ehtiyoj seziladi?
7. Kvadriklar sirt normallarini aniqlashdagi murakkabliklar nimalarda ko‘rinadi?

8. Kvadrik normalini hisoblashni soddalashtirishda qanday yoʻl tutiladi?
9. Obyektlarni tasvirlashda kvadrik primitivlardan foydalanish qanday noqulayliklarga olib keladi?

*Tayanch iboralar:* kvadrik, ikkinchi tartibli sirtlar, parametrik tenglama, ellipsoida, elliptik paraboloida, konus, sfera, elliptik silindr, giperboloida.

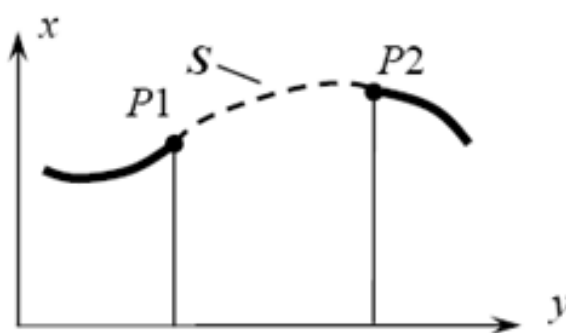
### 3.3. Bikubik splaynlar

Koʻp hollarda tasvirlanadigan obyektlar, ayniqsa, tabiatdagi obyektlar universal yaxlit analitik ifodalab boʻlmaydigan ancha murakkab shakllarga ega. Ularning shakli obyekt sirtida yotadigan xarakterli (tayanch) nuqtalar majmuasi bilan beriladi. Xarakterli nuqtalar real obyektlarni oʻlchash, ularni 3D skanerlar yordamida skanerlash natijasida hosil qilinadi yoki ishlab chiquvchi mutaxassis tomonidan belgilanadi. Misol sifatida geodezistlar tomonidan tuzilgan yer sirti qismining balandlik xaritasini keltirish mumkin. Geometrik modellashtirish jarayonida sirtning dastlabki holati berilgan aniqlikda tiklanishi lozim. Bu hosil qilinayotgan sirt imkon qadar xarakterli nuqtalar yaqinidan yoki bu nuqtalardan oʻtishi talab qilinadi. Bunda sirtning boshlangʻich xarakteristikalarini (topologiyasi) saqlab qolinishi kerak. Eng sodda yondashuv – tayanch nuqtalarni tekis sirtlar bilan birlashtirish, yaʼni poligonal modelni qoʻllash hisoblanadi. Biroq obyektning real tasvirlash uchun uning poligonal modeli oʻn minglab poligonlarni hisoblashni talab qiladi va bu grafik tizim unumdorligi va xotira sarfiga taʼsir qiladi. Kvadriklar tadbiri ham kutilgan natijani bermaydi, chunki ularni silliq birlashtirib yaxlit sirt hosil qilishda muammo paydo boʻladi. Noanalitik shakldagi sirtlar boʻlakli-polinomial funksiya – splaynlar bilan ifodalanadi.

“Splayn” soʻzi (spline) kemasozlikdan kirib kelgan. Angliyada uzun va yupqa metal chizgʻichni splayn deb atashgan. Uni boʻlajak kemandagi qirralariga (tayanch nuqtalarga) jips qoʻyish orqali uning elastikligi tufayli bortlarning aylanmalari olingan. Geometrik modellashtirishda splaynlar – bu grafik obrazi egri chiziq yoki egri

chiziqli sirtlar hisoblanuvchi bir yoki ikki o‘zgaruvchining darajali funksiyasi. Ular xususan interpoliyatsiya masalasini yechish, ya’ni berilgan tayanch nuqtalar orqali egri chiziq yoki sirtning oraliq nuqtalarini topish uchun xizmat qiladi. Splayn tenglamalari odatda uchinchi darajadan yuqori bo‘lmaydi, sababi bunday daraja egri chiziqli qismlarni silliq birlashtirish uchun kerak bo‘ladigan eng minimum daraja hisoblanadi. Buni bitta o‘zgaruvchili splayn-funksiya misolida ko‘ramiz.

3.11-rasmda ko‘rsatilgan  $P_1$  va  $P_2$  nuqtalarni  $S$  egri chizig‘i bilan shunday tutashtirish kerakki, u bu nuqtalardan o‘tsin va egri chiziqning qo‘shni qismlari bilan silliq qo‘shilsin. Rasmda qo‘shni qismlar qalin uzliksiz chizilgan, talab qilinayotgan  $S$  egri chizig‘i ko‘rinishi uzilishli chizilgan. Masalani yechish uchun  $S$  egri chiziqqa to‘rtta cheklashlar yuklanadi: 1) va 2) – egri chiziq  $P_1$  va  $P_2$  nuqtalardan o‘tadi, bu holda qo‘shilgan murakkab egri chiziq birinchi tartibli uzilishlarga ega bo‘lmaydi; 3) va 4) –  $S$  egri chizig‘i qo‘shni qismlar bilan  $P_1$  va  $P_2$  nuqtalarda silliq qo‘shiladi, u holda egri chiziq ikkinchi tartibli uzilishlarga ega bo‘lmaydi. Buning uchun  $S$  egri chiziqning to‘rtta koeffitsiyentdan kam bo‘lmagan ko‘p had ko‘rinishidagi matematik ifodasi talab qilinadi. Bu kabi ko‘p hadlarning eng soddasi quyidagi ko‘rinishdagi uchinchi darajali ko‘p haddir.



3.11-rasm. Ikki nuqta bo‘ylab splayn-interpolyatsiya.

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d,$$

Bu ko‘phad talab qilingan to‘rtta koeffitsiyentga  $a, b, c, d$  ega. Yuqorida ta’kidlangan to‘rtta cheklanishlar to‘rt noma’lumli to‘rtta tenglamalar tizimini beradi:

- 1)  $P1$  nuqtadan o'tish –  $y_1 = ax_1^3 + bx_1^2 + cx_1 + d$ ;
- 2)  $P2$  nuqtadan o'tish -  $y_2 = ax_2^3 + bx_2^2 + cx_2 + d$ ;
- 3)  $P1$  nuqtada qo'shni splaynlarning birinchi tartibli hosilalari teng –  $y_1' = 3ax_1^2 + 2bx_1 + c$ ;
- 4)  $P2$  nuqtada qo'shni splaynlarning birinchi tartibli hosilalari teng –  $y_2' = 3ax_2^2 + 2bx_2 + c$ .

Splayn egri chiziqdan farqli splayn sirtlar ular uchun burchak nuqtalari hisoblanuvchi to'rtta nuqtadan o'tishi kerak. Sirtni kubik egri chiziqni o'ziga parallel harakatlanishi natijasi sifatida tasvirlash mumkin. Bunda bu egri chiziqning chetki ikki nuqtasi harakatlanish jarayonida boshqa (yonbosh) ikkita kubik egri chiziq bo'ylab siljiydi. Natijada bikubik darajali ko'p hadda ifodalanuvchi sirt hosil bo'ladi. Ko'p hadning har bir qo'shiluvchisi ikkita argumentning 0 dan 3 gacha darajalarining har xil kombinatsiyasini o'z ichiga oladi. Splayn sirtlarning turli xil ko'rinishlari mavjud va ular har xil shartlar va geometrik parametrlardan foydalanib quriladi va har xil xossalarga ega bo'ladi [15].

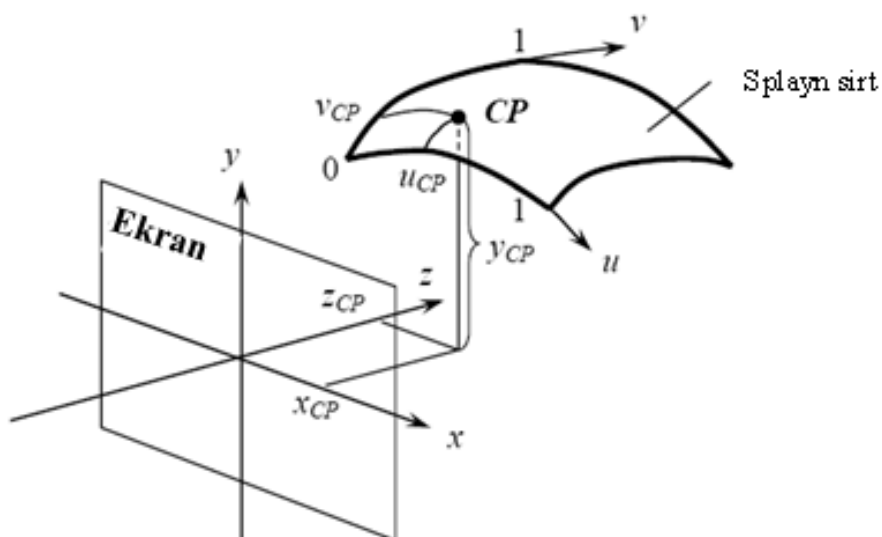
Splaynlarni ifodalash uchun aniq, mavhum va parametrik shakllardan foydalanish mumkin. Kompyuter grafikasida asosan splaynlarning parametrik ifodasidan foydalaniladi. Dekart koordinatalar tizimida ifodalashning aniq shakli qator sabablarga ko'ra juda kam ishlatiladi. Birinchidan, sirtni aniq shakldagi ifodasining ko'rinishi tanlangan koordinatalar tizimi holatiga bog'liq. Ikkinchidan, sirtning ayrim qismlari vertikal urinma vektorlarga ega bo'lishi mumkin, ya'ni hosilaning cheksizlikka intilishi kuzatiladi. Bunday hollarda sirt qismlarining ulanishi shartlarini berib bo'lmaydi. Umumiy holda splayn sirt qismlari bikubik ko'rinishli quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi

$$\begin{aligned}
 x(u, v) = & (C_{X00} + C_{X01}u + C_{X02}u^2 + C_{X03}u^3)v^0 + \\
 & + (C_{X10} + C_{X11}u + C_{X12}u^2 + C_{X13}u^3)v^1 + \\
 & + (C_{X20} + C_{X21}u + C_{X22}u^2 + C_{X23}u^3)v^2 + \\
 & + (C_{X30} + C_{X31}u + C_{X32}u^2 + C_{X33}u^3)v^3 = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 C_{Xij}u^j v^i, \\
 & u = 0, \dots, 1, \quad v = 0, \dots, 1,
 \end{aligned} \tag{3.3}$$

bu yerda,  $u, v$  ifodalash parametrlari (splayn funksiya argumentlari);  $C_{x00}, \dots, C_{x33}$  – sirtning geometrik xarakteristikalarini tavsiflovchi shakl koeffitsiyentlari.

Mos holda  $C_{y00}, \dots, C_{y33}$  va  $C_{z00}, \dots, C_{z33}$  – koeffitsiyentlarni o‘z ichiga oluvchi  $y(u, v)$  va  $z(u, v)$  ifodalar yuqoridagiga o‘xshash ko‘rinish oladi.

(3.3) ifodaning mazmuni quyidagicha.  $u, v$  argumentlar splayn sirtida joylashgan egri chizikli koordinatalar tizimining koordinatalari hisoblanadi. Unda sirtning har bir nuqtasi sonlar juftligi bilan beriladi. Sirtni aks ettirish uchun uning nuqtalari koordinatalari (3.3) yordamida ekran tekisligida joylashgan dekart koordinatalar tizimiga almashtiriladi. Splayn sirtning joriy nuqtasi  $CP$  ning yuqorida ta’kidlangan koordinatalar tizimlaridagi koordinatalar mosligi 3.12-rasmda keltirilgan.



3.12-rasm. Parametrik dekart koordinatalari orasidagi moslik.

Sirt qirqimi shakliga cheklanishlar qo‘yish orqali ko‘p hadning koeffitsiyentlari topiladi. Cheklanishlar tanloviga bog‘liq holda sirt ifodalashning  $u$  yoki bu shaklini oladi. Misol uchun, Kuns sirti (xususiy holda – Ermit sirti, Fergyson sirti) uchun cheklanishlar uning berilgan burchak nuqtalardan o‘tishi, hamda sirtning burchak nuqtalarida xususiy hosila va aralash xususiy hosilalar berilgan qiymatlari mosligi shartlari hisoblanadi [15]. Bu kabi cheklanishlardan foydalanish geometrik nuqtai nazardan tushunarli, biroq

tadbiqi juda murakkab. Geometrik modellashtirishning kompyuter tizimlarida odatda, cheklanishlar sifatida o‘n oltita tayanch nuqtasida berilgan biror bir ko‘p yoqli tayanch sirt (xarakteristik ko‘p yoq) shaklini splaynda takrorlanishidan foydalanadilar. Sirt tayanch nuqtalar yaqinidan yoki bu nuqtalarning o‘zidan o‘tishi shart, ular koordinatalarining o‘zgarishi esa sirt shaklining o‘zgarishiga olib keladi. Shu sababli sirt qirqimining ifodasi (3.3) shaklda emas, balki boshqa ko‘rinishda, ko‘p had koeffitsiyentlarini tayanch nuqtalar orqali ifodalanadi. Koordinatalar shaklidagi ifoda quyidagi ko‘rinishga ega

$$\begin{aligned} x(u, v) &= \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 f_i(v) f_j(u) P_{Xij}, \\ y(u, v) &= \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 f_i(v) f_j(u) P_{Yij}, \\ z(u, v) &= \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 f_i(v) f_j(u) P_{Zij}, \quad u = 0, \dots, 1, v = 0, \dots, 1. \end{aligned} \quad (3.4)$$

bu erda,  $P_X, P_Y, P_Z$  – tayanch nuqtalarning  $x, y, z$  koordinatalaridan iborat massiv;

$f_i(u), f_j(v)$  – har xil ko‘rinishli splayn funksiyalar har biri uchun o‘zining ko‘rinishiga ega bo‘lgan funksional koeffitsiyentlar;

$f_i(u), f_j(v)$  – funksiyalarning qiymatlari tayanch nuqtalar koordinatalarining og‘irlik koeffitsiyenti rovida kelmoqda, shu sababli ular og‘irlik funksiyalar deb ataladi.

Kompyuter grafikasida odatda splaynlarning matritsa shaklidagi ifodalaridan foydalaniladi va ular quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\begin{aligned} x(u, v) &= U \cdot M \cdot P_X \cdot M^T \cdot V^T, \\ y(u, v) &= U \cdot M \cdot P_Y \cdot M^T \cdot V^T, \\ z(u, v) &= U \cdot M \cdot P_Z \cdot M^T \cdot V^T, \end{aligned} \quad (3.5)$$

bu erda,  $U, V$  lar  $u$  va  $v$  parametrlarning darajalari vektori:

$$U = |u^3 \quad u^2 \quad u \quad 1|, \quad V = |v^3 \quad v^2 \quad v \quad 1|;$$

$P_X, P_Y, P_Z$  – tayanch nuqtalarning  $x, y, z$  koordinatalaridan iborat geometrik matritsalar, misol uchun 3.6-rasmda qabul qilingan tayanch nuqtalarni nomerlashtirish uchun,

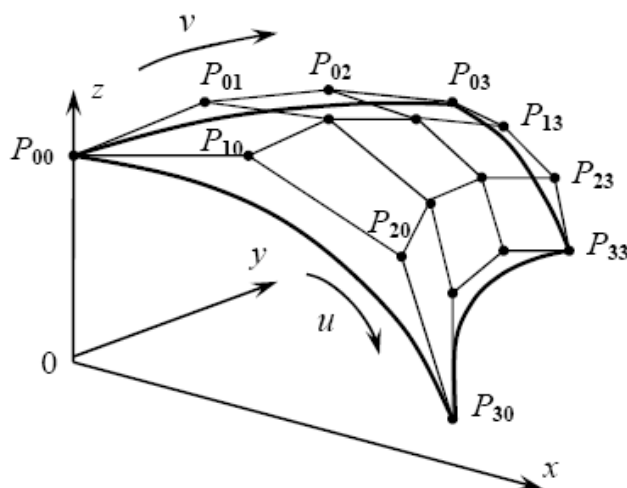


$$\begin{vmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{vmatrix};$$

$M$  – sirtning o‘ziga xosligini aniqlovchi sonli koeffitsiyentlardan tashkil topgan sirtning bazis matritsasi.

Splaynlar qator foydali xossalar bilan xarakterlanadi. Yuqorida ta’kidlanganidek, splayn qirqim shakli xarakteristik ko‘p yoqning shaklidan kelib chiqadi. Agarda uning barcha tayanch nuqtalari bitta tekislikda yotsa, u holda splaynning barcha joriy nuqtalari ham shu tekislikda yotadi. Xarakteristik ko‘p yoq splayn sirt atrofiga tashqi chizilgan bo‘ladi, demak, bu sirtning biror bir sohaga (misol uchun, kuzatuvchiga ko‘rinish sohasiga) tushishi o‘n oltita nuqta bilan tekshirilishi mumkin. Bundan tashqari, splaynlar affin almashtirishlarga nisbatan invariantdir. Bu zarurat tug‘ilganda splaynlarni ko‘chirishda, burishda, masshtablashtirishda va akslantirishda qir-qimning boshqa nuqtalarida bu almashtirishlarni bajarish shart bo‘lmasligini bildiradi. Faqatgina tayanch nuqtalarda almashtirishlarni bajarish yetarli bo‘ladi, keyin splaynlarni kengaytirish algoritmini (3.5 ifoda) bu almashtirilgan tayanch nuqtalarga tadbiq etiladi.

Geometrik modellashtirishda Bezening bikubik sirtidan foydalaniladi. Bu sirlarni qurishda cheklanishlar sifatida uning xarakteristik ko‘p yoqning burchak nuqtalaridan o‘tishi va uning chegaralarida berilgan og‘malarning  $u$  va  $v$  yo‘nalishlarga urinma bo‘lishligi qabul qilinadi. 3.13-rasmda Bezening bikubik sirti va uning uchlari 16 ta tayanch nuqtasi  $P_{00}, \dots, P_{33}$  da bo‘lgan xarakteristik ko‘pyoqlari keltirilgan.



### 3.13-rasm. Beze splayni xarakteristik ko‘pyog‘i bilan.

Sirt o‘zining lokal dekart koordinatalar tizimida joylashtirilgan. Tayanch nuqtalarni belgilovchi indekslar  $u, v$  parametrlar bilan bog‘landi ( $P_{uv}$ ) va bu parametrlarning o‘rish yo‘nalishida ortib boradi (ular rasmda strelkalar bilan ko‘rsatilgan). Splayn sirti  $v=const$  chizig‘i bo‘ylab yoyiladi, ya’ni avval  $v=0$  chiziqda yotuvchi joriy nuqtalar hisoblanadi, keyin  $v = \Delta v$  chiziqda, undan keyin  $v = 2\Delta v$  chiziqda va h.k., bu yerda,  $\Delta v$  -  $v$  parametr bo‘yicha qadam. Burchak nuqtalari primitivni modellashtirilayotgan sirtga bog‘lash uchun ishlatiladi.

Beze sirti uchun (3.4) da funksional koeffitsiyentlar quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$f_i(u) = C_m^i u^i (1-u)^{m-i}, \quad f_j(v) = C_n^j v^j (1-v)^{n-j},$$

bu erda,  $C_m^i, C_n^j$  - binomial koeffitsiyentlar.

(3.5) tizimda bazis matritsasi quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$M = \begin{vmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}.$$

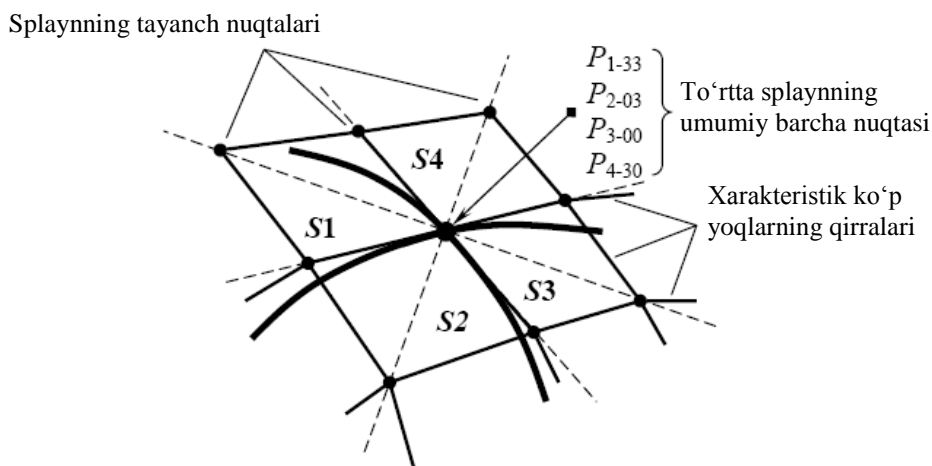
Beze splayni burchak tayanch nuqtalaridan o‘tishiga ishonch hosil qilish mumkin, misol uchun,  $P_{00}$  nuqta orqali. Buni  $x$  koordinatasi misolida ko‘ramiz. Buning uchun (3.5) ning birinchi ifodasiga  $M$  matritsa va  $u=v=0$  parametrlarning qiymatlarini qo‘yamiz, keyin ketma-ket matritsalar ustida amallarni bajaramiz:

$$x(u, v) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} =$$

$$\begin{aligned}
&= |1 \ 0 \ 0 \ 0| \cdot \begin{vmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} = \\
&= |x_{00} \ x_{01} \ x_{02} \ x_{03}| \cdot \begin{vmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} = \\
&= |(-x_{00} + 3x_{01} - 3x_{02} + x_{03})(3x_{00} - 6x_{01} + 3x_{02})(-3x_{00} \\
&\quad + 3x_{01})(x_{00})| \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} = x_{00} .
\end{aligned}$$

Fazoviy obyektlarni geometrik modellashtirishda splayn primitivlardan foydalanishning asosiy vazifasi tayanch nuqtalarini joylashtirish hisoblanadi. Beze splayni bo‘lgan holda primitivning to‘rtta burchak nuqtalari qeyinchiliksiz topiladi: ular obyekt sirtida yotadi. Qolgan nuqtalar shunday tanlanishi kerakki, qo‘shni primitivlar bir-biri bilan silliq birlashsin. Bunday qo‘shni primitivlar sakkizta bo‘lishligini tushunish qeyin emas: ularning to‘rttasi qirralari bilan, to‘rttasi burchak nuqtalari bilan berilgan primitivga tutashadi. Primitivning har bir burchak nuqtasi uchun uchtadan silliqlik sharti bajarilishi shart:  $u$  koordinata yo‘nalishi bo‘ylab,  $v$  koordinata yo‘nalishi bo‘ylab va diagonal yo‘nalish bo‘ylab. Buning uchun qo‘shni primitivning chegaraviy tayanch nuqtasi yuqorida aytilgan yo‘nalishlarning har biri bilan bitta to‘g‘ri chiziqda yotishi kerak va bu 3.14 - rasmda keltirilgan.

Rasmda qalin chiziq bilan to‘rtta splayn primitivlar  $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$ ,  $S4$  ning umumiy chegarasi ko‘rsatilgan. Ularning burchaklari bitta nuqtada tutashadi va bu nuqta har bir primitiv uchun 3.14 - rasmdagiga mos o‘z belgilanishiga ega (birinchi paski indeks belgisi primitiv nomerini ko‘rsatadi).



3.14-rasm. Splayn primitivlarining silliq tutashuvi.

Shtrix bilan qo‘shni primitivlarning chegaraviy tayanch nuqtalari yotgan to‘g‘ri chiziq ko‘rsatilgan. Silliq tutashishning matematik sharti qo‘shni primitivlarni ifodalovchi splayn-funksiyalar uchun mos yo‘nalish bo‘yicha olingan xususiy hosilalarning tengligi hisoblanadi. Diagonal yo‘nalish uchun aralash hosilalar olinadi. Murakkab sirtlarni matematik sodelini qurishda bu xususiy hosilalar qanday bo‘lishligini bilish zarur, loyihalovchida esa bu sirt yoki uning xarakterli nuqtalari haqidagi ma’lumot bor. Sirtni ifodalash jarayonini soddalashtirish uchun geometrik modellashtirishning muloqat tizimlariga murojaat qilinadi. Ular real vaqt rejimida shaklini o‘zgartirish mumkin bo‘lgan tayyor splayn primitivlarni taqdim qilishi mumkin. Bu tayanch nuqtalarni ko‘chirish yo‘li orqali bajariladi. Burchak nuqtalar modellashtirilayotgan sirtga bog‘lanadi, oraliq nuqtalarning holati primitiv talab qilingan shaklni oladigan qilib interaktiv beriladi. Ma’lum geometrik modellashtirish tizimlaridan biri bu 3D StudioMax hisoblanadi.

(0,1) oraliqda  $u, v$  argument-parametrlarning o‘zgarishida Beze splayni xarakteristik ko‘p yoq doirasida fazoni egallaydi va uning burchak nuqtalaridan o‘tadi. A ilovada MathCAD matematik paketi muhitida yozilgan Beze splaynini modellashtirish dasturining namoyishi keltirilgan.

Beze splaynidan tashqari kompyuter grafikasida tayanch splaynlar yoki B-splaynlar (bi-splaynlar) keng qo‘llaniladi. Ularning

matematik modeli matritsa shaklida (3.5) ko‘rinishida ifodalanadi. B-splayn shakli tayanch nuqtalar koordinatalari bilan bir qiymatli beriladi, umuman olganda, qirqim tayanch nuqtalarga yaqinlashadi va ularning birortasidan ham o‘tmasligi mumkin. Uchinchi darajali B-splayn sirt uchun (3.4) ifodada funksional koeffitsiyentlar quyidagi formulada aniqlanadi [15]:

$$f_0(u) = \frac{1}{6}(1-u)^3, \quad f_1(u) = \frac{1}{6}(3u^3 - 6u^2 + 4),$$

$$f_2(u) = \frac{1}{6}(-3u^3 + 3u^2 + 3u + 1), \quad f_3(u) = \frac{1}{6}u^3,$$

$f_j(v)$  ko‘phad uchun formula yuqorida keltirilgandan  $u$  ning o‘rniga  $v$  ni qo‘yilgani bilan farqlanadi,  $M$  bazis matritsasi esa quyidagicha ifodalanadi

$$M = \frac{1}{6} \begin{vmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 0 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 \end{vmatrix}.$$

$M$  matritsani (3.5) ifodaga qo‘yib va Beze splayni uchun bajarilgani kabi matritsalar ustida amallar bajarib B-splayn tayanch nuqtalar orqali o‘tmasligiga ishonch hosil qilish mumkin. Misol uchun,  $i=v=0$  parametrik koordinatali joriy nuqtada  $x$  koordinataning qiymati quyidagicha bo‘ladi:

$$x(u, v) = \frac{1}{36}(x_{00} + 4x_{10} + x_{20} + 4x_{01} + 16x_{11} + 4x_{21} + x_{02} + 4x_{12} + x_{22}). \quad (3.7)$$

Bu shuni ko‘rsatadiki, joriy nuqtaning koordinatalari hech bir tayanch nuqta koordinatasi bilan ustma-ust tushmagan, aksincha, tayanch nuqtalar koordinatalari ulushlari yig‘indisidan iborat. Eng ko‘p ulushni  $P_{11}$  tayanch nuqta qo‘shgan, shu sababli  $u, v$  argumentning nollik qiymatlarida shu tayanch nuqtaga yaqinroq bo‘ladi.

B-splaynlardan foydalanish murakkab sirtlarni modellashtirish jarayonini soddalashtiradi. Nuqtalarning  $4 \times 4$  to‘rt burchagini tashkil qiluvchi sirtning ixtiyoriy 16 ta xarakterli nuqtasini primitivning B-splayn tayanch nuqtasi sifatida qabul qilinishi mumkin. Bunda hosil qilingan qirqim butun xarakteristik ko‘p yoqni egallamaydi, balki to‘rtta oraliq nuqtalar  $P_{11}, P_{12}, P_{21}, P_{22}$  yaqiniga joylashadi.

Yuqorida  $u$ ,  $v$  argumentning nollik qiymatlarida joriy nuqta burchak nuqtalarga yaqinlashmasdan markaziy nuqtalardan biri  $P_{11}$  ga yaqinlashganligini analitik ko'rgan edik. B ilovada MathCAD da qirqimning B-splayn modeli A ilovdagi Beze splayni hosil qilingan tayanch nuqtalarda keltirilgan. Koordinataning raqamli qiymatlaridan ko'rinib turibdiki,  $u$ ,  $v$  parametrlarning (0,1) oraliqda o'zgarishida B-splayn xarakteristik ko'p yoqning markaziy qismiga yaqinlashadi va fazoda Beze splayniga qaraganda taxminan to'qqiz marta kam joy egallaydi. Bundan kelib chiqadiki, bir xil sohani modellashtirish uchun B-splayn primitivda Beze splayniga qaraganda to'qqiz marta ko'p hisoblash talab qilinadi. B-splaynning bu kamchiligi qo'shimcha tayanch nuqtalarsiz yuqori silliqlikdagi sirt hosil qilish mumkinligi bilan qoplanadi. Bundan murakkab shaklli fazoviy sirlarni modellashtirishning sodda usuli kelib chiqadi:

➤ sirt unga tegishli bo'lgan xarakterli nuqtalar majmuasi bilan hosil qilinadi.  $u$ ,  $v$  koordinata o'qlarining joylashuvi tanlanadi. Primitivning xarakterli nuqtalari B-splaynning tayanch nuqtalari sifatida qabul qilinadi;

➤ 16 ta tayanch (har bir koordinata o'qi bo'ylab to'rttadan) nuqtani o'z ichiga olgan "darcha" hosil qilinadi. (3.5) ifodadan primitivning joriy nuqtasi koordinatalarini hisoblash amalga oshiriladi;

➤ navbatdagi primitivda jarayon tugagandan so'ng  $u$  yoki  $v$  o'qi bo'ylab darcha bitta qator tayanch nuqtaga ko'chadi. Ko'chish natijasida darchaga 12 ta oldingi va 4 ta yangi tayanch nuqta kiradi. Bu tayanch nuqtalar majmuasi uchun (3.5) ifoda orqali joriy nuqtalar koordinatalari hisoblanadi;

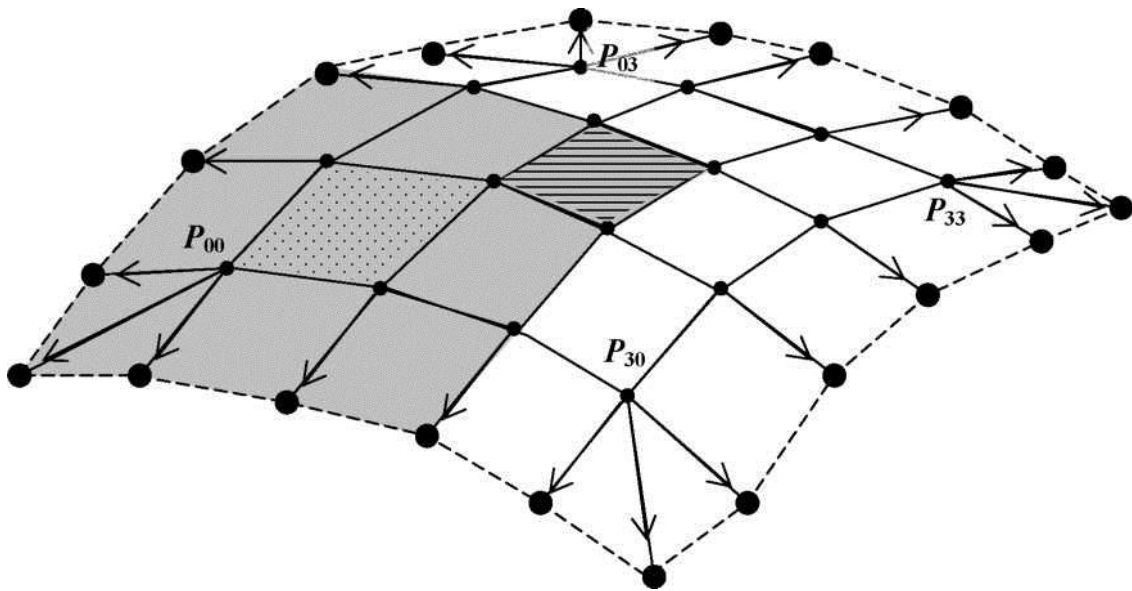
➤ 3-band barcha tayanch nuqtalar ishlatilmagunga qadar bajariladi. Shundan so'ng modellashtirilgan sirtning vizual nazorati bajariladi. Nazorat natijasi bo'yicha relefni tahrirlash uchun tayanch nuqtalar holati o'zgartiriladi.

B-splayn qirqimni xarakteristik ko'p yoqning markaziy qismiga yaqinlashtirish modellashtirilgan sirtning joriy sirt chegaraviy xarakterli nuqtalari orqali o'tmasligiga olib keladi. Sirtning chegarasiga yaqinlashuvchi qirqimlar olish uchun qo'shimcha bir nechta tayanch nuqtalar talab qilinadi va bu nuqtalar

joylashuvi haqida hech qanday ma'lumot mavjud bo'lmaydi. Bu masalani yechish karrali chegaraviy tayanch nuqtalarga keltiriladi. Bir xil koordinatali va har xil belgilangan tayanch nuqtalar karrali tayanch nuqtalar deb ataladi. Bitta splayn qirqim misolida ularning qo'llanilishini ko'ramiz.

Karrali tayanch nuqtalar chegaraviy tayanch nuqtalarning koordinatalari takrorlanishi va yangi nuqtaga o'ziga xos belgilash kiritilishi bilan hosil qilinadi. Har bir chegaraviy tayanch nuqta o'ziga karrali bo'lgan bitta nuqta, to'rtta burchak nuqtalari esa uchtadan qo'shimcha tayanch nuqtani oladi.  $m \times n$  tayanch nuqtaga ega sirt uchun qo'shimcha karrali tayanch nuqtalari soni  $(2m+2n+4)$ . Bu sxematik tarzda 3.15-rasmda keltirilgan (B-splaynning bitta qirqimi uchun).

Kichik doiralar bilan B-splaynning 16 ta tayanch nuqtasi belgilangan ( $P_{00}, P_{30}, P_{03}, P_{33}$  – burchak nuqtalar). Uzliksiz chiziq bilan xarakteristik ko'p yoqning sirtning mumkin bo'lgan to'qqizta qirqimiga mos qismi ko'rsatilgan. Katta doiralar bilan qo'shimcha tayanch nuqtalar belgilangan. Strelkalar bilan qaysi joriy tayanch nuqta o'zining koordinatalarini berishi ko'rsatilgan. Tayanch nuqtalar formal ravishda ko'paydi. Yangi sirt chegarasi uzilishli (shtrix) chiziq bilan belgilangan. Ular yangi tayanch nuqtalardan o'tadi biroq oldingi chegaraviy tayanch nuqtalar koordinatalarini qabul qiladi, demak, splayn sirtning geometrik chegarasi o'zgarmadi, faqatgina ularning formal tavsifi o'zgargan.



3.15-rasm. Qo‘shimcha karrali tayanch nuqtalarni hosil qilish.

Qo‘shimcha tayanch nuqtalar tufayli joriy sirtning chegaraviy qirqimlari yangi splayn primitivlarga markaziy bo‘lib qoladi. Misol uchun, nuqtachalar bilan to‘ldirilgan qism kulrang bilan ajratilgan xarakteristik ko‘p yoq uchun markaziy bo‘lib qolgan. Bu qismga yaqinlashtirilgan qirqimning burchak nuqtasi  $R_{00}$  tayanch nuqtaga yaqinlashganligini ko‘rsatish mumkin. Burchak nuqtaning  $x$  koordinatasi (3.7) ifoda bilan aniqlanadi.  $x_{00} = x_{10} = x_{01} = x_{11}$  tayanch nuqtalarning karraliligi sababli  $R_{00}$  tayanch nuqta eng katta vaznga ega bo‘ladi va u  $25/36$  bo‘ladi, karrali nuqtalar kiritilgunga qadar uning vazni  $1/36$  ga teng edi.

Ikkiga teng karrali tayanch nuqtalar B-splaynning nuqtalarini modellashtirayotgan sirtning chegaraviy nuqtalariga yaqinlash-tiradi, biroq ularning ustma-ust tushishini ta‘minlamaydi. Ustma-ust tushishini ta‘minlash uchun uchga teng karralik zarur bo‘ladi. Uning uchun chegaraviy tayanch nuqtalarga karrali nuqtalarni qayta qo‘shish lozim bo‘ladi. Qayta qo‘shish tamoyili 3.15-rasmda keltirilgani kabi bo‘ladi. Ikkinchi marta qo‘shilayotgan tayanch nuqtalar soni  $(2m+2n+12)$  ga teng bo‘ladi. Natijada, 3.15-rasmda ko‘rsatilgan xarakteristik ko‘p yoq qismiga sirtning har tomonidan bittadan qator qo‘shiladi. O‘z vaqtida sirtning geometrik chegarasi o‘zgarmaydi. Uch karrali tayanch nuqtalardan foydalanilganda sirtning chegaraviy qirqimlari chegaraviy nuqtalardan o‘tuvchi tor yo‘lak hosil qiladi. Nihoyat, to‘rt karrali tayanch nuqtalarni hosil



qilib egri chiziqqa o'zgartirilgan chegaraviy qirqimni olamiz. Bu egri chiziqlar aynan xarakteristik ko'p yoqning chegaraviy nuqtalari orqali o'tadi.

*B* ilovada MathCAD dasturida olingan va karrali tayanch nuqtalar tatbiqini ko'rsatuvchi tasvir keltirilgan. Tayanch nuqtalarning boshlang'ich to'plami sifatida *A* ilovadagi nuqtalar olingan. Olingan tasvirlarda koordinatalarning sonli qiymatlariga e'tibor qaratib, qirqimlarning fazodagi joylashuvi va karrali tayanch nuqtalarning bunga ta'siri haqida fikr yuritish mumkin bo'ladi.

Shunday qilib, karrali tayanch nuqtalarni qo'llash murakkab sirtlarni modellashtirish sifatini yaxshilaydi, bunda grafik tizimning hisoblash resurslari hajmi ortadi.

Splayn sirtlar yoritilishini modellashtirish uchun uning nuqtalaridan o'tadigan normallarning yo'nalishlarini bilish zarur bo'ladi. Yuqorida ta'kidlanganidek, parametrik berilgan sirtlarga normallar koordinatalarini (3.1) ifoda bilan topish ancha murakkab. Shu sababli, geometrik almashtirishdan so'ng splayn sirtlarni tesselyatsiyalash (ingl. tessellation) amalga oshiriladi va keyin poligonal shaklda qayta ishlanadi.

Ratsional bikubik splaynlar ko'pgina tasvirlash imkoniyatiga ega. Kompyuter grafikasida odatda notekis to'rtli ratsional B-splaynlardan (Non-Uniform Rational B-splines – NURBS) foydalaniladi. Ularning tavsifida shaklning sonli parametrlari (vazn koeffitsiyentlari) mavjud va u tayanch nuqtalar koordinatalarini uzgartirmasdan sirt shaklini boshqarish imkonini beradi. Sirtning ratsional bikubik splaynlar quyidagi ko'rinishga ega:

$$x(u, v) = \frac{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 w_{ij} f_i(u) f_j(v) P_{xij}}{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 w_{ij} f_i(u) f_j(v)}, \quad (3.8)$$

(3.8) bu erda,  $w_{ij}$  – vazn koeffitsiyenti, har bir tayanch nuqta o'z vazn koeffitsiyentiga ega.

$y(u, v), z(u, v)$  koordinatalar ham yuqoridagidek aniqlanadi  $P_y, P_z$  koordinatalardan foydalanib  $f_i(u) f_j(v)$  funksional koeffitsiyentlar oldingi splayn funksiyadagi kabi bo'lishi mumkin. Ratsional B-splaynning o'ziga xosligi ularning perspektiv proeksiyalashga nisbatan invariantligidir. Bu splaynning barcha nuqtalarini ekran tekisligiga perspektiv proeksiyalashni splaynni

(3.8) ifoda bo'yicha yoyish bilan almashtirish mumkinligini anglatadi va tayanch nuqtalarning  $(P_x, P_y, P_z)$  koordinatalari perspektiv qonuniyat bo'yicha qayta hisoblanadi. Noratsional splaynlar bunday xossaga ega emas. Ratsional splaynning joriy nuqtalari koordinatalari matritsa shaklida quyidagicha ifodalanadi:.

$$x(u, v) = \frac{U \cdot M \cdot WX \cdot M^T \cdot V^T}{U \cdot M \cdot W \cdot M^T \cdot V^T},$$

$$WX = \begin{bmatrix} (w_{00} \cdot x_{00}) & (w_{01} \cdot x_{01}) & (w_{02} \cdot x_{02}) & (w_{03} \cdot x_{03}) \\ (w_{10} \cdot x_{10}) & (w_{11} \cdot x_{11}) & (w_{12} \cdot x_{12}) & (w_{13} \cdot x_{13}) \\ (w_{20} \cdot x_{20}) & (w_{21} \cdot x_{21}) & (w_{22} \cdot x_{22}) & (w_{23} \cdot x_{23}) \\ (w_{30} \cdot x_{30}) & (w_{31} \cdot x_{31}) & (w_{32} \cdot x_{32}) & (w_{33} \cdot x_{33}) \end{bmatrix},$$

$$W = \begin{bmatrix} w_{00} & w_{01} & w_{02} & w_{03} \\ w_{10} & w_{11} & w_{12} & w_{13} \\ w_{20} & w_{21} & w_{22} & w_{23} \\ w_{30} & w_{31} & w_{32} & w_{33} \end{bmatrix},$$

bu erda  $WX$  – mos shakl koeffitsiyentlari bilan tayanch nuqtalar koordinatalari matritsasi;  $W$  – splayn shakli koeffitsiyentlari matritsasi.

Keltirilgan ifodaning ko'rinishi sirtlarni rasional splaynlar asosida modellashtirish katta hisoblashlarni talab qilishini ko'rsatmoqda. Zamonaviy grafik kutubxonalarda NURBSni chizishning makro buyruqlari mavjud.

### Nazorat savollari

1. Obyektni uch o'lchovli modelini yaratish uchun uning sirtidagi xarakterli nuqtalar qanday aniqlanadi?
2. Obyektni hosil qilishda xarakterli nuqtalar orqali poligonal modelni qo'llashda qanday muammo paydo bo'ladi?
3. Splayn funksiya obyektni modellashtirishda qanday afzalliklarga ega?
4. Splayn egri chiziq va splayn sirtlar orasidagi bog'liqlik nimalardan iborat?
5. Splaynlarni ifodalashning qanday shakllarini bilasiz? Ularni tavsiflab bering.
6. Bikubik splaynlarning sirt geometrik xarakteristikalarini tavsiflovchi shakl koeffitsiyentlari qanday aniqlanadi?

7. Bezening bikubik sirtidan foydalanilganda cheklanishlar sifatida nima olinadi?
8. Sirtning qo‘shni primitivlari bir biri bilan silliq tutashishi uchun splayn funksiyalarga qanday shartlar qo‘yiladi?
9. B-splayn va Beze splaynlarining o‘ziga xosliklari nimalardan iborat?

*Tayanch iboralar:* sirt tayanch nuqtalari, Beze splayn sirti, B-splayn sirti, bikubik splayn, karrali tayanch nuqtalar, chegaraviy tayanch nuqtalar, NURBS.

## 4-BOB. UCH O'LCHOVLI GRAFIKANING USUL VA ALGORITMLARI

Bugungi kunda uch o'lchovli grafika tushunchasi juda keng tarqalgan tushunchalardan hisoblanadi. Shunga qaramasdan ta'kidlash lozimki, bunday nomlanish unchalik ham to'g'ri deb bo'lmaydi, chunki tasvirni hajm bo'yicha emas, tekislikda ya'ni kompyuter monitorida, chizma qog'ozida ifodalash amalga oshiriladi. Tasvirni haqiqiy uch o'lchovli aks ettirish hozircha unchalik keng tarqalmagan.

### 4.1. Sirtlarni tasvirlash modellari

Kompyuter grafikasi tizimlarida uch o'lchovli obyekt shakllarini tasvirlashni ko'rib chiqaylik. Sirt shakllarini tasvirlash uchun har xil usullardan foydalanish mumkin.

#### *Analitik model*

Sirtlarni matematik formulalarda tasvirlashni analitik model deb ataymiz. Kompyuter grafikasida bunday tasvirlashning turli xil ko'rinishlaridan foydalanish mumkin. Misol uchun, ikkita argumentning funksiyasi  $z = f(x, y)$  ko'rinishida yoki  $F(x, y, z) = 0$  tenglama ko'rinishida.

Ko'p hollarda sirtni tasvirlashning parametrik formasi ishlatiladi. Uch o'lchovli dekart koordinatalar sistemaci  $(x, y, z)$  uchun quyidagi formulani yozamiz:

$$x = F_x(s, t), \quad y = F_y(s, t), \quad z = F_z(s, t)$$

bu erda,  $s$  va  $t$  lar ma'lum oraliqda o'zgaruvchi parametrlar,  $F_x, F_y, F_z$  funksiyalar sirt shaklini aniqlaydi.

Parametrik tasvirlashning afzalligi bir qiymatli bo'lmagan funksiyalarga mos keluvchi yopiq sirtlarni tasvirlashning qulayligidir. Tasvirlarni shunday qilish mumkinki, sirtlarni burganda, o'lchamlarini o'zgartirganda formuladagi o'zgarishlar sezilarli bo'lmaydi. Misol sifatida shar sirtini analitik tasvirini ko'raylik. Boshida ikkita argumentning funksiya sifatida:

$$z = \pm \sqrt{R^2 - x^2 - y^2}$$

keyin tenglama ko‘rinishida:

$$x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0$$

hamda parametrik shaklda:

$$x = R \sin s \cos t,$$

$$y = R \sin s \sin t,$$

$$z = R \cos s.$$

Murakkab sirtlarni tasvirlash uchun splaynlardan foydalaniladi. Splaynlar bu maxsus funksiya bo‘lib, sirtning alohida fragmentlarini approksimatsiyalash uchun kerak bo‘ladi. Bir nechta splaynlar murakkab sirt modelini hosil qiladi. Boshqacha aytganda, splayn – bu ham sirt bo‘lib, uning nuqtalari koordinatalarini hisoblash ancha sodda amalga oshiriladi. Odatda, kubik splaynlardan foydalaniladi. Nima uchun aynan kub splaynlar? Bunga sabab, uchinchi daraja ixtiyoriy shaklni tasvirlashga imkon beruvchi darajalardan eng kichigi ekanligi, splaynlarni ulashda birinchi tartibli uzluksiz hosilani ta’minlash mumkinligi, ya’ni bunday sirtlarda ulanish joylarida uzilishlar bo‘lmaydi. Ko‘p hollarda splaynlar parametrik beriladi.  $x(s, t)$  komponentasi uchun kubik splayn formulasini  $s$  va  $t$  parametrlarining uchinchi darajali ko‘phadi ko‘rinishida yozamiz:

$$\begin{aligned} x(s, t) = & a_{11}s^3t^3 + a_{12}s^3t^2 + a_{13}s^3t + a_{14}s^3 + \\ & a_{21}s^2t^3 + a_{22}s^2t^2 + a_{23}s^2t + a_{24}s^2 + \\ & a_{31}st^3 + a_{32}st^2 + a_{33}st + a_{34}s + \\ & a_{41}t^3 + a_{42}t^2 + a_{43}t + a_{44}. \end{aligned}$$

Matematikaga oid adabiyotlarda berilgan xossaga ega splaynlar uchun  $a_{ij}$  koeffitsiyentlarni aniqlash usullari bilan tanishish mumkin. Splayn ko‘rinishlaridan biri Beze splaynini ko‘ramiz. Avval uni umumiy shaklda  $m \times n$  darajalari ko‘rinishida keltiramiz.

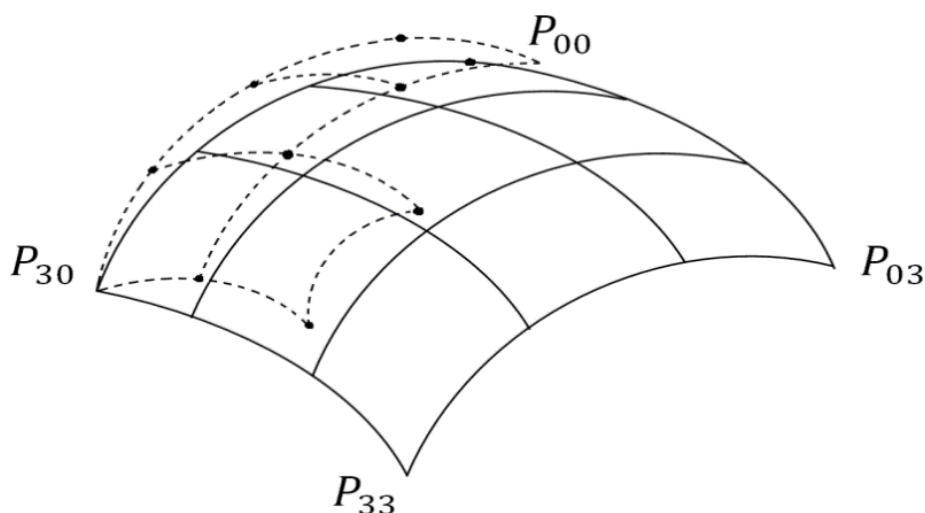
$$P(s, t) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n C_m^i s^i (1-s)^{m-i} C_n^j t^j (1-t)^{n-j} P_{ij}.$$

Bu erda,  $P_{ij}$  – tayanch nuqtalar mo‘ljali:  $0 \leq s \leq 1$ ;  $0 \leq t \leq 1$ .

$C_m^i$ ,  $C_n^j$  – Nyuton binomi koeffitsiyentlari va ular quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$C_a^b = \frac{a!}{b!(a-b)!}$$

Bezening kubik splayni  $m = 3, n = 3$  qiymatlarga mos keladi. Uning aniqlanishi uchun 16 ta  $P_{ij}$  tachnch nuqtalari zarur bo‘ladi.  $i, j = 0, 1, 2, 3$  qiymatlar uchun  $C_m^i, C_n^j$  lar 1, 3, 3, 1 ga teng bo‘ladi.



4.1-rasm. Bezening kubik splayni.

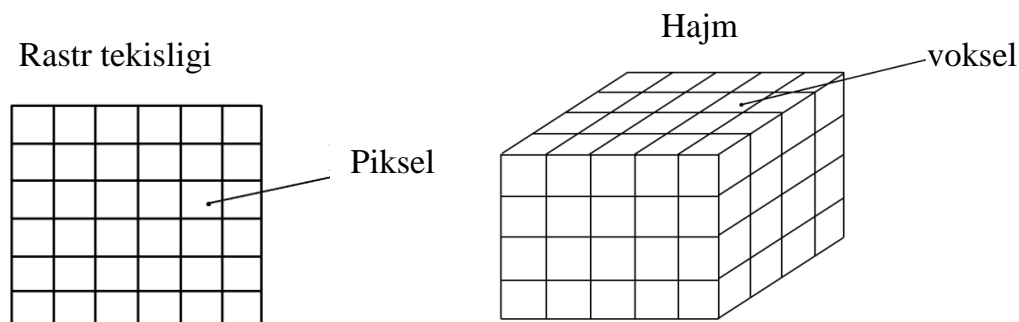
Analitik modelni aniqlab shuni aytish mumkinki, bu model sirtning tahlil qilishdagi ko‘pgina amallar uchun juda qulaydir. Kompyuter grafikasi nuqtai nazaridan bu modelning ijobiy qirralarini ko‘rsatish mumkin: sirtning har bir nuqtasi koordinatasini va normalini hisoblash amalining soddaligi; yetarlicha murakkab shaklni tasvirlash uchun axborotlar oqimining kichikligi.

Uning kamchiliklari sifatida quyidagilarni keltirish mumkin: kompyuterda sekin hisoblanuvchi funksiyadan foydalanib tasvirlanadigan murakkab formulalar tasvirlash operatsiyalarning bajarilish tezligini sekinlashtiradi; ko‘pgina hollarda bu shakllarni bevosita sirtlarning tasvirini qurish uchun qo‘llab bo‘lmasligi. Bu hollarda sirt ko‘pyoq sifatida aks etadi, tasvirlash jarayonida qirra uchlari koordinatalarini hisoblash uchun analitik tasvirlash formulalaridan foydalaniladi, bu esa poligonal model tasviriga nisbatan sekin bo‘ladi.

### ***Voksel modeli***

Voksel modeli – bu uch o‘lchovli raster, 2D tasvir tekisligida piksellar joylashgani kabi, voksellar berilgan hajmda uch o‘lchovli obyektlarni hosil qiladi (4.2-rasm). Voksel – bu hajm elementi (voxel-volume element). Biz bilamizki, har bir piksel o‘z rangiga ega bo‘lishi kerak. Har bir voksel ham o‘z rangi va undan tashqari yorqinligiga ham ega bo‘lishi kerak. Vokselning to‘liq yorqinligi hajmning mos nuqtasi bo‘shligini bildiradi.

Hajmni modellashtirishda har bir voksel ma’lum o‘lchamga ega hajm elementini ifodalaydi. Berilgan hajmda qancha ko‘p voksellar va bu voksellar o‘lchami kichik bo‘lsa, uch o‘lchovli obyekt modeli shuncha aniqroq bo‘ladi.



4.2-rasm. Piksellar va voksellar.

Zamonaviy kompyuter grafikasi usuli istiqbolli usullardan biri hisoblanadi. Misol uchun, tomografiyada skanerlashda (computer tomography) obyekt kesimlarining kesimi olinadi va keyingi tahlillar uchun uchun hajm modeli ko‘rinishida ular birlashtiriladi [19]. Voksel usuli geologiyada, seysmologiyada, kompyuter o‘yinlarida qo‘llaniladi [12]. Voksellar haqiqatda hajmiy tasvirlarni hosil qiluvchi tasvirlashning grafik qurilmalari uchun ishlatiladi.

*Voksel modelining ijobiy tomonlari:*

- ✓ murakkab obyektlar va ssenalar yetarlicha sodda tasvirlashga imkon beradi; hajmiy ssenalarni aks ettirishning sodda prosedurasi;
- ✓ alohida obyektlar va umuman ssenalar ustida topologik amallarning sodda bajarilishligi. Misol uchun, kesimlarning namoyishi

sodda bajariladi – buning uchun mos voksellarni yorqinlashtirish (прозрачный) mumkin.

*Voksel modelining kamchiligi:*

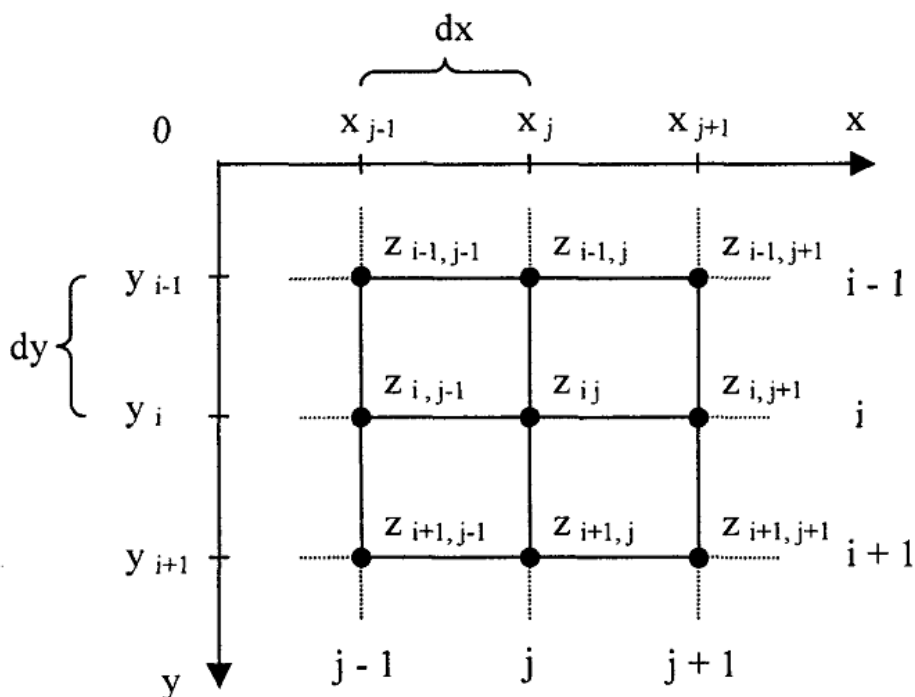
✓ hajmiy ma'lumotlarini tasvirlash uchun zaruriy axborotlar miqdorining kattaligi. Misol uchun,  $256 \times 256 \times 256$  uchun katta bo'lmagan razreshayushchuyu sposobnost, lekin 16 milliondan ortiqroq voksel talab qilinadi;

✓ katta xotira sarfi taralish imkoniyati va modellashtirish imkoniyati chegaralaydi; vokselar miqdorning ko'pligi hajmiy ssenada tasvir yaratish tezligini kamaytiradi;

✓ har qanday rastirda bo'lgan kabi, tasvirni kattalashtirganda yoki kichiktirganda muammo paydo bo'ladi. Misol uchun, kattalash-tirganda tasvirning taralish imkoniyati pasayadi.

### ***Tekis to'r***

Bu model sirtning alohida nuqtalari koordinatalarni quydagi usulda ifodalaydi (4.3-rasm). To'ring  $(i,j)$  indeksli har bir tuguniga balandiklarning  $z_{ij}$  qiymati yozib chiqiladi.  $(i,j)$  indeksga koordinataning  $(x,y)$  ma'lum qiymati mos keladi. Tugunlar orasidagi masofa  $x$  o'qi bo'yicha  $dx$  va  $y$  o'qi bo'yicha  $dy$  bir xil bo'ladi.

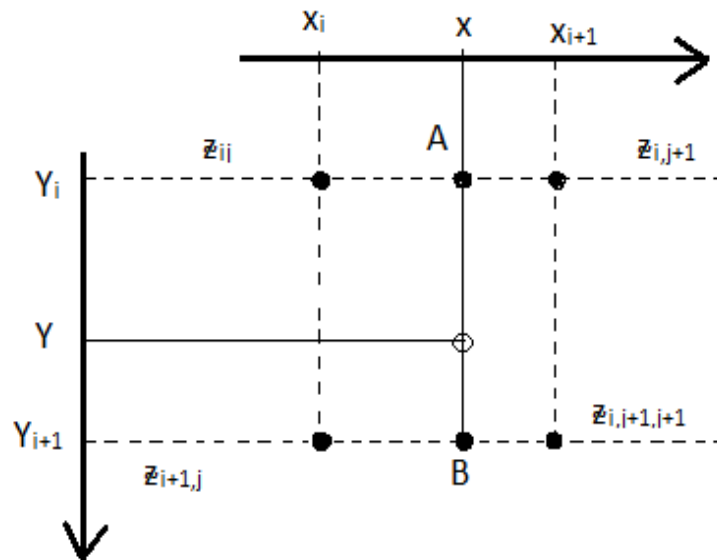


4.3-rasm. Tekis o'lchamli to'r tugunlari.



Amalda, bu model elementlarida balandlik qiymatlari saqlanadigan ikki o'lchovli massiv, rastr, matritsa. Har qanday sirt ham bu modelda ifodalanavermaydi. Agarda har bir tugunda balandlikning faqat bitta qiymati yoziladigan bo'lsa, u holda sirt  $z = f(x,y)$  bir qiymatli funksiya bilan ifodalanadi. Boshqacha aytganda, bu shunday sirtqi *oxu* tekiligidan o'tkazilgan har qanday vertikal chiziq sirtni fakt bir marotaba kesib o'tadi. Vertikal yoqlarni ham modellashtirib bo'lmaydi. Ta'kidlash lozimki, to'r uchun faqat dekart koordinatalaridan foydalanish shart emas. Misol uchun, shar sirtini bir qiymatli funksiyada ifodalanish uchun polyar koordinatalardan foydalanish mumkin. Teng o'lchovli to'r yer sirti relefini ifodalash uchun keng ishlatiladi.

To'rning chegarasi ichidan olingan ixtiyoriy nuqta uchun balandlik qiymatini qanday hisoblashni ko'raylik. Uning koordinatalari  $(x,y)$  bo'lsin.  $z$  ning mos qiymatini topish kerak. Bunday masalani echish  $z$  koordinata qiymatlarini yaqin tugunlarda interpoliyasiyalash hisoblanadi (4.4-rasm).



4.4-rasm.  $(x,y,z)$  koordinatalar to'rida nuqta.

Avval bitta tugunning  $i$  va  $j$  indekslarini hisoblash zarur.

$$j = \left\lceil \frac{x-x_0}{dx} \right\rceil,$$

$$j = ] \frac{y - y_0}{dy} [$$

Bu erda,  $]a[$  –  $a$  ning butun qismi, ya'ni  $a$  dan oshmaydigan eng katta butun son.

Keyingi qadamda chiziqli interpolyasiyadan foydalanamiz. Buning uchun, avval  $A$  va  $B$  nuqtalarda  $z$  ning qiymatini topamiz.

$$z = \frac{z - z_{i,j}}{z_{i,j+1} - z_{i,j}} = \frac{x - x_j}{x_{j+1} - x_j} \text{ proporsiyadan } x_{j+1} - x_j = dx \text{ ligini hisobga}$$

olib,  $z_A = z_{ij} + (x - x_j)(z_{i,j+1} - z_{i,j})/dx$  ni topamiz.

Shunga o'xshash  $z_B$  ni topamiz  $z_B = z_{i+1,j} + (x - x_j)(z_{i+1,j+1} - z_{i+1,j})/dx$ .

Shundan so'ng  $AB$  kemani  $y$  qiymatiga proposional bo'lib  $z$  ning qiymatini topamiz.

$$\frac{z - z_A}{z_V - z_A} = \frac{y - y_i}{dy} \text{ dan } z = z_A + (y - y_i)(z_V - z_A)/dy$$

ni hosil qilamiz.

*Tekis to'urning ijobiy tomonlari:*

- ✓ sirtlarni tasvirlashning soddaligi;
- ✓ sodda interpolyatsiyalash orqali sirt ixtiyoriy nuqtasining balandligini tez bilib olish imkoniyati.

*Tekis to'urning kamchiliklari.*

- ✓ bir qiymatli bo'lmagan funksiyalarga mos keluvchi sirtlardagi to'rlarning tugunlari balandliklarini modellashtirib bo'lmazligi;

- ✓ murakkab sirtlarni ifodalash uchun ko'p miqdordagi tugunlar zarur bo'ladi, bu esa kompyuter xotirasi hajmi chegaralanganligi sababli noqulaylikni yuzaga keltiradi;

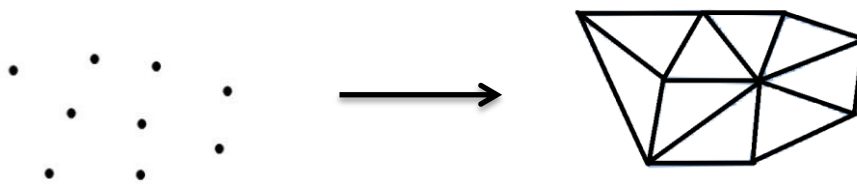
- ✓ ayrim turdagi sirtlarni tasvirlash boshqa modellarga nisbatan murakkabroq bo'ladi. Misol uchun, ko'pyoqli sirtlarni tasvirlashda poligonal modelga qaraganda ko'plab ortiqcha qo'shimcha ma'lumotlar talab qilinadi.

***Notekis to'r. Izolinyalar***

Sirtida yotuvchi alohida nuqtalar  $\{(x_0, y_0, z_0), (x_1, y_1, z_1), \dots, (x_{n-1}, y_{n-1}, z_{n-1})\}$  to'plami ko'rinishida sirtni tasvirlash modelini notekis to'r deb ataymiz. Bu nuqtalar ma'lum qurilma yordamida biror bir obyekt sirtini o'lchash natijasida aniqlanishi mumkin.

Bu modelni yuqorida ko‘rilgan ayrim modellar uchun umumlashgan model deb hisoblash mumkin. Misol uchun, vektorli poligonal model va tekis to‘rni notekis to‘rning ko‘rinishlaridan biri deb hisoblash mumkin. Bu har xil ko‘rinishlar kompyuter grafikasi masalalarini yechishda muhim ahamiyatiga egaligi sababli ularni alohida ko‘rib o‘tish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Umuman olganda, sirtlarni ifodalash usullarini sinflashtirishning ko‘pgina variantlari mavjud. Sirt modellari ro‘yxatini qilganimizda ma’lum shartlashuvni hisobiga olish lozim, modellar ro‘yxati ketma-ketligi boshqacharoq bo‘lishi mumkin. Mantiqiy o‘zaro hech qanday bog‘liqlikka ega bo‘lmagan nuqtaviy qiymatlar to‘plami ko‘rinishidagi sirt modelini ko‘ramiz. Tayanch nuqtalarning notekis berilishi tayanch nuqtalar bilan ustma-ust tushmaydigan sirtning boshqa nuqtalari uchun koordinatalarni aniqlashni qiyinlashtiradi. Bunda fazoviy interpolyatsiyaning maxsus usullari kerak bo‘ladi. Misol uchun, quydagi masalani ko‘yish mumkin – berilgan koordinatalar  $(x,y)$  bo‘yicha  $z$  koordinataning qiymatini hisoblash masalasi. Buning uchun bir nechta juda yaqin nuqtalarni topish zarur, keyin  $(x,y)$  proektsiyada bu nuqtalarning o‘zaro joylashishidan kelib chiqib,  $z$  ning izlanayotgan qiymati hisoblanadi. Yuqorida ko‘rganimiz kabi tekis to‘r uchun bu ancha sodda - qidiruv deyarli bo‘lmaydi, biz birdaniga juda yaqin tayanch nuqtalari indekslarini hisoblaymiz.

Yana bir masala – sirtning aks ettirish masalasi. Bu masalani bir nechta usul bilan yechish mumkin, shu jumladan triangulyatsiya usuli bilan. Triangulyatsiya jarayonini quyidagicha tushinish mumkin (4.5-rasm). Avvalombor birinchi bir-biriga juda yaqin uchta nuqtani topamiz va bitta tekis uchburchak yoq hosil qilamiz. Keyin bu yoqqa yaqin nuqta topamiz va unga qo‘shni yoq hosil qilamiz. Shu tarzda jarayonni birorta ham alohida nuqta qolmagunicha davom etamiz. Bu umumiy sxemadan tashqari, adabiyotlarda triangulyatsiyaning ko‘pgina turli usullari keltirilgan. Ko‘p hollarda Delonening triangulyatsiyasiga murojat qilinadi.



4.5-rasm. Notekis to‘r triangulyatsiyasi.

Sirtni uchburchakli yoqlar bilan ifodalashni vektorli poligonal modelining ko‘rinishlaridan biri deb hisoblash mumkin. Ingliz tilidagi adabiyotlarda uning uchun quyidagi nomlanish uchraydi: TIN (Triangulated Irregular Network). Triangulyatsiyadan so‘ng aks ettirish ancha sodda bo‘lgan poligonal sirtni hosil qilamiz.

Sirtlarni ifodalashning yana bir varianti – balandliklar izolinyasini ko‘raylik. Har qanday izoliniya biror bir ko‘rsatkichning bitta son qiymatini ko‘rsatuvchi nuqtalaridan tashkil topadi va berilgan hol uchun balandlik qiymati qaraladi. Balandlik izolinyalarini sirtni gorizontaal tekislik bilan kesishdan hosil bo‘lgan kontur sifatida tasavvur qilishimiz mumkin (shuning uchun balandlik izolinyasida “gorizontaal” atamasi tez-tez ishlatiladi).

Sirtlarni balandlik izolinyasi bilan tasvirlash kartografiyada ko‘p ishlatiladi. Qog‘ozdagi xaritadan joylarining nuqtalarida balandliklarni, relfning og‘ish burchaklari va boshqa parametrlarni hisoblash mumkin bo‘ladi. Ta’kidlash lozimki, yer sirti relfning gorizontaal tekisliklar kesimi sifatida balandlik izolinyalari bilan tasvirlash noto‘g‘ri tasavvurini beradi, chunki yer sirti tekis emas. Agarda yer shar shaklida bo‘lganda edi, balandlik izolinyalarini radiuslar izolinyasi sifatida talqin qilish mumkin bo‘lar edi. Yer esa shar emas, u geoid deb ataluvchi murakkab shaklga ega. Geodeziya va kartografiyada geoid ma’lum aniqlikda har xil ellipsoidlarda approksimatsiya qilinadi. Shunday qilib, bu yerda, maxsus kordinatalar tizimida ayrim shartli balandliklar izolinyalari haqida so‘z yuritish mumkin bo‘ladi.

Darhaqiqat, sirtlarni tasvirlash uchun nafaqat balandlik izolinyalaridan, balki boshqa izolinyalar, misol uchun,  $x$ - yoki  $u$ -izolinyalardan foydalanish mumkin. Kompyuter tizimlarida izolinyalar ko‘p hollarda vektor ko‘rinishda – polilinyalarda

ifodalanadi. Ayrim hollarda splayn egri chizqlari ko‘rinishidagi izoliniyalardan ham foydalaniladi.

Izoliniyani tashkil etuvchi nuqtalar va alohida tayanch nuqtalari notekis joylashadi. Bu esa sirt nuqtalari koordinatalari hisobini qiyinlashtiradi. Grafik kompyuter tizimlarida ko‘pgina amallarni bajarish uchun va birinchi navbatda sirtni ko‘rsatish uchun, odatda, sirtni ifodalashni boshqa shaklga almashtirish zarur. Izoliniyalarni poligonal modelga aylantirish ham triangulyatsiya usulida bajariladi (bu yerda, triangulayatsiya algoritmi alohida nuqtalar triangulayatsiyasiga nisbat murrakabroqdir). Notekis to‘rni tekis to‘rga almashtirish uchun maxsus interpoliyatsiyadan foydalaniladi.

*Notekis to‘rning ijobiy qirralari:* sirtning berilgan shakli uchun muhim bo‘lgan alohida tayanch nuqtalaridan foydalanish boshqa modellar bilan taqoslaganda axborotlar hajmining kamligi bilan xarakterlanadi, misol uchun, tekis to‘r bilan; xaritalarda, chizmalarda (planda) sirt relefini izoliniyalar orqali ko‘rsatish yaqqolroq bo‘ladi.

*Kamchiliklari:* sirtlar ustida ko‘pgina amallar bajarishning murakkabligi yoki imkoniyati yo‘qligi; sirtlarni tasvirlashning boshqa shaklga aylantirish algoritmining murakkabligi.

### ***Sirtlarni tasvirlash modellarini almashtirish***

Sirtlarni tasvirlash modelini almashtirishni qanday amalga oshirishni ko‘rib chiqaylik. Buni notekis to‘rni tekis to‘rga almashtirish misolida amalga oshiramiz. Masalani quydagicha formallashtirish mumkin: sirt nuqtaviy qiymatlar, izoliniya va maydonlar izooblasti ko‘rinishida tasvirlangan. Tekis to‘rni shunday qurish kerakki, bu to‘r sirti berilgan aniqlikda ifodalansin.

Berilgan masalani yechish uchun [2] da taklif qilingan va 1996 yil “OKO” geoaxborot tizimida tadbiiq qilingan algoritimdan foydalanish mumkin. Avval algoritimning aniqlik jihatlari va undan foydalanish uchun cheklanishlarni ko‘rib chiqaylik.

Tekis to‘rni rastr sifatida qarash mumkin.  $xOy$  tekislikda to‘r tugunlari orasidagi masofa bunday rastrning yoritib (tasvirlab) berish darajasini ta‘minlaydi va  $x$  hamda  $y$  o‘qi bo‘ylab modellashtirish aniqligini ifodalaydi. Albatta, tugunlar orasidagi masofa qancha kichik bo‘lsa, modellashtirish aniqligi shuncha

yuqori bo‘ladi, biroq bu tugunlar sonining ortishiga va mos holda rastr o‘lchamlarining kattalashishiga olib keladi.

Shunday qilib, biz gorizantal ( $S_x$ ) va vertikal ( $S_y$ ) bo‘ylab rastr o‘lchamlarini aniqladik. To‘rning tugunlaridagi qiymatlarini xotirada saqlashda sonlarni kompyuterda tasvirlashning diskretligini hisobga olish zarur. Zamonaviy raqamli kompyuterlarda sonlar odatda, 8 (bayt)ga karrali razryadlar formatida tasvirlanadi. Bir baytli butun son 256 gradatsiyani, ikki baytli esa 65536 ni beradi va h.k. Umuman olganda, suzuvchi nuqtali formatdan ham foydalanish mumkin.

Rastr piksellerini kodlash uchun sonlar formatini tanlaymiz. Taklif qilinayotgan algoritmning asosiy o‘ziga xosliklaridan biri bu 0 soni har bir piksel uchun aniqlanmagan balandlikni ko‘rsatishidir (interpolyatsiyagacha bo‘shliq). Bu shuni bildiradiki, misol uchun, bir baytli pikseller uchun balandlik 256 ni emas 255 gradatsiyani ko‘rstadi. *Balandlik qiymatining diskretligi = qiymatlar diapazoni (orlig‘i)/255.*

Ko‘rinib turibdiki, 8 bitdan ko‘ra kattaroq razryaddan foydalanish yaxshiroq bo‘ladi. Assoy cheklanish rastr uchun kerak bo‘ladigan xotira hajmi:

$P = S_x \cdot S_y$  (piksellarda baytlarda). Sirt tekis to‘rini kerakli aniqlikda qurish uchun bularning hammasini hisobga olish zarur.

#### ***Algoritmning umumiy sxemasi***

1. Rastr uchun ikkita  $A$  va  $B$  massivlar ochiladi. Har bir rastr  $S_x \cdot S_y$  pikseli o‘lchamga ega.

2.  $A$  rastrda uning barcha piksellari nollashtiriladi.

3.  $A$  rastrda balandlik izooblasti nuqtaviy qiymatlar, izoliniiyalar, to‘ldirilgan shakllar (poligonlar) ko‘rinishida aks ettiriladi. Bu elementlarni aks ettirishda chiziqlar va poligonlar uchun ma’lum tadbiiq qilish algoritimlaridan foydalaniladi. Ishchi rastrning har bir pikseli kodlashtirishning tanlangan usuli asosida balandlik qiymatini taqdim etadi. Rastrning nolli piksellari (bo‘shliq) aniqlanmagan balandlikka mos keladi.

4. Bo‘shliqlar to‘ldiriladi. Piksellarni to‘ldirish jarayonida natijalar  $B$  rastrga yoziladi. Bo‘shliqlarni to‘ldirishda  $R_{max}$  hisoblanadi.

5. Agarda  $R_{\max} < 2$ , u holda interpolyatsiya tugagan hisoblanadi. Natija – tekis to‘r  $B$  rastr massivida saqlanadi.

6. To‘ldirilayotgan sohani ajratuvchi chegaralarda konturlar o‘tkaziladi.

7. 4-bandiga o‘tish.

Bu algoritmning ishlashi natijasida birorta ham nollik pikseli bo‘lmagan rastr hosil qilinadi, ya’ni to‘rning barcha tugunlari uchun balandlik aniqlangan. Yuqorida keltirilgan umumiy sxemaga binoan algoritmni tasvirlashni davom etamiz. 3 - bandida balandlikning chiziqli, nuqtaviy va sohaviy izooblastlari odatdagi piksellar, chiziqlar va poligonlar kabi aks ettiriladi. Bunday aks ettirishda “bitta piksel” muammosi mavjud. Bu degani, rasterlashning ayrim algoritmlari piksellarni har xil joylashtirishi mumkin, misol uchun, chiziqlarni tasvirlashda. Chiziqlar uchun ularning butun bo‘lmagan koordinatalarini qayta ishlash imkoniyatiga ega algoritmlardan foydalanish zarur. Bu esa poligonlarga ham ta’alluqlidir. Albatta, bunday algoritmlarga foydalanish tezlikning pasayishiga olib keladi, ammo bu yerda, eng muhimi aniqlik. Rastrlashtirish aniqligi ma’lum darajada tekis to‘rda almashtirish aniqligini belgilab beradi.

Bo‘shliqlarni to‘ldirish quydagicha bajariladi:

1.  $R_{\max} = 0$ .

2. *for* ( $y = 0; y < cy; y + +$ ).

3. *for* ( $x = 0; x < cx; x + +$ ).

4. Agarda  $A$  rastrning  $(x,u)$  pikseli nollik bo‘lmasa,  $B$  rastrga ko‘chiramiz.

Aks holda: {.

5. Yaqin nol bo‘lmagan pikselni qidirish. Qidiruv natijasida pikselning qiymati (rangi) va uning  $(x,u)$  nuqtagacha masofasi ( $r$ ) aniq bo‘ladi.

6. Agarda nollik pikseli topilmasa, u holda butun jarayon to‘xtatiladi va xatolik haqida xabar beriladi.

7.  $B$  rastrga topilgan piksel rangini  $(x,y)$  koordinata bo‘yicha yozamiz.

8. Agarda  $R_{\max} < r$ , u holda  $R_{\max} = r$  }.

To‘ldirish jarayonida ishchi rastr piksellari tahlil qilinadi va natijalari boshqa rastrga yoziladi. Buning uchun ham ikkita massiv ko‘zda tutiladi. Ta’kidlash lozimki, to‘ldirish algoritmining 4

bandini qisqartirish mumkin, agarda uni bajarilishda nol bo‘lmagan piksellarni ko‘chirmasdan rastrni skanerlash boshlanishidan oldin (2-band) butun ishchi rastrni boshqa massivga birdaniga ko‘chirib olinsa. Xotira blogini guruxlashtirib ko‘chish tez bajarilishi hisobiga, yuqorida ta’kidlangan o‘zgarish ishning tezlashishiga imkon beradi.

#### *Konturlarni chizish.*

Rastr tasvirlarni lokal filtrlash usuli bilan konturlarni chizishni bajarish mumkin. Misol uchun, quydagi usul bilan:

1. *for* ( $y = 0; y < cy; y++$ ).
2. *for* ( $x = 0; x < cx; x++$ ).
3. Agar  $A$  rastrning  $(x,y)$  pikseli nolga teng bo‘lmasa, u holda: {.
4. Agar  $B$  rastrning  $(x,y)$  pikseli  $(x+1; y)$  pikselga teng bo‘lmasa,  
yoki  $(x,y)$  piksel  $(x, y+1)$  pikseliga teng emas,  
u holda: {.
5. Agar  $(x,y)$  piksel  $(x+1,y)$  pikselga teng bo‘lsa, u holda,  $A$  rastrga  $(\text{piksel}(x,y) + \text{piksel}(x,y+1))/2$  qiymat yoziladi.
6. Aks holda:  $(\text{piksel}(x,y) + \text{piksel}(x+1,y))/2$  qiymati yoziladi.

Konturlarni chizish jarayonida  $A$  rastrda to‘ldirish sohasi chegarasi yangi konturi hosil bo‘ladi. Kontur chiziqlari qiymati to‘ldirish sohasi piksellari yig‘indisi, yangi kontur esa eskisining o‘rtasida joylashadi, ya’ni, balndlikning chiziqli interpoliyatsiyasi bajariladi.  $A$  rastrda oldingi kontur chiziqlari ham saqlanadi. Shunday qilib, to‘ldirish – konturlashtirishning har bir siklida (qadamida) izoliniya konturlari soni ikki baravarga ko‘payadi. Bu jarayon kontur chiziqlari birlashib qolguncha – to‘ldiriladigan soha qolmaguncha davom etadi. Interpoliyatsiya sikllari soni berilgan ma’lumotlar aks ettirilgan rastrlar nolga teng bo‘lmagan piksellari orasidagi masofaning ikkilik logarifmi sifatida baholanadi.

Eng yaqin nolga teng bo‘lmagan pikselni qidirish. Bu protsedura to‘ldirish algoritmidan foydalanilgan.  $(x,y)$  nuqtaga yaqin pikselni topish uchun quydagicha yo‘l tutish mumkin: aylanada joylashgan piksellarni tahlil qilib, ketma-ket radiusini oshirish. Biroq rastrda buni bajarish mumkin emas. Agarda  $+1$  dan foydalanib aylana radiusi oshirilsa, rastrning ko‘pgina nuqtalari



qolib ketadi, agarda 1 dan kichik qadam bilan aylana radiusi oshirilsa ko'pgina pikselar qayta tahlil qilinib qoladi.

Agarda kvadrat konturi bo'yicha yurilsa, qidiruvni tez va sodda amalga oshirish mumkin bo'ladi. Biroq kvadrat perimetridagi nuqta markazdan har xil masofada bo'ladi. Bu muammoning yechimi qidiruvni ikki bosqichli siklda tashkil qilishdan iboratdir.

Avvalo, markazi  $(x,y)$  nuqtada bo'lgan kvadrat o'lchamlarini perimetrda rastrning nol bo'lmagan qiymatlari topilmagunga qadar ketma – ket oshirib boriladi.  $R_1$  masofa hisoblanadi. Agar bu masofa (kvadrat o'lchami +1)dan katta bo'lsa, u holda, qidiruvning ikkinchi bosqichi boshlanadi. Buning uchun, kvadrat o'lchamlarini  $R_1$  qiymatga qadar oshiramiz. Agarda bunda  $R_2 < R_1$  masofali yangi nuqta topilsa, u holda qidiruv davom etadi. Bu yerda shuni ta'kidlash lozimki, kvadrat o'lchami sifatida uning tomonining yarmi olinadi.

Yaqin nuqtani qidirish algoritmi yozuvini keltiramiz:

1.  $l=1; c=0; r$  – maksimal butun son.
2. Kvadrat perimetri bo'ylab qidiruv  $KPQ (l, x, y, r)$   $l=1,2,3,\dots$ lar uchun.
3. Agarda piksel topilgan bo'lsa, u holda: {.
4. Masofa  $r = R_1$  ; piksel qiymati  $c = c_1$ .
5. Agar  $r > l + 1$ , u holda: {.
6.  $k = l + 1; K_{max} = r$ .
7. Kvadrat perimetri bo'ylab qidiruv  $KPQ (k,x,y,r)$ .
8. Agarda piksel topilgan bo'lsa va  $R_2 < r$ , u holda  $r = R_2; c = C_1$ .
9.  $k=k+1$ .
10. Agar  $k < k_{max}$ , u holda 7 bandga o'tish. } }.
11. Agar  $c$  nol bo'lmasa, u holda bu qidirilayotgan nuqta topilmaganligi bildiradi. Bu nuqttagacha bo'lgan masofa ( $r$ ) va piksel rangi keyinchalik to'ldirish algoritmidan ishlatiladi.

Kvadrat perimetri bo'ylab pikselar qidiruvi algoritmi bu yerda  $KPQ (l,x_c,y_c,r)$ , bu yerda  $l$ -kvadrat yarim o'lchami;  $x_c$  va  $y_c$  – kvadrat markazi koordinatalari;  $r$  – taqqoslash uchun masofa – agarda kattaroq masofali piksel topilsa, u holda bu hisobga olinmaydi.  $KPQ$  protsedurasi ishlashi natijasida topilgan piksel

rangi ( $c$ ) aniqlanadi va markazgacha bo'lgan masofa ( $R$ ) aniqlanadi.  $KPQ$  algoritmi quydagicha bo'lishi mumkin.

1.  $x = 0; y = 1; d = 1; R^2 = l^2; r_{max}^2 = r^2$
2.  $c = \text{piksel}(x_c + x, y_c + y)$ ; agar  $c$  nol bo'lmasa,  $u$  holda, 14ga o'tish;
3.  $c = \text{piksel}(x_c - x, y_c + y)$ ; agar  $c$  nol bo'lmasa,  $u$  holda, 14ga o'tish;
4.  $c = \text{piksel}(x_c + x, y_c - y)$ ; agar  $c$  nol bo'lmasa,  $u$  holda, 14ga o'tish;
5.  $c = \text{piksel}(x_c - x, y_c - y)$ ; agar  $c$  nol bo'lmasa,  $u$  holda, 14ga o'tish;
6.  $c = \text{piksel}(x_c + u, y_c + x)$ ; agar  $c$  nol bo'lmasa,  $u$  holda, 14ga o'tish;
7.  $c = \text{piksel}(x_c - u, y_c + x)$ ; agar  $c$  nol bo'lmasa,  $u$  holda, 14ga o'tish;
8.  $c = \text{piksel}(x_c + u, y_c - x)$ ; agar  $c$  nol bo'lmasa,  $u$  holda, 14ga o'tish;
9.  $c = \text{piksel}(x_c - u, y_c - x)$ ; agar  $c$  nol bo'lmasa,  $u$  holda, 14ga o'tish;
10.  $R^2 = R^2 + 1$
11.  $d = d + 2$
12.  $x = x + 1$
13. Agar  $R^2 < r_{max}^2$ ,  $y$  holda 2ga o'tish:
14.  $R = R^2$  dan chiqarilgan ildiz.

### **Nazorat savollari**

1. Sirt analitik modelining qanday ko'rinishlari mavjud va bu modelning afzallik tomonlari nimalardan iborat?
2. Voksel modeli deganda nima tushiniladi va uni qo'llanilishi istiqbollari qanday?
3. Voksel modelining ijobiy va kamchilik tomonlari nimalardan iborat?
4. Sirtning tekis to'r modeli uchun qanday koordinatalardan foydalaniladi?
5. Tekis to'r modelining afzalliklari va kamchiliklarini sanab bering.

6. Qanday holatlarda notekis toʻrlarga ehtiyoj seziladi va notekis toʻrni tavsiflab bering.
7. Izolinyalar qanday hosil qilinadi va ular poligonal modelga qanday aylantiriladi?
8. Sirtlarni tasvirlash modellarini almashtirish algoritmi mazmuni nimadan iborat?

*Tayanch iboralar:* analitik model, voksel modeli, tekis toʻr modeli, notekis toʻr modeli, izolinyalar, rastrlash algoritmlari.

## 4.2. Hajmga ega tasvirlar vizualizatsiyasi

Ixtiyoriy obyekt, shu jumladan hajmga ega obyekt turli xil usullarda tavsirlanishi mumkin. Bunda birida obyektning ichki tuzilishini ko'rsatish kerak, boshqasida obyektning tashqi shaklini, uchinchisida – real voqelikning imitatsiya qilish, to'rtinchisida – kuzatuvchining tasavvuriga biror bir obyektни berish kerak bo'ladi. Shartli ravishda vizualizatsiya usullarini tasvir xarakteri bo'yicha mos algoritmlari murakkabligi darajasi bo'yicha quyidagilarga ajratish mumkin:

1. Karkas modeli.
2. Sirtlarni tekis yoqli ko'pyoqlar yoki ko'rinmas nuqtalari olib tashlangan splaynlar ko'rinishida ko'rsatish.
3. Ikkinchi bosqich kabi va unga qo'shimcha yorug'lik aksi, soya tushishi, yorqinlik, teksturani imitatsiya qilish uchun obyektни bo'yash.

Sodda karkas modeli hajmga ega obyektlarni tasvirlash jarayoniga keng qo'llaniladi. Ikkinchi bosqich vizualizatsiya hajmga ega obyektlarni sodda ko'rsatish uchun foydalaniladi. Misol uchun,  $z=f(x,y)$  fuksiya grafigi uchun (sirt relefi ko'rinishida) ko'p hollarda to'ning barcha yoqlarini bir xil rangda ko'rsatish yetarli, biroq ko'rinmas nuqtalarni olib tashlash zarur bo'ladi. Bu esa karkas tasvirini chiqarish bilan taqqoslaganda murakkab jarayondir.

Kompyuter grafikasi uchun biror bir idealga yaqinlashish, ya'ni tabiiy jonli, real tasvirlarning to'liq illyuziyasini yaratish talabi bo'yicha grafik chiqarish jarayoni murakkabligi ortib bormoqda.

Jahondagi ko'pgina olimlar va muhandislarning sa'yi harakatlari yuqoridagi maqsadga erishish usul va vositalarini yaratishga yo'naltirilgan. Shu jihatdan, kompyuter grafikasining tabiat bilan, xususan bizni o'rab turgan olamni o'rganishga bag'ishlangan fanlar bilan aloqasi to'liq tahlil qilinmoqda. Misol uchun, real tasvirni yaratish uchun yorug'lik va soya, sinish va (kaytish) akslanishni ifodalovchi optika qonunlarini hisobga olish zarur. Kompyuter grafikasi ko'pgina fan bo'limlari va dissiplinalari kesimida joylashadi.

### *Karkasli vizualizatsiya*

Karkas odatda, to'g'ri chiziq kesimlaridan tashkil topadi. Karkasni egri chiziq asosida ham ko'rish mumkin, xususan, Beze splayn egri chizig'i asosida. Chiqarish oynasida ko'rsatilgan barcha yoqlar yaqindagisi kabi, uzoqdagisi ham ko'rinarli bo'ladi.

Karkas tasvirini ko'rish uchun xalqaro koordinatalar sistemasida barcha uchlarning koordinatalarini bilish kerak. Shundan keyin, har bir uchning koordinatasini tanlangan proeksiyaga mos holda ekran koordinatalariga aylantiriladi. Keyingi qadamda uchga birlashtirilgan barcha qirralarni to'g'ri chiziq kesmasi (yoki egri chiziq) sifatida ekran tekisligiga chiqarish sikli bajariladi.

### *Ko'rinmas nuqtalarni olib tashlab tasvirlash*

Bu yerda sirtni ko'pyoqlar yoki poligonal to'r ko'rinishida qaraymiz. Ko'rinmas nuqtalarni olib tashlash bilan tasvirlashning quyidagi usullari mavjud: yoqlarning chuqurligi bo'yicha saralash, suzib yuruvchi gorizont usuli, Z-bufer usuli [17].

*Chuqurligi bo'yicha saralash.* Bu eng uzoqdan eng yaqinga tartibida yoqlar poligonlarini chizishni bildiradi. Bu usul universal hisoblanmaydi, ya'ni ayrim hollarda qaysi yoq yaqindaligini aniq ajritib bo'lmaydi. Bu usulning tahrirlangani ham mavjudki, uning yordamida tasvir yoqlarini aniq chizish mumkin bo'ladi. Chuqurligi bo'yicha saralash usuli  $z=f(x,y)$  funksiya bilan berilgan sirtlarni tasvirlash uchun samarali hisoblanadi.

*Suzib yuruvchi gorizont usuli.* Yuqoridagi usuldan farqli holda bu usulda yoqlar yaqindagidan uzoqdagiga ketma-ketligida chiqariladi. Har bir qadamda yoqlarning chegaralari ikkita siniq chiziq hosil qiladi – yuqori gorizont va quyi gorizont. Har bir yangi yoqni chiqarish vaqtida faqatgina yuqoriga gorizontdan tepadagilari va quyiga gorizontdan pastdagilari chiziladi. Mos holda, har bir yangi yoq yuqorigi gorizontni ko'taradi, pastki gorizontni tushiradi. Bu usul  $z=f(x, y)$  funksiya bilan ifodalanuvchi sirtlarni ko'rsatish uchun ko'p ko'llaniladi.

*Z-bufer usuli.* Bu usul rastrning har bir pikseli uchun Z koordinatalar saqlanadigan qo'shimcha massiv, xotira buferidan foydalanishga asoslanadi. Z koordinatalar fazoviy obyekt nuqtalaridan proeksiya tekisligigacha bo'lgan masofani belgilaydi.

Misol uchun, agarda  $z$  ekran tekisligiga perpendikulyar bo'lsa,  $(x, y, z)$  koordinatalar sistemasida  $z$  ekran koordinatasi bo'lishi mumkin.

Bu usulga ko'ra obyektlarni chizish algoritmini ko'raylik. Fazo nuqtasi proeksiya tekisligiga qanchalik yaqin bo'lsa,  $z$  ning qiymati shunchalik katta bo'ladi. U holda  $z$ - bufer minimal qiymatlar bilan to'ldiriladi. Keyin barcha obyektlarni chiqarish boshlanadi. Bu yerda obyektlarni chiqarish ketma-ketligi tartibi hech qanday ahamiyatga ega emas. Har bir obyekt uchun uning barcha piksellari ixtiyoriy tartibda chiqariladi. Har bir pikselni uning  $(x, y)$  koordinatasi bo'yicha chiqarish vaqtida  $z$ -buferdan  $z$  ning joriy qiymati topiladi. Agar chizilayotgan piksel  $z$ -buferdagiga nisbatan katta  $Z$  qiymatga ega bo'lsa, bu nuqta obyektga yaqinroq ekanligidan dalolatdir. Bu holda piksel haqiqatda chiziladi, uning  $z$ -koordinatasi  $z$ - buferga yoziladi. Shunday qilib, barcha piksellar chizilgandan so'ng rastr tasvirning barcha obyektlari obyektning eng katta  $z$  koordinata qiymatlariga mos piksellardan tashkil topadi, ya'ni ko'rinadigan – bizga yaqin nuqtalardan tashkil topadi.

Bu usulning soddaligi va samaradorligi, unda obyektlarni ham, uning nuqtalarini ham saralashga ehtiyoj bo'lmaydi. Ko'pyoqlar bilan yoki poligonal to'rlar bilan ifodalanuvchi obyektlarni chizishda  $Z$ -bufer qiymatlarida manipulyatsiyani tekis yoqlar poligonini to'ldirish pikselini chiqarish bilan oson birlashtirish mumkin.

Hozirgi vaqtda  $Z$ -bufer usuli bu usulni apparat darajasida tadbiq qiluvchi ko'pgina 3D grafik akseleratorlarda qo'llanilmoqda. Akselerator  $Z$ -bufer uchun kompyuter tezkor xotirasiga nisbatan murojaat tezroq bajariluvchi xususiy xotiraga ega bo'lishligi maqsadga muvofiqdir. Apparat darajasidagi tadbiq imkoniyatlari kompyuter animatsiyasi foydalanuvchilari va yaratuvchilari tomonidan kadrlarni katta tezlikda chizishga erishishda qo'llaniladi.

### **Nazorat savollari**

1. Obyektni tasvirlashning qanday vizualizatsiya usullari mavjud?
2. Obyektni karkas modeli asosida vizuallashtirishning o'ziga xos jihatlari nimalardan iborat?
3. Poligonal to'ring ko'rinmas nuqtalarini olib tashlab obyektni tasvirlashning qanday usullari mavjud?

4. Chuqurligi bo'yicha saralash usulida obyektни tasvirlash mazmuni nimaga asoslanadi?
5. Suzib yuruvchi gorizont usulida obyekt sirtini tasvirlashning o'ziga xosligi nimadan iborat?
6. Z-bufer usulidan foydalanib obyekt sirtini ifodalash nimalarga asoslanadi?
7. Z-bufer usulining o'ziga xos afzalliklarini keltiring.

*Tayanch iboralar:* vizualizatsiya, karkas modeli, ko'rinmas nuqtalarni olib tashlash, chuqurligi bo'yicha saralash, Z-bufer.

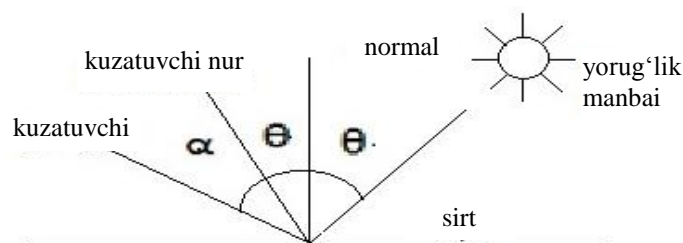
### 4.3. Sirtlarni bo'yash

Bu bo'limda ko'pyoqlar va poligonal to'rlarda model-lashtiriladigan obyektlar uchun ancha real tasvirlarni olishga imkon beruvchi usullarni ko'rib chiqamiz. Bu usullar [4, 17] ancha to'liq bayon qilingan.

#### *Yorug'likni aks ettirish modeli*

Kuzatuvchi, yorug'lik manbai, sirtlarni o'zaro joylashishini hisobga olgan holda akslanuvchi yorug'lik intensivligi bo'yicha sirt tasviri piksellari rangini aniqlashni ko'rib chiqaylik.

Yorug'likning oynaviy aksi. Tushuvchi nur va nur tushayotgan sirt normali orasidagi  $\theta$  burchak qaytuvchi nur va normal orasidagi burchakka teng. Tushuvchi, qaytuvchi nurlar va normal bitta tekislikda joylashgan (4.6- rasm).



4.6-rasm. Yorug'likning oynaviy aksi.

Sirt juda oynadek silliq hisoblanadi, agarda unga hech qanday notekisliklar, g'adir-budurliklar bo'lmasa. Bunday sirtlarda xususiy ranglar kuzatilmaydi. Tushuvchi nur yorug'lik energiyasi faqat

qaytuvchi nur chizig‘i bo‘ylab akslanadi. Bu chiziqdan tashqariga hech qanday yoyilish bo‘lmaydi. Tabiatda juda silliq sirt bo‘lmaydi, shuning uchun agarda g‘adir-budurliklar chuqirligi nurlanish to‘lqini uzunligidan yetarlicha kichik bo‘lsa, u holda tarqalish kuzatilmaydi. Ko‘rinuvchi spektrlar uchun, oyna sirti g‘adir-budurlik chuqurligini juda kichik 0,5 mkm deb qabul qilish mumkin.

Agar oyna sirti juda teks bo‘lmasa, u holda qaytuvchi yorug‘lik intensivligi to‘lqin uzunligiga bog‘liqligi kuzatiladi – to‘lqin uzunligi qancha katta bo‘lsa, aks shuncha yaxshi bo‘ladi. Misol uchun, qizil nurlar ko‘k nurga nisbatan kuchliroq akslanadi. G‘adir-budurliklar bo‘lganda, qaytuvchi yorug‘lik intensivligining tushush burchagiga bog‘liqligi mavjud bo‘ladi. 90 gradusga yaqin  $\theta$  burchaklar uchun yorug‘lik qaytishi maksimal bo‘ladi.

Real oynaning yengil g‘adir-budur sirtiga tushgan nur bitta emas, balki turli yo‘nalishlarda tarqalgan bir nechta qaytuvchi nurlarni hosil qiladi. Tarqalish sohasi tekislanish sifatiga bog‘liq va biror-bir taqsimlanish qonunyati bilan ifodalanishi mumkin. Tarqalish sohasi shakli oynaviy qaytgan nur chizig‘iga nisbatan simmetrik bo‘ladi. Sodda va yetarlicha ko‘p ishlatiladigan modellarga Fong taqsimoti emperik modeli kiradi. Bu modelga ko‘ra oynali aks nurlanishi intensivligi  $(\cos\alpha)^P$  ga proporsional bo‘ladi va bu yerda,  $\alpha$  – ideal aks nuri chizig‘idan og‘ish burchagi. R ko‘rsatkich silliqlik darajasiga bog‘liq hoda 1 dan 200 gacha oraliqdan topiladi. Uni quydagicha yozamiz:

$$I_s = I \cdot K_s \cdot \cos^p \alpha.$$

Bu yerda,  $I$  – manba nurlanishi intensivligi;  $K_s$ – proporsionallik koeffitsiyenti.

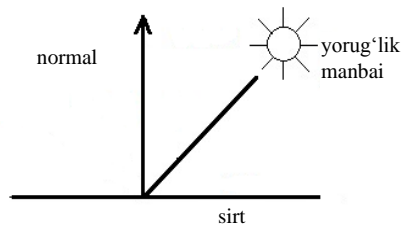
*Diffuz qaytishi.* Bu ko‘rinishdagi qaytish shaffof bo‘lmagan sirlarga xosdir. Shaffof bo‘lmagan deb shunday sirtga aytiladiki, unda g‘adir budurlilik o‘lchamlari shunchalik kattaki, tushuvchi nur hamma tomonga tekis tarqaladi. Bunday toifali qaytish, misol uchun, gips, qum, qog‘oz uchun xosdir. Diffuz qaytishi Lambert qonuni bilan ifodalanadi. Bunga ko‘ra, qaytuvchi yorug‘lik intensivligi sirt normal va yorug‘lik nuqtaviy manbai yo‘nalishi orasidagi burchak kosinusiga proporsional bo‘ladi (4.7-rasm).

$$I_d = I \cdot K_d \cdot \cos\theta.$$



Bu yerda,  $I$  – yorug‘lik manbai intensivligi;  $K_d$  – sirt materiali xossasini hisobga oluvchi koeffitsiyent.  $K_d$  qiymat 0 dan 1 gacha oraliqdan topiladi. Qaytuvchi yorug‘lik intensivligi kuzatuvchi joylashuviga bog‘liq bo‘lmaydi.

Shaffof bo‘lmagan sirt o‘z rangiga ega. Shaffof bo‘lmagan sirtidan kuzatilayotgan rang sirtning o‘z rangi va yorug‘lik manbai nurlanishi rangi kombinatsiyasi bilan aniqlanadi.



4.7-rasm. Jilosiz sirt.

Real tasvirni yaratishda tabiatan ideal silliq yoki ideal shaffof bo‘lmagan sirt mavjud emasligini hisobga olish lozim. Kompyuter grafikasi vositasida obyektlarni tasvirlashda odatda aniq material uchun xarakterli bo‘lga sillqlik va diffuz tarqalish mutanosibligi uyg‘unligi modellashtiriladi. Bu holatda qaytish modeli diffuz va sillqlik koeffitsiyentlari yig‘indisi ko‘rinishida yoziladi:

$$I_{otp} = I(K_d \cdot \cos\theta + K_s \cdot \cos^p_\alpha).$$

Bu yerda,  $K_d, K_s$  o‘zgarmaslar materialning qaytaruvchanlik xususiyatini belgilaydi. Ushbu formulaga ko‘ra ayrim  $\theta$  va  $\alpha$  burchaklar uchun qaytuvchi yorug‘lik intensivligi nolga teng bo‘ladi. Asilida, real holatda to‘liq qoraytirilgan obyektlar yo‘q, shu sababli fon rangini, boshqa obyektlardan qaytuvchi tarqalgan yorug‘lik yoritishini hisobga olalish lozim. Bu holatda intensivlik quyidagi formulada empirik ifodalanadi:

$$I_{otp} = I_\alpha K_\alpha + I(K_d \cdot \cos\theta + K_s \cdot \cos^p_\alpha),$$

bu yerda,  $I_\alpha$  – tarqaluvchi yorug‘lik intensivligi;  $K_\alpha$  – o‘zgarmas.

Agarda yorug‘likning nuqtaviy manba energiyasi masofa kvadratiga proporsional kamayishi hisobga olinsa, qaytish modelini yana takomillashtirish mumkin bo‘ladi. Bu qoidadan foydalanish

ayrim murakkabliklarni keltirib chiqaradi. Shuning uchun amaliyotda quyidagi empirik formulada ifodalanuvchi model ishlatiladi:

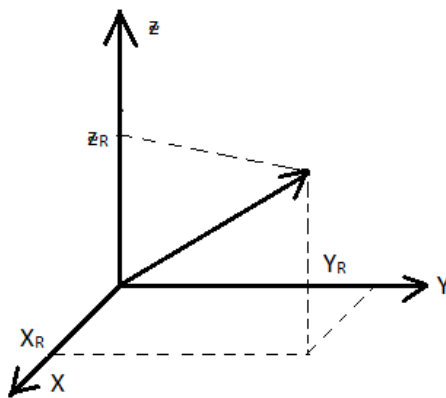
$$I_{otp} = I_{\alpha} \cdot K_{\alpha} + \frac{I}{R \cdot K} (K_d \cdot \cos\theta + K_s \cos^p_{\alpha}).$$

Bu yerda  $R$  –proeksiya markazidan sirtgacha bo‘lgan masofa;  $K$ – o‘zgarmas.

Berilgan modelga mos holda obyekt nuqtalarini bo‘yash rangi qanday aniqlanadi? Kulrang rangining gradatsiyasida hisoblash ishlari ancha sodda bajariladi. (Misol uchun, kulrang obyektlar va oq rangli yorug‘lik manbalari uchun). Bu hol uchun qaytuvchi yorug‘lik intensivligi yorqinlikka mos keladi. Rangli sirtlarini yorutuvchi yorug‘likning rangli manbalari bilan ish ancha murakkab bo‘ladi. Misol uchun, (*RGB modeli uchun*) har xil rang komponentalari uchun qaytuvchi yorug‘lik intensivligini hisoblashning *RGB* modelida uchta formula tuziladi.  $K_{\alpha}$  va  $K_d$  koeffitsiyentlar har xil komponentalar uchun har xil bo‘ladi – ular sirtningo‘z rangini ifodalaydi. Shaffof nur qaytishinig rangi yorug‘lik manbai rangiga teng bo‘lsa, u holda  $K_s$  koeffitsiyent rang modellining barcha komponentalari uchun bir xil bo‘ladi. Yorug‘lik manbai rangi mos

komponentasi  
 $I$  intensivlik  
ifodalanadi.

rang  
uchun  
qiymatlarida



4.8-rasm. Radius vektor.

### *Vektorlar algebrasi*

Bu yerda mavzudan biroz chekinish o‘rinlidir. Vektorlar algebrasi elementlarini ko‘ramiz. Vektor deb fazoning qandaydir A va B nuqtalarini birlashtiruvchi yo‘nalishga ega to‘g‘ri chiziq kesmasiga aytiladi. Vektor yo‘nalishi – boshlang‘ich A nuqtadan oxirgi V nuqtaga qarab yo‘nilad. R radius vektor – bu boshlang‘ich nuqtasi koordinatalar boshida bo‘lgan vektordir. Radius vektor koordinatalari vektorning oxirgi nuqtasi koordinatalari bo‘ladi. Radius vektor uzunligi modul deb ham ataladi, /R/ kabi belgilanadi va quyidagicha hisoblanadi:

$$/R/ = \sqrt{X_R^2 + Y_R^2 + Z_R^2} .$$

Birlik vektor – bu uzunligi birga teng bo‘lgan vektor. Vektorlar ustundagi asosiy amallarini sanab o‘taylik.

1. Vektorni songa ko‘paytirish  $\vec{X} = \vec{V} \cdot \alpha$ . Natija  $\vec{X}$  vektor bo‘lib, uning uzunligi  $\vec{V}$  vektor uzunligidan  $\alpha$  marta katta bo‘ladi. Agarda  $\alpha$  musbat bo‘lsa, u holda,  $\vec{X}$  va  $\vec{V}$  yo‘nalishlari ustma-ust tushadi.  $\alpha < 0$  bo‘lganda  $\vec{X}$  vektor  $\vec{V}$  vektorga teskari yo‘nalishda bo‘ladi. Agarda  $\vec{V}$  radius vektor bo‘lsa, u holda, natijaviy vektorning koordinatalari  $(\alpha \cdot x_v, \alpha y_v, \alpha \cdot z_v)$  bo‘dadi. Yani  $\vec{V}$  vektorning har bir koordinatasi  $\alpha$  soniga ko‘paytiriladi.

2. Vektorlarni qo‘shish  $\vec{S} = \vec{A} + \vec{V}$ . Qo‘ish natijasida hosil bo‘lgan vektor – bu tomonlari  $\vec{A}$  va  $\vec{V}$  vektordan hosil qilingan parallelogram diagonallaridan biri bilan mos tushuvchi vektordir.

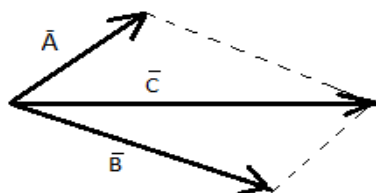
Barcha uchta vektor bitta tekislikda yotadi.  $\vec{A}$  va  $\vec{V}$  radius vektor bo‘lganda natijaviy vektor koordinatalari quyidagicha aniqlanadi:

$$x_c = x_A + x_B$$

$$y_c = y_A + y_B$$

$$z_c = z_A + z_B$$

Ikki vektor ayilmasini  $\vec{S} = \vec{A} - \vec{B}$  qo‘shish amali orqali  $\vec{S} = \vec{A} + (-\vec{B})$  aniqlash mumkin. Ayirma vektor 4.9-rasmda tasvirlangan parallelogramning boshqa diagonaliga mos tushadi. Radius vektorlar ayirmasi bo‘lganda quyidagicha bo‘ladi:



4.9-rasm. Ayirma vector.

$$x_c = x_A - x_B$$

$$y_c = y_A - y_B$$

$$z_c = z_A - z_B$$

3. Vektorlarning skalyar ko‘paytmasi  $c = \vec{A} \cdot \vec{V}$

Skalyar ko‘paytirish amali natijasida ikki vektor uzunliklari va ular orasidagi burchak kosinus ko‘paytmalarga teng (skalyar) son hosil bo‘ladi:

$$\vec{C} = \vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \cos \varphi$$

Agarda  $\vec{A}$  va  $\vec{B}$  vektorlar radius vektorlar bo‘lsa, u holda natijani quyidagicha hisoblash mumkin:

$$\vec{C} = \vec{A} \cdot \vec{B} = x_A \cdot x_B + y_A \cdot y_B + z_A \cdot z_B$$

4. Vektorlarning vektor ko‘paytmasi  $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{V}$

$\vec{A}$  va  $\vec{B}$  vektorlarni vektor ko‘paytirish natijasida tomonlari  $\vec{A}$  va  $\vec{B}$  vektorlarga qurilgan parallelogram tekisligiga perpendikulyar bo‘lgan vektor hosil bo‘ladi, bu vektorning uzunligi parallelogram yuzasiga teng (4.10-rasm).

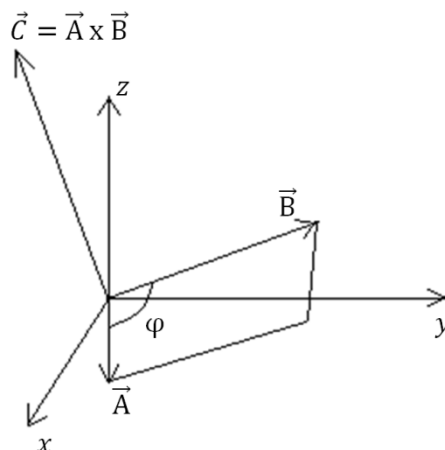
$$|\vec{C}| = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \sin \varphi$$

$\vec{A}$  va  $\vec{B}$  vektorlar radius vektorlar bo‘lsa, natijaviy  $\vec{C}$  vektorning koordinatalari quyidagicha hisoblanadi:

$$x_C = y_A \cdot z_B - z_A \cdot y_B$$

$$y_C = z_A \cdot x_B - x_A \cdot z_B$$

$$z_C = x_A \cdot y_B - y_A \cdot x_B$$



#### 4.10-rasm. Vektor ko'paytma.

$\vec{A} \times \vec{V} = -\vec{V} \times \vec{A}$  bo'lishligiga e'tibor qaratish lozim bo'ladi. Boshqacha aytganda, ko'paytuvchilar tartibi natijaviy vektor yo'nalishini belgilaydi. Bunga yuqoridagi koordinatalar formulasida  $\vec{A}$  va  $\vec{B}$  vektorlar koordinatalarining o'rnini almashtirish orqali ishonch hosil qilish mumkin.

Bundan tashqari,  $\vec{A} \times \vec{V}$  amal natijasidagi vektorning yo'nalishi koordinatalar o'qining olinishiga ham bog'liq bo'ladi (4.10-rasmda o'ng koordinatalar sistemasi keltirilgan).

$y$  o'qini  $x$ ,  $x$  o'qini  $y$  deb atab (chap koordinatalar sistemasini hosil qilish mumkin) va  $\vec{A}$  va  $\vec{B}$  vektorlarning vektor ko'paytmasi formulasida  $x$  va  $y$  koordinatalar o'rinlarini mos ravishda almashtirib olaylik. Koordinatalarni bu kabi almashtirishda  $\vec{C}$  vektor ishorasini o'zgartiradi, ya'ni vektor qarama-qarshi yo'nalishda bo'ladi.

#### ***Normallarni va qaytish burchaklarini hisoblash***

*Normal vektor koordinatalarini hisoblash.* Yorug'likning qaytish modelini ko'rib, sirt normali uning eng muhim elementlaridan biri hisoblanishini ko'rish mumkin. Sirtning berilgan nuqtadagi normal vektorini aniqlash har xil usullarda bajarishi mumkin. Qaysidir ma'noda bu sirtni ifodalash modeli tipini belgilaydi. Analitik shaklda berilgan sirt uchun funksiya hususiy hosilalarini hisoblashga asoslangan differensial geometriya usullari ma'lum. Misol uchun, agarda sirt parametrik funksiyalarda berilgan bo'lsa,

$$x = x(s, t),$$

$$y = y(s, t),$$

$$z = z(s, t).$$

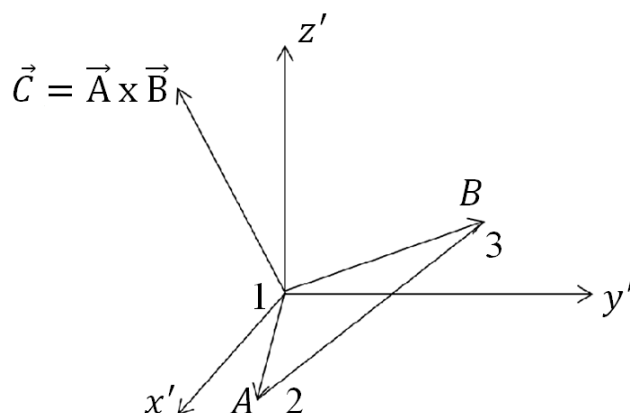
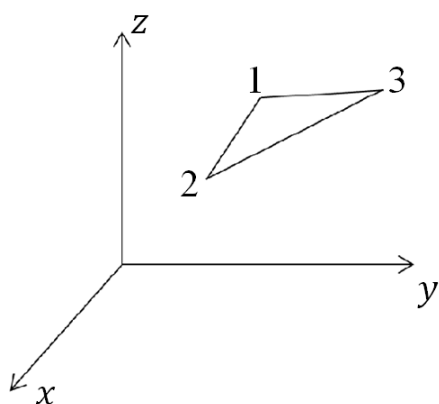
u holda, normal vektor koordinatalarini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$X_N = \begin{vmatrix} \frac{\partial y}{\partial s} & \frac{\partial z}{\partial s} \\ \frac{\partial y}{\partial t} & \frac{\partial z}{\partial t} \end{vmatrix} = \frac{\partial y}{\partial s} \cdot \frac{\partial z}{\partial t} - \frac{\partial y}{\partial t} \cdot \frac{\partial z}{\partial s},$$

$$Y_N = \begin{vmatrix} \frac{\partial z}{\partial s} & \frac{\partial x}{\partial s} \\ \frac{\partial z}{\partial t} & \frac{\partial x}{\partial t} \end{vmatrix} = \frac{\partial z}{\partial s} \cdot \frac{\partial x}{\partial t} - \frac{\partial z}{\partial t} \cdot \frac{\partial x}{\partial s},$$

$$Z_N = \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial s} & \frac{\partial y}{\partial s} \\ \frac{\partial x}{\partial t} & \frac{\partial y}{\partial t} \end{vmatrix} = \frac{\partial x}{\partial s} \cdot \frac{\partial y}{\partial t} - \frac{\partial x}{\partial t} \cdot \frac{\partial y}{\partial s}.$$

Sirt vektor-poligonal modelda ifodalanganda normalni aniqlash uchun vektor algebra usullaridan foydalanish mumkin.



4.11-rasm. Sirtning bir yog‘i. 4.12-rasm. Radius-vektorlar.

Fazoda biror-bir ko‘pyoqli sirt berilgan bo‘lsin. Uning uch burchak ko‘rinishidagi tekis yoqlaridan birini ko‘raylik (4.11-rasm). Normal vektor koordinatalarini hisoblash uchun bu yoq tekisligida yotgan ixtiyoriy ikkita vektorning vektor ko‘paytmasidan foydalanamiz. Bunday vektor sifatida yoqning qirralaridan foydalanamiz, misol uchun, 1–2- va 1–3-qirralar. Biroq, vektor ko‘paytma uchun formulani radius vektorlar uchun keltirgan edik. Radius-vektorga o‘tish uchun koordinata markazi 1-uchga tushuvchi

va oldingi sistema o'qlariga parallel bo'lgan yangi koordinatalar sistemasiga o'tiladi. Uchlarning yangi sistemadagi koordinatalari quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned}x'_i &= x_i - x_1 \\y'_i &= y_i - y_1 \\z'_i &= z_i - z_1\end{aligned}$$

4.12-rasmda keltirilganidek, (1-2) qirrani  $\vec{A}$  vektor, (1-3) qirrani  $\vec{B}$  vektor deb ataymiz. Shunday qilib, fazoda yoqning normal holati  $\vec{N}$  radius-vektor bilan ifodalanadi. Uning  $(x', y', z')$  sistemadagi koordinatalarini vektor ko'paytmalar uchun formulalarda ifodalaymiz:

$$\begin{aligned}X'_N &= (y_2 - y_1)(z_3 - z_1) - (z_2 - z_1)(y_3 - y_1) \\Y'_N &= (z_2 - z_1)(x_3 - x_1) - (x_2 - x_1)(z_3 - z_1) \\Z'_N &= (x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (y_2 - y_1)(x_3 - x_1)\end{aligned}$$

bu yerda, yoqlar uchlarning ko'chirishgacha bo'lgan koordinatalaridan foydalanilgan.

Tekis yoq har xil yondashuvlarda tasvirlanishi mumkin. Har bir holat uchun yoqning ko'rinadigan tomoniga mos normal yo'nalishini tanlash zarur bo'ladi. Agarda tekis yoq teskari tomondan ko'rinadigan bo'lsa, u holda qaytuvchi nur hisobida normal sifatida teskari vektorni, ya'ni  $(-\vec{N})$ ni tanlash lozim. Agarda poligonal sirt uchburchak yoq bo'lmasa, misol uchun, tekis to'rtburchak bo'lsin, u holda normal hisobi yoqning ixtiyoriy uchta uchi bo'ylab amalga oshirilishi mumkin.

*Diffuzli qaytish.* Yorug'lik manbai yo'nalishi va normal vektori orisidagi burchak kosinusini aniqlaylik.

*Birinchi misol (eng sodda misol).* Yorug'lik manbai  $z$  o'qidagi cheksizlikdagi nuqtaga joylashtiriladi. Agarda ko'rinarli koordinatalar sistemasi uchun hisob amalga oshirilsa, u holda, bu yorug'lik manbai kamera bilan bitta o'qda joylashtirilganligini bildiradi.  $z$  o'qi bilan yoqning normali orasidagi burchak kosinusi radius-vektorining  $z$  koordinatasini radius-vektor uzunligi nisbatiga teng.

$$\cos \theta = \frac{z_N}{|N|} = \frac{z_N}{\sqrt{x_N^2 + y_N^2 + z_N^2}}.$$

*Ikkinchi misol.* Yorug'lik manbai cheksizlikda joylashgan va u z o'qida yotmaydi. Bu hol uchun yorug'lik manbaiga yo'nalish berish usuli muhim hisoblanadi. Agarda yorug'lik manbai joylashuvini kameralardagi kabi – ikkita ( $\alpha_c$  va  $\beta_s$ ) burchakda ifodalansa, u holda, koordinatalarni shunday burish mumkinki, z o'qi yorug'lik manbaiga yo'naladi va birinchi misol uchun keltirilgan folmulani qo'llash mumkin bo'ladi. Boshqacha aytganda, normal vektor koordinatalarini almashtirish zarur. Bu yerda burishda vektor o'zgarmasligidan foydalaniladi, shuning uchun  $Z_N$  ning koordinatasini burilgan koordinatalar sistemasida hisoblash yetarlidir.

Agarda yorug'lik manbaining joylashuvi yorug'lik manbaiga yo'naltirilgan vektor bilan ifodalansa, u holda, normal vektor bilan burchak kosinusini quyidagicha hisoblash mumkin. Avval yorug'lik manbaiga yo'nalgan radius-vektorni aniqlash zarur. Uni  $\vec{S}$  kabi belgilaymiz. Keyin,  $\vec{S}$  va  $\vec{N}$  radius-vektorlar orasidagi burchak kosinusini hisoblash uchun vektorlarni skalyar ko'paytirish formulasidan foydalanamiz.

Shunday qilib,  $\vec{S} \cdot \vec{N} = |\vec{S}| \cdot |\vec{N}| \cdot \cos \theta$  hamda

$$\vec{S} \cdot \vec{N} = x_S \cdot x_N + y_S \cdot y_N + z_S \cdot z_N$$

quyidagini olamiz:

$$\cos \theta = \frac{x_S \cdot x_N + y_S \cdot y_N + z_S \cdot z_N}{|\vec{S}| \cdot |\vec{N}|}$$

Ko'rinib turibdiki, hisoblashlarni soddalashtirish uchun birlik uzunlikdagi  $\vec{S}$  vektordan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi, ya'ni  $|\vec{S}| = 1$ .

*Uchinchi misol.* Yorug'lik manbai fazoning ( $x_c, y_c, z_c$ ) koordinatali chekli nuqtasiga joylashtiriladi. Normal bilan tashkil qilgan burchak kosinusini aniqlash uchun yorug'lik manbai koordinatasi shunday ko'chiriladiki, sirt nuqtasidagi normal vektor va yorug'lik manbaiga yo'naltirilgan vektor bitta umumiy markazdan chiqsin. Yuqorida uch burchakli yoqqa normal radius-vektorini koordinatlarni  $(-x_1, -y_1, -z_1)$  ga ko'chirish (parallel



ko‘chirish) yo‘li orqali qurish ko‘rilgan edi. Yorug‘lik manbaiga yo‘nalgan va hisoblashlar uchun ishlatish mumkin bo‘lgan radius-vektor  $(x_c - x_1, y_c - y_1, z_c - z_1)$  koordinatalarga ega. Keyin, qidirilayotgan burchak kosinusini, oldingi misoldagi kabi skalyar ko‘paytma orqali hisoblash mumkin.

*Silliq qaytish.* Yorug‘lik manbaiga yo‘naltirilgan  $\vec{S}$  radius-vektori berilgan hamda  $\vec{N}$  normal radius-vektori ham ma‘lum deb hisoblaylik. Qaytuvchi nur va kamera yo‘nalishi orasidagi burchak kosinusini topish talab qilinadi. Avval qaytuvchi nur radius-vektorini hisoblash zarur.

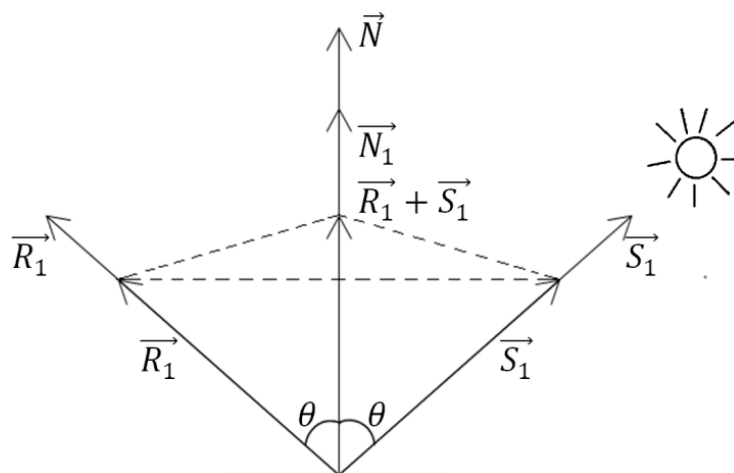
Uni  $\vec{R}$  deb belgilaymiz. 4.13-rasmda ko‘rsatilgani kabi qator geometrik yasashlar bajariladi.

Yuqoridagi masalani yechish uchun avval  $\vec{R}_1, \vec{S}_1$  va  $\vec{N}_1$  birlik vektorlarini ko‘ramiz. Tushuvchi va qaytuvchi nurlar normallari bir tekislikda yotishligidan  $\vec{R}_1 + \vec{S}_1 = \vec{N}'$  ni yozish mumkin, bu yerda,  $\vec{N}'$  romb diagonali mos va yo‘nalishi normal bilan ustma-ust tushuvchi vektordir.  $\vec{N}'$  vektorning uzunligi  $2 * \cos \theta$  ga teng.  $\vec{N}'$  vektor yo‘nalishi  $\vec{N}_1$  bilan mos tushganligidan

$$\vec{N}' = \vec{N}_1 \cdot 2 \cos \theta$$

yoki

$$\vec{R}_1 + \vec{S}_1 = \vec{N}_1 \cdot 2 \cos \theta.$$



4.13-rasm. Birlik uzunlikdagi  $\vec{R}_1, \vec{S}_1, \vec{N}_1$ .

Bundan qaytuvchi nurning birlik vektorini topamiz:

$$\vec{R}_1 = \vec{N}_1 \cdot 2 \cos \theta - \vec{S}_1 = \frac{\vec{N}}{|\vec{N}|} \cdot 2 \cos \theta - \frac{\vec{S}}{|\vec{S}|}$$

$\cos \theta$  ni topamiz.  $\vec{N}$  va  $\vec{S}$  vektorlarning skalyar ko'paytmasidan foydalanib buni amalga oshirish mumkin.

$$\cos \theta = \frac{\vec{N} \cdot \vec{S}}{|\vec{S}| |\vec{N}|}$$

Bu topilgan qiymatni  $\vec{R}_1$  uchun ifodaga qo'yamiz:

$$\vec{R}_1 = \vec{N} \cdot 2 \frac{\vec{N} \cdot \vec{S}}{|\vec{N}|^2 |\vec{S}|} - \frac{\vec{S}}{|\vec{S}|}$$

Qidirilayotgan qaytuvchi nur vektori uzunligi tushuvchi nur vektori uzunligi bilan bir xil deb faraz qilsak, ya'ni  $\vec{R} = |\vec{S}| \vec{R}_1$  desak, quyidagini olamiz:

$$\vec{R} = \vec{N} \cdot 2 \frac{\vec{N} \cdot \vec{S}}{|\vec{N}|^2} - \vec{S}$$

Bu vektor shaklidagi yechim.  $\vec{R}$  vektorning koordinatalarini yozamiz.

$$\begin{aligned} X_R &= 2x_N = \frac{x_N \cdot x_S + y_N \cdot y_S + z_N \cdot z_S}{x_N^2 + y_N^2 + z_N^2} - x_S, \\ Y_R &= 2y_N = \frac{x_N \cdot x_S + y_N \cdot y_S + z_N \cdot z_S}{x_N^2 + y_N^2 + z_N^2} - y_S, \\ Z_R &= 2z_N = \frac{x_N \cdot x_S + y_N \cdot y_S + z_N \cdot z_S}{x_N^2 + y_N^2 + z_N^2} - z_S. \end{aligned}$$

Endi kamera yo'nalishi va qaytuvchi nur orasidagi burchak kosinusini topish qoldi. Kamera yo'nalgan radius-vektorni  $\vec{K}$  bilan belgilaymiz.  $\vec{K}$  va  $\vec{R}$  vektorlarning skalyar ko'paytmasidan foydalanib, izlanayotgan burchak kosinusini topamiz:

$$\cos \alpha = \frac{\vec{K} \cdot \vec{R}}{|\vec{K}| \cdot |\vec{R}|} = \frac{x_K \cdot x_R + y_K \cdot y_R + z_K \cdot z_R}{\sqrt{x_K^2 + y_K^2 + z_K^2} \cdot \sqrt{x_R^2 + y_R^2 + z_R^2}}$$

Ko‘rinib turibdiki, hisolashlarni soddalashtirish uchun  $\vec{S}$ ,  $\vec{N}$  va  $\vec{K}$  vektorlarni birlik uzunlikda berish maqsadga muvofiq bo‘ladi (shunda  $\vec{R}$  vektor ham birlik bo‘ladi).

### ***Guro usuli***

Bu usul tekis yoqli poligonal to‘r yoki ko‘pyoqliklar ko‘rinishida tasvirlangan silliq egri chiziqli sirtning illyuziyasini yaratish uchun mo‘ljallangan. Agar har bir tekis yoq akslanishni hisobga olgan holda aniqlangan bitta doimiy rangga ega bo‘lsa, u holda, qo‘shni yoqlarning har xil ranglari juda sezilarli bo‘ladi va sirt aynan ko‘pyoq kabi ko‘rinadi. Bu nuqsonni sirtning approksimatsiyalashda yoqlar sonini ko‘paytirish orqali berkitish mumkindek ko‘rinadi.

Biroq inson ko‘rishi qo‘shni yoqlar chegarasida yorqinliklar ko‘tarilib tushishini farqlash husiyatiga ega, bunday effekt *Maxning yo‘lak* (polos) effekti deb ataladi. Shuning uchun silliqlik illyuziyasini yaratish uchun yoqlar sonini anchagina oshirish lozim, bu esa vizuallashtirishni sezilarli darajada sekinlashtirishga olib keladi. Yoqlar qancha ko‘p bo‘lsa, obyektning chizish tezligi shuncha sekin bo‘ladi.

Guro usuli har bir tekis yoqni bir xil rang bilan emas, balki qo‘shni yoqlar ranglarini interpolyatsiyalash yo‘li bilan hisoblanuvchi silliq o‘zgaruvchi ranglar jilosida bo‘yash g‘oyasiga asoslanadi.

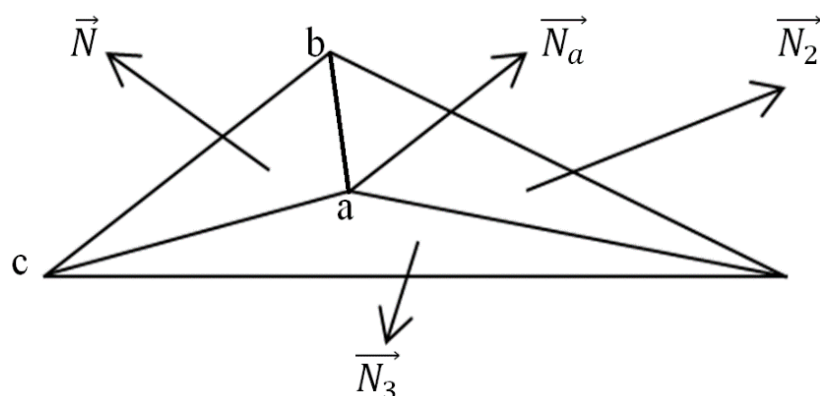
Guro usulida yoqlarni bo‘yash to‘rt bosqichda amalga oshiriladi.

- Har bir yoqning normalini hisoblanadi.
- Uchlardagi normallarni aniqlanadi.

Uchning normalini qo‘shni yoqlar normalari o‘rtachasi bilan aniqlanadi (4.14-rasm).

▪ Uchlarning normalari asosida yorug‘lik qaytishining tanlangan modeliga mos holda uchlardagi intensivlik qiymati hisoblanadi.

▪ Yoqlarning poligonlari uchlardagi intensivlik qiymatining chiziqli interpolyatsiyasiga mos rangda bo‘yaladi.

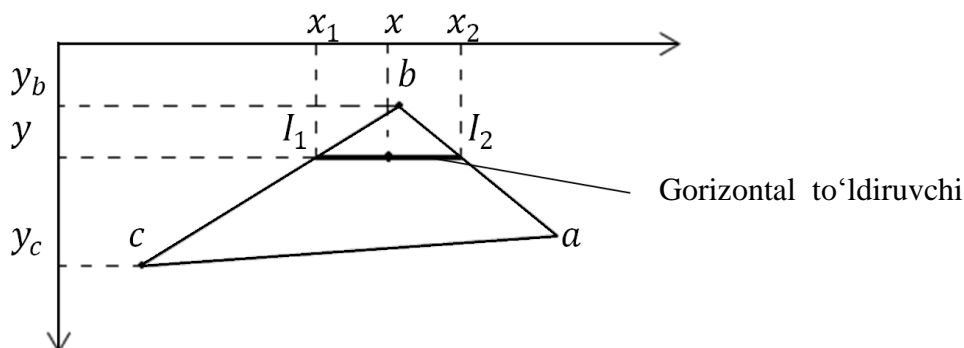


4.14-rasm. Uchning normali.

(a) uchning normal vektori quyidagiga teng:

$$\vec{N}_a = (\vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{N}_3)/3.$$

Yoqning har bir nuqtasida (demak, har bir piksel rangi) qaytuvchi nur intensivligi interpolyatsiyalangan qiymatini aniqlashni poligonni to'ldirish sikli jarayonida bajarish qulay bo'ladi. Ekran koordinatasida yoqlar konturini gorizontallar bilan to'ldirishni ko'rib chiqaylik (4.15-rasm).



4.15-rasm. Yoqlar konturini to'ldirish.

$(x, y)$  nuqtada interpolyatsiyalangan intensivlik  $I$  quyidagi proporsiyadan aniqlanadi:

$$(I - I_1)/(x - x_1) = (I_2 - I_1)/(x_2 - x_1).$$

Bundan  $I = I_1 + (I_2 - I_1)(x - x_1)/(x_2 - x_1)$ .

Gorizontol kesma uchlaridagi  $I_1$  va  $I_2$  intensivlik qiymatlari yoqning uchlarini intensivligi interpolyatsiyalarida ifodalanadi:

$$\begin{aligned} (I_1 - I_b)/(y - y_b) &= (I_c - I_b)/(y_c - y_b) \\ (I_2 - I_b)/(y - y_b) &= (I_a - I_b)/(y_a - y_b) \end{aligned}$$

yoki

$$I_1 = I_b + (I_c - I_b)(y - y_b)/(y_c - y_b)$$

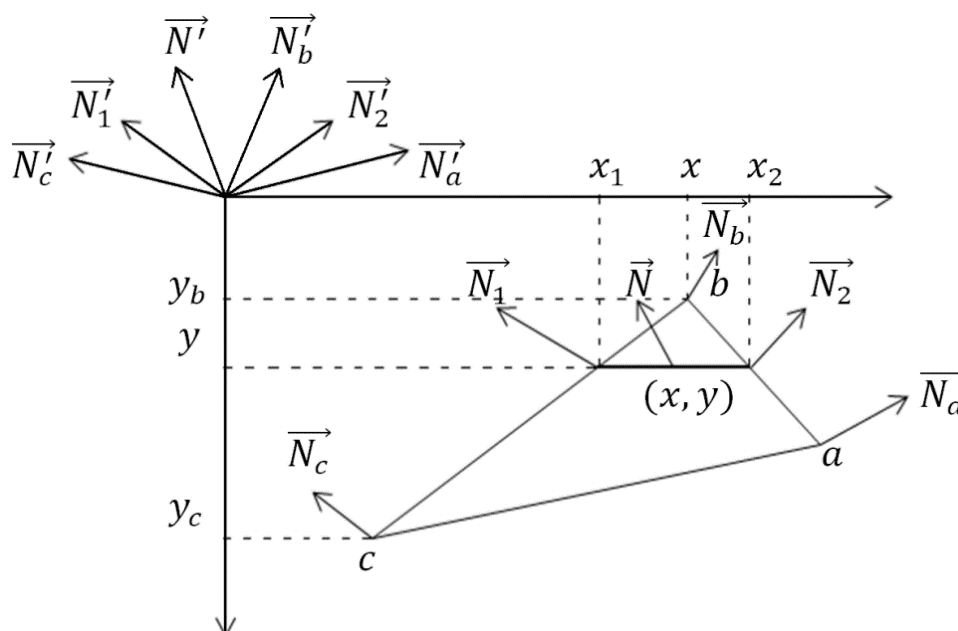
$$I_2 = I_b + (I_a - I_b)(y - y_b)/(y_a - y_b).$$

### **Fong usuli**

Fong usuli Guro usuliga o'xshaydi, biroq Fong usulidan foydalanishda rangni aniqlash uchun har bir nuqtada qaytuvchi nur intensivligi emas, normal vektorlari interpoliyatsiyalanadi.

- Yoqlarning normallari aniqlanadi.
- Yoqlarning normallari bo'yicha uchlarning normallari aniqlanadi. Bo'yalayotgan yoqning har bir nuqtasida interpoliyatsiyalangan normal vektori aniqlanadi.
- Normal vektorlari bo'yicha yorug'lik qaytishini tanlangan modeliga mos holda yoqning nuqtalari rangi aniqlanadi.

Yoqning har bir nuqtasi normal vektorini qanday olishni ko'ramiz. Interpoliyatsiyalash uchun proeksiyalash tekisligi koordinatalari markazidan chiquvchi va  $a, b$  va  $c$  uchlarning mos  $\vec{N}_a, \vec{N}_b, \vec{N}_c$  normallariga parallel bo'lgan  $\vec{N}'_a, \vec{N}'_b, \vec{N}'_c$  vektorlarga tayanamiz (4.16-rasm).



4.16-rasm. Normal vektorlarni interpoliyatsiyalash.

Avval  $\vec{N}'_1$  va  $\vec{N}'_2$ larni topamiz:

$$\vec{N}'_1 = \begin{pmatrix} x_{N_1} \\ Y_{N_1} \\ z_{N_1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{N_b} + (x_{N_c} - x_{N_b})(Y - Y_b)/(Y_c - Y_b) \\ Y_{N_b} + (Y_{N_c} - Y_{N_b})(Y - Y_b)/(Y_c - Y_b) \\ z_{N_b} + (z_{N_c} - z_{N_b})(Y - Y_b)/(Y_c - Y_b) \end{pmatrix}$$

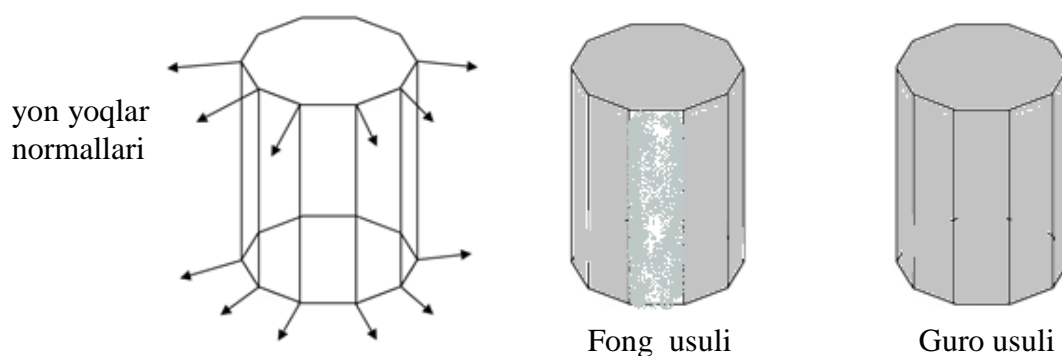
$$\vec{N}'_2 = \begin{pmatrix} x_{N_2} \\ Y_{N_2} \\ z_{N_2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{N_b} + (x_{N_a} - x_{N_b})(Y - Y_b)/(Y_c - Y_b) \\ Y_{N_b} + (Y_{N_a} - Y_{N_b})(Y - Y_b)/(Y_c - Y_b) \\ z_{N_b} + (z_{N_a} - z_{N_b})(Y - Y_b)/(Y_c - Y_b) \end{pmatrix}$$

Bu yerda  $x_{N_a}, Y_{N_a}, z_{N_a}, x_{N_b}, Y_{N_b}, z_{N_b}, x_{N_c}, Y_{N_c}$  va  $z_{N_c}$  lar  $\vec{N}'_a, \vec{N}'_b$  va  $\vec{N}'_c$  vektorlarning koordinatalari.  $\vec{N}'$  vektorning koordinatalarini topamiz.

$$\vec{N}' = \begin{pmatrix} x_N \\ Y_N \\ z_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{N_1} + (x_{N_2} - x_{N_1})(X - X_1)/(X_2 - X_1) \\ Y_{N_1} + (Y_{N_2} - Y_{N_1})(X - X_1)/(X_2 - X_1) \\ z_{N_1} + (z_{N_2} - z_{N_1})(X - X_1)/(X_2 - X_1) \end{pmatrix}$$

$(x, y)$  nuqta normali uchun  $\vec{N}'$  vektori  $\vec{N}$  vektoriga parallel, shuning uchun undan  $\vec{N}$  vektor normali kabi qaytuvchi nur hisobi uchun foydalanish mumkin.

Fong usuli Guro usuliga qaraganda murakkabroqdir. Sirtning har bir nuqtasi (pikseli) uchun anchagina hisoblash amallarini bajarish zarur. Shunga qaramasdan u anchagina yaxshi natijalarini beradi, ayniqsa silliq sirtlarini imitatsiyalaganda Fong va Guro usullarining umumiy va farqli jihatlarini ko'pyoqlarda aproksimatsiya qilingan silindrik sirt misolida ko'rsatish mumkin (4.17-rasm)



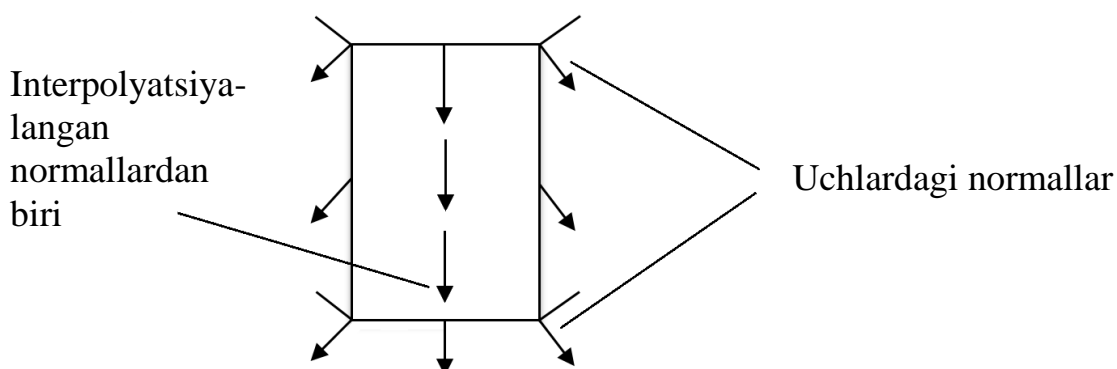
4.17-rasm. Fong va Guro usullarida bo'yashlarning farqi.

Yorug‘lik manbai kuzatuvchidan keyinda bo‘lsin. Silindrning yon yoqlarini bo‘yalishini tahlil qilaylik. 4.17-rasmda bo‘yalgan sirtida qora quyuk rang bilan yoqlarning qirralari ko‘rsatilgan – bu bo‘yashlarning o‘zigan xosliklarining ko‘rsatish uchun, aslida esa bo‘yashdan keyin hech qanday qora chiziq-qirralari bo‘lmaydi va sirt silliq ko‘rinadi.

Asosiy farqni oldi yoqni bo‘yalishida ko‘rish mumkin. U yoq yorug‘lik nuri yo‘nalishiga perpendikulyar. Shuning uchun bu yoqning uchlarida normallar simmetrik – ular yorug‘lik nuri bilan hosil qilgan burchaklar absolyut qiymatlari bo‘yicha juft-jufti bilan tenglikni hosil qiladi.

Guro usuli uchun bu oldi yoq uchlarida intensivlik bir xilligi bilan xarakterlanadi. Agar intensivlik bir xil bo‘lsa, u holda, bu yoqning ixtiyoriy ichki nutqasi uchun intensivlik bir xil bo‘ladi (chiziqli interpoliyatsiya uchun). Bu yagona bo‘yash rangi deganidir. Oldi yoqlarning barcha nuqtalarni bir xil rangli bo‘ladi, bu, ko‘rinib turibdiki noto‘g‘ri.

Fong usuli tug‘ri bo‘yashni beradi. Agarda old yoqlarning normallari interpoliyatsiya qilinsa, u holda, markazda yorug‘lik nurlariga parallel interpoliyatsiyalangan normallar bo‘ladi (4.18-rasm).



4.18-rasm Normallar interpoliyatsiyasi aniqroq natijalar beradi.

Fong usuli bo‘yicha old yoqning markazi chetlarga nisbatan yorqinroq bo‘ladi.

### Nazorat savollari

1. Silliq va g'adir-budur sirtlarga yorug'likning tushishida qanday holat kuzatiladi?
2. Diffuz qaytish deb nimaga aytiladi?
3. Shaffof bo'lmagan sirt deb qanday sirtga aytiladi va uning o'ziga xos jihatlari nimalardan iborat?
4. Qanday qaytish modellarini bilasiz va ularni xarakterlab bering.
5. Nima uchun sirt normallari va qaytish burchaklarini hisoblashga ehtiyoj sezamiz?
6. Sirt normalini hisoblashning qanday usullarini bilasiz?
7. Silliq qaytish deb nimaga aytiladi?
8. Bo'yashning Guro va Fong usullari orasidagi farqli jihatlarni ko'rsating.

*Tayanch iboralar:* diffuz qaytish, shaffof sirt, noshaffof sirt, silliq qaytish, Guro usuli, Fong usuli, sirt normali.

#### **4.4. Yorug'lik va uni modellashtirish. Rang modellari**

##### ***Yorug'lik interferensiyasi***

Interferensiya — to'lqin xossalariining ishonchli asoslaridan biri.

Interferensiya ixtiyoriy tabiatli to'lqinlar uchun xos. Yorug'lik to'lqinlari interferensiyasi deb ikkita kogerent to'lqinlarning qo'shishiga aytiladi va buning natijasida fazoning har xil nuqtalarida natijaviy yorug'lik tebranishi kuchayishi yoki susayishi kuzatiladi.

Bir xil chastotaga ega va vaqt bo'yicha fazalar farqi o'zgarmaydigan to'lqinlar ***kogerent to'lqinlar*** bo'ladi.

Lazerlardan boshqa barcha yorug'lik manbalari kogerent emas.

Yorug'lik interferensiyasini kuzatish uchun kogerent yorug'lik taramini hosil qilish lozim.

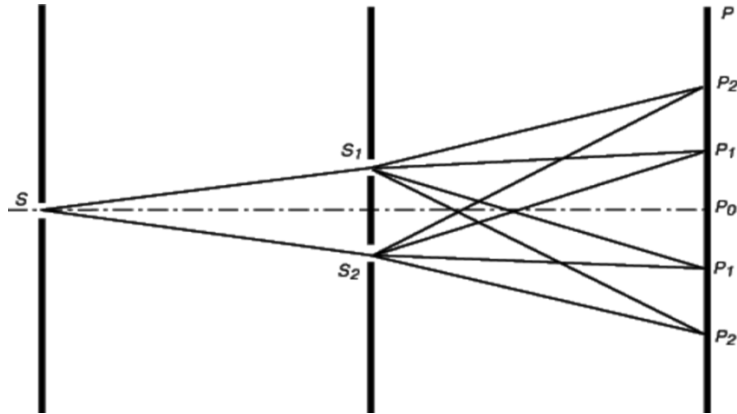
Lazerlar paydo bo'lgunga qadar yorug'lik interferensiyasini kuzatish uchun kogerent taram bir yorug'lik manбайдan tarqalayotgan yorug'likni ajratib nurlar tashkil qilish yo'li orqali hosil qilingan. Buning uchun tirqish, oyna va prizmalardan foydalanilgan.

XIX asrning boshida ingliz olimi Tomas Yung yorug'lik interferensiyasini kuzatish tajribasini o'tkazgan.

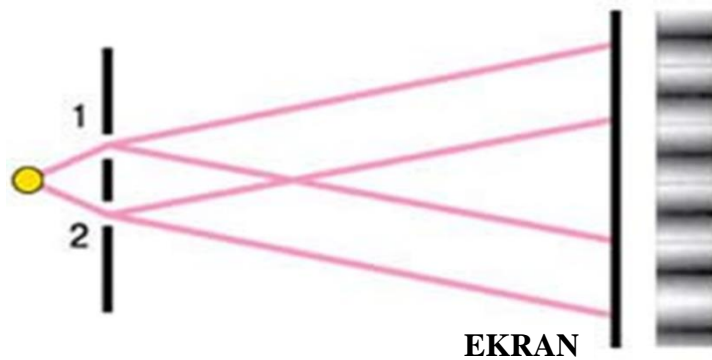


Tor tirqishdan o'tkazilgan yorug'lik orqasida ekran turgan ikkita o'zaro yaqin joylashgan tirqishga tushirilgan.

Ekranida ikkita tasma emas, balki oraliqni to'ldiruvchi va navbat bilan o'zgarib rang tasmasi hosil bo'ladi.

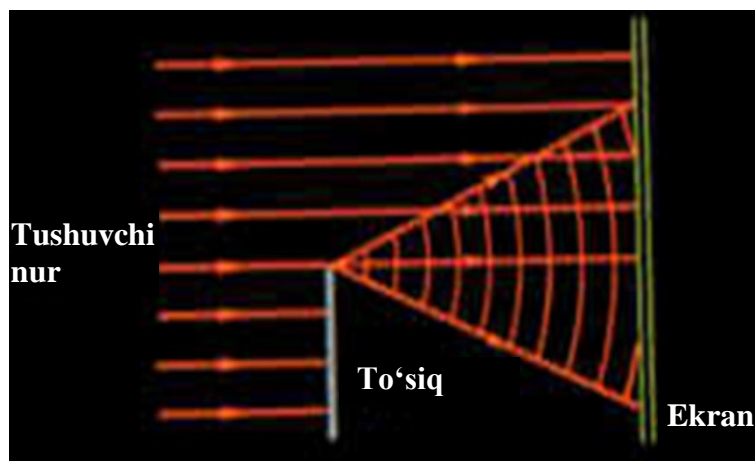


4.19-rasm. Yung tajribasi sxemasi.



4.20-rasm. Laboratoriya sharoitida interferensiyani kuzatish.

Yorug'lik difraksiyasi — kichik tirqishdan o'tishda to'lqinning to'g'ri chiziqli tarqalishdan og'ishi va kichik to'siqlarni aylanib o'tishidir.



4.21-rasm. Difraksiya hodisasini kuzatish.

Difraksiya hosil bo'lish sharti:

$$d^2 \leq \lambda L,$$

bu erda,  $d$  — tirqish yoki to'siqning o'lchami;  $L$  — ekrandan to'siqqacha yoki tirqishgacha bo'lgan masofa.

Difraksiya yorug'likning geometrik soya sohasini ham egallashiga olib keladi.



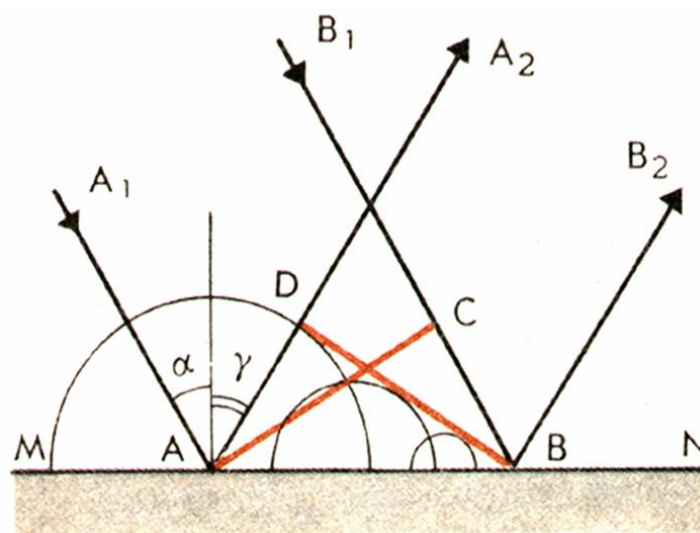
4.22-rasm. Yorug'lik difraksiyasini kuzatish.

### ***Yorug'likning qaytishi***

Tushuvchi to'lqin fronti AS va qaytuvchi to'lqin fronti VD ikki muhit chegara sirti bilan bir xil burchak tashkil etadi.

Bu burchaklar mos holda tushish va qaytish burchagiga teng.

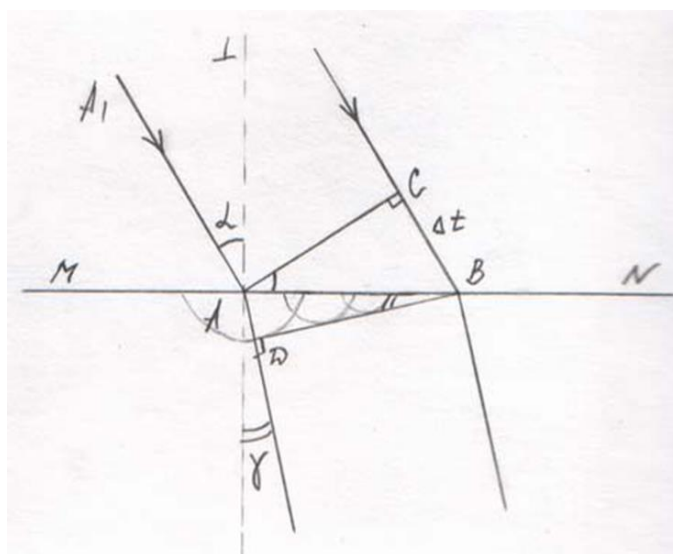
Tushish va qaytish burchaklari esa o'zaro teng.



4.23-rasm. Yorug'likning qaytishi.

***Yorug'likning sinishi***

Tushuvchi to'lqin fronti AC ikki muhit chegara sirti bilan qaytuvchi to'lqin fronti VD ga nisbatan katta burchak tashkil qiladi. Sinish burchagi tushish burchagidan kichik.



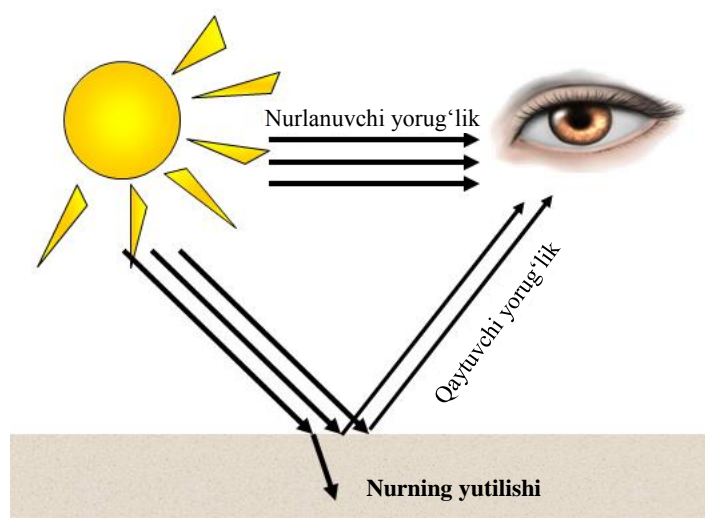
4.24-rasm. Yorug'likning sinishi.

Oq nurning shisha prizmadan o'tishida uning turli to'lqin uzunligidan iborat nurlardan tashkil topgani uchun sinish burchaklari turlicha bo'ladi.

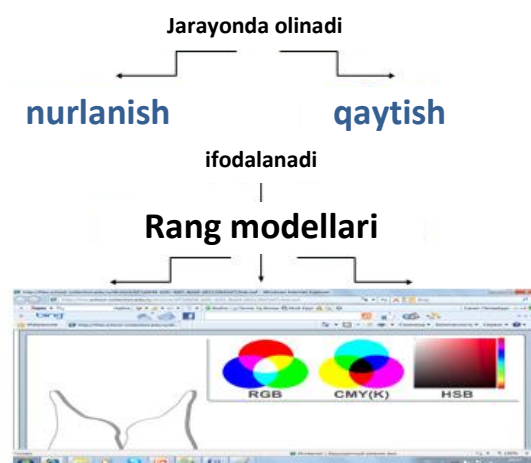


4.25-rasm. Oq nurning shisha prizmadan o'tishi.

Yorug'lik – bu elektromagnit nurlanish. Rang – bu inson ko'ziga nurlanishning ta'siri (4.26, 4.27-rasmlar).



4.26-rasm. Nurlanish va yorug'lik.

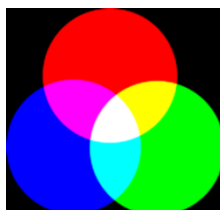


4.27-rasm. Nurlanish jarayoni.

### ***Rang modellari. Additiv model***

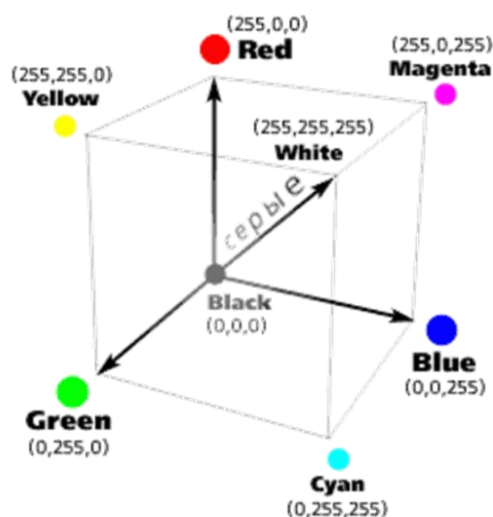
Additiv ingliz tilidan add – birlashtirmoq degan ma’noni anglatadi. Rang uchta rang yig‘indisi sifatida olinadi RED – qizil, GREEN – yashil, BLUE – ko‘k (4.28-rasm).

RGB ranglar gammasida har bir rang o‘z intensivligini 0 dan 255 gacha o‘zgartirishi mumkin. 0 – rang intensivligi eng kichik 255 – rang intensivligi eng yuqori.



4.28-rasm. Additiv rang modeli.

Additivlikda – alohida rang yorqinligi oshirilganda natijaviy rang yorug‘ bo‘lishligi kuzatiladi.



4.29-rasm. RGB-kodlashning rang kubi.

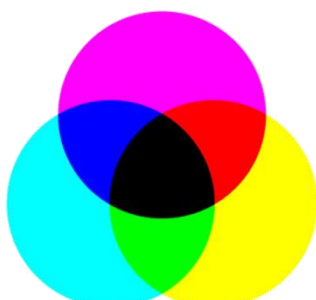
4.1-jadval.

RGB ranglar jadvali

Qizil	Yashil	Ko‘k	Rang
0	0	0	Qora
255	0	0	Qizil
0	255	0	Yashil
0	0	255	Ko‘k
0	255	255	Moviy
255	255	0	Sariq
255	0	255	Qirmizi
255	255	255	Oq

***Subtraktiv model***

Subtraktiv model ingliz tilidan “subtract” – «ajratmoq» degan ma’noni anglatadi. Asosiy ranglar: Cyan – moviy, Magenta – qirmizi, Yellow – sariq.



4.30-rasm. Subtraktiv rang modeli.

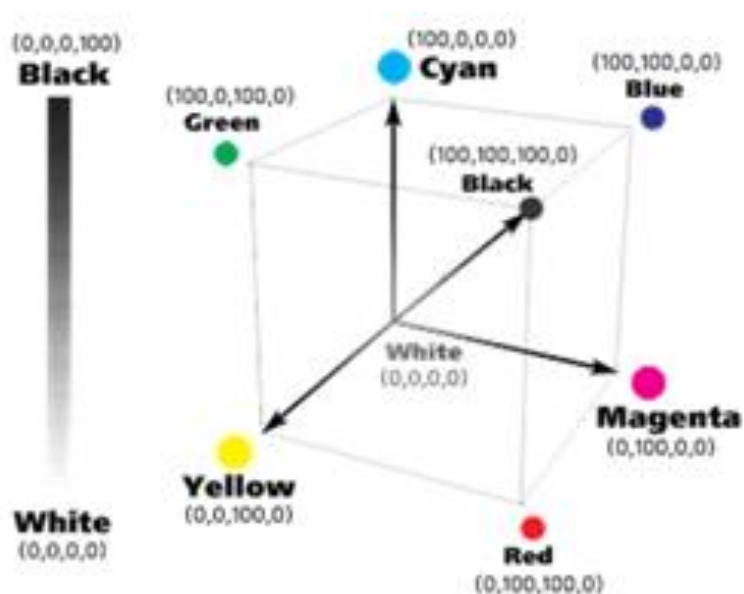


4.31-rasm. CMYK rang modeli.

Ularning har biri tushuvchi oq nurning ma'lum ranglarini yutadi (ajratadi). CMY ranglar gammasida har bir rang intensivligini 0 dan 255 gacha o'zgartiradi. 0 – minimal rang intensivligi. 255 – maksimal rang intensivligi.

Subtraktivda – alohida rang yorqinligi oshirilganda yakuniy rang qorayadi.

Tipografiya bo'yoqlarining o'ziga xosligidan uch rang aralashmasi qora bo'lmagan – ifloslangan jigarrang hosil qiladi. Shuning uchun asosiy ranglarga – qora rang ham qo'shiladi. Cyan – moviy, Magenta – qirmizi, Yellow – sariq, Black – qora [21].



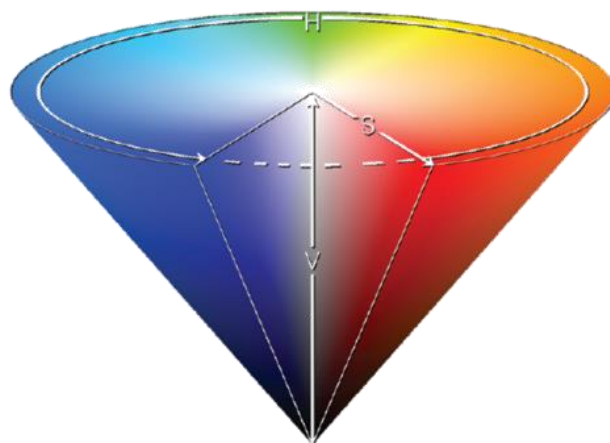
4.32-rasm. SMYK-kodlashtirishda rang kubi.

## SMYK ranglar jadvali

<u>Мовий</u> (кизил йўк)	<u>Қирмизи</u> (яшил йўк)	<u>Сарик</u> (кўк йўк)	<u>Ранглар</u>
0	0	0	<u>Оқ</u>
0	0	255	<u>Сарик</u>
0	255	0	<u>Қирмизи</u>
255	0	0	<u>Мовий</u>
0	255	255	<u>Кизил</u>
255	0	255	<u>Яшил</u>
255	255	0	<u>Кўк</u>
255	255	255	<u>Қора</u>

***HSB rang modeli***

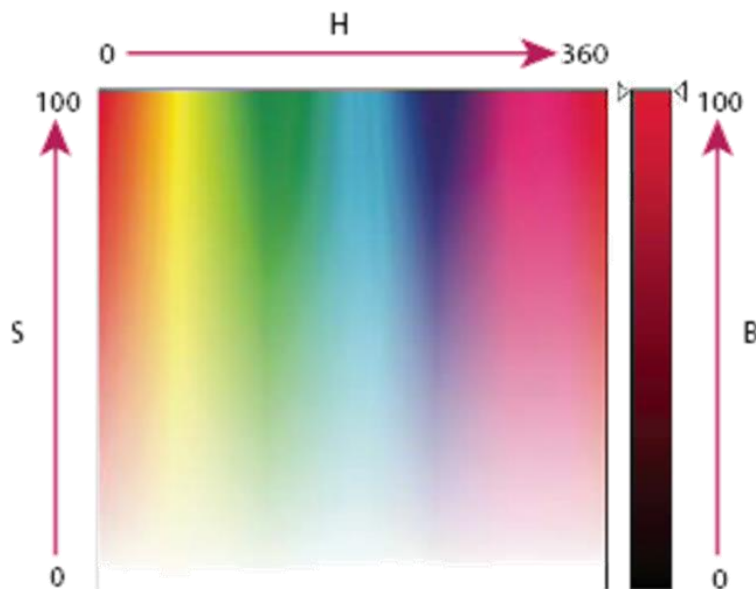
Grafik dasturlarda ishlaganda bu model yordamida rangni tanlash ancha qulay, chunki unda rangni ifodalash va bu rangni inson tomonidan qabul qilishning mutanosibligi mavjud. Bu rang modeli: Hue — rang tusi (svet.ton), Saturation — to‘yinganlik, Brightness — yorqinlik.



4.33-rasm. HSB rang modeli.

Ton 360 sathga ega, rang va yorqinlik har biri 100 sathga ega. Rang uning tusi (ton), to‘yinganligi, yorqinligi kabi parametrlari kombinasiyasida ifodalanadi.





4.34-rasm. HSB rang modeli sathlari.

### Nazorat savollari

1. Yorug'lik nurining interferensiya va difraksiya hodisalarini tushuntirib bering.
2. Yorug'likning shaffof va noshaffof sirdan qaytishidagi o'ziga xoslik nimalardan iborat?
3. Yorug'lik nurining sinish hodisasini tavsiflab bering.
4. Additiv rang modelining o'ziga xosligi nimalardan iborat?
5. RGB rang modelida asosiy ranglar qaysi ranglar va bu ranglarning qanday intensivligida qora rang hosil bo'ladi?
6. Subtraktiv rang modelining asosiy tashkil etuvchi ranglari qaysi ranglar va bu modelning o'ziga xosligi nimalardan iborat?
7. Nima uchun CMYK rang modeliga ehtiyoj paydo bo'ladi?
8. HSB rang modelini tavsiflab bering.

*Tayanch iboralar:* yorug'lik interferensiyasi, yorug'lik difraksiyasi, to'lqin uzunligi, yorug'likning qaytishi, yorug'likning sinishi, rang modellari, RGB rang modeli, CMY rang modeli.

## **5-BOB. 3D STUDIO MAX DASTURIDA UCH O‘LCHOVLI MODELLASHTIRISHNING AMALIY ASOSLARI**

### **5.1. 3D modellashtirish asoslari**

*Dizayn tushunchasi, turlari va zamonaviy jamiyatda uning o‘rni*

“Dizayn” tushunchasi italyancha “disegno” so‘zidan olingan bo‘lib, dastlab uni turlicha loyihalar va rasmlar sifatida tushunishgan.

Kasbiy faoliyat sifatida dizayn XIX asr oxirlarida shakllana boshlagan. Sanoat taraqqiyoti va ilmiy-texnik yutuqlar yuqori sur‘atlarda turlicha mahsulotlarni yaratishga zamin yaratdi va raqobat muhitining shakllanishiga olib keldi. Natijada, obyektlarning nafaqat tashqi ko‘rinishini jozibali qilib yaratish, balki texnologik ishlab chiqarishda qismlarga bo‘lish va ular ustida ishlashga qodir bo‘lgan mutaxassislar talab ortdi.

Zamonaviy dizaynerlik faoliyatining yuzaga kelishi imkonini bergan bir qancha asosiy vaziyatlar mavjud.

1. 1906 yil – Drezden shahrida bo‘lib o‘tgan birinchi halqaro badiiy-sanoat ko‘rgazmasi.

2. 1907 yil – nemis rassom-arxitektor va dizayneri Peter Berens kompaniyaning firma stilini yaratadi.

3. 1929 yil – bir qancha rassomlar (Raymond Loui, Genri Dreyfus va b.) mahsulot sotish qiyinchiliklarini boshidan kechirayotgan amerikalik sanoatchilarga ishlashni boshlashadi.

1907 yil Germaniyada sanoatchilar, arxitektorlar, rassomlar va tijoratchilarni birlashtirgan “Verkbund” ishlab chiqarish birlashmasi yaratiladi. Ular hunarmandchilik ishlab chiqarishini qayta tashkil etish, sanoat mahsulotlari uchun namunalar yaratish, bezak berish va naqshlar bilan ishlashga qarshi kurashishni o‘z vazifalari sifatida belgilab olishadi.

XX asrning 20-yillarida birinchi dizayn maktabi yuzaga keladi. Germaniyada – Bauhaus rassomchilik konstruksiyasi va sanoat

qurilish oliy maktabi. Moskvada – oliy badiiy-texnik ustalik, keyinchalik uni qayta tashkil etish natijasida oliy davlat badiiy-texnik instituti tashkil etiladi.

Dizayn nazariyotchilaridan biri, san'atshunos Gerberd Rid (1893-1968), dizaynni yuqori kasbiylikga bog'liq bo'lmagan san'atning bosh shakli, tor sohali kasbdan mustaqil holda talqin qiladi.

“Sanoat uchun dizaynerlik loyihasi” kitobi muallifi, dizayn nazariyotchisi F.Ch.Eshford “Dizayn faqat yalpi iste'molchilar umidlarini ro'yobga chiqarish uchun xizmat qiladi” deb hisoblaydi. Dizaynning yagona maqsadi – mahsulotga tashqi ko'rk berib, yaxshi narxlarga sotish orqali foydaga ega bo'lish.

Shunday ekan, dizaynerlik faoliyatida muqarrar qarama-qarshiliklar yuzaga keldi: bir tomondan so'rovlarga xizmat ko'rsatish va iste'molchilarga muhtojlik (savdo samaradorligini ta'minlash), boshqa tomondan – rassomning erkin fikri (zamonaviy san'at sohasi).

Dizaynerlik ta'limi bo'yicha 1964 yilda halqaro seminarda tashkil qilingan ta'rif: “Dizayn – bu ijodiy faoliyat, uning maqsadi sanoat mahsulotlarining formal sifatini aniqlash hisoblanadi. Bu sifat mahsulotning tashqi tuzilishini o'z ichiga oladi, ammo eng muhimi iste'molchi nuqtai nazarida bo'lgani kabi, xuddi shunday ishlab chiqaruvchi qarashida ham mahsulotni yagona butunlikga aylantiradigan tuzilmaviy va funksional bog'liqlikdir”.

Dizayn – inson uchun turar joy, ishlab chiqarish va boshqa predmet muhitlarini shinam tashkil qilish maqsadida yuqori talab va estetik sifatlar bilan sanoat mahsulotlariga ishlov berish bo'yicha loyihaviy-badiiy faoliyat hisoblanadi.

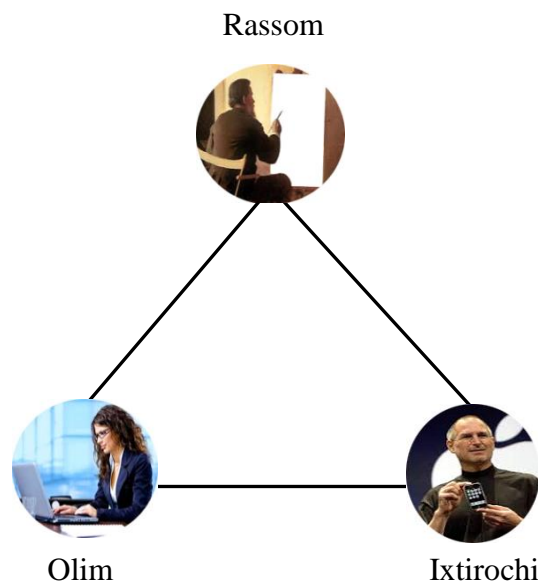
Dizaynning nazariy bazasi texnik estetika hisoblanadi – sanoat mahsulotlarini konstruksiyalash va ishlab chiqarish bilan bog'liq badiiy ijod sohasi. Tashkilotlarda turlicha sanoat mahsulotlarini ishlab chiqish jarayonida rassom-konstruktorlar, muhandis-konstruktorlar va texnologlar bilan yaqindan ishlashadi.

Dizaynning maqsadi sanoat mahsulotlarining funksional xossalari va estetik xususiyatlari uyg'unligini ta'minlash hisoblanadi.

Dizaynerlik faoliyatida asosiy mezonlar mahsulot arzonligi va uning shakli mukammal o‘ylanganligi bilan birgalikda qulaylik va shinamlik hisoblanadi. Qoida sifatida, biror-bir sanoat mahsulotining barcha qismlari yagona butunlikni tashkil etishi va firmaga yaratilgan ushbu sanoat mahsulotini taqdim qilishi kerak (masalan, avtomashina).

Yuqorida keltirilgan mezonlarning ilmiy jihatdan o‘rganilishi ergonomika (grek. “*ergon*” - ish, “*nomos*” - qonun) hisoblanadi, ya’ni inson uchun shinam muhit yaratish. Ergonomika majmuaviy fan hisoblanadi. U o‘zida quyidagi fanlarni qamrab oladi: psixologiya, fiziologiya, anatomiya, biomexanika va b. Majmuaviy, funksional mahsulotlar ergonomik nomlanadilar. Bunga shinam kreslo, telefon, kompyuter va doim kerak bo‘ladigan kanselyariya materiallarining qulay joylashuvini qamrab olgan xodimning ish o‘rnini misol sifatida keltirish mumkin.

Birinchi dizaynerlar rassomlar bo‘lishgan, keyinchalik bu kasb rivojlandi va dizaynerdan nafaqat loyihalalanayotgan mahsulotning nusxasini chizish malakasi, balki dizaynerlarga xos fikrlash va obyektlarni murakkab loyihalashga bo‘lgan talab ortdi.



5.1-rasm. Dizaynerlik tafakkuri uchligi.

Professional dizayner tafakkurini shartli ravishda uchburchakga joylashtirish mumkin, uning qirralari rassomning

tasavvurga xos fikrlashi, olimning tizimli fikrlashi va ixtirochining innovasion fikrlashi hisoblanadi (5.1-rasm). Bundan tashqari, dizayner texnologiyalarni soddalashtirish va ancha foydali materiallarni qo‘llash hisobiga turlicha mahsulotlar ishlab chiqarish qiymatini pasaytirishga harakat qilishi lozim.

### ***Dizayn turlari***

Dizaynerlik faoliyatining to‘rtta asosiy turi mavjud:

1. Grafik dizayn – turli xil vizual-axborotli mahsulot yaratish. Asosan, reklama materiallari (plakatlar, bukletlar, kalendarlar, reklamali videolavhalar va b.)ni yaratishda qo‘llaniladi.

2. Sanoat dizayni – sanoat ishlab chiqarish mahsulotlarini loyihalash va yaratish. Loyihalash jarayonida mahsulotning tashqi ko‘rinishi, uning tuzilmaviy va funksional xususiyatlari hisobga olinadi.

3. Landshaft dizayni – bog‘lashtirilgan parklarni o‘tkazish, shuningdek, turlicha kichik arxitekturaviy shakllar (yorgorliklar, favvoralar va b.)ni tashkil etish va yaratish.

4. Ichki (interer) dizayn – shinam turar joy va ish o‘rnini yaratish.

### ***Dizaynga xos loyihalash jarayoni***

Dizaynerlik faoliyatining boshlanishida mahsulotlarni loyihalash bilan alohida shaxslar yoki kichik guruhlardagi kishilar shug‘ullanishgan. Vaqt o‘tishi bilan vaziyat o‘zgardi, o‘zining dizaynerlar jamoasiga ega bo‘lgan yirik kompaniyalar yuzaga keldi (masalan: avtomobilsozlik sanoatida “General Motors” va boshqalar, kompyuter sanoati “Microsoft Windows”, “Apple” va b.).

Sanoat mahsulotlarini loyihalash jarayoni:

1. Tayyorlanadigan mahsulot nusxasini yaratish. Ko‘psonli nusxalar yaratilgandan so‘ng, eng yaxshisi tanlab olinadi.

2. Modellar va tajribadan o‘tgan namunalar yaratiladi va tekshiriladi.

3. Mahsulotlarning birinchi to‘pi (partiya) chekli ravishda chiqariladi. Tajriba uchun chiqarilgan to‘plardan foydalanilgandan so‘ng keyingi tuzatishlar kiritiladi.

### ***Tasvir modellari***

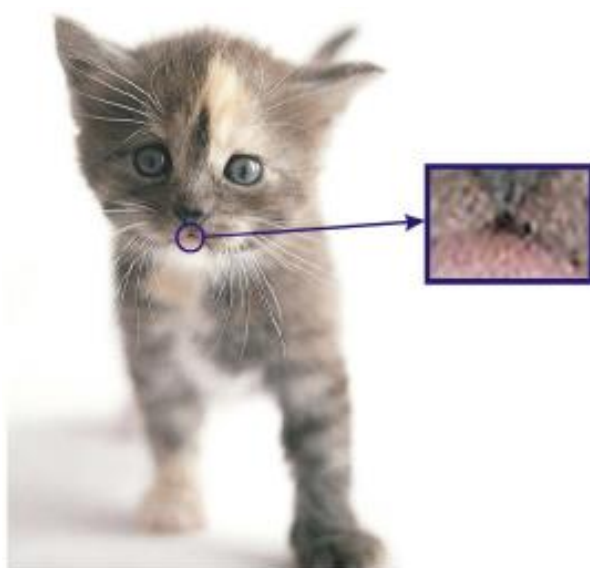
Kompyuter grafikasida uch turdagi modellardan foydalaniladi: tasvirning pikselli (nuqtali) modeli, vektorli (obyektli) modeli va to‘rsimon (poligonal) model.

### *Pikselli model*

Tasvirning pikselli modeli o'zida rastr-to'rlarni, ya'ni tasvirning butun tekisligini qoplanishini namoyon etadi. To'ring barcha kataklari bir xil shakl va o'lchamga ega bo'ladi.

Rastrning bitta katagi chegarasida joylashgan tasvirning qismi piksel yoki nuqta deb ataladi. Tasvirning sifati rastrning bitta katagida mavjud piksellar soniga bog'liq va dpi – dots per inch (dyumlardagi nuqtalar soni) parametri bilan xarakterlanadi. Ruxsatdan (dyumlardagi nuqtalar soni) tashqari tasvir o'zining o'lchamiga ega bo'ladi, bu ham uning sifatiga ta'sir ko'rsatadi.

Tasvir sifatini tekshirish usullaridan biri masshtablash hisoblanadi. Yaxshi tasvirni 15–20% ga sifati yo'qolmagan holda kattalashtirish mumkin. Masshtablashtirilgan tasvirning sifati buzilgan xollarda o'ziga xos donadorlik paydo bo'ladi (5.2-rasm). Kompyuterda fotosuratlar va tasvirlar arxivini saqlash uchun 75 dpi ruxsat etarli, bosmaga chiqarish va dizaynerlik faoliyati uchun 150–300 dpi ruxsatdan foydalangan ma'qul.



5.2-rasm. Pikselli tasvir.

Rastrli tasvirlarni qayta ishlash uchun ayniqsa Adobe Photoshop dasturidan ko'proq foydalaniladi.

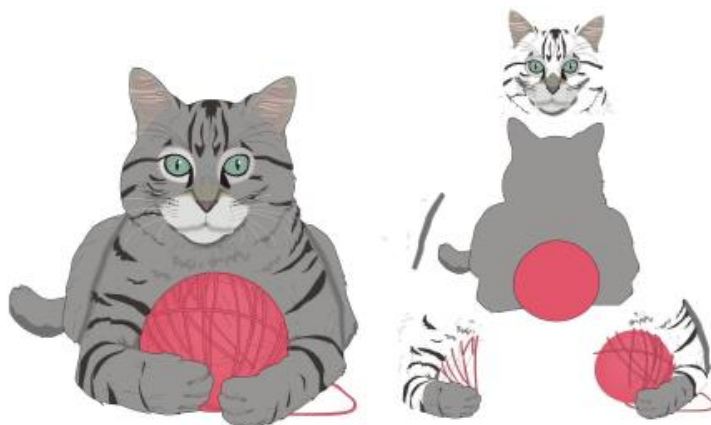
Maxsuslashtirilgan dasturlarda tasvirlar bilan ishlaganda, siz asosan rangli tashkil etuvchilarni o'zgartirishingiz mumkin. Bundan tashqari turlicha kichik nuqsonlar (dog', qirilgan joy)ni ham olib

tashlash, tasvirni monoxrom ko‘rinishga o‘tkazish, ma’lum uslubga keltirish va sifatini yo‘qotmasdan biroz masshtablash mumkin.

Maxsus dastur (CorelTRACE) yordamida rastr tasvirlarni vektorli ko‘rinishga o‘zgartirish mumkin.

#### *Vektorli model*

Vektorli model o‘zida uzun chiziqlar yoki tutash konturlar (tashqi ko‘rinish)dan tashkil topgan tasvirni namoyon etadi. Vektor obyektlar individual parametrlarga ega bo‘lganligi sababli parametrik deb ataladi: nomi, geometrik va rang xususiyatlari.



5.3-rasm. Vektorli tasvir.

Vektorli tasvirlarni yaratish uchun ayniqsa CorelDRAW dasturidan ko‘proq foydalaniladi.

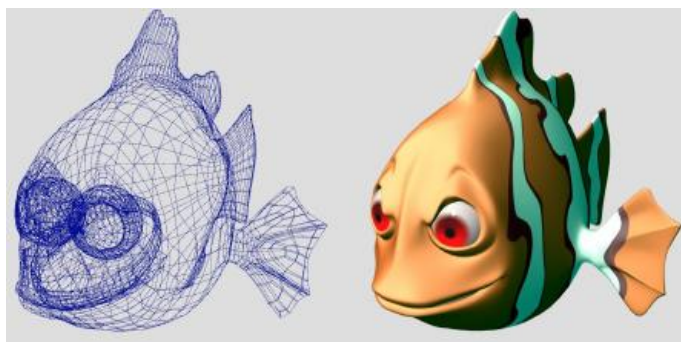
Vektor grafikasi yordamida logotiplar va turli sxemalarni qulay tarzda yaratish mumkin. Vektorli tasvirning har qanday obyektini, pikselli tasvirdan farqli holda sifatini buzmasdan o‘zgartirish (joyini ko‘chirish, masshtablash, atributlar qiymatini o‘zgartirish) mumkin.

Vektorli tasvirni yaratib bo‘lgandan so‘ng uni rastli ko‘rinishga o‘zgartirish mumkin.

#### *To‘rli (poligonal) model*

Poligonal model o‘zida polgonlar (ko‘pburchak)dan tarkib topgan yaqqol jismni namoyon etadi. Qoida sifatida, tugallangan obyekt uni tashkil etuvchi qismlar majmui hisoblanadi. 5.4-rasmda tana, ko‘z va tishlardan iborat bo‘lgan baliq modeli aks ettirilgan. Obyekt yaratilgandan so‘ng uning sirti maxsus yaratilgan pikselli tasvir hisoblangan tekstura bilan qoplanadi.





5.4-rasm. Poligonal model.

Yaratilgan model ko‘rinishini deformatsiyalash (shaklning o‘zgarishi) va tarkibiy qismlarni qo‘shish, shuningdek, tekstura va materiallar bilan ishlash yo‘llari orqali o‘zgartirish mumkin. Uch o‘lchovli sahna yaratilgandan so‘ng, u pikselli tasvirda yoki videolavhada vizuallasadi. Realistik tasvirni yaratish uchun, sifatli model yaratish, realistik materiallarni qo‘llash, yoritish va vizuallashtirishning alternativ manbalardan foydalanish zarur.

Poligonal modellashtirishdan tashqari uch o‘lchovli model yaratishning boshqa usullari ham mavjud, masalan NURBS-modellashtirish va b.

### *Fayllarning turlari*

Kompyuter dizayni bilan professional tarzda shug‘ullanish uchun turli grafik muharrirlarda foydalaniladigan fayllarning asosiy turlarini bilish kerak bo‘ladi. Bundan tashqari, pikselli tasvirdan keyinchalik ham foydalanishga bog‘liq holda uni tegishli formatda saqlash zarur.

5.1-jadval.

### Fayllarning asosiy turlari

Rastrli tasvirlarni saqlash uchun belgilangan fayllar turlari		
№	Kengaytmasi	Tavsifi
1.	*.jpg	Ushbu fayllar etarlicha yaxshi sifatga egaligi va kam joy olishi sababli raqamli fotografiya va Internet tarmog‘ida eng ko‘p tarqalgan. JPEG (Joint Photographic Experts Group) arxiv formatli hisoblanadi. Ushbu formatdagi

		<p>fayllarda tarkib topgan ma'lumotlarni ochish, ularni ochish vaqtida avtomatik bajariladi.</p> <p>JPEG formatidagi fayllarni yaratishda ishlatiladigan zichlash usuli dastlabki tavsirni qisman buzilishiga olib keladi, ushbu formatni poligrafiya loyihalarida qo'llash tavsiya etilmaydi.</p>
2.	*.tif	<p>TIFF (Target Image File Format) formati rangli tasvirlarni skanerlashdan olingan natijalarni saqlash uchun universal format sifatida ishlab chiqilgan. U eng keng tarqalgan va ishonchli grafik formatlardan biri hisoblanadi, u bilan amalda barcha grafik dasturlar ishlashi mumkin. TIFF – pikseli tasvirni vektorli grafika dasturlariga eksport qilish uchun ancha qulay formatdir. Ushbu formatdagi fayl turli rang modellaridagi pikseli tasvirni, shuningdek, alfa-kanallar, qatlamlar va boshqa qo'shimcha ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.</p>
3.	*.bmp	<p>BMP formati Windows operasion tizimi uchun asosiy grafik format sifatida ishlab chiqilgan. U faqatgina hech bir zichlashsiz rang modelidan foydalanilgan tasvirlarning saqlanishini ko'zda tutadi, shuning uchun BMP formati badiiy grafika va nashriyot amaliyotida kamdan-kam qo'llaniladi.</p>
4.	*.psd	<p>PSD (Adobe Photoshop Document) – Adobe Photoshop dasturining grafik fayllarini saqlovchi format. Qatlamlar, kanallar, maskalar va boshqalar haqidagi axborlarni o'zida saqlaydi. Uning kamchiligi axborotlarni zichlash samarali algoritmining yo'qligi hisoblanadi, bu esa fayl hajmining kattalashuviga olib keladi.</p>
5.	*.gif	<p>GIF (Graphics Interchange Format) formati pikseli grafik tasvirni global kompyuter termog'iga uzatish uchun maxsus ishlab chiqilgan. Ushbu format tasvirning qoralama</p>

		<p>versiyasini ko‘rish imkonini beradi – web-sharhlovchi oynasi tasvir to‘liq yuklanib bo‘lishigacha kutadi.</p> <p>GIF formatining yana bir afzalligi shundaki, u dinamik va o‘zida animatsiyalarni (GIF-animatsiya) ifodalaydi. GIF formatning asosiy kamchiligi – rangning cheklanganligi (256 ranglar), shuning uchun uni poligrasiyada foydalanish tavsiya etilmaydi.</p>
6.	*.png	<p>PNG (Portable Network Graphics) formati Internetda eskirgan GIF formatini almashtirish uchun ishlab chiqilgan.</p> <p>Uch turdagi tasvirlarni ta‘minlaydi – 8 yoki 24 bitli chuqurlikdagi ranglar va kulrang turdagi 256 gradiatsiyali oq-qora. Axborotlarni zichlash amalda hech bir yo‘qotishsiz kechadi.</p>
<b>Vektorli tasvirlarni saqlash uchun belgilangan fayllar turlari</b>		
7.	*.cdr	CorelDraw dasturi ma‘lumotlarini saqlovchi format.
8.	*.wmf	Windows operasion tizimidagi vektorli tasvirlarni saqlovchi format. Uning kamchiligi sifatida poligrafiyada qabul qilingan rangli palitralar bilan ishlash vositalarining mavjud emasligini keltirish mumkin.
<b>Fayllarning birlashgan (kombinasiyalangan) turlari</b>		
9.	*.eps	Encapsulated PostScript formati nafaqat piksellli tasvirlarni ifodalaydi, uning qo‘llanilish sohasi sezilarli darajada keng – matnli va grafik axborotlardan tarkib topgan xujjatlarni piksellida qanday bo‘lsa, xuddi shunday vektorli formatda tavsiflash.
10.	*.pdf	Portable Document Format – elektron xujjatlar (kitoblar, referatlar va b.) yaratish uchun mo‘ljallangan. Xujjatlar matn, shriftlar, tasvir va vektorli grafikani o‘z ichiga qamrab olishi mumkin. Yuqori sifatli illyustrasiyalashda zichlashning kuchli algoritmi fayllarning

		ixchamligini ta'minlaydi. PDF formatidagi xujjatni ko'rish uchun Adobe Acrobat dasturidan foydalaniladi.
Uch o'lchovli obyektlarni saqlash uchun belgilangan fayllar turlari		
11.	*.max	Autodesk 3D Studio Max dasturidagi ma'lumotlarni saqlovchi format.
12.	*.mb	Autodesk Maya dasturidagi ma'lumotlarni saqlovchi format.
13.	*.3ds, *.obj	Ushbu formatlar yordamida uch o'lchovli modellashtirishning turli muharrirlarida yaratilgan uch o'lchovli modellarning import/eksporti amalga oshiriladi.

### *Turli xildagi grafik muharrirlardan birgalikda foydalanish*

So'nggi ko'rinishga keltirilgan mahsulotni yaratish uchun, intenerni loyihalash, reklama plakati yoki videolavha singari, ko'pincha bir necha grafik muharrirlardan foydalaniladi. Ularning har birida tasvirning ma'lum qismi yaratiladi, so'ngra ular bir joyda umumlashtiriladi.

Turli xil grafik muharrirlardan foydalanib etiketka (yorliq)li shisha maketini yaratish misolini qo'rib chiqamiz:

1. Dastlab Autodesk 3D Studio Max dasturida shisha maketini yaratib olamiz. Shishaning realistik materialini yaratish uchun V-Ray qo'shiluvchi moduli ishlatiladi (5.5-rasm).



5.5-rasm. Shisha maketining uch o'lchovli modeli.

2. Corel Draw dasturida shisha yorlig'i uchun logotip yaratamiz (5.6-rasm).



5.6-rasm. Shisha logotipi.



5.7-rasm. Shisha yorlig'i.

3. Adobe Photoshop grafik dasturida shisha uchun yorliq yaratamiz (5.7-rasm).



5.8-rasm. Yakuniy ko'rinisdagi shisha maketi.

4. Autodesk 3D Studio Max grafik dasturidan foydalanib yorliqni shishaga qoplaymiz va oxirgi ko'rinishga kelgan tasvirni vizuallashtiramiz (5.8-rasm).

Turlicha loyihalarni yaratish uchun yuqorida keltirilgan algoritm bo'yicha yoki turli xil grafik dasturlardan foydalanib ish tutish shart emas, barchasi dizaynerning xohishi va mahoratiga bog'liq.

***Uch o'lchovli muharrirlar turlari. Uch o'lchovli model-  
lashtirishning o'ziga xos jihatlari***

3D (3-Dimensional) modellashtirish uch o‘lchovda ishlashni ko‘zda tutadi – barcha predmetlar uch xil parametrlar bilan xarakterlanadi: kenglik, chuqurlik va balandlik. 3D dasturlarida ishlovchi foydalanuvchilar jismlar ustida virtual ishlash va ularni tahrirlash uchun uskunalardan foydalanishadi.

#### *Uch o‘lchovli modellashtirishning qo‘llanilish sohalari*

Kompyuter texnologiyalarining qudrati yuqori sur‘atlarda rivojlanishi bilan bog‘liq real obyektlarga maksimal o‘xshash virtual obyektlarni yaratish imkoniyati vujudga keldi.

Samarali va real vizuallashtirilgan axborotlarni yaratishda afzal ko‘riladigan, aynan kinematografiya, multiplikasiya va reklama faoliyati sohalarida uch o‘lchovli modellashtirish texnologiyalari keng qo‘llaniladi.

Uch o‘lchovli modellashtirish qo‘llaniladigan asosiy sohalari:

1. Vizual effektlar, multiplikatsiya, kompyuter sanoati.

Kuchli qurilma va dasturiy ta‘minotlar sababli nafaqat maksimal reallikga, balki mavjud fizik xususiyatlarga ega bo‘lgan (oquvchanlik, egiluvchanlik, ishqalanish va b.) turli xil predmetlarni (masalan: uy, avtomobil va b.) yaratish imkoniyati yuzaga keldi. Ma‘lum muhitni o‘rab olgan real suv sathi, turli xil pirotexnik effektlar yaratish imkoniyati paydo bo‘ldi. Bu esa aktyorlarning harakatsiz bir xil rangdagi fonda suratga olinishi, so‘ngra ularni yaratilgan virtual muhit bilan to‘liq qoplanishiga olib keldi. Shuningdek, virtual maydonda real joyini o‘zgartirish mumkin bo‘lgan personaj (qaxramon)larni yaratish, shuningdek, haqiqiy odamga o‘xshash virtual personajlarni yaratish uchun hajmiy skanerlashdan foydalanish imkoniyati ham tug‘ildi (5.9-rasm). Ancha oddiy usulda yaratish (har bir kadrni qo‘lda chizish) bilan bog‘liq uch o‘lchovli multiplikasiya endilikda qo‘lda chizishga qaraganda ko‘proq ahamiyatga ega bo‘lib qoldi.

2. Loyihalash va dizayn. Dizaynning barcha ko‘rinishlari uchun virtual modellar ichki va tashqi (interer va eksterer) dizayn, poligrafik dizayn, shuningdek, sanoati dizayni singari yaratiladi. Loyihalash imkoniyatlaridan biri haqiqatdan mavjud manzara tasviri (peyzaj)ga yaratilgan virtual modelni qo‘yish hisoblanadi.



5.9-rasm. Haqiqiy odamga o‘xshatib yaratilgan virtual personaj obrazi.



5.10-rasm. Fotosuratga yaratilgan virtual uyning muhitga moslab qo‘yilishi.

Masalan, Fotosuratga yaratilgan virtual uyni atrof muhitga uning qay darajada mos tushganligini ko‘rish maqsadida qo‘yish mumkin (5.10-rasm).

*Konstruktorlik va badiiy modellashtirish*

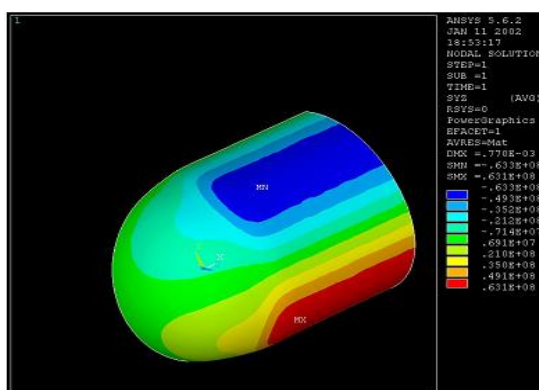
Shartli ravishda hajmiy modellashtirish ikki turga ajratiladi:

1. Badiiy modellashtirish;
2. Konstruktorlik – qattiq jisimli modellashtirish (solid modeling).

Badiiy modellashtirishda yaratiladigan obyektning tashqi ko‘rinishi, uning badiiy timsoli ustun ko‘yiladi (5.11-rasm).



5.11-rasm. Badiiy modellashtirish.



5.12-rasm. Ansys dasturida modellashtirish.

Qattiq jisimli modellashtirish aniq fizik modellarni ishlab chiqish va obyektiv voqelikda yuz beradigan jarayonlar uchun xizmat qiladi. Masalan, haydovchi va uchuvchilarni o‘rgatish uchun simulyatorlar, turli tizimlar mustahkamligini tekshirish va b. Shuning uchun birinchi o‘rinda estetika emas, balki aniq fizik hisob-kitoblar turadi.

Masalan, Ansys dasturida barcha fizik parametrlarni hisobga olgan holda model yaratiladi, so‘ngra ushbu modelning belgilangan qismlariga kuch berish va uni chidamlilikga tekshirish, yo bo‘lmasa qandaydir ichki yoki tashqi nuqsonni modellashtirish mumkin (5.12-rasm).

CAD/CAM tizimlari (computer-aided design – avtomatlashgan loyihalash / computer-aided manufacturing – avtomatlashgan ishlab



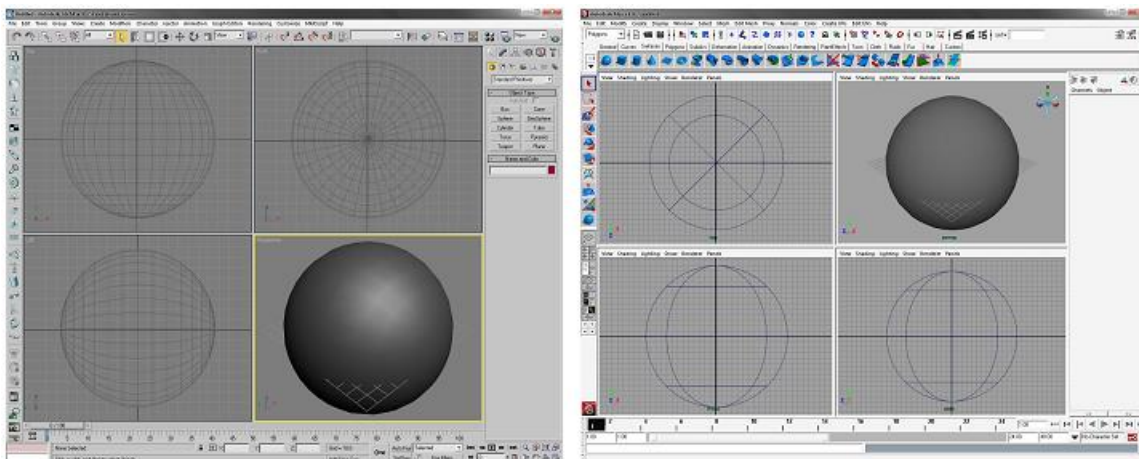
chiqarish) barcha zaruriy me'yorlarga muvofiq turli chizma va hajmdagi detalni yaratish imkonini beradi.

Modellashtirishning bu ikkala turi sanoat dizaynida qo'llanilishi mumkin. Masalan, Avtomobilning real modelini yaratish (badiiy muharrirlar), tegishli chizmalarni tayyorlash (CAD/CAM tizimlari) va turli qismlar chidamliligini tekshirish (solid modeling) zarur.

Kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi sababli badiiy 3D-muharrirlarda turli obyektlar va fizik xususiyatlari hisobga olingan effektlar (real suv sathi, qattiq va egiluvchan jismlar)ni yaratish mumkin. Ushbu dinamik obyektlar faqatgina samarali vizual effektlar va videolavhalar yaratish uchun foydalaniladi.

### ***Uch o'lchovli muharrirlar turlari***

Amalda barcha grafik muharrirlar nisbatan bir-biriga o'xshash interfeys va modellashtirish uchun uskunalarga ega (5.13-rasm), ammo dasturlar o'ziga xos xususiyatlari bilan, shuningdek, yoritishdagi hisoblash algoritmlari, animatsiyalarni yaratish va tasvirni vizuallashtirish bo'yicha ham farqlanadi.



5.13-rasm. Autodesk 3D Studio Max (chapda) va Autodesk Maya (o'ngda) dasturlari interfeysi.

Muharrirlarning qay biri yaxshi yoki yomonligi bo'yicha omma tomonidan qabul qilingan javobning o'zi yo'q. Har bir foydalanuvchi ushbu savolga o'zi uchun ma'qul bo'lgan muharrirni muhim deb biladi. Foydalanuvchi o'zi ishlaydigan muharrir bilan qanchalik darajada yaxshi ishlay olishi va uning ijodiy

imkoniyatlariga (asboblarni bilishdan tashqari badiiy ko‘nikmalarni egallash, ranglar uyg‘unligi, kompozisiyani bilish maqsadga muvofiq) juda ham bog‘liq bo‘ladi. Shuning uchun dizayner qanday dasturni afzal ko‘rishni o‘zi hal qiladi.

Uch o‘lchovli modellashtirishga mo‘ljallangan asosiy dasturlarning qisqacha tavsifi:

1. Autodesk 3D Studio Max – ancha keng tarqalgan, shuningdek, grafik paketni o‘zlashtirish nisbatan oson. Ko‘shiladigan modul V-Ray real obyektlar va intererlarni yaratish imkonini beradi.

2. Autodesk Maya – boshqa dasturlar bilan taqqoslaganda bir qator afzalliklarga ega bo‘lgan muxim grafik paket hisoblanadi. Unga qo‘yidagilar tegishli: subdiv primitives yordamida modellashtirish, materiallar bilan qulay ishlash, modellashtirilgan obyektga turli effektlarni chizish imkoniyati, animatsiyalarning rivojlangan tizimi va b. Realistik intererlar, personajlar, shuningdek, kinofilmlar va kompyuter o‘yinlari sanoatida vizual effektlar yaratishda keng ishlatiladi.

3. Maxon Cinema 4D – qulay interfeysga ega bo‘lgan nemis grafik paketi. Tezkor xotiraning kichik yuklanishida murakkab sahna uchun soyalarni hisoblash bo‘yicha o‘zining noyob algoritmiga ega. Modul Body Paint 3D modelni bevosita ko‘rinadigan ekranga bo‘yash imkonini beradi.

4. NewTek LightWave 3D – juda ham qulay animasion asboblardan va yuqori sifatli renderingga ega bo‘lgan grafik paket. Televizion formatda uch o‘lchovli grafika yaratish uchun qulay.

Mukammal dasturlardan tashqari, amaliy paketlar deb ataluvchi dasturlar ham bor. Ular tor ixtisosli funksiyalarni yaratishga yo‘naltirilgan bo‘lib, yuqorida keltirilgan muharrirlardan birida mukammal sahnani yaratishga yordam beradi. Masalan, Curios Labs Poser dasturi allaqachon tayyorlangan personajlar bilan ishlashga va boshqa grafik muharrirga import qilishga yo‘naltirilgan. DAZ Bryce – virtual tabiiy landshaftlarni yaratishga mo‘ljallangan grafik paket.

Tajribali foydalanuvchi o‘zining loyihasini yaratish uchun ko‘p hollarda bir qancha uch o‘lchovli modellashtirish dasturlaridan foydalanadi. Xususan, ZBrush dasturi juda qulay hisoblanadi.

Ushbu dastur grafik planshetlardan foydalanib obyektlarga turli xil choʻtkalar bilan chizish orqali ularni modellashtirish imkonini beradi. Personaj modelini uch oʻlchovli modellashtirish dasturlaridan birida yaratib, soʻngra Zbrush dasturiga impor qilish va ishni oxirigi etkazish (ajinlar, burushgan joylarni qoʻshish va b.) mumkin.

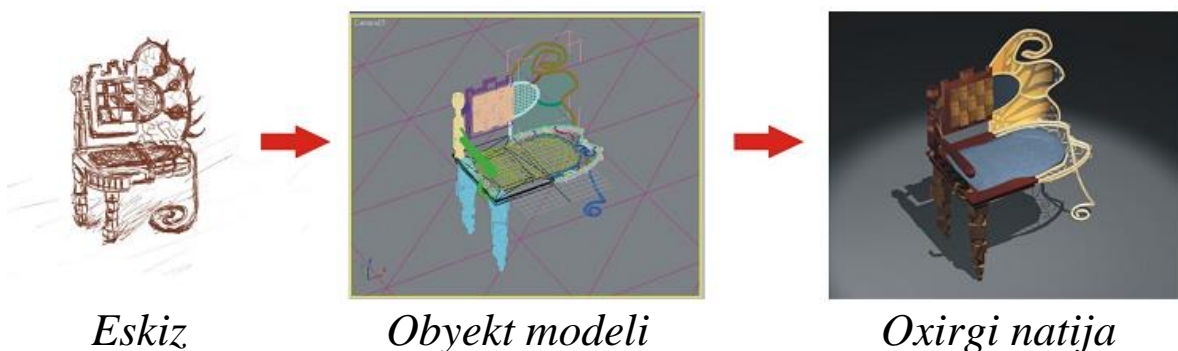
### ***Uch oʻlchovli sahnalar yaratish algoritmi***

Har qanday uch oʻlchovli sahnani yaratish, qoida sifatida, quyidagi algoritmlar boʻyicha amalga oshiriladi:

1. Dastlabki tayyorgarlik: Badiiy vositalardan foydalanib, loyihalashtirilayotgan obyekt yoki butun sahna eskizlari yaratiladi. Bu qanday vositalar yordamida sahna obyektlari yaratilishini oʻylab olish uchun zarur (5.14-rasm).

2. Obyektlarni modellashtirish: Poligonal model yaratiladi, buning ustiga yaratilgan model toʻgʻri geometriya va belgilangan sondagi poligonlarga ega boʻlishi lozim. Ortiqcha detallashtirish kompyuterni sekin ishlashiga olib kelishi mumkin.

3. Materiallarni tayyorlash va oʻrnatish: yaratilgan obyektlarga turli materiallar, shuningdek, turli obyektlardan yorugʻlikning qaytishi/sinishi realistik algoritmlarini yaratish imkonini beruvchi proseduraviy sheyderlar oʻzlashtiriladi.



5.14-rasm. Model yaratish algoritmi.

4. Yoritish va kamerani sozlash: Yoritish manbalarini joylashtirish (realistik yoritishni yaratish uchun global yoritishdan (global illumination) foydalaniladi, qaysiki obyektlar nafaqat turli manbalardan yorugʻlikning toʻgʻri nurlari, balki sahnadagi boshqa obyektlardan bir necha bor akslanadigan yorugʻlik nurlari bilan

yoritiladi), shuningdek, ancha foydali boʻlgan rakurslar holatida kamerani joylashtirish yoki animatsiyalash.

5. Sahnani vizuallashtirish (Rendering): Yaratilgan obyekt yoki sahnaning tugallangan tasvirini pikselli tasvir yoki videolavha koʻrinishida yaratadi (5.14-rasm).

### **Nazorat savollari**

1. Zamonaviy dizaynerlik faoliyatining yuzaga kelishi bosqichlari.
2. Zamonaviy dizayn turlarini va ularning qoʻllanilish sohaslarini tavsiflang.
3. Tasvir modellarining qanday turlari mavjud va ularga izoh bering.
4. Qanday kengaytmali fayllar rastri tasvirlarni saqlashga moʻljallangan.
5. Vektorli tasvirlarni saqlovchi fayllar turlari.
6. Uch oʻlchovli obyektlarni saqlash uchun belgilangan fayllar turlariga misollar keltiring.
7. Uch oʻlchovli modellashtirish qoʻllaniladigan asosiy sohalarni misollar orqali izohlang.
8. Qanday dasturlar uch oʻlchovli modellashtirishga moʻljallangan asosiy dasturlar toifasiga kiradi?
9. Uch oʻlchovli sahnalar yaratish algoritmini tavsiflang.
10. Obyektlarni modellashtirishda qanday ishlar bajariladi?

*Tayanch iboralar:* dizayn, dizaynerlik faoliyati va turlari, professional dizayner, dizaynga xos loyihalash, tasvir modellari, fayllarning turlari, uch oʻlchovli modellashtirish, uch oʻlchovli muharrirlar turlari, uch oʻlchovli sahna.

## **5.2. 3D Studio Max grafik muharririning asosiy buyruqlari va interfeysi**

### ***Autodesk 3D Studio Max dasturi interfeysi***

Ushbu dastur interfeysining (5.15-rasm) asosiy elementlari proektsiyalash oynasi (Viewports), buyruqlar paneli va yuqorida joylashgan menyu hisoblanadi. Turlicha oʻzgartirilgan mazkur

elementlardan amalda barcha uch o'lovli grafik muharrirlar tarkib topgan.

Autodesk 3D Studio Max interfeysi elementlari:

1. Bosh menyu (Main Menu). Ushbu menyudagi tushuvchi punktlarda tematik jihatdan amalda barcha buyruqlar va ushbu grafik muharrirning butun uskunalari to'plangan.

2. Uskunalar paneli (Toolbar). Eng ko'p foydalaniladigan buyruqlar to'plangan tugmalardan iborat panel.

3. (Viewports) proeksiyalar oynasi. Sahna obyektlarini turli proeksiyalarda tasvirlash va ular bilan ishlash.

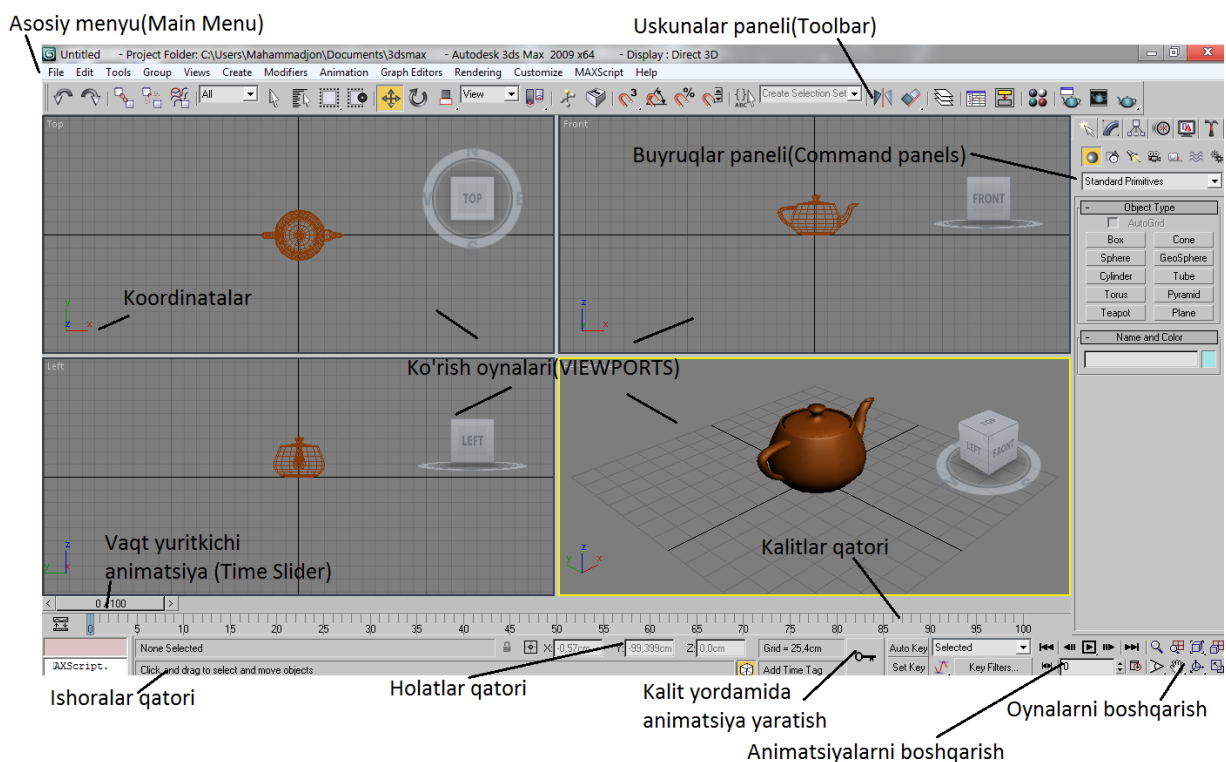
4. (Command panels) buyruqlar paneli. Oltita sahifada sahna obyektlari parametri va sozlash, obyektlar bilan ishlash uchun buyruqlar tarkib topgan.

5. Yo'l ko'rsatish satri. Foydalanuvchini keraklicha ish tutish haqida xabardor qiladi.

6. Holatlar satri. Tanlangan obyektning sahnada joylashish koordinatalarini ifodalaydi.

7. Proeksiyalar oynalarini boshqarish. Sahna obyektlarini ko'rinish ekraniga tasvirlanishini ta'minlovchi buyruqlarning barchasi (kattalashtirish/kichiklashtirish, masshtablash, burish).

Pastgi qismida animasion videolavhalar yaratish uchun uskunalar joylashgan.



5.15-rasm. Autodesk 3D Studio Max grafik muharriri interfeysi.

*Izoh:* Agar kursorni tugmalarning birini ustiga olib borilsa va biroz kutilsa, ushbu buyruqning vazifasi haqida axborot paydo bo‘ladi.

Oddiy tugmalardan tashqari, belgilangan buyruqlarni qo‘llashning turli variantlarini taklif etuvchi suriladigan panel ham mavjud. Suriladigan panelning belgisi tugmaning pastgi o‘ng qismida joylashgan qora rangdagi uchburchak hisoblanadi. Bunday panelni ochish uchun kursorni uning ustiga olib borish lozim, sichqonchani chap tugmasini bosib (panel chiqadi) turgan holda kerakli buyruq tanlanadi.



5.16-rasm. Suriladigan panel.

## ***Bosh menyu (main menu) va buyruqlar paneli (command panels) tuzilishi***

### ***Bosh menyu (main menu)***

Bosh menyu amalda barcha dasturiy mahsulotlar interfeysining asosiy qismi hisoblanadi.

Autodesk 3D Studio Max grafik paketida bosh menyu oʻn beshta bandedan tarkib topadi va quyidagi toifalarni birlashtiradi:

1. *File (Fayl)* – fayllar bilan ishlash, shuningdek, sahna haqida maʼlumotlarni koʻrish.

Asosiy buyruqlar:

1.1. *New (Yaratish) [Ctrl+N]* – yangi fayl yaratish. Yangi fayl yaratishda, joriy sahnada oʻzgarishlarni saqlash kerakmi-yoʻqmi degan savol bilan oyna paydo boʻladi. Soʻngra *New Scene (Yangi sahna)* oynasi chiqadi va unda turli parametrlarni tanlash mumkin: *Keep Objects and Hierarchy (Obyektlar va ierarxiyani saqlash)*, *Keep Objects (Faqat obyektlni saqlash)*, *New All (Yangi sahna)*.

1.2. *Reset (Chiqarish)* – sahnani chiqarib tashlash.

1.3. *Open (Ochish) [Ctrl+O]* – ilgari yaratilgan sahnani ochish.

1.4. *Open Recent (Oxirgi faylni ochish)* – oxirgi foydalanilgan fayllar roʻyxati.

1.5. *Save (Saqlash) [Ctrl+S]* – sahnani \*.max kengaytmasi bilan saqlash.

1.6. *Save As (Qanday saqlash kerak) [Ctrl+S]* – joriy sahnani yangi nom ostida saqlash.

1.7. *Merge ... (Bogʻlash)* – joriy sahnaga boshqa sahnalarning fayllarini qoʻshish. Bogʻlash davomida sahnaga qanday obʼektlarni qoʻshish zarurligi haqidagi soʻrovli oyna paydo boʻladi. Agarda obyektlnarning nomi bir-biriga mos kelmasa, quyidagi soʻrovlar berilgan oyna chiqadi: *Merge* – shu nomlar bilan birlashtirish; *Skip* – obyektlni oʻtkazib yuborish; *Delete Old* – eski obyektlni yangi obyekt bilan almashtirish; *Auto-Rename* avtomatik qayta nomlash va qoʻshish.

1.8. *Import ... (Import)* – faylni boshqa formatlarga import qilish. Masalan, \*.fbx kengaytmali fayllar yordamida Maya grafik muharriridagi faylni Autodesk 3D Studio Max dasturiga import qilish. Xuddi shunday, \*.ai (Adobe Illustrator) kengaytmali fayllar

yordamida ham vektorli konturlarni import qilish mumkin, bunda ikki o'lovli egri chiziqlar o'zgartiriladi.

1.9. Export ... (Eksport) – faylni boshqa formatlarga eksport qilish.

1.10. Summary info ... (Umumiy axborot) – sahna haqidagi tugallangan axborotlar (obyektlar soni, foydalanilayotgan materiallar va b.).

1.11. View Image File ... (Tasvirni ko'rish) – grafik muhitdan chiqmagan holda vizuallashtirilgan materiallarni ko'rish imkonini beradi.

2. *Edit (Tahrirlash)* – obyektlar bilan ishlash buyruqlari.

Asosiy buyruqlar:

2.1. Undo (Bekor qilish) [Ctrl+Z] – oxirgi haraqatni bekor qilish. Bu buyruq orqali oxirgi bajarilgan o'nta amalni bekor qilish mumkin. Orqaga qaytishlar sonini Preference (Xususiyatlar) menyusida ko'rsatish mumkin, bu esa kompyuter tezkor xotirasining yuklanuvchanligiga ta'sir ko'rsatadi.

2.2. Redo (Qaytarish) [Ctrl+Y] – Undo buyrug'i bilan bekor qilingan harakatlarni orqaga qaytaradi.

2.3. Hold (Kechiktirish) [Alt+Ctrl+H] – almashish buferida sahnaning joriy holatini xotirada saqlash.

2.4. Fetch (Olish) [Alt+Ctrl+F] – buferdan sahnaning kechiktirilgan holatini olish.

2.5. Delete (O'chirish) [Delete klavishi] – obyektни o'chiradi.

2.6. Select All (Barchasini belgilash) [Ctrl+A] – sahnadagi barcha obyektlarni belgilaydi.

*Izoh:* Belgilangan obyekt oq ko'rinishga keladi va uning o'qlari koordinatada ko'rinadi.

2.7. Select invert (Invertirlash) [Ctrl+I] – sahnadagi belgilanmagan obyektlar belgilangan va teskari bo'ladi.

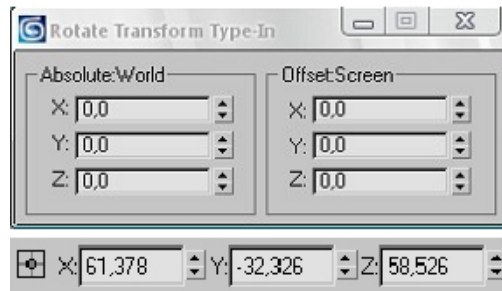
3. *Tools (Uskunalar)* – obyektlar va ularning xususiyatlari bilan ishlash bo'yicha turli xildagi uskunalar.

Asosiy buyruqlar:



3.1. Transform Type-In ... (Klaviatura orqali ko'chirish) [F12] – paydo bo'ladigan oynada mos o'qlar uchun raqamli qiymatlarni berish orqali sahnada obyektlarni qo'chirish yuz beradi (5.17-rasm).



Shuningdek, ushbu panel ekranning quyi qismidagi holatlar satrida joylashgan.

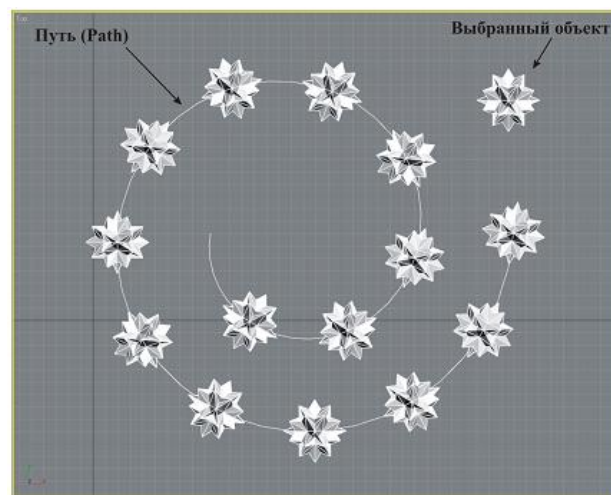


5.17-rasm. Obyektlarni qo‘chirish oynasi.

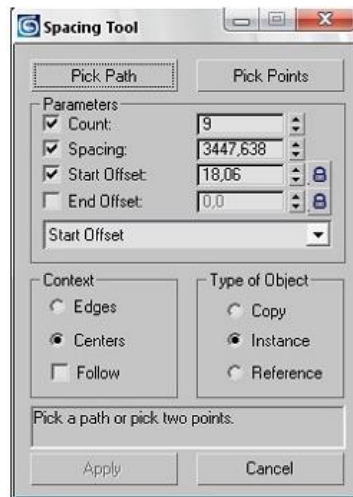
Parametrlar:  Absolute – sahnada obyektning holati;  Offset – ma’lum masofada mos o‘qlar bo‘yicha obyektlarni siljitish.

*Izoh:* Obyektni ko‘chirish uchun, obyektни ko‘chirish, burish va masshtablashni tanlash zarur.

3.2. Spacing tool (Fazoga xos uskuna) [Shift+I] – belgilangan yo‘l bo‘yicha uch o‘lchovli obyektни joylashtirish imkonini beradi (5.18-rasm). Chiqadigan oynada (5.19-rasm) quyidagi asosiy parametrlar o‘zgartiriladi: Pick Path – tanlangan obyekt bir tekisda taqsimlanadigan yo‘lni ko‘rsatish; Pick Points – tanlangan obyekt joylashadigan nuqtani ko‘rsatish; Count – joylashgan ob’ektlar soni.



5.18-rasm. Belgilangan yo‘l bo‘yicha obyektning joylashishi.



5.19-rasm. Spacing tool oynasi.

4. *Group (Guruh)* – sahna obyektlari guruhini yaratish buyrug‘i.

5. *Views (Proeksiyalar)* – tasvirlanadigan obyektlarni boshqarish, ekranga chiqishlarni sozlash, ekspert rejimini ishga solish (Expert Mode [Ctrl+X]) – faqat ko‘rinadigan ekran bilan ishlash.

6. *Create (Yaratish)* – obyektlar yaratish uskunasi, buyruqlar panelidagi Create bandiga o‘xshash.

7. *Modifiers (Modifikatorlar)* – obyektlarni o‘zgartirish uchun uskuna, buyruqlar panelidagi Modify bandiga o‘xshash.

8. *Character (Personaj)* – suyaklar tizimini yaratish (Bones) va skeletli deformatsiyalar orqali turli xildagi obyektlarning animatsiyalari bilan ishlash buyrug‘i.

9. *Reactor (Reaktor)* – yordamchi obyektlarni yaratish, ular yordamida suv yuzasi, qattiq va egiluvchan jismlar, to‘qimalar va boshqa uch o‘lchovli jismlarning real fizik xususiyatlari model-lashtiriladi.

10. *Animation (Animatsiya)* – animatsiyalarni boshqarishning turlicha algoritmlarini ifodalagan nazoratchilar yordamida animatsiyalanuvchi obyektlar yaratish buyrug‘i.

11. *Graph Editors (Grafik muharrir)* – ushbu band sahna obyektlari bilan ishlash jarayonini optimallashtirishga yo‘naltirilgan bir necha muharrirlardan tarkib topadi: Track View (Treklarni ko‘rish) – animatsiyalangan obyektlarni tahrirlash; Schematic View (Tuzilmalarni ko‘rish) – sahnadagi alohida obyektlarning bir-biri

bilan ierarxik aloqasi; Particle View (Bo‘lakni ko‘rish) – bo‘lakning murakkab tizimini yaratish.

12. *Rendering (Vizuallashtirish)* – sahnani vizuallashtirish ishlariga, ya’ni kuchaytirilgan yorug‘lik, videomontaj effektlari (Video Post), atrof-muhit effektlari (tuman, olov, hajmiy yorug‘lik)ni yaratishga mo‘ljallangan buyruqlar. (Material Editor) Materiallar muharriri oynasini chaqirish.

13. *Customize (Sozlash)* – dastur parametri va interfeysi elementlarini sozlash. Sozlash imkoniyalaridan foydalanib foydalanuvchi interfeysda o‘zining variantini yaratishi, ya’ni buyruqlar panelida kerakli tugmalarni ko‘shishi, buyruqlarni chaqirish uchun qaynoq tugmalar kombinasiyasini o‘zgartirishi va boshqa amallarni bajarishi mumkin.

**Asosiy buyruqlar:**

13.1. *Customize User Interface ...* – interfeysni sozlash.

13.2. *Load/Save Custom UI Scheme* – interfeysning foydalanuvchi sxemasini yuklash/saqlash.

13.3. *Show UI* – turli xildagi uskunalar panelini ko‘rsatish/yashirish.

13.4. *Configure User Paths ...* (Foydalanuvchi yo‘lini konfiguratsiyalash) – ochiladigan oynada foydalaniladigan barcha materiallar (sahna, tekstura, materiallar kutubxonasi va boshqa fayllar) uchun yo‘llar tayinlangan.

13.5. *Configure System Paths ...* – asosiy (tizimli) papkalar konfiguratsiyasi.

13.6. *Units Setup (O‘lchov birligini sozlash)* – ochiladigan oynada metrik o‘lchovlar sistemasini (mm, sm, km), US Standard (dyumlar, futlar), muharrirning o‘zini o‘lchov birligini tanlash, yoki o‘zi o‘lchov birligini yaratishi mumkin. Bu obyektning kerakli geometrik o‘lchamlarda loyihalash imkonini beradi.

13.7. *Plug-in Manager ...* (Qo‘shiladigan modellar menedjeri) – turli xil muharrirlarga (nafaqat uch o‘lchovli) qo‘shimcha foydali ilovalar (masalan: hir xil o‘simliklar yaratish imkonini beradigan dastur va b.) yaratiladi. Ushbu buyruq sizning dasturingizga qanday ilovalar qo‘shilganini ko‘rsatadi.

13.8. *Preference (Xususiyatlar)* – 3D Studio Max grafik muharririning asosiy sozlashlari.


14. *MAXScript* – MAXScript dasturlashtirish tilida ssenariy yozish buyruqlari.


15. *Help (Ma'lumot)* – ma'lumotlar tizimi, shuningdek, mazkur grafik muharrir haqida axborot beradi.


#### *Buyruqlar paneli (command panel)*


Buyruqlar paneli ekranning o'ng qismida joylashgan va sahna obyektlarini yaratish va tahrirlash bo'yicha buyruqlar joylashgan oltita sahifadan tashkil topgan. Tegishli sahifani tanlash uchun sichqonchaning chap tugmasi bosiladi. Sahifa ichidagilar bosh menyuda takrorlanadi.


Buyruqlar panelining tuzilishi:


1. Create (Yaratish) sahifasi : Ushbu sahifada turlicha ikki va uch o'lchovli obyektlar yaratish buyruqlari, bo'laklar tizimi, yorug'lik manbasi, kamera, yordamchi obyektlar, hajmiy deformatsiyalar va boshqalar joylashgan.

2. Modifu (O'zgartirish) sahifasi : Ushbu sahifada yaratilgan obyekt parametrlari (uzunlik, kenglik, segmentlar soni va b.), shuningdek, geometrik obyektlarni o'zgartirish uchun uskunalar ro'yxati (modifikatorlar) joylashgan.

3. Hierarchy (Ierarxiya) sahifasi : Ushbu sahifada obyekt koordinatasining lokal markazini o'zgartirish buyrug'i joylashgan. Bundan tashqari, bu erda ob'ektlarning inversiyali kinematikasi bilan ishlash buyruqlari bo'ladi.

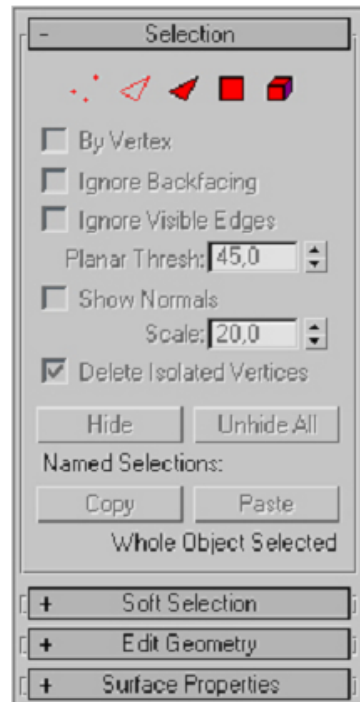
4. Motion (Harakat) sahifasi : Ushbu sahifa animatsiyalangan obyektlar bilan ishlashga mo'ljallangan.

5. Display (Display) sahifasi : Ushbu sahifada sahna obyektlarini vaqtinchalik yashirish va qayd qilish buyruqlari joylashgan.

6. Utilities (Utilitalar) sahifasi : Ushbu sahifada sahna obyektlari bilan ishlash uchun qo'shimcha utilitalar joylashgan. Masalan, reactor – dinamik obyektlar yaratish, MAXScript – ssenariylarni dasturlashtirish va b.

Buyruqlar panelidagi obyektlar bilan ishlashda, obyektlar haqidagi axborotlar va ularni tahrirlash uchun buyruqlar joylashgan

(rollouts) bo‘lmalari paydo bo‘ladi. Har bir bo‘lma o‘z nomiga hamda “+” (yopish bo‘lmasi) va “-” (ochish bo‘lmasi) belgilariga ega.



5.20-rasm. Bo‘lma ko‘rinishi.


*Uskunalar paneli (toolbar)*

Tugmalar ko‘rinishida berilgan uskunalar paneliga ayniqsa tez-tez ishlatiladigan buyruqlar joylashadi. Sichqonchaning chap tugmasini bosganda, tugma sariq rangga o‘tadi va tegishli buyruq faollashadi.










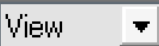
*Izoh:* Bajariladigan buyruqlarni o‘chirishning ikki xil usuli mavjud. Birinchi holatda tugmaga sichqonchaning chap tugmasini takroran bosganda o‘chiriladi. Ikkinchi holatda faol ko‘rinish ekraniga sichqonchaning o‘ng tugmasini bosganda tugma o‘chiriladi.

5.2-jadval

Uskunalar panelini tashkil etuvchi tugmalar









<b>№</b>	<b>Tugma</b>	<b>Tugmaning nomi</b>	<b>Tavsifi</b>
1.		Undo (Harakatni bekor qilish)	Oxirgi harakatni bekor qilish. O‘z yo‘sinini bo‘yicha

		[Ctrl+Z]	oxirgi o'nta amalni bekor qilish mumkin. Orqaga qaytishlar sonini Preference (xususiyatlar) menyusida ko'rsatish mumkin, bu kompyuter tezkor xotirasining yuklanishiga ta'sir ko'rsatadi.
2.		Redo (Qaytarish) [Ctrl+Y]	Undo buyrug'i bilan bekor qilingan harakatlarni orqaga qaytaradi.
3.		Select and Link (Belgilash va bog'lash)	Ushbu buyruq obyektlarni bir-biri bilan bog'lashga (ierarxik zanjirni yaratish) xizmat qiladi.
4.		Unlink Selection (Belgilanganlarni uzish)	Ushbu buyruq ob'ektlar o'rtasidagi aloqani uzishga xizmat qiladi.
5.		Bind to Space (Fazoviy deformatsiyalar bilan bog'lash)	Gravitasiva shamol homba, 5.2-jadvalning davomi r etishlar orqali tanlangan obyektlarni bog'laydi.
6.		Selection Filter ro'yxati (Tanlash filtri)	Belgilangan tanlash tipidagi: yorug'lik, kamera, geometriya va boshqalar bo'yicha obyektlarni tanlab olish imkonini beradi.
7.		Select Object (Obyektni belgilash) [Q]	Kerakli obyektни belgilash.
8.		Select by name (nomi bo'yicha tanlash)[H]	Ochiladigan oynada sahna obyektlari tanlab olinadi.
9.	1.  2. 	Obyektlarni belgilash variantlarining	Obyektlar guruhini belgilashning turlicha usullari tanlab olinadi: 1. Rectan-

	<p>3. </p> <p>4. </p> <p>5. </p>	<p>suriladigan paneli [Ctrl+F]</p>	<p>gular Selection Region (Belgilashning to‘g‘riburchakli sohasi); 2. Circular Selection Region (Belgilashning doirali sohasi); 3. Fence Selection Region (Belgilashning ixtiyoriy sohasi); 4. Lasso Selection Region (“lasso” tipi bo‘yicha tanlash); 5. Paint Selection Region (Obyektlar bo‘yicha kursor bilan chizish yordamida belgilash).</p>
10.		<p>Window/Crossing (Oyn:</p>	<p>Obyektlarni belgilashning ikki usuli: Window – belgilash sohasiga to‘liq tushadigan obyektlar; Crossing – belgilash sohasi chegarasiga tegishli bo‘lgan obyektlar.</p>
11.		<p>Select and Move (Belgilash va ko‘chirish) [W]</p>	<p>Sahnadagi belgilangan obyektlarni ko‘chirish imkonini beradi.</p>
12.		<p>Select and Rotate (Belgilash va burish) [E]</p>	<p>Sahnadagi belgilangan obyektlarni burish imkonini beradi.</p>
13.	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p>	<p>Select and Scale (Belgilash va masshtablash) [R]</p>	<p>Obyektni masshtablash: 1. Select and Uniform Scale (Tanlash va bir jinsli masshtablash); 2. Select and Non-Uniform Scale (Tanlash va bir jinsli bo‘lmagan masshtablash); 3. Select and Squash (Tanlash va yassilash).</p>
14.		<p>Reference</p>	<p>Ob‘ektlarni o‘zgartirish</p>

		Coordinate System (Koordinatalar sistemasini tanlash)	uchun har xil koordinatalar sistemasini tanlash.
15.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. </li> <li>2. </li> <li>3. </li> </ol>	Suriladigan panel: obyektning tayanch nuqtalari (Pivot Point) holatini o'zgartirish	Obyekt yoki obyektlar guruhining koordinatalari markazini tanlash: 1. Use Pivot Point Center (obyektning tayanch nuqtasi markazidan foydalanish); 2. Use Selection Center (tanlangan markazdan foydalanish) – obyektlar guruhining umumiy markazi; 3. Use Transform Coordinate Center (koordinatalar sistemasi markazidan foydalanish) – <i>5.2-jadvalning davomi</i> dunyoviy koordinatalar sistemasi bilan bir xil.
16.		Select and Manipulate (Belgilash va o'zgartirish)	Obyektни bir vaqtda tahrirlash va parametrlarini o'zgartirish.
17.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. </li> <li>2. </li> <li>3. </li> <li>4. </li> <li>5. </li> <li>6. </li> </ol>	Bog'lashlar (Snaps) [S] 1-3 – suriladigan panel	Bog'lashlar obyektlarni aniq birlashtirish yoki belgilangan ketma-ketlikda raqamli qiymatlarni o'zgartirish imkonini beradi.
18.		Tugma va ro'yxat Named Selection Sets	Belgilangan nom ostida birlashtirilgan obyektlar to'plamini yaratish va tahrirlash.
19.		Mirror (Oyna)	Obyektning oynadagi nusxasini yaratish.
20.		Suriladigan panel: Align (to'g'rilash)	Obyektlarni bir-biriga nisbatan belgilangan parametrlar bo'yicha to'g'rilash.

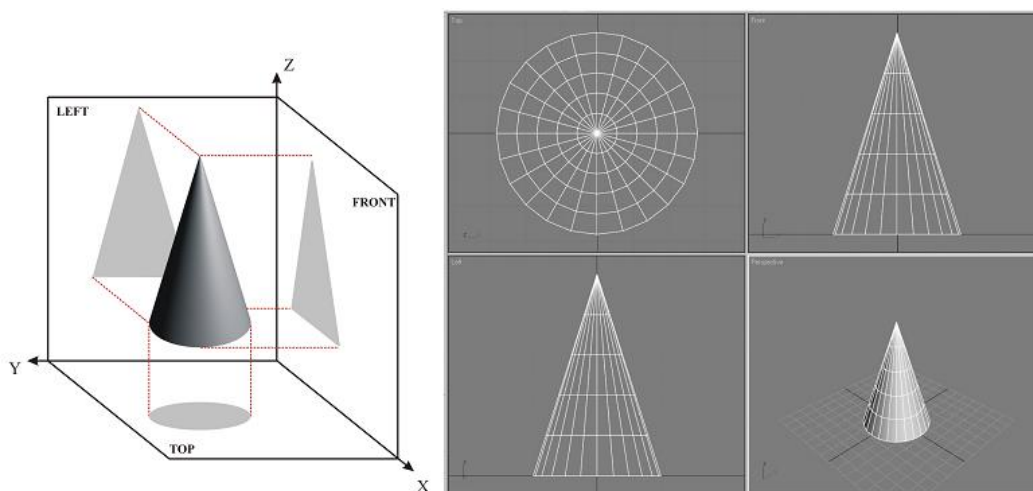


21.		Layer Manager (Qatlamlar menedjeri)	Ochilgan oyna turli xil qatlamlarda sahna obyektlarini joylashtirish imkonini beradi.
22.		Curve Editor (Open) (Egri chiziqlar muharriri)	Muharrir animatsiyalangan obyektlarni tahrirlash uchun mo'ljallangan.
23.		Schematic View (Tuzilmalarni ko'rich)	Har xil rangdagi diagramma va o'zaro aloqadorlik ko'rinishida ochilgan oynada ieriv sahna obyektlari <i>5.2-jadvalning davomi</i>
24.		Material Editor (Materiallar muharriri) [M]	Materiallar va teksturalar bilan ishlash.
25.		Render Scene Dialog (Sahnani vizuallashtirish) [F10]	Ochilgan oynada sahnani vizuallashtirish parametrlari sozlanadi.
26.		Render Type (Vizuallashtirish tipi)	Ochiladigan ro'yxatdan sahnani vizuallashtirishning belgilangan sohalarini turli variantlari tanlanadi.
27.	1.  2. 	Suriladigan panel: Quick Render (Tezkor vizuallashtirish)	Sahnani vizuallashtirish quyidagi sozlashlarga muvofiq amalga oshiriladi: 1. Quick Render (Production) – oxirgi variant. 2. Quick Render (Active Shade) – vizuallashtirish oynasida real vaqt rejimida obyekt materialining o'zgarishini kuzatish.

***Proeksiyalar oynasi tuzilishi va xususiyatlari. Koordinatalar sistemasi***

### *Proeksiyalar oynasi (viewports)*

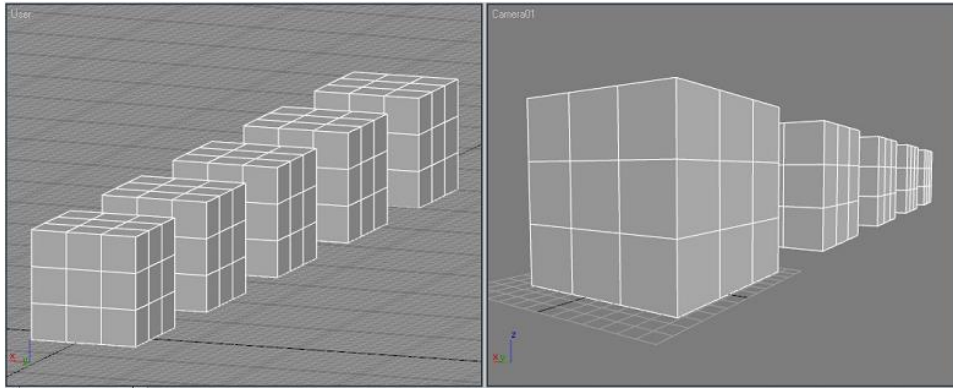
3D-muharrirlarida obyektlar uch o'lchovli koordinatalar sistemasida yaratiladi. 3D Studio Max va boshqa ko'pgina grafik muharrirlarda obyektlar bilan ishlash qulay bo'lishi uchun ishchi soha to'rt xil ko'rinishdagi ekranga (obyektlar proeksiyasi tekisligi) bo'linadi, ulardan uchta ortografik, bittasi esa perspektiv hisoblanadi: *Top* – yuqoridan ko'rinish; *Left* – o'ngdan ko'rinish; *Front* – old tomondan ko'rinish (ortografik proeksiya) va *Perspective* – perspektiv proeksiya (5.21-rasm).



5.21-rasm. Obyektning ko'rinish sohalari.

*Izoh:* Aksonometrik proeksiya – obyektни proeksiyalashda uning nuqtalari parallel to'g'ri chiziq bo'yicha proeksiya tekisligiga ko'chiriladi (5.21-rasm). Xususiyl holda ortografik (proeksiya tekisligi koordinata tekisliklaridan biriga parallel joylashadi) va izometrik (obyektning gorizont va vertikal o'lchamlari buzilishlarsiz uzatiladi) proeksiyalar hisoblanadi (5.22-rasm).

Perspektiv proeksiya – sahnadagi barcha obyektlar gorizont chiziqlarning bitta nuqtasida kesishadi (5.22-rasm).



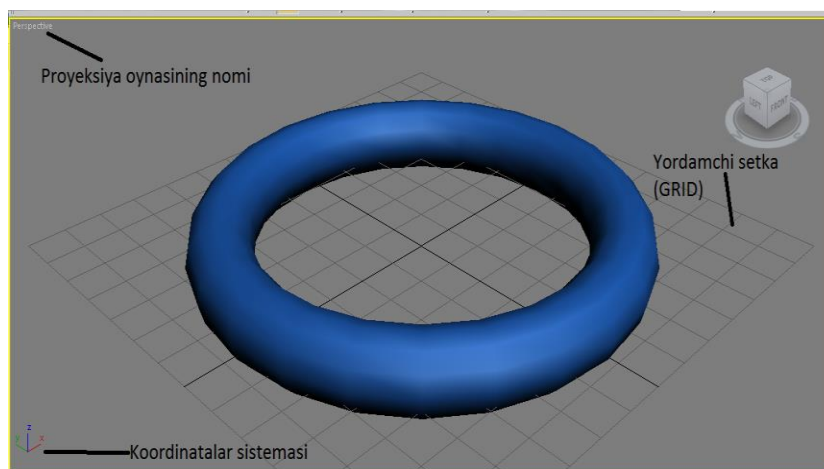
5.22-rasm. Izometrik (chapda) va perspektiv (o‘ngda) proeksiyalar.

Bosh menyudagi Customize bandidan Layout (Joylashish) sahifasini tanlash orqali chaqiriladigan Viewport Configuration (Ishchi soha konfiguratsiyasi) menyusi yordamida, ishchi sohaga proeksiya oynalarining joylashishi va sonini o‘zgartirish, ishlash uchun eng qulay variantni o‘rnatish mumkin.

*Proeksiya oynasining tuzilishi va xususiyatlari*

Proeksiyaning faol oynasi alomatlari uni sichqonchanning o‘ng yoki chap tugmasini bosib tanlashda sariq tusga kiruvchi ramka hisoblanadi.

Proeksiya oynasining tuzilishi 5.23-rasmga ko‘rsatilgan. Proeksiya oynasining nomi yordamida ushbu ko‘rinish xususiyati oynasi tanlanadi, yordamchi to‘rlar obyektlarni aniq qurish va yo‘nalishni aniqlashga xizmat qiladi (to‘rning qalin qora chiziqlari kesishmasi koordinataning global sistemasi markazi hisoblanadi).



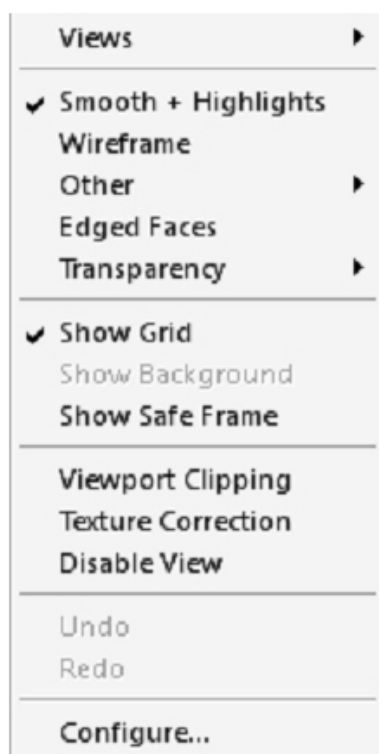
5.23-rasm. Proeksiya oynasining tuzilishi.

Proeksiya oynasi xususiyatlarini o'zgartirish oynasi ushbu ko'rinish nomiga sichqonchani o'ng tugmasini bosish orqali chaqiriladi (5.24-rasm).

Proeksiya oynasi xususiyatlarini o'zgartirishning asosiy buyruqlari:

1. Views (Ko'rinishlar) – faol ko'rinishda proeksiyani o'zgartirish. Proeksiya oynasining ko'rinishlari: 1. Ortografik: Front – old tomondan [F]; Back – orqa tomondan [B]; Top – yuqoridan [T]; Bottom – pastdan [B]; Left – o'ngdan [L]; Right – chapdan. 2. Perspektiv: Perspective – perspektiv [P]; Camera – kamera. 3. Izometrik: User – foydalanuvchi ko'rinishi (ortografik ko'rinishlardan birini burishda olinadi) [U]. 4. Ko'shimcha ko'rinishlar: Schematic - sahna sxemasi; Grid – yordamchi to'rga nisbatan proeksiya va b.

2. Sahna obyektlarini chizish darajalarining o'zgarishi: Sahna murakkabligiga va kompyuterning ish qobiliyatiga bog'liq ravishda sahna obyektlari yoki tekstura va shu'lalar bilan, yoki karkaslar ko'rinishida tasvirlanadi. 5.25-rasmda obyektlarni chizish darajalarining barcha ko'rinishlari ko'rsatilgan. Eng ko'p Smooth + Highlights (Tekislash + shu'lalar) yoki Wireframe (Karkas) ko'rinishlari ishlatiladi (5.25-rasm).



5.24-rasm. Proeksiya oynasi xususiyatlarini o'zgartirish oynasi.

3. Edged Faces (yoqlar cheti) – obyekt sirtiga yoqlarning aks etishi.

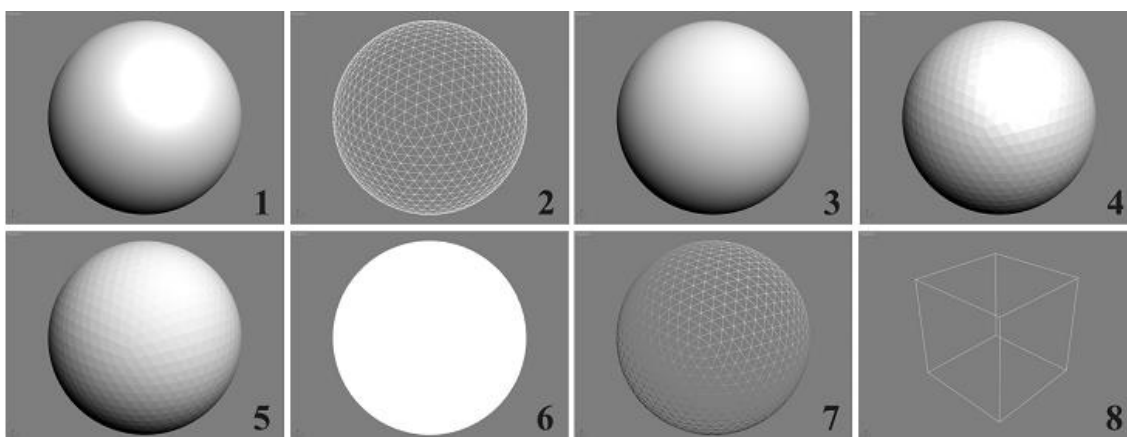
4. Transparency (shaffoflik) – shaffof obyektlarni chizishning turli darajasi: None (yo'q) – shaffoflik aks etmaydi; Simple (oddiy) – shaffoflik soddalashtirilgan aksi; Best (eng yaxshi) – shaffoflikni aks ettirishning sifatli darajasi.

5. Show Grid (To'zni eks ettirish) – yordamchi to'zni yashirish/ko'rsatish.

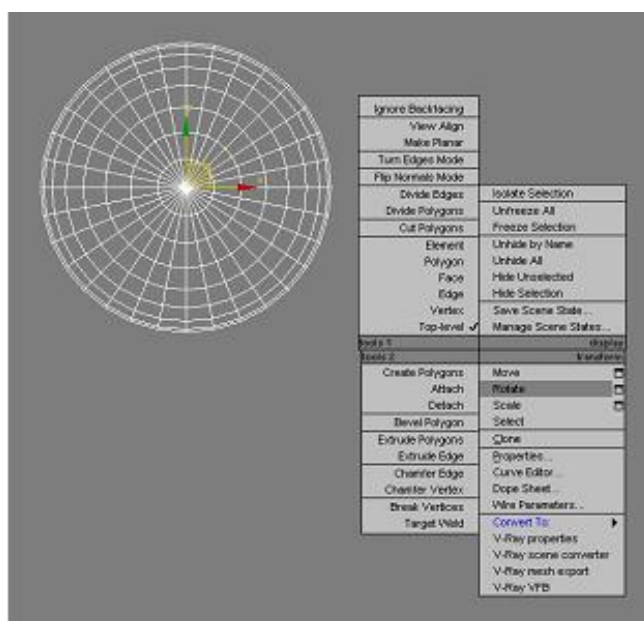
6. Undo (Harakatni bekor qilish) – proeksiyalar oynasidagi o'zgarishlarni bekor qiladi.

7. Redo (Qaytarish) – proeksiyalar oynasi uchun Undo buyrug'i bilan bekor qilingan harakatlarni orqaga qaytaradi.

8. Configure (Konfiguratsiya) – Viewport Configuration (Ishchi soha konfiguratsiyasi) oynasini chaqirish.



5.25-rasm. Obyektlarni chizish ko'rinishlari: 1. Smooth + Highlights (Tekislash + shu'lalar); 2. Wireframe (Karkas); 3. Smooth (Tekislash (shu'lalarsiz)); 4. Facets + Highlights (Yoqlar + shu'lalar); 5. Facets (Yoqlar); 6. Flat (Bir jinsli to'ldirish); 7. Lit Wireframe (Yoritilgan karkaslar); 8. Bounding Box (Gabarit konteyner).



5.26-rasm. Obyektning to‘rtinchi menyusi.

Proeksiya oynalarining ixtiyoriy birini ustiga sichqonchanning o‘ng tugmasini bosish to‘rtinchi menyuning (quad menu) paydo bo‘lishiga olib keladi. Unda eng ko‘p ishlatiladigan buyruqlar jamlangan. Proeksiya oynasi yoki tanlangan obyekt menyusining chaqirilishiga bog‘liq holda, uning tuzilishi o‘zgaradi. 5.26-rasmda tanlangan obyektning to‘rtta qismdan tashkil topgan to‘rtinchi menyusi tasvirlangan: tools1 (uskunalar1); tools2 (uskunalar2); display (display); transform (o‘zgarish).








*Proeksiya oynalarini boshqarish*







Proeksiya oynalarini boshqarish tugmalari ekranning o‘ng tomon pastgi qismida joylashgan va ko‘rinish ekranida sahna obyektlarini burish, masshtablash va ko‘chirishni amalga oshiradi.

5.3-jadval.

Uskunalar panelini tashkil etuvchi tugmalar

N <sup>o</sup>	Tugma	Tugmaning nomi	Tavsifi
1		Zoom (kattalashtirish / kichraytirish) [Alt+Z, sichqoncha skrolleri]	Proeksiyaning faol oynasida obyektlarni kattalashtirish yoki kichraytirish. Sichqonchanning chap

			tugmasini bosgan holda sichqonchani yuqoriga va pastga ko'chirish kerak.
2		Zoom All (Barchasini kattalashtirish/kichraytirish)	Proeksiyaning barcha oynalarida obyektlarni kattalashtirish voki kich- <i>5.3-jadvalning davomi</i>
3	1.  2. 	Suriladigan panel: 1. Zoom Extents (To'ldirish bilan birga masshtablash) [Ctrl+Alt+Z]; 2. Zoom Extents Selected (Tanlangan obyektни to'ldirish bilan birga masshtablash).	Buruqlar obyektlarni proeksiyaning faol oynasida to'liq joylashtirish maqsadida ularni markaz bo'yicha masshtablaydi: 1. Barcha obyektlarni masshtablaydi; 2. Tanlangan obyektlarni masshtablaydi.
4	1.  2. 	Suriladigan panel: 1. Zoom Extents All (Barchasini to'ldirish bilan birga masshtablash) [Ctrl+Shift+Z]; 2. Zoom Extents All Selected (Barcha tanlangan obyektlarni to'ldirish bilan birga masshtablash) [Z]	Buruqlar obyektlarni proeksiyaning barcha oynalarida to'liq joylashtirish maqsadida ularni masshtablaydi: 1. Barcha obyektlarni masshtablaydi; 2. Tanlangan obyektlarni masshtablaydi.
5	1.  2. 	Suriladigan panel: 1. Field of View (Ko'rish maydoni); 2. Region Zoom (Sohani masshtablash) [Ctrl+W].	Buruqlar obyektlarni proeksiyaning faol oynasida masshtablaydi: 1. Ko'rinish kengligini kattalashtiradi / kichiklashtiradi (faqat Perspective ko'rinishadi); 2. Kesuvchi ramka yordamida belgilangan sohani masshtablaydi.

6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. </li> <li>2. </li> </ol>	<p>Suriladigan panel: 1. Pan (Panoramalash) [Ctrl+P]; 2. Walk Through (Ichidan o'tish).</p>	<p>Buruqlar obyektlnrni proeksiyaning faol oynasi bo'yicha ko'chiradi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obyektlrni ko'chiradi;</li> <li>2. Sichqonchaning chap tugmasini bosish kursor klavishi yordamida ko'chirilish imkonini beradi.</li> </ol>
7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. </li> <li>2. </li> <li>3. </li> </ol>	<p>Suriladigan panel: 1. Arc Rotate (Burish); 2. Arc Rotate Selected (Belgilangan obvektlarga nisbatan t Rotate SubObject (Quyi obyektga nisbatan burish).</p>	<p>Buyruqlar proeksiyaning faol oynasini buradi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Global o'q atrofida buradi;</li> <li>2. Belgilangan <i>5.3-jadvalning davomi</i> ;</li> <li>3. Quyi obyekt atrofida buradi.</li> </ol>
8		<p>Maximize Viewport Toggle (Faol ko'rinish ekranini kengaytirish/kichraytirish) [Alt+W].</p>	<p>Buyruq faol oynani ekran kattaligigacha kengaytiradi. Takroran bosish to'rt oynali proeksiya holatiga qaytishga olib keladi.</p>

### *Koordinatalar sistemasi*

3D Studio Max grafik muharririda yaratilgan barcha sahna obyektlari, (0;0;0) boshlang'ich nuqtali global koordinatalar sistemasida joylashadi. Ushbu dastur bir qancha turli koordinatalar sistemasini quvvatlaydi, qaysiki yaratilgan obyektlar bilan zaruriy manipulyasiyalashga bog'liq holda ishlatiladi.

Kerakli koordinata sistemasini uskunalar panelida joylashgan ro'yxatdan tanlash mumkin (5.2-jadvalning 14-bandiga qarang).

Asosiy koordinata sistemasi:

1. View (Ko'rinish) – ortogonal proeksiyali ko'rinish oynasida ekranli koordinatalar sistemasidan, perspektivada esa – global koordinatalar sistemasidan foydalaniladi.

2. Screen (Ekran) – ekranli koordinata sistemasi. Obyekt uchun barcha ko'rinishli ekranlarga o'qlar bir xilda joylashadi.



3. World (dunyoviy koordinatalar) – koordinataning global sistemasi. Obyektlarni ko‘chirish koordinata boshiga nisbatan amalga oshiriladi.

4. Parent (Bosh) – koordinataning bosh sistemasi. Koordinata o‘qlarining joylashishi ierarxik zanjirli bosh obyektga bog‘liq bo‘ladi.

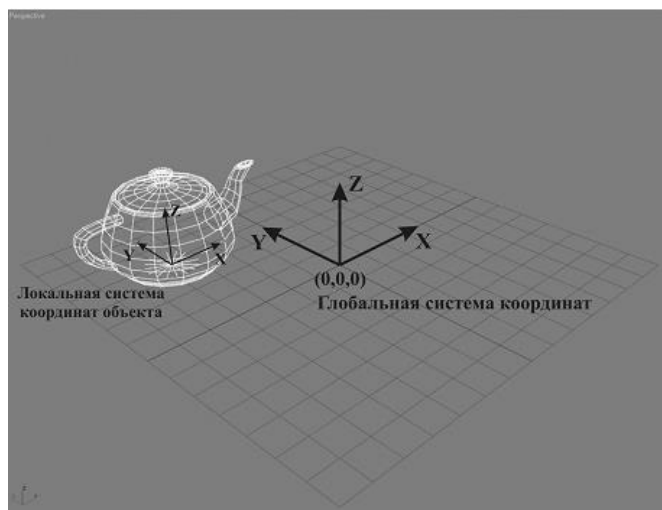
5. Local (Lokal) – har bir obyektning o‘ziga tegishli koordinata sistemasi.

6. Grid (To‘r) – faol yordamchi to‘rda ishlatiladigan koordinata sistemasi.

7. Pick (Ko‘rsatish) – sahnadagi boshqa obyektida ishlatiladigan koordinata sistemasi. Belgilangan obyektning koordinata sistemasini tanlash uchun ro‘yxatdan Pick bandini va so‘ngra obyektни tashlash zarur.

*Obyektning tayanch nuqtasi (pivot point)*

Har bir yaratilgan obyekt o‘zining lokal koordinata sistemasi ega bo‘ladi, qaysiki global sistemaga nisbatan fazoda obyekt holatini belgilaydi (5.27-rasm).



5.27-rasm. Global va lokal koordinatalar sistemasi.

Obyektning lokal koordinatalar sistemasi markazi – tayanch nuqta (pivot point) odatda obyekt markazida joylashadi, ammo modellashtirish jarayoniga bog‘liq ravishda o‘zgarishi mumkin.

Obyektning tayanch nuqtasi holatini o‘zgartirish Hierarchy (ierarxiya) buyruqlar panelidagi sahifadan Pivot tugmasini bosib amalga oshiriladi (5.28-rasm).

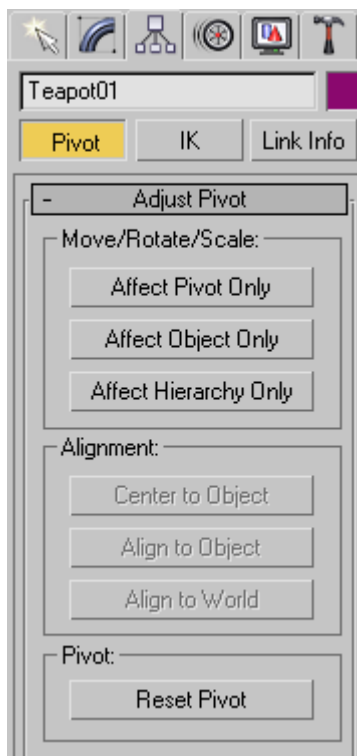
Tayanch nuqta holatini o‘zgartirishning asosiy buyruqlari:

1. Affect Pivot Only (Faqat tayanch nuqtaga effekt) – qachonki ushbu buyruq tanlansa, faol proeksiya oynasida tayanch nuqta ko‘chiriladi va natijada uning holatiga nisbatan obyekt o‘zgarishi (transformasiya) yuz beradi.

2. Affect Object Only (Faqat obyektga effekt) – ushbu holatda tayanch nuqtaga nisbatan obyekt ko‘chiriladi.

3. Affect Hierarchy Only (Faqat ierarxiyaga effekt) – tarmoqli obyektning koordinatalar sistemasi o‘zgaradi.


4. Alignment (To‘g‘rilash) – ushbu buyruqlar tayanch nuqtani obyekt markaziga (Center to Object), obyektning o‘ziga (Align to Object) va dunyoviy koordinatalar sistemasiga (Align to World) nisbatan to‘g‘rilash imkonini beradi.





5.28-rasm. Pivot tugmasi bandlari.

5. Reset Pivot (Uzish) – tayanch nuqtani boshlang‘ich holatga qaytarish.

Ro‘yxatdan turli koordinatalar sistemasini tanlash bilan bir qatorda (5.2-jadval 14-banda qarang) obyektlarning koordinatalari sistemasi markazlarini tanlash uchun suriladigan panel joylashgan.

1.  – Use Pivot Point Center (Tayanch nuqta markazidan foydalanish). Ushbu holatda tanlangan obyektning tayanch nuqtasidan foydalaniladi.

2.  – Use Selection Center (Tanlangan markazdan foydalanish). Agar bir qancha tanlangan obyektlarda ushbu variant tanlangan bo‘lsa markaz ushbu guruhning o‘rtasiga ko‘chiriladi.

3.  – Use Transform Coordinate Center (Koordinatalar sistemasi markazidan foydalanish). Ushbu holatda tanlangan obyektlar dunyoviy koordinatalar sistemasi markazi bilan yoki Pick (Ko‘rsatish) bandi yordamida tanlangan obyektning koordinatalar sistemasi bilan mos tushadi. Ushbu buyruqdan obyektning boshqa obyektga nisbatan burish kerak bo‘lgan vaziyatlarda foydalanish mumkin. Masalan, “Quyosh sistemasi” videolavhasini yaratish: sayyoralar Quyosh atrofida aylanadi.

### **Nazorat savollari**

1. 3D Studio Max dasturi interfeysi elementlari va ularning funksional vazifalarini tushuntirib bering.
2. 3D Studio Max grafik paketida bosh menyu nechta banddan tarkib topgan?
3. Graph Editors bandi qanday vazifani bajarishga mo‘ljallangan?
4. 3D Studio Max dasturida buyruqlar panelini tashkil etuvchi sahifalarni tasviflang.
5. 3D-muharrirlarida obyektlar qanday koordinatalar sistemasida quriladi?
6. Proeksiya oynasi xususiyatlarini o‘zgartirishda ishlatiladigan asosiy buyruqlarni keltiring.
7. Proeksiya oynalari qanday tartibda boshqariladi?
8. Tanlangan obyektning to‘rtta qismdan tashkil topgan to‘rtinchi menyusi orqali qanday ishlar bajariladi?
9. Obyekt tayanch nuqtasi holatini o‘zgartirishda foydalaniladigan asosiy buyruqlarni tavsiflang.

10. Obyektning lokal koordinatalar sistemasi markazi (pivot point) obyektning qaysi sohasida joylashgan bo‘ladi?

*Tayanch iboralar:* 3DS Max interfeysi, bosh menyu, buyruqar paneli, uskunalar paneli, proeksiyalar oynasi, koordinatalar sistemasi, obyekt tayanch nuqtasi.

### **5.3. Standart obyektlar tasnifi. Compound objects toifasidagi obyektlar**

***Create (yaratish) buyruqlar paneli. Standart obyektlar tasnifi.***

Create (yaratish) buyruqlar paneli grafik jihatdan bosh menyuning bir xil nomdagi bandlarini takrorlaydi va proeksiya oynalarida turlicha obyektlni yaratish imkonini beradi.

Create (yaratish) buyruqlar panelining asosiy elementlari (5.29-rasm):

1. Bir xil mavzuda jamlangan har xil obyektlardan tashkil topgan ettita tugma: Geometry (Geometriya) – geometrik obyektlar yaratish; Shapes (Splaynlar) – ikki o‘lchovli geometrik figuralar yaratish; Lights (Yorug‘lik) – yoritish manbalarini yaratish; Cameras (Kameralar) – sahnada kamera yaratish; Helpers (Yordamchilar) – sahna bilan ishlashni engillashtiruvchi vizuallashtiruvchi obyektlni yaratish; Space Warps (Fazoviy deformatsiyalar) – sahnadagi o‘zgaruvchan obyektlni yaratish (bomba, to‘lqin, gravitatsiya va b.) belgilangan qonuniyatlari bo‘yicha vizuallashtiruvchi obyektlni yaratish; Systems (Sistemalar) – parametrik sistemalar yaratish (suyaklar simulyatsiyasi, quyosh nuri va b.).

2. Turli toifadagi obyektlni yaratish ro‘yxati – ushbu ro‘yxatdagi turlicha bandlarni tashlashda Object Type (Obyekt turi) tarkibiy bo‘lmasi o‘zgaradi.

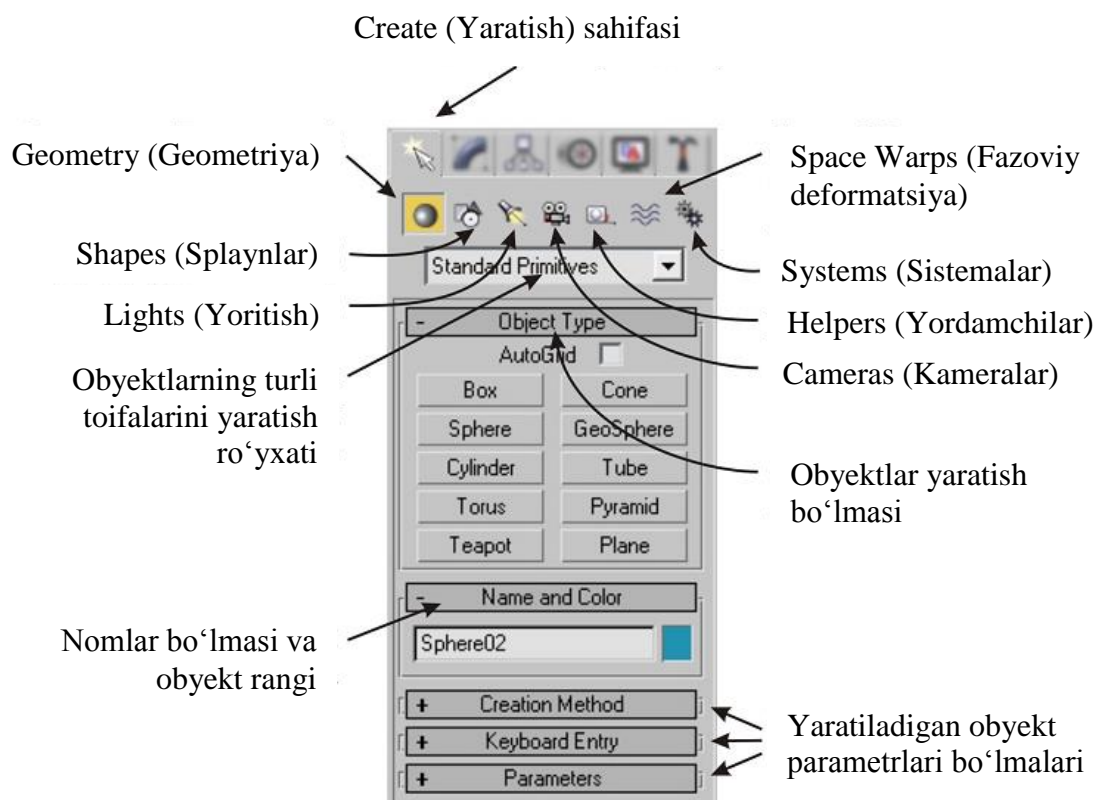
3. Object Type (Obyekt turi) bo‘lmasi – obyektlni yaratishga xizmat qiladi.

*Izoh:* Obyekt yaratish uchun tegishli tugma ustiga sichqonchanning chap tugmasini bosish kerak (u sariq rangga o‘tadi). Obyektlar yaratish holatini o‘chirish uchun, faol proeksiya oynasining ixtiyoriy joyiga sichqonchanning o‘ng tugmasini bosish

zarur. Masalan, Box tugmasi ustiga bosilganda “Quti” tipidagi obyekt yaratiladi va faollashtirilgan Box tugmasi vaqtincha o‘chirilmaydi.

4. Name and Color (Nom va rang) bo‘lmasi – ushbu bo‘lmada yaratilgan obyektning nomi va rangini o‘zgartirish mumkin. Agarda bir xil tipdagi obyektlar yaratilsa, dastur ularni turli koefitsiyentlardagi bir xil nomlar bilan o‘zlashtiradi, masalan: Box01, Box02 va b. Obyekt nomini o‘zgartirish uchun, mazkur bo‘lmada berilgan nom o‘rniga obyektning o‘z nomini kiritish lozim. Yaratilgan obyekt rangini o‘zgartirish uchun, obyekt nomi ro‘parasidagi rang ustiga sichqonchanning chap tugmasini bosish kerak va paydo bo‘ladigan oynadan zaruriy rang tanlanadi.

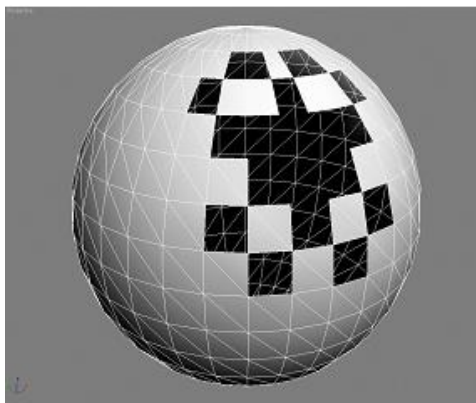
5. Yaratiladigan obyektning o‘zgaruvchan parametrlari bo‘lmasi: Creation Method (Yaratish metodi), Keyboard Entry (Klaviaturadan kiritish), Parameters (Parametrlar).



5.29-rasm. Create (yaratish) buyruqlar paneli.


### *Obyektlar yaratishning o‘ziga xos xususiyatlari*

Yaratilgan geometrik obyektlar o'zida ichi bo'sh qobiqlarni vizual tasvirlaydi (5.30-rasm), aslida bu faqat kompyuterning tezkor xotirasida saqlanadigan raqamlar va formulalar to'plamidir. Obyekt qancha murakkab va butun sahna yaxlit bo'lsa, uni vizuallashtirishga shuncha ko'p vaqt kerak bo'ladi. Sahnaning murakkabligi obyektlarning o'zini geometrik tuzilishlariga, realistik materiallar va yorug'likga bog'liq.



5.30-rasm. Ichi bo'sh obyekt.

*Standard primitives (standart primitivlar), extended primitives (kengaytirilgan primitivlar) tipidagi obyektlar yaratish*

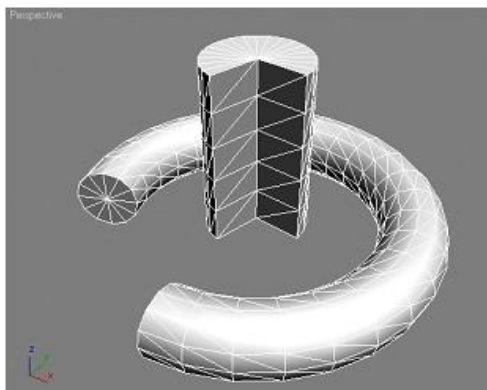
Create paneli ostida primitiv yaratish tugmasini bosganda obyekt parametri bo'lmasi paydo bo'ladi. Obyekt yaratilgandan so'ng uni o'zgartirish uchun Modify (O'zgartirish)  sahifasiga o'tish va kerakli parametrlarni kiritish lozim.

Amalda barcha primitivlar uchun umumiy parametrlar segmentlar (Segments) soni hisoblanadi. Ba'zi bir obyektlar uchun segmentlar soni uzunlik, kenglik va asos bo'yicha alohida ko'rsatiladi, shuningdek, tomonlar soni beriladi (masalan, silindrda tomonlar soni (Sides), balandlik (Height) va asos (Cap) bo'yicha segmentlar soni ko'rsatiladi).

*Izoh:* Primitivlar poligonlar (Polygons) – ko'pburchaklardan tashkil topadi, obyektning qanchalik darajada silliq bo'lishi uning tomonlari soniga bog'liq.

Segmentlar soni obyektning murakkabligiga va kompyuter quvvatiga bog'liq ravishda o'zgartirilishi zarur, aks holda dastur "muzlash" holatiga tushishi mumkin. Masalan, shar sirti uchun 60-80 segmentlar etarli.

Ba'zi primitivlar (shar, silindr, halqa va b.) Slice On (ushbu variant ro'parasiga nazorat belgisini qo'yib uni qo'shish), Slice From (dan bo'lak) va Slice To (gacha bo'lak) kabi parametrlar bilan Slice (Bo'lak) parametriga ega bo'ladi. Slice From va Slice To raqamli qiymatlarga bog'liqlikda obyekt "parcha"sini yaratish imkonini beradi.



5.31-rasm. Obyekt parchasi.

Ko'pgina primitivlar uchun Smooth (tekislash) buyrug'i mavjud – u obyekt yoqlarini silliqalaydi.




Yana bir umumiy parametrlar Creation Method (Yaratish metodi) va Keyboard Entry (Klaviaturadan kiritish) bo'lmalari hisoblanadi. Yaratish metodi obyektни yoki markazdan (Center) yoki chekkadan (Edge) yaratish imkonini beradi.

Proeksiya oynalaridan birida obyektlar yaratishdan tashqari, Keyboard Entry (Klaviaturadan kiritish) bo'lmasi yordamida primitivlarni obyekt parametri va uchta o'q bo'yicha koordinatalar sonini belgilash orqali yaratish mumkin. Koordinatalar va parametrlar kiritilgandan so'ng (masalan, shar primitivi uchun radius) Create (Yaratish) tugmasini bosish kerak. Bunday usul aniq tuzilishni ishlab chiqishga imkon tug'diradi.



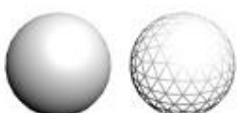
Autodesk 3D Studio Max grafik muharririning asosiy primitivlari 5.4-jadvalda ifodalangan.




5.4-jadval



Standard primitives (standart primitivlar), extended primitives (kengaytirilgan primitivlar) tipidagi obyektlar



№	Primitiv	Yaratish usuli	Asosiy parametrlari
standard primitives (standart primitivlar)			
1	 <p>Vox (Quti)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (uzunlik, kenglik). Chap tugmani ko‘yib yuborib kursor tepaga yoki pastga ko‘chiriladi va so‘ngra chap tug</p> <p style="text-align: right;"><i>5.4-jadvalning davomi</i></p>	<p>Length (Uzunlik); Width (Kenglik); Height (Balandlik).</p>
2	 <p>Sphere (Shar)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (radius). Chap tugma qo‘yib yuboriladi.</p>	<p>Radius (Radius); Hemisphere (yarimshar) – yarimshar yaratish; 0 – butun shar; 0,5 – sharning yarmi; 1 – shar mavjud emas.</p>
3	 <p>Cylinder (Silindr)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (radius). Chap tugmani qo‘yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko‘chiriladi, so‘ngra chap tugmani bosib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>Radius (Radius); Height (Balandlik); Sides (Tomonlar soni).</p>
4	 <p>Torus</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi</p>	<p>Radius 1 (Tashqi radius); Radius 2 (Ichki radius); Rotation (Tomonlarni</p>






	(Halqa)	(birinchi radius). Chap tugma qo‘yib yuboriladi va kursorni ko‘chirib ikkinchi radius ko‘rsatiladi. Chap tugmani bosib obyekt mustahkamlanadi.	burish); Twist (Tomonlarni qayirish).
5	 Teapot (Choynak)	Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (radius). Chap tugma qo‘yib yuboriladi	Radius (Radius); Height (Balandlik); Obyektning turli qismlarini (qopqoq, jumrak va b.) tasvirlash imkoniyati <i>5.4-jadvalning davomi</i>
6	 Cone (Konus)	Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (asos radius). Chap tugmani qo‘yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko‘chiriladi, so‘ngra chap tugma bosiladi va kursor ko‘chirilib (balandlik radiusi) belgilanadi. Chap tugmani bosib obyekt mustahkamlanadi.	Radius 1 (Asos radius); Radius 2 (Balandlik radiusi); Height (Balandlik).
7	 GeoSphere (Geoshar)	Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (radius). Chap tugma qo‘yib yuboriladi.	Radius (radius); Geoshar obyektini shar primitividan to‘g‘ri ko‘pyoqliklardan (tetraedr (4 ta yoq), oktaedr (8 ta yoq) va ikosaedr (12 ta yoq)) tarkib top-



			anligi bilan fero 5.4-jadvalning davomi
8	 <p>Tube (Truba)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (birinchi radius). Chap tugma qo'yib yuboriladi va kursor ko'chirilib ikkinchi radius ko'rsatiladi. Chap tugmani bosib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko'chirilib obyekt belgilanadi, so'ngra chap tugma bosilib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>Radius 1 (Birinchi radius); Radius 2 (Ikkinchi radius); Height (Balandlik).</p>
9	 <p>Pyramid (Piramida)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (uzunlik, kenglik). Chap tugmani qo'yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko'chiriladi, so'ngra chap tugmani bosib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>Width (Kenglik); Depth (Chuqurlik); Height (Balandlik).</p>
10	 <p>Plane (Tekislik)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (uzunlik, kenglik). Chap tugma qo'yib yuboriladi.</p>	<p>Length (Uzunlik); Width (Kenglik); Render Multipliers (Vizuallashtirishda kattalashtirish) parametri Scale (Masshtab) va Density</p>




			(Segmentlar zichligi) parametrlariga bogʻliq ravishda tayyor tasvirni yaratishda bir necha bor kattalashtirish imkonini beradi.
extended primitives (kengaytirilgan primitivlar)			
11	 <p>Hedra (Koʻpyoqliklar oilasi)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib oʻtiladi (uzunlik, kenglik). Chap tugma qoʻyib yuboriladi</p>	<p>Oʻzgaruvchan koʻpyoqliklar oilasi. Radius yaratilgandan soʻng P, Q koeffitsiyentlar qiymatini berish, shuningdek, har bir oʻralar boʻladi.</p> <p style="text-align: center;"><i>5.4-jadvalning davomi</i></p> <p>(Axis Scaling) variatsiyalab yaratilgan obyekt geometriyasini oʻzgartirish mumkin.</p>
12	 <p>ChamferBox (Yumaloqlangan quti)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib oʻtiladi (uzunlik, kenglik). Chap tugmani qoʻyib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) koʻchiriladi, soʻngra chap tugmani bosib obyekt belgilanadi. Yana kursor tepaga yoki pastga (obyektning charxlangan qirasi) koʻchiriladi, keyin chap tugma bosilib</p>	<p>Length (Uzunlik); Width (Kenglik); Height (Balandlik); Fillet (Yumaloqlash) – qirrani silliqlash imkonini beradi.</p>


		obyekt mustahkamlan	5.4-jadvalning davomi
13	 <p>OilTank (Sisterna)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (radius). Chap tugmani qo'yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko'chiriladi, so'ngra chap tugmani bosib obyekt belgilanadi. Yana kursor tepaga yoki pastga (qopqoqlar o'rtasidagi masofa) ko'chiriladi, keyin chap tugma bosilib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>Radius (Radius); Height (Balandlik); Cap Height (Asos balandligi); Blend (Birikish) – yonboshdagi sirt va asos o'rtasidagi silliq o'tish; Overall (To'liq) – butun obyekt balandligi belgilanadi; Center (Markaz) – primitiv asosi markazlari o'rtasidagi balandlik belgilanadi.</p>
14	 <p>Spindle (O'q)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (radius). Chap tugmani qo'yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko'chiriladi, so'ngra chap tugmani bosib obyekt belgilanadi. Yana kursor tepaga yoki pastga (qopqoqlar o'rtasidagi masofa) ko'chiriladi, keyin chap tugma bosilib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>OilTank obyektidan farqi konussimon asosga egaligi. Barcha parametrlar OilTank obyektiga o'xshash, faqat Height Segs asoslardagi segmentlar sonidan tashqari.</p>
15		Proeksiya oynalaridan	Sides (Tomonlar so-

	 <p>Gengon (Ko'pburchak)</p>	<p>birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (radius). Chap tugmani qo'yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko'chiriladi, so'ngra chap tugmani bosib obyekt belgilanadi. Yana kursor tepaga yoki pastga (yumaloqlash) ko'chiriladi, keyin chap tugma bosilib obyekt</p>	<p>ni); Radius (Radius); Fillet (Yumaloqlash); Height (Balandlik).</p>
16	 <p>RingWave (To'lqinsimon halqa)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (birinchi radius). Chap tugma qo'yib yuboriladi va kursorni ko'chirib ikkinchi radius ko'rsatiladi. Chap tugmani bosib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>Animatsiyalangan obyekt o'zida pulsatsiya (urib turadigan) beradigan halqani ifodalaydi. Halqa radiusi va qalinligi, to'lqin uzunligi va soni, urish tezligi va boshqalarni tuzatuvchi ko'pgina parametrlarga ega. Turli xil effektlarni yaratishda ham qo'llanilishi mumkin (masalan: kosmosda planetaning portlashi).</p>
17	 <p>Prism (Prizma)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (birinchi tomon). Chap tugmani qo'yib</p>	<p>Side 1 Length (1 tomon uzunligi); Side 2 Length (2 tomon uzunligi); Side 3 Length (3 tomon uzunligi); Height</p>

5.4-jadvalning davomi

		<p>yuborib kursor tepaga yoki pastga (ikkinchi tomon) ko‘chiriladi, so‘ngra chap tugmani bosib obyekt belgilanadi. Yana kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko‘chiriladi, keyin chap tugma bosilib o‘tiladi.</p> <p><b>5.4-jadvalning davomi</b></p>	
18	 <p>Torus Knot (Toroidal tugun)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchaning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (birinchi radius). Chap tugma qo‘yib yuboriladi va kursorni ko‘chirib ikkinchi radius ko‘rsatiladi. Chap tugmani bosib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>Uch o‘lchovli obyektning ikki ko‘rinishi: Knot (tugun) va Circle (doira). Ko‘pgina tartibga solinadigan parametrlar orqali murakkab geometriyaga ega bo‘ladi.</p>
19	 <p>ChamferCyl (Yumaloqlangan silindr)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchaning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (radius). Chap tugmani qo‘yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko‘chiriladi, so‘ngra chap tugmani bosib obyekt belgilanadi. Yana kursor tepaga yoki pastga (obyektning charxlangan qirradi) ko‘chiriladi, keyin chap</p>	<p>Radius (Radius); Height (Balandlik); Fillet (Yumaloqlash).</p>

		tugma bosilib obyekt mustahkamlanadi.	
20	 <p>Capsule</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (radius). Chap tugmani qo'yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko'chiriladi, so'ngra chap tugmani bosib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>Ushbu obyekt amalda OilTank (sister-na) primitividan farq qilmaydi. Bir-biriga o'xshamasligi yonboshdagi sirt va asos o'rtasidagi silliqlik bilan harakterlanadi.</p> <p style="text-align: right;"><i>5.4-jadvalning davomi</i></p>
21	 <p>L-Ext (L-tejamkorlik tanasi)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (uzunlik, kenglik). Chap tugmani qo'yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko'chiriladi, so'ngra chap tugmani bosib obyekt belgilanadi. Yana kursor tepaga yoki pastga (qalinlik) ko'chiriladi, keyin chap tugma bosilib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>Ushbu primitiv o'zida to'g'ri burchak ostida birlashgan ikkita parallelepipedni ifodalaydi. Parametrlar: Side Length (Yon tomon uzunligi); Front Length (Old tomon uzunligi); Side Width (Yon tomon kengligi); Front Width (Old tomon kengligi); Height (Balandlik).</p>
22	 <p>C-Ext (S-tejamkorlik tanasi)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (uzunlik, kenglik). Chap tugmani qo'yib yuborib kursor tepaga</p>	<p>Yana bitta parallelepiped qo'shilgan L-Ext primitiviga o'xshash. Ko'shimcha parametrlar: Back Length (Orqa tomon</p>

		<p>yoki pastga (balandlik) ko‘chiriladi, so‘ngra chap tugmani bosib obyekt belgilanadi. Yana kursor tepaga yoki pastga (qalinlik) ko‘chiriladi, keyin chap tugma bosilib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>uzunligi); Back Width (Orqa tomon kengligi).</p>
23	 <p>Hose (Shlang)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchaning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (radius). Chap tugmani qo‘yib yuborib kursor tepaga yoki pastga (balandlik) ko‘chiriladi, so‘ngra chap tugmani bosib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>Ko‘pgina to‘g‘ri- nadigan parametrlarga ega bo‘lgan murakkab geometrik obyekt. Ikkita boshqa-boshqa obyektlar o‘rtasida moslashuvchan aloqani amalga oshirish imkonini beradi. Buning uchun Bound to Object Pivots (Obyektlarning tayanch nuqtalarini bog‘lash) variantini qo‘shish, so‘ngra Pick Top Object (Yuqoridagi obyektни tanlash), Pick Bottom Object (Pastdagi obyektни tanlash) tugmalarini bosish kerak bo‘ladi. Tension (tortish) parametri shlangning ikkila tomon oxirlarini tortish dara-</p>



*Arxitektura va konstruktorlik ishlariga mo‘ljallagan obyektlar*

Geometry (Geometriya) toifasidagi yaratilayotgan obyektlar ro‘yxatida interer dizaynerlari va arxitektorlarga yordam sifatida interer va ekstererlarni yaratish ishlarini soddalashtirish uchun bir qator obyektlar yaratilgan. Har bir element bir qancha tahrirlanadigan parametrlarga ega bo‘lib, o‘z navbatida turli xil arxitekturaviy elementlarni yaratish imkonini beradi (masalan quyidagi animatsiyalar: eshik va derazalarni ochilishi va yopilishi va boshqalar).

1. Doors (Eshiklar) – uch turdagi eshiklarni yaratadi: Pivot (Ochiladigan (kirish eshigi)); Sliding (Suriladigan (shkaflar eshigi)); BiFold (Qo‘sh-tavaqali).

2. Windows (Deraza) – olti turdagi derazalar yaratish: Awning (Ayvonli (shkaflar polkasi)); Fixed (Fiksirlangan); Projected (Loyihalanadigan (turli tomonlarga ochiladigan)); Casement (Tavaqali (deraza eshiklari)); Pivoted (O‘z o‘qi atrofida buriladigan); Sliding (Suriladigan).

3. AEC Extended – ushbu toifaga uch turdagi obyektlar kiradi: Foliage (Barglar) – tayyor daraxtlar va butalarni ularni tahrirlash mumkin bo‘lgan ro‘yxatdan tanlash; Railing (To‘siq) – to‘siqlar va panjaralar yaratish; Wall (Devor) – devor yaratish (ixtiyoriy proeksiyalar oynasiga kursor ko‘chiriladi va sichqonchanning chap tugmasini bosib kerakli sondagi devor yaratiladi, so‘ngra sichqonchanning o‘ng tugmasi bosiladi).

4. Stairs (Zinalar) – to‘rt turdagi zinalar yaratish: LTypeStair (L-simon); Straight Stair (To‘g‘ri); Spiral Stair (Spiralsimon); UTypeStair (U-simon).




5.32-rasm. Arxitekturaviy obyektlardan foydalanish.

*Izoh:* Arxitekturaviy obyektlar aniq sxematik loyihalarni etarlicha tez yaratish imkonini beradi.

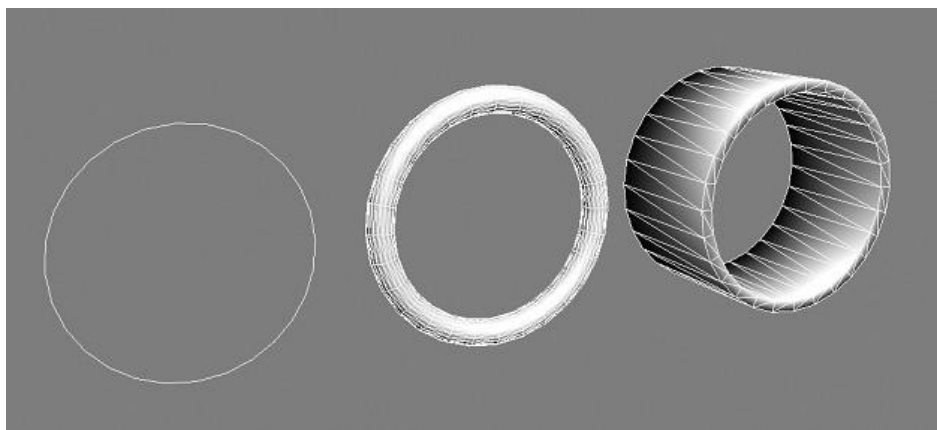
*Shapes turidagi ikki o‘lchovli obyektlar yaratish*

Splaynlar (Spline) – bu yopiq va ochiq konturlarni tashkil qiluvchi ikki o‘lchovli egri chiziqlar hisoblanadi. Ushbu egri chiziqlar o‘zida obyektlar tayyorlanishini namoyon etadi, qaysiki keyinchalik maxsus buyruqlar orqali uch o‘lchovli obyektlarga o‘zgaradi.

Splaynlar yaratish toifasiga kirish uchun Shapes (Shakllar)  tugmasini bosish kerak bo‘ladi.

Standart primitivlarda bo‘lgani singari, aksariyat splaynlar umumiy bo‘lmaga ega bo‘lib, ularga quyidagilar tegishli:

1. *Rendering bo‘lmasi* – splaynni vizuallashtirilayotgan obyektga o‘zgartiradi (dastlab yaratilgan splayn vizuallashtirish oynasiga ko‘rsatilmaydi). Obyekt vizuallashtirilgan bo‘lishi uchun Enable In Renderer (Vizuallashtirishda faol) parametrini o‘rnatish kerak. Enable In Viewport (Proeksiya oynasida faol) parametri – proeksiya oynalarida obyektning tasvirlaydi.



5.33-rasm. Chapdan o‘ngga: 1. Vizualashtirilmagan splayn doira. (Circle); 2. Radial turi bo‘yicha vizualashtirilgan obyekt; 3. Rectangular turi bo‘yicha vizualashtirilgan obyekt.

Splaynni hajmiy va vizuallashtirish usullari ikki xil usul mavjud: 1. Radial (Radialga xos) – bu holatda Thickness (Qalinlik), Sides (Tomonlar soni) va Angle (Burchak) kabi parametrlar belgilanadi; 2. Rectangular (To‘rtburchak) – so‘raladigan parametrlar: Length (Uzunlik), Width (Kenglik), Angle (Burchak), Aspect (Ko‘rinish) – uzunlik va kenglik o‘rtasidagi nisbat (5.33-rasm). *Izoh:* Belgilangan qalinlikdagi vizuallashtirilgan splaynni Editable Mesh (Tahrirlanadigan karkas)da o‘zgartirish mumkin va u bilan uch o‘lchovli obyekt sifatida ishlash mumkin.

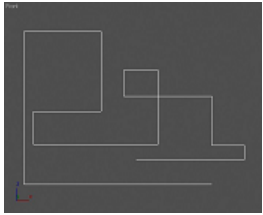
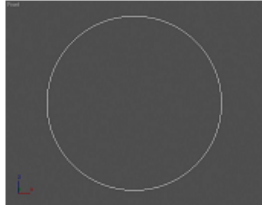
2. *Interpolation (Interpolyasiya)* – ushbu bo‘lmada splayn segmentlarini tashkil etuvchilar soni beriladi. Segmentlar soni qancha ko‘p bo‘lsa, obyekt shuncha silliq bo‘ladi. Masalan, Agar splaynda “doira” qadamlar (Steps) soni nol deb berilsa, u holda, romga ega bo‘linadi. Adaptive parametri yoqilgan bo‘lsa, dasturning o‘zi splaynni silliq qiladi.

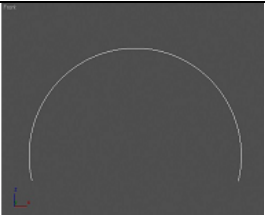
3. *Parameters (Parametrlar) bo‘lmasi* – splaynning tahrirlanadigan parametrlari.

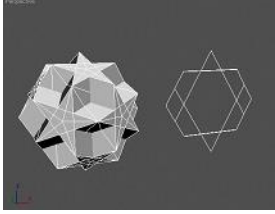
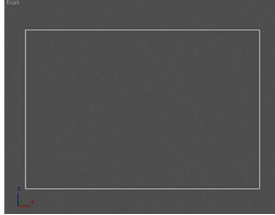
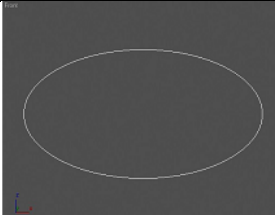
*Izoh:* Splaynlarning standart primitivlari kabi Creation Method (Yaratish metodi) va Keyboard Entry (Klaviaturadan kiritish) bo‘lmalari ham mavjud.

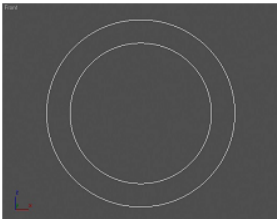


5.5-jadvalda Autodesk 3D Studio Max grafik muharririning splaynlari keltirilgan.

## Shapes turidagi obyektlar

№	Splayn	Yaratish usuli	Asosiy parametrlar
1	 <p>Line (Chiziq)</p>	<p>Proeksiya oynalarining ixtiyoriy birida sichqonchanning chap tugmasini bosish orqali chiziqlar yaratiladi (chiziq uchlari soni chap tugmani bosishlar soniga teng bo'ladi).</p> <p>Sichqonchanning chap tugmasini bosganda chiziq yaratish to'xtatiladi va ochiq konturga ega bo'linadi.</p> <p>Yopiq kontur yaratish uchun, birinchi yaratilgan uchda chap tugmani va Close Spline (Splaynni yopish) deb ochiladigan oynadan Yes (Ha) tugmasini bosish kerak.</p>	<p>Creation Method (Yaratish metodi) bo'lmasida chiziqlar yaratishda har xil turdagi uchlarni tanlab olinadi: Corner (Sichqoncha); Smooth (Silma); Bezier (Yelma).</p> <p style="text-align: right;"><i>5.5-jadvalning davomi</i></p> <p>Uchlarning ushbu turlari ikkita qismga bo'linadi: Initial Type (Manba turi) – sichqonchani yaratish uchun; Drag Shift (uzaytirish turi bo'yicha yaratish) – sichqoncha tugmasini bosib turib chiziq uchi yaratiladi va egri chiziqlar beriladi.</p> <p><i>Izoh:</i> gorizontal va vertikal bo'yicha qat'iy chiziq qurish uchun uni yaratishda Shift klavishasini bosish zarur.</p>
2	 <p>Circle (Doira)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (radius). So'ngra chap</p>	<p>Radius (Radius).</p>

		tugma qo‘yib yuboriladi.	
3	 <p>Arc (Yoy)</p>	Proeksiya oynalaridan birida sichqonchaning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (radius). So‘ngra chap tugma qo‘yib yuboriladi va chap tugmani bosib yoy egriligi belgilanadi.	Radius (Radius); From (Dan) – yoyning boshlanishi (graduslarda); To (Gacha) – yoyning tugashi (graduslarda); Pie Slice (Aylana parchasi) parametri – yoy markaziga uch yaratib uni yopadi.
4	 <p>NGon (Ko‘pburchak)</p>	Proeksiya oynalaridan birida sichqonchaning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o‘tiladi (radius). So‘ngra chap tugma qo‘yib yuboriladi.	Radius (Radius); Inscribed (Ichki chizilgan) – aylana ichiga chizilgan ko‘pburchak; Circumscribed Sides (Tashki chizilgan) – aylana atrofida chizilgan ko‘pburchak; Sides (Tomonlar soni) (5.5-jadvalning davomi) (Radiusdagi burchak) – burchaklarni silliqlash; Circular (Dumaloq) – aylanada ko‘pburchakni o‘zgartirish.
5	 <p>Text (Matn)</p>	Proeksiya oynalaridan birida sichqonchaning chap tugmasi bosiladi.	Parameters (Parametrlar) bo‘lmasida yaratiladigan obyekt tahrirlanadi. “Text:” oynasida kerakli matn kiritiladi, hamda Size (Shrift o‘lchami), Kerning

			(Belgilar oraliq'i), Leading (Qatorlar oraliq'i) va hoshalar 5.5-jadvalning davomi
6	 <p>Section (Kesim)</p>	<p>Bu shakl har qanday uch o'lchovli shaklda splayn ko'rinishidagi ko'ndalang kesimni yaratadi. Section tekisligini yaratish uchun sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor proeksiya oynalaridan biriga olib o'tiladi. So'ngra berilgan tekislikni uch o'lchovli obyektning kesib olinishi lozim bo'lgan qismiga joylashtiriladi va Create Shape (Splayn yaratish) tugmasi bosiladi. Hosil bo'ladigan oynada splayn nomi ko'rsatiladi.</p>	<p>Length (Tekislik uzunligi); Width (Tekislik kengligi); Section Extends (Kesim uzunligi) qism menyusi kesishadigan obyektar uchun ishlatiladi va uchta parametr ga ega: Infinite (Uzluksiz kesim); Section Boundary (Cheklangan kesim); Off (Kesim yaratishni o'chirish).</p>
7	 <p>Rectangle (To'g'ri burchak)</p>	<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi (uzunlik, kenglik). So'ngra chap tugma qo'yib yuboriladi.</p>	<p>Length (Uzunlik); Width (Kenglik); Corner Radius (Radiusdagi burchak) – burchaklarni silliqlash;</p>
8		<p>Proeksiya oynalaridan birida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va kursor olib o'tiladi</p>	<p>Length (Uzunlik); Width (Kenglik);</p>

	Ellipse (Ellips)	(uzunlik, kenglik). Soʻngra chap tugma qoʻyib yuboriladi.	
9	 <p>Donut (Halqa)</p>	Proeksiya oynalaridan birida sichqonchaning chap tugmasini bosib kursor olib oʻtiladi va birinchi radius (Radius 1) koʻrsatiladi. Soʻngra chap tugma qoʻyib yuboriladi va kursor koʻchirilib ikkinchi radius (Radius 2) koʻrsatiladi. Sichqonchaning chap tugmasi bosiladi.	Radius 1 (Birinchi radius); Radius 2 (Ikkinchi radius);
10	 <p>Star (Yulduz)</p>	Proeksiya oynalaridan birida sichqonchaning chap tugmasini bosib kursor olib oʻtiladi va birinchi radius (Radius 1) koʻrsatiladi. Soʻngra chap tugma qoʻyib yuboriladi va kursor koʻchirilib ikkinchi radius (Radius 2) koʻrsatiladi. Sichqonchaning chap tugmasi bosiladi.	Radius 1 (Birinchi radius); Radius 2 (Ikkinchi radius); Point (Uchlar soni); Distortion (Qiyshayish); Fillet Radius1 (Radius 1 ni yumaloqlash); Fillet Radius2 (Radius 2 ni yumaloqlash).
11	 <p>Helix (Spiral)</p>	Proeksiya oynalaridan birida sichqonchaning chap tugmasi bosiladi va kursor olib oʻtiladi (Radius1). Chap tugma qoʻyib yuboriladi va kursor tepaga yoki pastga (balandlik) koʻchiriladi. Soʻngra chap	Radius 1 (Birinchi radius); Radius 2 (Ikkinchi radius); Heigth (Balandlik); Turns (Spiraldagi oʻramlar soni); Bias (Siljish); CW parametri soat


	<p>tugmani bosib obyekt belgilanadi va yana kursor tepaga yoki pastga (Radius 2) ko‘chiriladi. Keyin chap tugma bosilib obyekt mustahkamlanadi.</p>	<p>strelkasi bo‘yicha spiralni buraydi, CCW – soat strelkasiga qarama-qarshi.</p>
--	---	---

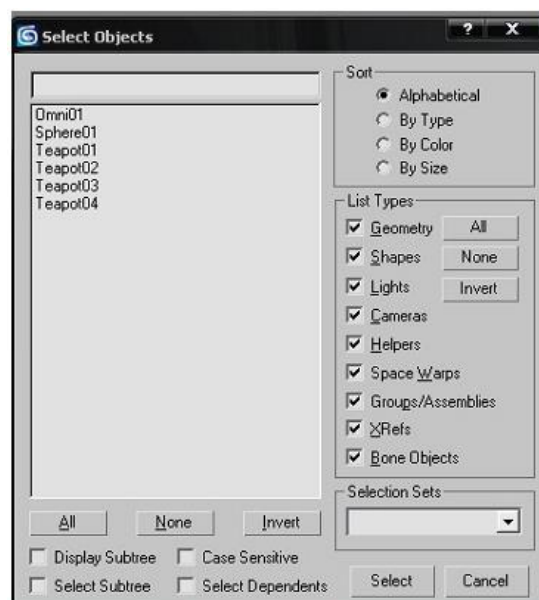
*Izoh:* Turli toifadagi obyektlarni yaratish ro‘yxatida arxitekturaviy loyihalar ustida ishlashni soddalashtirish uchun mo‘ljallangan Extended Splines (Kengaytirilgan splaynlar)ni tanlash mumkin. Unga quyidagilar tegishli: WRectangle (Ikkilangan to‘g‘ri chiziq); Angle (Uchburchakli kesim); Wide Flange (Qo‘shnavr to‘sin); Channel (“P”simon metall); Tee (T-obrazli kesim).

### ***Obyektlar bilan ishlash***

Obyekt yaratilgandan so‘ng, uni tahrirlash va global koordinatalar sistemasiga ko‘chirish mumkin.

Obyektni tanlash uchun, unga sichqonchani chap tugmasini bosish kerak. Tanlangan obyekt alomatlari – yoqlarning oq rang tusiga kirishi va obyektning lokal koordinatalar sistemasida o‘qlarning paydo bo‘lishi (koordinatalar sistemasi bandiga qarang).

Agar sahnada bir qancha turli-tuman obyektlar (geometrik obyektlar, yorug‘lik manbalari, kameralar va b.) bor bo‘lsa, Select by name (Nomi bo‘yicha tanlang) oynasidan foydalanish qulay bo‘ladi (5.2-jadval 8-band). Uskunalar panelidagi tegishli  tugma bosilganda oyna ochiladi, uning chap qismida sahnadagi barcha obyektlar ro‘yxati, o‘ng qismida esa tanlash filtrlari joylashgan.






### 5.34-rasm. Select Options oynasi.

List Type (Ro‘yxat ko‘rinishi) qism menyusida, ro‘yxatdagi belgilangan toifalardan nazorat belgilarini olib tashlaganda, tegishli obyektlar g‘oyib bo‘ladi (masalan: kameralar, yorug‘lik manbalari va b.). Ushbu oynaning pastgi qismidagi uchta tugma quyidagilarni amalga oshirish imkonini beradi: All (Barchasi) – ro‘yxatdagi barcha obyektlarni tanlash; None (Hech birini) – tanlashni bekor qilish; Invert (Inversiya) – tanlanmagan obyektlar va teskarisini tanlash.


Select by name oynasiga o‘xshash Selection Floater (Tanlashning suzuvchi oynasi) oynasi hisoblanadi va u bosh menyuning Tools (Uskunalar) bandida joylashgan. U obyektlarni tanlash va bir vaqtda proeksiya oynalarida ishlash imkoniyatlari bilan farqlanadi (vaqtinchalik rejim).


*Izoh:* Sahnada va Select Objects oynasida bir qancha obyektlarni tanlash uchun, tanlash jarayonida Ctrl klavishasini bosish (proeksiya oynasida kursor tagida «+» belgisi paydo bo‘ladi) lozim. Obyekt tanlashni bekor qilish – Alt klavishasini bosish (proeksiya oynasida kursor tagida «-» belgisi paydo bo‘ladi), yoki tanlangan obyektida Ctrl klavishasini yana bir marta bosib foydalanish mumkin.

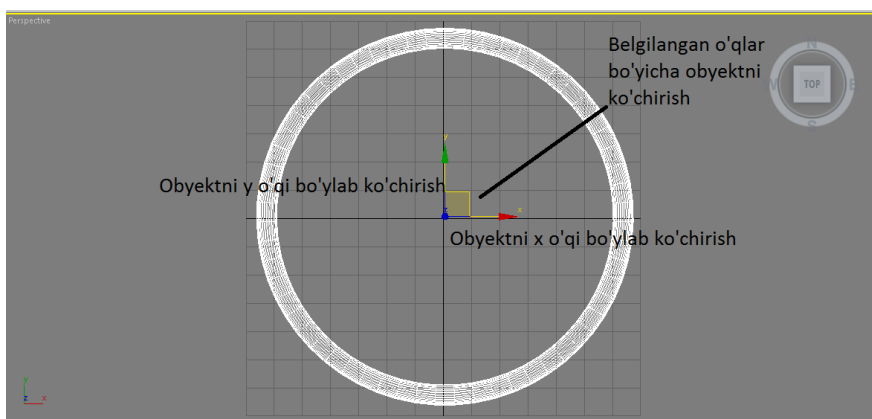
Proeksiya oynalarida bir qancha obyektlarni kesuvchi ramka yordamida belgilash mumkin. Buning uchun proeksiya oynasining ixtiyoriy sohasida sichqonchanning chap tugmasini bosish va tanlashning uzuq chiziqli ramkasi paydo bo‘lgunicha kursorni siljitish zarur. Turli ko‘rinishdagi ramkalar yordamida obyektlarni tanlash varianti 5.2-jadvalning 9–10 bandlarida keltirilgan.

*Izoh:* Holat satrida joylashgan Selection Lock Toggle  (Belgilanganlarni blokirovka qilish) tugmasi, tanlangan obyektlarni sahnadagi boshqa obyektlardan blokirovka va manipulyasiya qilish uchun xizmat qiladi.

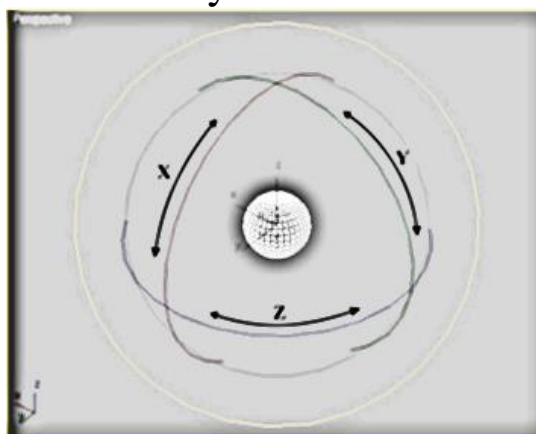
Obyektni ko‘chirish va transformasiyalash (o‘zgartirish) uchun uskunalar panelida beshta tugma joylashgan (5.2-jadvalning 7, 11–13 bandlariga qarang):

1.  Select Object (Obyektni belgilash) [Q] – ushbu tugma bosilgan holatda obyektlarni tanlash yuz beradi.

2.  Select and Move (Belgilash va ko‘chirish) [W] – belgilangan obyektlar joyini o‘zgartiradi. Obyektni boshqa joyga ko‘chirish uchun uning lokal koordinatalar sistemasidan foydalanish lozim. Agar o‘qlardan biri tanlansa, ushbu o‘q bo‘yicha obyekt aniq ko‘chiriladi (masalan: katta aniqlik bilan yuqoriga yoki pastga). Obyektni erkin ko‘chirish uchun o‘qlar o‘rtasidagi sariq kvadratni tanlash zarur (5.35-rasm).



5.35-rasm. Obyektni ko‘chirish.




5.36-rasm. Obyektni burish.

3.  Select and Rotate (Belgilash va burish) [E] – obyektни o‘z o‘qi yoki boshqa tanlangan koordinata markazi atrofida aylantiradi

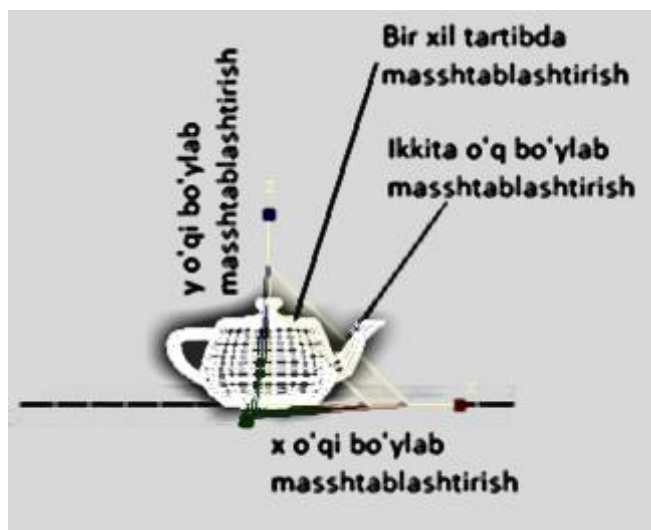
(koordinatalar sistemasi bandiga qarang). Obyekt atrofida uchta doira paydo bo‘ladi, ularning har biri koordinataning belgilangan o‘qiga mos keladi (doira rangi tegishli o‘q rangiga ustma-ust tushadi). Obyektni burish uchun mos doirani tanlash va burishni amalga oshirish zarur (5.36-rasm).

4. Select and Scale (Belgilash va masshtablash) [R] – tanlangan obyekt masshtabini o‘zgartiradi. Obyektni bir jinsli masshtablash (bir vaqtda barcha o‘qlar bo‘yicha) yoki bir jinsli bo‘lmagan masshtablashni amalga oshirish mumkin (5.37-rasm). “Belgilash va masshtablash” tugmasi o‘zida suriladigan panelni ifodalaydi (5.2-jadval 13-bandga qarang).

Obyekt masshtabini o‘zgartirishda uning standart parametrlari o‘zgarmaydi (masalan: “shar” obyekti masshtabini kattalashtirishda siz uning birlamchi radiusini o‘zgartirmaysiz). Bu keyinchalik modifikatorlarni qo‘llash va loft obyektlarni yaratishga ta’sir etishi mumkin.

5.  Select and Manipulate (Belgilash va o‘zgartirish) – ko‘chirish, burish va masshtablash rejimlarni o‘rnatilgan holatda ba’zi obyektlar (shar va b.) parametrlarini manipulyasiyalash imkonini beradi.

Har bir obyekt Object Properties (Obyekt xususiyati) oynasida keltirilgan xususiyatlar to‘plamidan iborat. Ushbu oynani chaqirish to‘rtinchi menyudan «Properties ...» bandini tanlab, yoki bosh menyudagi Edit toifasidan Object Properties bandini tanlab amalga oshirish mumkin.



### 5.37-rasm. Obyektni masshtablash.

General (Asosiy xususiyatlar) sahifasida paydo bo‘ladigan oynada quyidagi qism menyulari joylashgan: Object Information (Obyekt haqida axborot) – obyekt nomi, rangi, koordinatalari va b.; Interactivity (Interaktivlik) – obyektni yashirish va mustahkamlash; Display Properties (Display xususiyatlari) – obyektni yarim shaffof qilish imkoniyati (See-Through), uning uchlarini ko‘rish (Vertex Ticks) va b.; Rendering Control (Vizuallashtirishni boshqarish) – vizuallashtirishdan obyektni chiqarish (Renderable bandida nazorat belgisini olib tashlash), soyalar tasvirlanishini o‘chirish (Cast Shadows) va b.; G-Buffer – obyektning individual nomeri (video-montaj effektlarini yaratishda kerak); Motion Blur (Harakatdagi xiralashish).

*Obyektlarni yashirish (hide) va mustahkamlash (freeze)*

Murakkab sahnalar bilan ishlashda qulay bo‘lishi uchun, tanlangan obyektlarni vaqtinchalik yashirish (Hide) va mustahkamlash (Freeze) mumkin.

Yashirish holatida obyekt vaqtinchalik sahnadan g‘oyib bo‘ladi, «Unhide...» tugmasini bosganda yana paydo bo‘ladi. Mustahkamlash holatida tanlangan obyekt kul rang va tanlab ololmaslik rejimiga o‘tadi (bu bitta obyektga bir qancha ob’ektlarni joylashtirish kerak bo‘lganda, uni tanlamaslik uchun qulay (masalan: modellashtirilgan stolga oshxona buyumlarini joylashtirish)).

Sahna obyektlarini tasvirlash va mustahkamlash ishlari Display (Display) sahifasida olib boriladi va u quyidagi bo‘lmalardan tashkil topgan:

1. Display Color (Display rangi) – obyektning o‘zini yoki tayinlangan obyekt materialini chizishning turli rejimlarida rangni tasvirlash.

2. Hide by Category (Toifalar bo‘yicha yashirish) – menyuning tegishli bandlerini faollashtirganda turli ko‘rinishdagi obyektlar yashirinadi. Masalan, Cameras varianti o‘rnatilganda barcha kameralar g‘oyib bo‘ladi.

3. Hide (Yashirish) – obyektни yashirish. Mazkur bo‘lma quyidagi buyruqlardan tarkib topgan: Hide Selected (tanlanganlarni yashirish); Hide Unselected (Tanlanmaganlarni yashirish); Hide by Name... (Nomi bo‘yicha yashirish) – mazkur buyruq obyektlar ro‘yxatidan yashirish uchun zarur bo‘lganlarini tanlab olish oynasini chaqiradi; Hide by Hit (Obyekt ustiga bosganda yashirish); Unhide All (Barcha obyektلarni ochish); Unhide by Name ... (Nomi bo‘yicha ochish) – ushbu buyruq obyektlar ro‘yxatidan yashiringanlarni ochish uchun zarur bo‘lganlarini tanlab olish oynasini chaqiradi.

4. Freeze (Mustahkamlash) – ushbu bo‘lma buyruqlari Hide bo‘lmasi buyruqlarini to‘liq takrorlaydi, faqat bunda obyektlar yashirinmaydi balki mustahkamlanadi. «Unfreeze by Hit» buyrug‘i obyekt ustiga sichqonchanning chap tugmasini bosganda obyektلarni mustahkamlashni to‘xtatadi.

5. Display Properties (Display xususiyati) bo‘lmasi tanlangan obyekt xususiyatini o‘zgartiradi.

*Izoh:* Display (Display) sahifasiga o‘xshash holda, obyektلarni tasvirlash va mustahkamlashni to‘rtinchi menyu yordamida, shuningdek, bosh menyuning Tools (Uskunalar) toifasida joylashgan Display Floater (Display xususiyatlarining suzuvchi oynasi) oynasi orqali ham boshqarish mumkin.

#### *Obyektلarni ko‘paytirish*

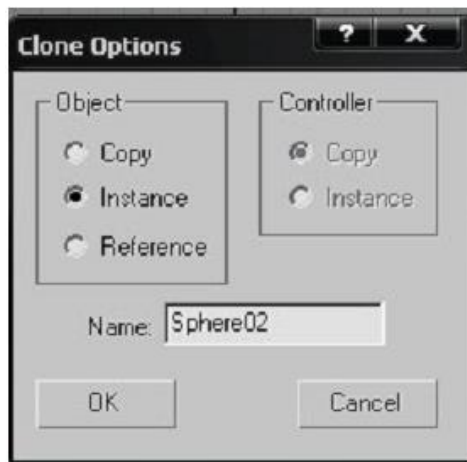
Obyektlardan nusxa olishni bir qancha usullar bilan amalga oshirish mumkin, bundan tashqari originalning dublikat bilan aloqasini bir qancha variantlari mavjud.

Birinchi usul o‘zida bosh menyuning Edit [Ctrl+V] bandida joylashgan Clone buyrug‘idan foydalanishni ifodalaydi. Bunday usul bilan yaratilgan obyekt aynan original joylashgan erda joylashadi. Clone Options oynasini ochganda originaldan klonlashtirilgan obyektلarga bog‘liq bo‘lgan uchta variant paydo bo‘ladi (5.38-rasm):

1. Copy (Nusxa) – mustaqil nusxalar. Ushbu holatda dublikatlar originalga bog‘liq bo‘lmagan to‘liq mustaqil obyektlar hisoblanadi.

2. Instance (Namuna) – original va dublikatlar bir-biriga bog‘liq hisoblanadi. Agarda parametrlar o‘zgartirilsa, originalga

yoki dublikatlardan biriga modifikatorlar qo‘llanilsa, qolgan obyektlarda ham xuddi shunarsa kuzatiladi. Biror - bir obyektни ko‘chirish va transformasiyalash (Move (Ko‘chirish), Rotate (Burish) va Scale (Masshtablash)) nusxalarga ta‘sir etmaydi.




5.38-rasm. Clone Options oynasi.

3. Referance (Havola) – originalni o‘zgartirish teskari alokasiz dublikatlarga ta‘sir etadi. Dublikatni o‘zgartirish original va boshqa dublikatlarga ta‘sir etmaydi, ammo klonlashtirilgan obyektlar original ustida olib borilgan barcha o‘zgartirishlarni qabul qilib oladi.

Ikkinchi usul nusxani bevosita proeksiya oynasida yaratish imkonini beradi. Buning uchun obyektни tanlash va Shift klavishasini bosib transformasiyalardan birini (Move (Ko‘chirish), Rotate (Burish) va Scale (Masshtablash)) bajarish kerak. Ochilgan Clone Options (Klonlashtirish variantlari) oynasida Number of Copies (Nusxalar soni) qo‘shimcha buyrug‘i paydo bo‘ladi. Bu buyruq tanlangan obyektning bir qancha dublikatlarini yaratish imkonini beradi.

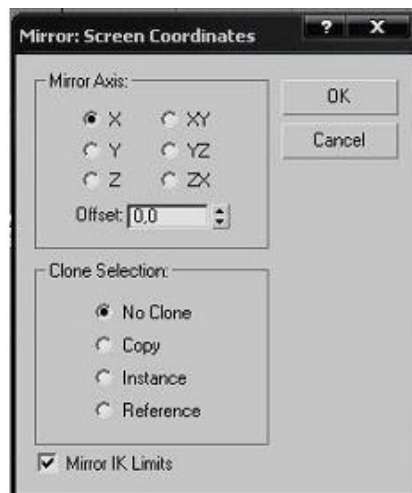
3D Studio Max grafik muharriri obyektlarni ko‘zguda aks ettirish, massivlarni, shuningdek, obyektlarni tekislash imkonini beradi.

Obyektning ko‘zgudagi nusxasini uskunalar panelida joylashgan  Mirror (Ko‘zgu) buyrug‘i orqali yaratish mumkin (2-

jadval 19-band). Paydo bo‘ladigan oynada quyidagi parametrlar beriladi (5.39-rasm):

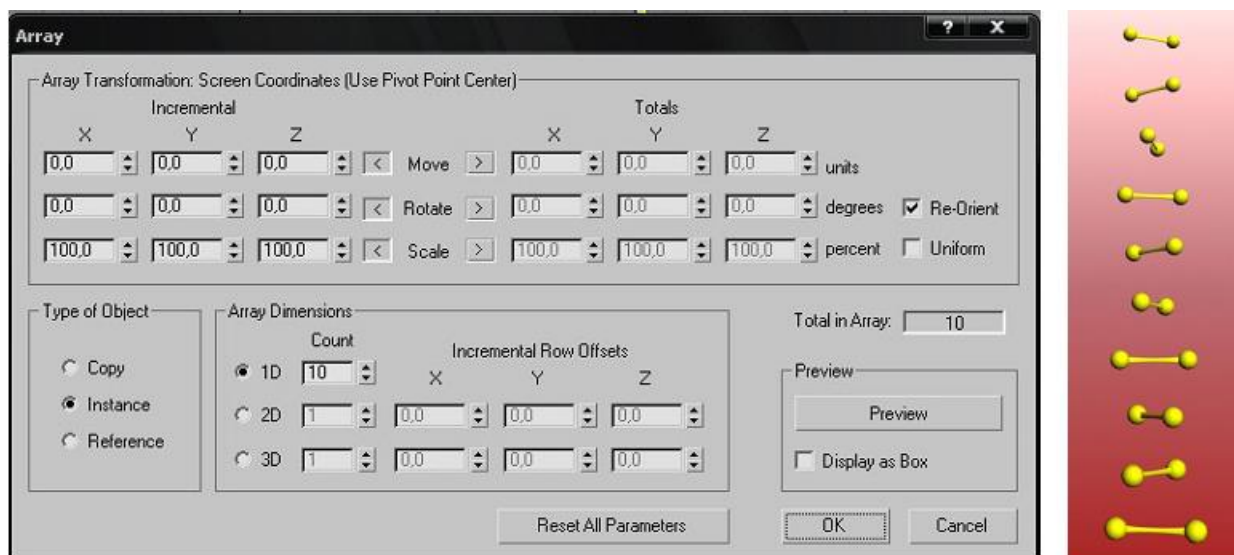
1. Mirror Axis (Akslantirish o‘qi) obyektни ko‘zгudagi nusxasini kelib chiqishiga mos bo‘lgan o‘qni tanlash, shuningdek, obyekt dublikatini siljitish (Offset) imkonini beradi.

2. Clone Selection (Klonlashtirish parametrlarini tanlash) qism menyusi dublikatlarning originalga bog‘liqlik variantlaridan tarkib topadi. No Clone (Klonlashtirishsiz) bandi dublikatlarsiz originalni ko‘zdagi nusxasini yaratadi.



5.39-rasm. Mirror oynasi.

Massiv (Array) belgilangan tartibda joylashgan obyekt dublikatlari yaratilishini o‘zida ifodalaydi. Massiv (Array) buyrug‘i bosh menyuning Tool (Uskunalar) bandida joylashgan va quyidagi parametrlarga ega (5.40-rasm):




5.40-rasm. Chapda: Massiv parametrlari oynasi; O‘ngda: Obyektni ko‘chirish, burish va masshtablash orqali yaratilgan bir o‘lchovli massiv.

1. Array Transformations: Screen Coordinates (Use Pivot Point Center) (Massiv transformasiyasi: Ekran koordinatalari (Obyektning tayanch nuqtalaridan foydalanish)) qism menyusida har bir o‘q bo‘yicha quyidagilar beriladi: obyektни siljitish (Move), burish (Rotate) va masshtablash (Scale). Incremental (Orttirish bilan) parametri ikkita obyekt markazlari orasidagi masofani tasvirlaydi, Totals (Yakuniy natija) – massiv obyektleri orasidagi umumiy masofa.

2. Type of Object (Obyekt turi) qism menyusida original va dublikat o‘rtasidagi o‘zaro aloqani tanlash uchun mo‘ljallangan.

3. Array Dimensions (Massiv o‘lchami) qism menyusida obyekt nusxalari soni (Count), shuningdek, ikki o‘lchovli (2D) va uch o‘lchovli (3D) massiv yaratish imkoniyati beriladi.

4. Preview (Dastlabki ko‘rish) qism menyusida massiv parametrlarini o‘zgartirishda bevosita yuz beradigan o‘zgarishlarni ko‘rish imkonini beradi.

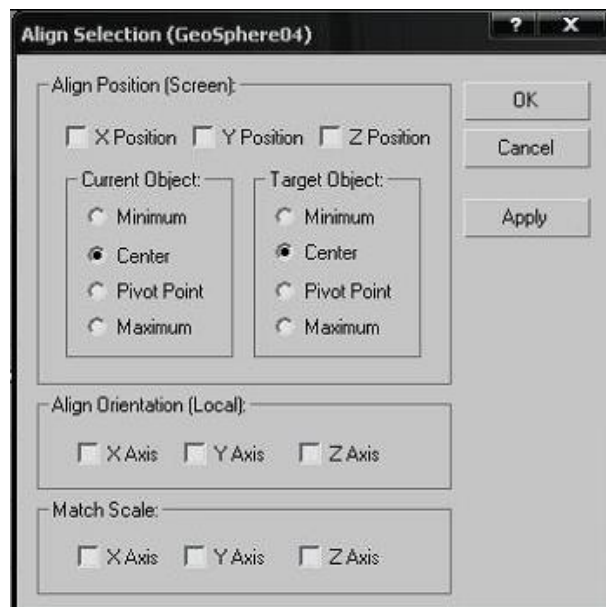
Agar sahna ustida ishlash jarayonida bir obyektни boshqasiga mos ravishda tekislash zaruriyati tug‘ilsa, 3D Studio Max grafik muharririda uskunalar panelida joylashgan Align (Tekislash) buyrug‘i ko‘zda tutiladi (2-jadval 20-band). Obyektни baravarlashtirish uchun Align (Tekislash)  tugmasini bosib uni tanlash



lozim, soʻngra tekislash amalga oshirilishi kerak boʻlgan obyektga nisbatan obyekt tanlanadi.

Tegishli tugma bosilganda buyruqlar parametri berilgan oyna paydo boʻladi (5.41-rasm).

Align Position (Screen) (Tekislash holati (Ekran)) qism menyusida oʻqlar belgilanishi natijasida obyekt qatorga tekislanadi, shuningdek, joriy obyektning tekislash nuqtasi (Current Object) va tekislash amalga oshishiga nisbatan obyekt (Target Object) tayinlanadi. Nuqtalar koʻrinishi: Minimum (Minimal nuqta); Maximum (Maksimal nuqta); Center (Markaziy nuqta); Pivot Point (Tayanch nuqta).



5.41-rasm. Align Position oynasi.

*Izoh:* Align (Tekislash) tugmasi suriladigan panel hisoblanadi va tekislashning beshta turli variantlarini oʻzida ifodalaydi. Masalan, tezkor tekislash (Quick Align) – obyektlar parametrlar oynasisiz tekislanadi, koʻrinish ekrani boʻyicha tekislash va b.

#### *Obyektlar guruhini yaratish*

Tarkibli modellar bilan ishlashda ularni bitta obyektga toʻplash qulay. Masalan, stul uchun beshta obyektning yaratish (toʻrtta oyoq, oʻtirgʻich va suyanchiq), soʻngra ularni “stul” obyektiga guruhlash.

Deformatsiyalar va modifikatorlar yaratilgan guruhning barcha obyektlariga taʼsir koʻrsatadi. Guruhlar yaratish va tahrirlash uchun

bosh menyuning Group (Guruh) bandidan foydalanish zarur. Uning asosiy buyruqlari quyidagilar hisoblanadi:

1. Group (Guruh). Guruh yaratish uchun dastlab obyektlarni belgilab olish, soʻngra Group buyrugʻini tanlash va paydo boʻladigan oynada yaratilayotgan guruh nomini kiritish zarur. Yaratilgan guruh belgisi qavs hisoblanadi, uning tarkibida qalin shriflar bilan ajratilgan guruh obyektlari va guruh nomi joylashadi.

2. Ungroup (Guruhni boʻlish) – ushbu buyruq obyektlarni guruhdan ajratadi.

3. Open (Ochish) buyrugʻi guruhni ochadi, natijada qavslarni cheklovchi guruhlar paydo boʻladi va guruhning alohida obyektlarini tanlab olish imkoniyati tugʻiladi. Bu esa alohida obyektlarni guruhni oʻchirmasdan oʻzgartirish uchun zarur.

4. Close (Yopish) buyrugʻi ochilgan guruhni yopishga xizmat qiladi.

5. Attach (Birlashtirish) tanlangan obyektни guruhga birlashtiradi. Buning uchun obyektни belgilab olish, Attach buyrugʻini tanlash va kerakli guruhga tugmani bosish zarur.

6. Detach (Ajratish) – obyektlarni guruhdan ajratib chiqaradi. Open guruhini ochish, soʻngra obyektни tanlash va Detach tugmasini bosish kerak.

7. Explode (Buzish) – obyektlar guruhi oʻzida ichiga solingan guruhlarни qamrab olishi mumkin, ushbu holatda Explode buyrugʻi barcha yaratilgan guruhlarни oʻchiradi. Ungroup buyrugʻi ichiga solingan guruhlarни oʻchirmasdan umumiy guruhni oʻchiradi.

Guruhlashdan tashqari obyektlarning nomlangan toʻplamini yaratish mumkin. Buning uchun uskunalar panelida Edit Named Selection Sets (Nomlangan toʻplamlarni tahrirlash) va obyektning nomlangan toʻplamlari roʻyxati joylashgan (2-jadval 18-band).


Nomlangan toʻplamlar kerakli obyektlar guruhini belgilashda qulaylik uchun yaratiladi. Toʻplam yaratish uchun obyektlarni tanlab olish, toʻplamlar roʻyxatida nomni kiritish va Enter tugmasini bosish kerak boʻladi. Edit Named Selection Sets tugmasidan foydalanib yaratilgan toʻplamlar roʻyxati va ularni tahrirlash buyruqlari oynasini chaqirish mumkin.



### *Bog‘lashlar (snaps)*


Konstruktorlik muharrirlariga o‘xshash, badiiy muharrirlarda obyektlar o‘lchamini berish, shuningdek, ularning sahnada va bir-biriga nisbatan aniq joylashuvini ko‘rsatish mumkin. Buning uchun sahna va bog‘lanishlar tizimi quriladigan to‘r ko‘zda tutilgan.


Bog‘lashlardan foydalanish uchun tegishli tugmani bosish va obyektни ko‘chirish yoki burish (bog‘lashning tegishli nishoni va obyektlarni birlashtiruvchi “chiziq-o‘chirg‘ich” paydo bo‘ladi) lozim.

Bog‘lashni faollashtiruvchi tugma uskunalar panelida joylashgan (2-jadval 17-band):

1. Snaps Toggle (Bog‘lashlarni o‘zgartirish (pereklyuchatel)) suriladigan paneli bog‘lashni uchta variantidan tarkib topgan: 1. 


– ikkita koordinata bo‘yicha bog‘lash (faol to‘rda); 2.  – faol to‘rda obyektни proeksiyalashda faqat obyektning uchlari va yoqlarini bog‘lash; 3.  – uch o‘lchovli fazoda ixtiyoriy nuqtani bog‘lash.

2.  Angle Snap Toggle (Burchakli bog‘lash pereklyuchateli) – belgilangan burchakda obyektни burishni amalga oshirish imkonini beradi.

3.  Percent Snap Toggle (Foizli bog‘lash pereklyuchateli) – belgilangan foizda obyektни masshtablashni amalga oshirish imkonini beradi.



5.42-rasm. Grid and Snap Settings oynasi.

4.  Spinner Snap Toggle (Obyekt parametrini o'zgartirish uchun bog'lash pereklyuchateli) – belgilangan qiymatda obyekt parametrini o'zgartirishni amalga oshirish imkonini beradi.

*Izoh:* Bog'lashlarning barcha ko'rinishlari bir vaqtda faol bo'lishi mumkin.


Ob'ekni bog'lash variantlari, shuningdek, bog'lashlar opsiyasi Grid and Snap Settings (To'rlar va bog'lanishlarni o'rnatish) oynasida ko'rsatiladi. Bu buyruqni bosh menyuning Customize bandidan, shuningdek, boshqaruv panelidagi ixtiyoriy bog'lash tugmasiga sichqonchani o'ng tugmasini bosib chaqirish mumkin (5.42-rasm).

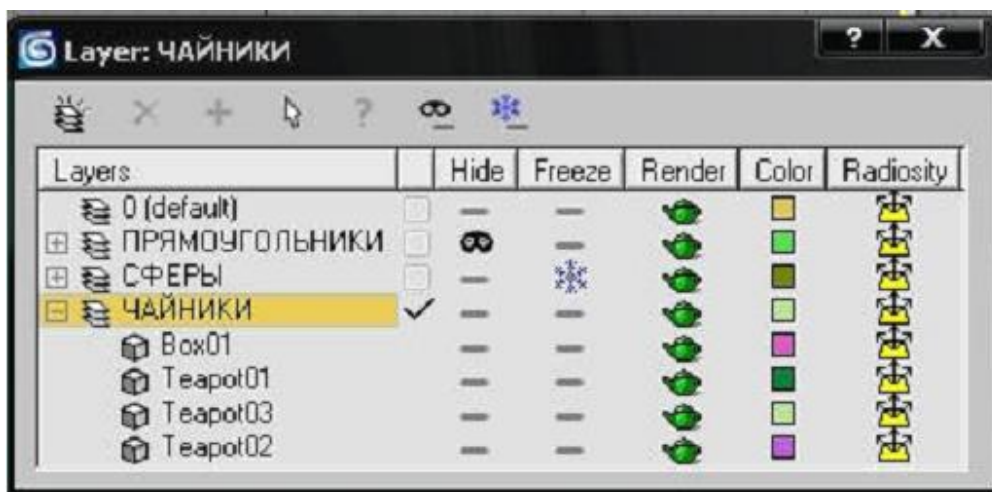
Snaps (Bog'lashlar) sahifasida bog'lash turlari tanlanadi: Grid points (to'r nuqtalariga bog'lash); Pivot (Tayanch nuqtaga bog'lash); Perpendicular (Perpendikulyar splayn nuqtasiga bog'lash); Vertex (Obyekt uchlariga bog'lash); Edge/Segment (Obyekt qirralariga bog'lash); Face (Obyekt yoqlariga bog'lash); Grid lines (to'r tugunlariga bog'lash); Bounding box (Cheklovchi konteynerlarga bog'lash); Tangent (Urinma egri chiziq'larga bog'lash); Endpoint (Obyektning oxirgi nuqtasiga bog'lash); Midpoint (Markaziy nuqtaga bog'lash); Center face (sirt markaziga bog'lash). Bog'lashlarni ixtiyoriy sonda qo'shish mumkin.

Options (Opsiyalar) sahifasi turli parametrlarni o'rnatish uchun mo'ljallangan: bog'lashlar kursori rangi, bog'lashlar burchagi qiymati va b.




*Qatlamlar menedjeri (layer manager) va sahnaning sxematik tasviri (schematic view)*

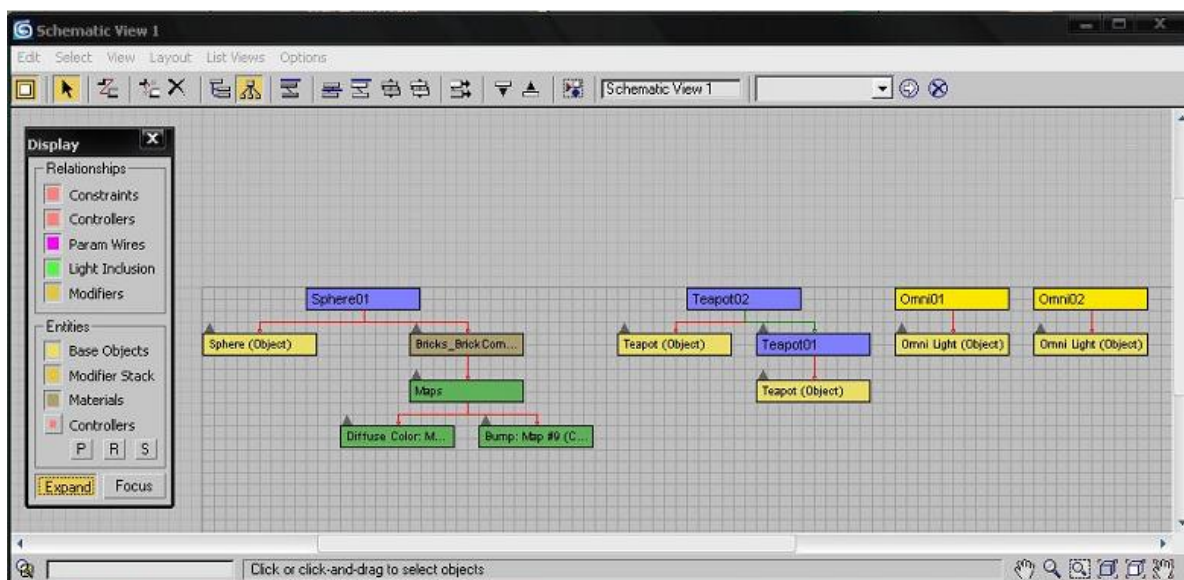
Qatlamlar yaratish ko'pgina obyektlardan tarkib topgan murakkab sahnalar bilan ishlashda juda qulay hisoblanadi. Sahna obyektlarini qatlamlar bo'yicha guruhlash, qatlamlar menedjeridan (Layer Manager) foydalanib ko'rinishni boshqarish va vizual-lashtirish mumkin.

Layer Manager oynasini chaqirish (5.43-rasm) boshqaruv panelida joylashgan tegishli  tugma yordamida amalga oshiriladi (2-jadval 21-band).




5.43-rasm. (Layers) qatlami bilan ishlash oynasi.

Ushbu oynada  (Create New Layer) tugmasi orqali yangi qatlam yaratiladi. Qatlam nomi to‘g‘risida nazorat belgisi bo‘lsa mazkur qatlam faol hisoblanadi (ushbu qatlamda sahna obyektlari yaratiladi).  (Delete Highlighted Empty Layers) tugmasi tanlangan bo‘sh qatlamlarni o‘chiradi.  (Add Selected to Highlighted Layers) tugmasi tanlangan obyektlarni faol qatlamga qo‘shadi.



5.44-rasm. Schematic View oynasi.

Qatlam nomlari ro‘parasidagi ustunlar yashirish (Hide), mustahkamlash (Freeze), vizuallashni o‘chirish (Render), rangni o‘zgartirish (Color) va diffuzion akslantirish (Radiosity) hisobini to‘xtatish imkonini beradi.

Sahnaning sxematik tasviri boshqaruv panelida joylashgan  (Schematic View) tugmasi orqali chaqiriladi (2-jadval 23-band) va sahna obyektlarini belgilash, guruhlash va ular ustidan nazorat qilish uchun juda qulay hisoblanadi. Ushbu oynada har xil rangli (har bir rang belgilangan toifadagi obyektlarga mos keladi) ko‘rinishdagi tugunlar – to‘rtburchak (nodes) va o‘zaro aloqalarda (strelkali chiziklar) sahnadagi barcha obyektlar, ierarxik bog‘lanishlar, o‘zlashtirilgan materiallar haqida axborotlar ifodalangan. 5.44-rasmdagi Schematic View oynasida, ierarxik zanjirni o‘zida ifodalovchi ikkita choynak (Teapot 01, Teapot 02), ikkita yorug‘lik manbasi (Omni 01, Omni 02) va tegishli material o‘zlashtirilgan shardan (Sphere 01) tarkib topgan sahna ko‘rsatilgan.

### ***Compound objects (tarkibli obyektlar)***

Tarkibli obyektlar turli toifada obyektlar yaratish ro‘yxatidagi Geometry (Geometriya) toifasida joylashgan hamda obyektlar geometriyasi ustida turli operatsiyalarni amalga oshirish, shuningdek, splaynlardan foydalangan holda obyektlar yaratish imkonini beradi.

### ***Morfing (morph)***

Morfing obyekt uchlarini interpolyasiyalash (joyni o‘zgartirish) orqali bir obyektни boshqa obyektga o‘zgartirish jarayonini ifodalaydi. Morfingni dastlabki obyektі bazaviy (base) obyektidir, morfing qilinadigan obyektlar esa – nishonga olinadigan (target) obyektlardir.

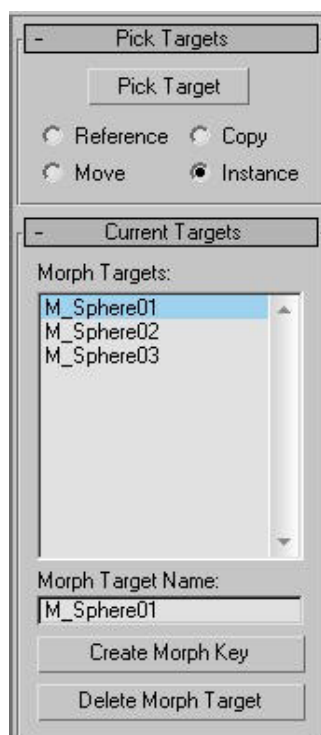
Bazaviy va nishonga olinadigan obyektlar uchlarining soni bir-biriga mos kelishi kerak, chunki morfing jarayonida uchlar qanday bo‘lsa shundayligicha qoladi, shunchaki ularning fazodagi koordinatalari o‘zgaradi. Shu sababli obyekt morfingini amalga oshirish uchun uning nusxalarini tayyorlash hamda uning geometriyasini o‘zgartirish zarur.

Morfing yordamida personaj mimikasini, baliq suzgichlarining tebranishi va boshqalarni yaratish mumkin. Baliq suzgichlarini

tebratayotgan lahzani yaratish uchun jami quyidagi ikkita obyekt zarur: bazaviy obyekt – suzgichlari yuqoriga ko‘tarilgan baliq hamda nishonga olinadigan obyekt – suzgichlari pastga tushirilgan “baliq” nusxasi. Shundan so‘ng morfing amalga oshiriladi, ya’ni bazaviy obyektning uchlarini nishonga olingan obyektning uchlariga almashtirish hisobiga baliq suzgichlarining pastga yo‘nalayotgan animatsiyasi hosil bo‘ladi.

Morph buyrug‘i faollashtirilganda, Create (yaratish) sahifasida Pick Targets (Nishonlarni ko‘rsatish) va Current Targets (Joriy nishonlar) bo‘lmalari paydo bo‘ladi. Ular quyidagi parametrlarga ega (5.45-rasm):

1. Pick Target (Nishonni ko‘rsatish) – bazaviy obyekt tanlangach, animatsiya yugiruvchisini (begunok) ko‘chirish, Pick Target tugmasini bosish va nishonga olinadigan obyektни tanlash (bazaviy obyekt nishonga olingan obyekt shaklini hosil qiladi va Morph Targets (Morfing nishonlari) ro‘yxatida uning nomi paydo bo‘ladi) zarur. Shuningdek, ushbu bo‘lmada dublikatning originalga bog‘liqligini tanlash mumkin (Bul operatsiyalari bandi): Move parametri tanlangan originalni o‘chirib tashlaydi.



5.45-rasm. Morph oynasi.

2. Create Morph Key (Animatsiya kalitini yaratish) buyrug‘i Morph Targets ro‘yxatida tanlangan obyekt animatsiyasi kalitlarini yaratish imkonini beradi.

3. Delete Morph Key (Animatsiya kalitini o‘chirish) buyrug‘i animatsiya kalitlarini Morph Targets ro‘yxatidan o‘chiradi.

*Bul operatsiyalari (boolean)*

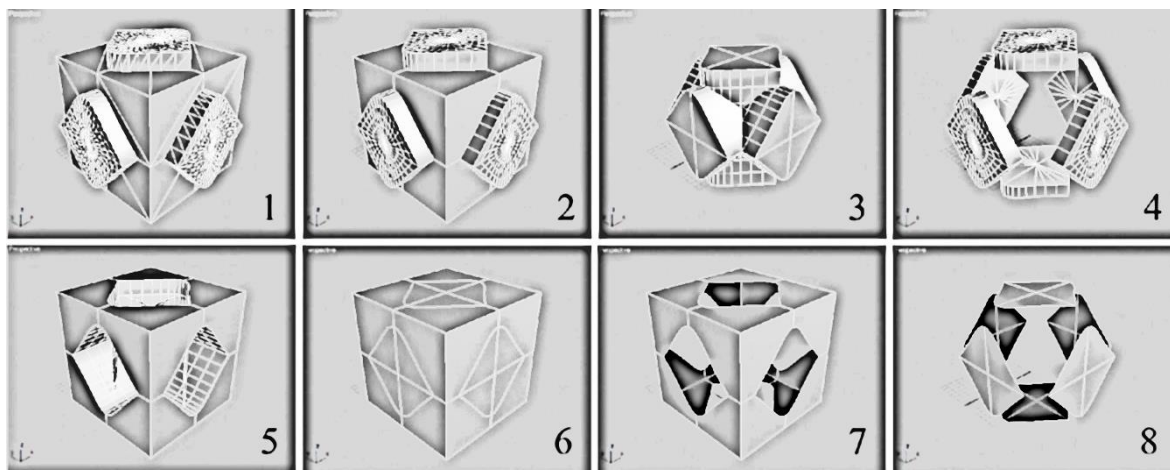
Boolean tipidagi obyektlar o‘zida obyektlarni birlashtirish, ayirish va kesishtirishga xos bo‘lgan bul operatsiyalarini ifodalaydi. Ushbu buyruq qo‘llangach, obyekt o‘z geometrik xususiyatlarini yo‘qotadi va bul tipidagi obyektga aylanadi.

Bul operatsiyasini qo‘llash uchun obyektни tanlash (“Operand-A”), Boolean buyrug‘ini faollashtirish, so‘ngra Pick Booleans (Bul obyektlarini tanlash) bo‘lmasida ikkinchi obyektни (“Operand-V”) ko‘rsatish zarur.

Operands (Operatsiyalar) bo‘lmasida bul operatsiyalari tipini tanlash mumkin (5.46-rasm):

1. Union (Birlashtirish) – ikki obyekt birlashadi. Agar bir-biri bilan kesishsa, “Operand-A” “Operand-V”ni kesib tashlaydi.

2. Intersection (Kesishish) – bu holda olingan obyekt o‘zida dastlabki obyektlar kesishishi natijasini ifodalaydi.



5.46-rasm. Bul operatsiyalari: 1. Dastlabki obyektlar; 2. Union (Birlashtirish); 3. Intersection (Kesishish); 4. Subtraction (A-B) (A-V ayirish); 5. Subtraction (B-A) (V-A ayirish); 6. Cut (Kesish): Refine (Detallashtirish), Split (Ajratish); 7. Cut (Kesish): Remove Inside (Ichkaridan o‘chirish); 8. Cut (Kesish): Remove Outside (Tashqaridan o‘chirish).



3. Subtraction (A-B) (A-V ayirish) – “Operand-A” obyektini “Operand-V” obyektidan ayirish.

4. Subtraction (B-A) (V-A ayirish) – “Operand-V” obyektini “Operand-A” obyektidan ayirish.

5. Cut (Kesish) – “Operand-V” obyektini chegarasidan kesish tekisligi sifatida foydalanib, “Operand-V” obyektini “Operand-A” obyektidan kesib olish. Quyidagi to‘rt variantga ega: Refine (Detallashtirish) – “Operand-A” obyektini “Operand-V” obyektini bilan kesishgan joyda yangi uchlar va yoqlarni yaratadi; Split (Ajratish) – Refine buyrug‘i kabi ishlaydi, ammo bir obyektida ikkita element yaratadi; Remove Inside (Ichkaridan o‘chirish) – “Operand-V” obyektini ichkarisida joylashgan “Operand-A” obyektining barcha yoqlarini o‘chirib tashlaydi; Remove Outside (Tashqaridan o‘chirish) – “Operand-V” obyektini tashqarisida joylashgan “Operand-A” obyektining barcha yoqlarini o‘chiradi.

Display/Update bo‘lmasi obyektning aks etishini, shuningdek, bul operasialari natijalarining qo‘lda yoki avtomatik tarzda o‘zgarishini nazorat qiladi.

#### *Loft obyektlarini yaratish*

Loft obyektini o‘zida splaynlar yordamida qurilgan hajmiy jismni ifodalaydi. Loft obyektlarini yaratish uchun quyidagi ikki tarkibiy qism bo‘lishi zarur: yo‘llar (Path) va kesishmalar (Shapes).

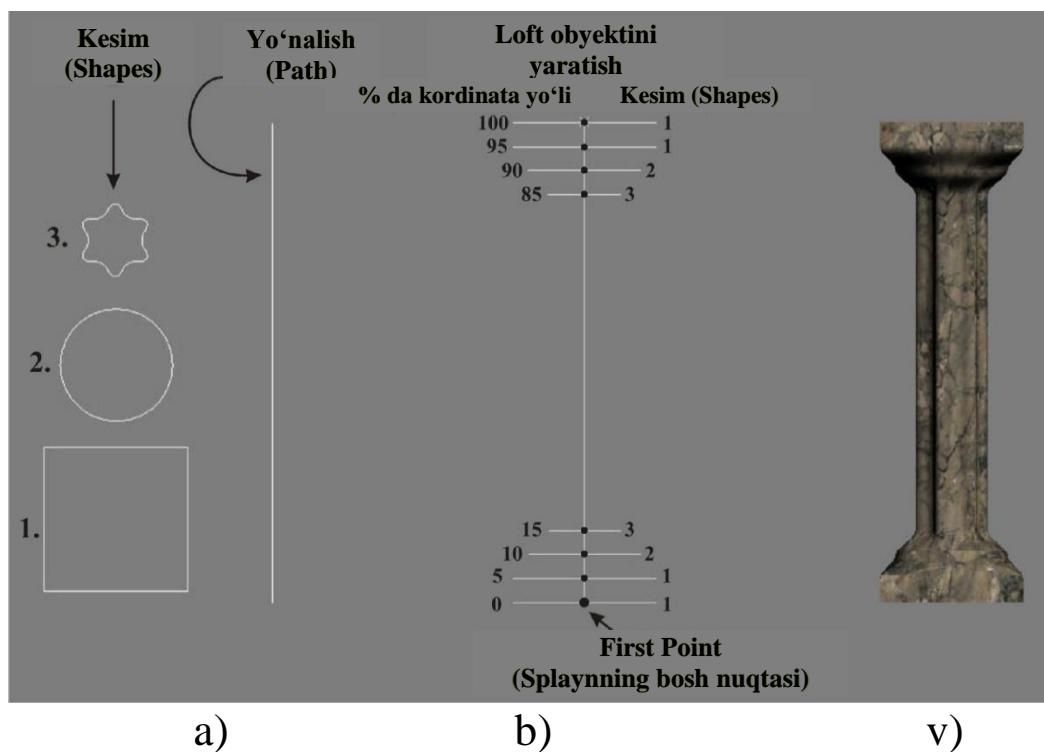
Loft obyektini yaratish: Splayn tanlanib Loft buyrug‘i faollashtiriladi, shundan so‘ng Creation Method (Yaratish metodi) bo‘lmasidan Get Path (Yo‘l tanlash) tugmasi (agar avvaldan kesishish tanlangan bo‘lsa) yoki Get Shape (Kesishishni tanlash) tugmasi (agar yo‘l tanlangan bo‘lsa) bosiladi va tegishli splayn tanlanadi.

5.47-rasmda “ustun” loft obyektini yaratish ko‘rsatilgan. Uni qurishda yo‘l sifatida Line (Chiziq) splaynidan hamda quyidagi uchta kesimdan foydalanilgan: 1. Restangle (To‘g‘riburchak); 2. Circle (Doira); 3. Star (Yulduz) (5.47-rasm, a)).

*Izoh:* Loft obyektini qurish splaynning asosiy nuqtasidan boshlanadi. Ushbu nuqta 0% qiymatiga to‘g‘ri keladi va splaynning 100% qiymatiga mos keladigan oxirgi nuqtasida tugaydi (5.47-rasm, b)). Tanlangan yo‘l boshlang‘ich va oxirgi nuqtaga ega bo‘lishi

kerak, doira va ellips tipidagi splaynlar holida yo‘lning boshlang‘ich va oxirgi nuqtasi bir-biriga mos keladi. Donut (halqa) tipidagi splayndan yo‘l sifatida foydalanib bo‘lmaydi, chunki u boshlang‘ich va oxirgi nuqtaga ega emas.

Yo‘nalish tanlanib va loft buyrug‘i faollashtirilgach Get Shape tugmasi bosilgan va (1) kesma tanlangan, shundan so‘ng butun yo‘nalish (1) “kesim bilan qoplanadi” – Vox (Quti) tipidagi hajmiy jismga ega bo‘linadi. So‘ngra Path Parameters bo‘lmasida beshga teng qiymat berildi (yo‘nalishda joylashgan sariq krest tegishli qiymatga ko‘chdi), yana Get Shape tugmasi bosildi va birinchi kesim tanlandi –yo‘nalishning ushbu qismida obyekt to‘g‘ri burchakli kesim hosil qilishi uchun). Keyin Path Parameters bo‘lmasida o‘nga teng qiymat berildi va ikkinchi kesim tanlandi. Natijada 0 dan 5% gacha qismdagi obyekt to‘g‘riburchakli kesimga aylandi, 5 dan 10% gacha qismdagi to‘g‘riburchakli kesim aylana kesimiga o‘tdi va 10 dan 100% gacha qismdagi obyektning kesimi aylana ko‘rinishida qoldi. Shundan so‘ng ushbu algoritm bo‘yicha “ustun” obyektini modellashtirildi (5.47-rasm, v).



5.47-rasm. “Ustun” loft obyektini yaratish.

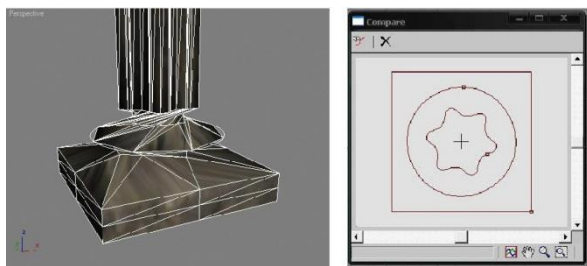
Yaratilgan loft obyektini keyinchalik Modify sahifasiga o‘tib o‘zgartirish mumkin. Tegishli bo‘lmalarda quyidagi asosiy parametrlar mavjud:

1. Surface Parameters (Sirt parametrlari) bo‘lmasi: Smoothing (Silliqlash) qism menyusi obyektini uzunligi va eni bo‘yicha silliqlaydi; Mapping (Xaritani loyihalashtirish) qism menyusi yaratilgan obyekt teksturasini loyihalashtiradi; Output qism menyusida yaratilgan obyektning tuzilishi tanlanadi.

2. Path Parameters (Yo‘nalish parametrlari) yo‘nalish bo‘ylab harakatlanish (Path qiymatini berish) va obyektga yangi kesimlarni qo‘shish imkonini beradi. Bundan tashqari, ushbu bo‘lmada yo‘nalishlar koordinatalari o‘lchov birliklarini o‘zgartirish mumkin: Percentage (Foizlarda); Distance (yo‘nalish uchidan kesim joylashgan nuqtagacha masofa); Path Steps (Yo‘nalish qadamlari) – splayn segmentlarining nuqtalari o‘rtasida ko‘chish.

3. Skin Parameters (Qobiq parametrlari) bo‘lmasi quyidagi parametrlarga ega: Capping (Qopqoqlar) qism menyusi obyektini tepadan va pastdan karkas bilan yopadi; Option (Opsiyalar) qism menyusida loft obyekt geometriyasi o‘zgartiriladi: Shape Steps (Kesishish qadamlari) va Path Steps (Yo‘nalish qadamlari) buyruqlari obyekt segmentlari sonini beradi; Display (Display) qism menyusi Skin (Po‘st) parametri o‘chirilgan vaziyatda yaratilgan obyekt karkasi aks etishini boshqaradi (5.48-rasm, b).

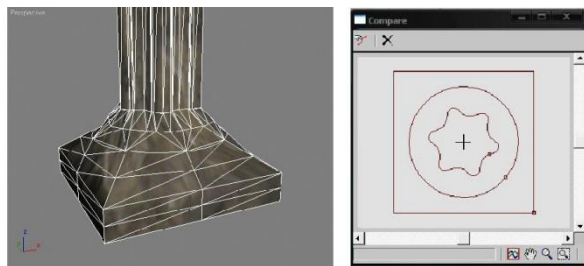
*Izoh:* Bir qancha turli kesimlarga ega obyekt yaratilsa, kesimlarning bosh nuqtalari mos kelmasligi mumkin. Natijada bir kesimdan boshqa kesimga o‘tishda obyekt “buralib ketishi” mumkin (5.48-rasm, a). Obyektning geometriyasini tuzatish uchun uning kesimini burash (splaynlarning bosh nuqtalarini bir-birini ustiga yotqizish) zarur.



a)

b)

5.48-rasm.



5.49-rasm.

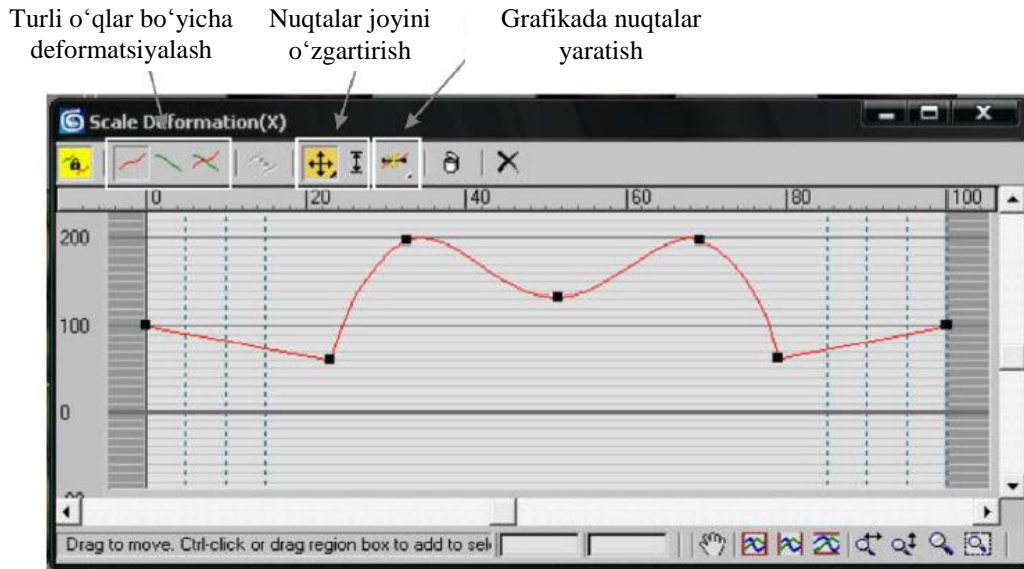
Modify sahifasida, qoʻllangan modifikatorlar roʻyxatida loft ierarxiyasini ochish va Shape (Shakl) bandini tanlash zarur (shundan soʻng obyektning alohida kesimlarini oʻzgartirish mumkin). Soʻngra Shape Commands (Shaklni tahrirlash buyruqlari) boʻlmasidagi Compare (Taqqoslash) tugmasi bosiladi. Paydo boʻlgan oynada Pick Shape tugmasi bosiladi va proeksiya oynasidagi barcha kesimlarni tanlanadi (5.48-rasm, b) (ushbu holda aylana kesimning bosh nuqtasi boshqa kesimlarga mos tushmayotganligi koʻrinib turibdi). Shundan soʻng proeksiya oynasida zarur kesimlar tanlanadi va bosh nuqtani Select and Rotate buyruqlari yordamida koʻchiriladi (5.49-rasm).



5.50-rasm. Loft obyekt deformatsiyasi: 1. Scale (Masshtab); 2) Twist (Burish); 3. Teeter (Tebranish); 4. Bevel (Qiyshaytirish); 5. Fit (Moslashtirish).

Loft obyekt qobiqlarini tahrir qilishdan tashqari unga turli deformatsiyalarni (Deformations boʻlmasi) qoʻllash, yaʼni uning shaklini oʻzgartirish mumkin (5.50-rasm): 1. Scale (Masshtab) – yoʻnalishning har bir nuqtasida obyektни masshtablaydi; 2) Twist (Burish) – obyekt kesimini oʻq atrofida buraydi; 3. Teeter (Tebranish) – obyekt kesimlarini burish; 4. Bevel (Qiyshaytirish) – kesimlarning oʻtkir burchaklari va qirralarini qiyshaytiradi; 5. Fit (Moslashtirish) – yaratilgan splayn shaklini qabul qilish imkonini beradi.

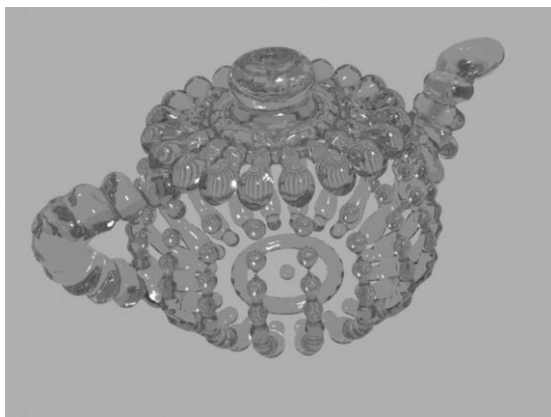
Biror-bir deformatsiya yoqilganda uning parametrlarini tahrirlash oynasi paydo bo‘ladi. U o‘zida grafikni ifodalab, har qanday o‘zgarishlar obyektning shaklini o‘zgartiradi (5.51-rasm).



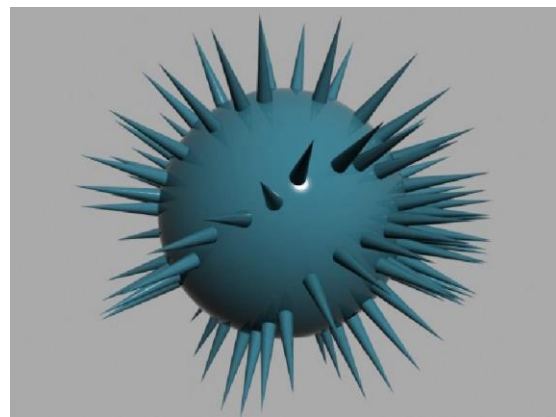
5.51-rasm. Scale Deformations parametrlari oynasi.

### *Tarkibli obyektning boshqa turlari*

BlobMesh (Tomchi-Karkas) obyektini obyektning bir-biriga qo‘shilishini ta’minlaydi (5.52-rasm). Buning uchun BlobMesh obyektini yaratish, Blob Objects qism menyusida Pick tugmasini bosish hamda obyektlarda ko‘rsatish zarur.



5.52-rasm. Blob tipidagi obyekt.



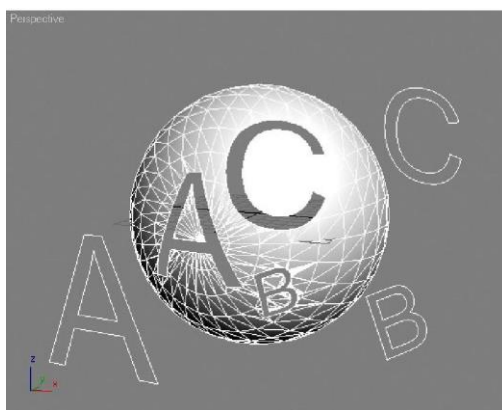
5.53-rasm. Scatter tipidagi obyekt.

Scatter (Joylashtirish) buyrug‘i bir obyektning ko‘pgina nusxalarini boshqa obyekt sirtiga joylashtirish imkonini beradi. Dastlab taqsimlash lozim bo‘lgan obyektни tanlash, so‘ngra Scatter buyrug‘ini faollashtirish hamda Pick Distribution Object (Taqsimlanadigan obyektни ko‘rsatish) tugmasini bosish zarur. Duplicates (Dublikatlar) parametri taqsimlanadigan obyektlarning sonini beradi. Distribution Object Parameters (Taqsimlash obyektни parametrari) qism menyusida obyektни joylashtirish variantlarini ko‘rsatish mumkin. 5.53-rasmda shar obyektiga konus obyektни joylashtirilgan.

Connect (Birlashtirish) buyrug‘i agarda ikkala obyekt karkasida teshik bo‘lsa, ularni birlashtirish imkonini beradi. Obyektни tanlash uchun Connect buyrug‘ini faollashtirish, so‘ngra Pick Operand (Operand tanlash) tugmasini bosish hamda ikkinchi obyektни tanlash zarur.

Terrain (Landshaft) obyektни o‘zida turli balandlikda joylashgan splaynlarning yopiq konturlaridan yaratilgan sirtни ifodalaydi.

ShapeMerge (Splayn bilan birlashish) buyrug‘i uch o‘lchovli obyektда turli splaynlarni kesib olish imkonini beradi (5.54-rasm). Obyektни tanlash uchun ShapeMerge buyrug‘ini faollashtirish, shundan so‘ng Pick Shape (Splaynni tanlash) tugmasini bosish zarur.



5.54-rasm. ShapeMerge tipidagi obyekt.



5.55-rasm. Conform tipidagi obyekt.

Conform (Moslashtirish) buyrug‘i bir obyektning uchini boshqa obyekt sirtiga joylashtiradi. 5.55-rasmda Conform obyekt yordamida sirtga joylashtirilgan yo‘nalish tasmasi ko‘rsatilgan.

### **Nazorat savollari**

1. Create buyruqlar panelining vazifasi nima?
2. Create buyruqlar panelining asosiy elementlarini tavsiflang.
3. Yaratilgan sahnani vizuallashtirishga ketadigan vaqt nimaga bog‘liq?
4. Standart primitivlarga qanday obyektlar mansub?
5. Kengaytirilgan primitivlarga xos obyektlarga misol keltiring.
6. 3DS Max dasturida arxitektura va konstruktorlik ishlariga mo‘ljallagan obyektlar mavjudmi, bo‘lsa misol keltiring.
7. Shapes turidagi obyektlarni tavsiflang?
8. Sahna obyektlarini tasvirlash va mustahkamlash ishlari qaysi sahifada olib boriladi?
9. Obyektning ko‘zgudagi nusxasi qanday buyruq yordamida yaratiladi?
10. Snaps sahifasida qanday ishlar bajariladi?
11. Morfing nima, u qanday obyektlarga bo‘linadi?
12. 3DS Max dasturida Bul operasiyalarining qo‘llanilishiga xos misol keltiring.
13. Loft obyektlarini yaratish bosqichlarini tushuntiring.
14. Tarkibli obyektlarning boshqa turlariga misol keltiring.

*Tayanch iboralar:* Create buyruqlar paneli, standart va kengaytirilgan primitivlar, Shapes turidagi obyektlar, obyektlarni ko‘paytirish, obyektlar guruhi, bog‘lashlar, morfing, Loft obyektlar.

#### **5.4. Modifikatorlar. Obyektlarni qurish (Mesh, Poly, Patch, Spline, NURBS modellashtirishlari)**

##### ***Modifikatorlar***

Create sahifasida joylashgan geometrik obyektlar, keyinchalik tahrirlash uchun mo‘ljallangan yarim tayyor obyektlar hisoblanadi. Yaratilgan primitivlarni o‘zgartirish uchun ushbu grafik paketda uskunalari mavjud bo‘lib, u o‘zida modifikatorlar deb ham ataladigan buyruqlar to‘plamini ifodalaydi.

Modifikatorlarning har xil turlari mavjud: obyekt shaklini o‘zgartiruvchi, obyektga materiallarning joylashishini nazorat qiluvchi, deformatsiyalanuvchi sirtlar va b.

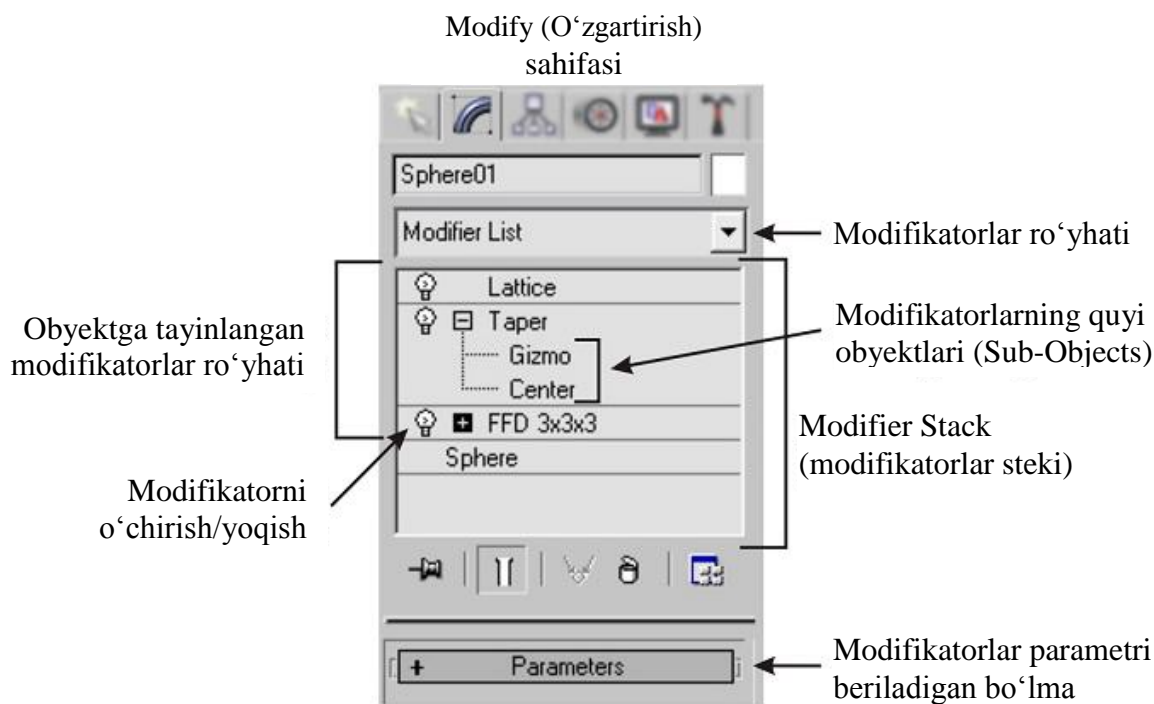
##### ***Modify (o‘zgartirish) sahifasining tuzilishi***

Modify (O‘zgartirish) sahifasi obyekt va modifikatorlar parametri bilan ishlashga mo‘ljallangan (5.56-rasm).

Modifier List ro‘yxatidan modifikatorni obyektga qo‘llash mumkin. U tanlangan obyekt nomi ostida, yoki bosh menyuning Modifiers bandida joylashadi.

Modifikatorlar ro‘yxati uch toifadan tarkib topgan: Selection Modifiers (Modifikatorlarni tanlash) – ushbu modifikatorlar obyektning tarkibiy qismlarini tanlash va tahrirlash uchun mo‘ljallangan; World–Space Modifiers (Global-fazoviy modifikatorlar) – dunyoviy koordinatalar sistemasidan foydalanuvchi modifikatorlar ro‘yxati (Soch va mo‘ynani yaratish (Hair and Fur), obyektga materialni masshtablash (Map Scaler) va b.); Object–Space Modifiers (Obyektli-fazoviy modifikatorlar) – obyektning lokal koordinatalar sistemasidan foydalanuvchi modifikatorlar ro‘yxati.





5.56-rasm. Modify (O'zgartirish) sahifasining tuzilishi

Obyektga qo'llanilgan modifikatorlar ro'yxati, shuningdek, obyektning o'zini parametrlari modifikatorlar stekida (Modifier Stack) joylashgan (5.56-rasm). Obyektga qo'llanilgan barcha modifikatorlar stekning yuqori qismida, pastgi qismida esa obyektning o'zini parametrlari joylashadi.

Obyektning tahrirlash jarayonida qo'llanilgan modifikatorlarning ixtiyoriy biriga qaytish va uning parametrlarini o'zgartirish mumkin. Modifikator nomidan chapda turgan lampochka belgisi obyektga uning akslanishini yoqish/o'chirish imkonini beradi. Modifikatorlar holatini o'zgartirish mumkin, buning uchun ro'yxatdan ixtiyoriy modifikatorni tanlash, sichqonchani chap tugmasini bosish va uni ro'yxatning kerakli joyiga olib o'tish zarur.

Modifikatorlarni bir vaqtda bir qancha obyektlarga qo'llash mumkin. Ushbu holatda har bir tanlangan obyektlar stekida modifikator nomi qiya bosma yoki qalin harflar bilan yoziladi (qo'llash usuliga bog'liq) va uning parametrlarini o'zgartirish barcha tanlangan obyektlarga ta'sir qiladi.

Modifikatorlar steki ro'yxatiga sichqonchani o'ng tugmasini bosish qo'shimcha menyuni chaqiradi. Uning yordamida modifika-

tordan nusxa olish (Copy) va uni boshqa obyekt stekiga qo'yish (Paste) mumkin. Ushbu menyuning Collapse All (Hammasini o'chirish) buyrug'i barcha modifikatorlarni o'chiradi va obyektни tahrirlanadigan karkasga o'zgartiradi (Editable Mesh). Bu kompyuter xotirasini tozalash uchun zarur (har bir modifikator o'zining individual parametrlarini tahrirlash uchun xotiradan foydalanadi).

Ko'pgina modifikatorlarda parametrlarni tahrirlash uchun umumiy buyruqlar mavjud, ulardan biri Limits (Limitlar) qism menyusi hisoblanadi. Mazkur buyruq yuqorida (Upper Limit) va pastda (Lower Limit) cheklovchi tekislikni belgilaydi, obyektga ushbu modifikatorning ta'sir etishi tarqalmaydi.

Aksariyat modifikatorlarni qo'llashdan so'ng, modifikator berilgan obyektни qanday o'zgartirishi ustidan nazoratni amalga oshiradigan cheklovchi konteyner (Gismo) obyekt atrofida paydo bo'ladi. Gismo holatini tahrirlash uchun stekda modifikator nomi ro'parasigi «+» belgisini bosish kerak, va ochiladigan ierarxiyada (Gismo) ost obyektни yoki cheklovchi konteyner markazini (Center) tanlash zarur.

Stek ostida belgilangan modifikatorni tahrirlash uchun beshta tugma joylashgan (5.56-rasm):

1. Pin Stack (Stekni belgilab qo'yish) – ushbu tugmani faollashtirganda, belgilangan modifikator parametrlari kirish mumkin bo'lib qoladi, hattoki boshqa obyekt tanlangan bo'lsa ham.




2. Show end result on/off toggle (Oxirgi/oraliq natijani ko'rsatish) – agar ushbu tugma bosilsa, u holda stekda modifikatorlar bo'yicha ko'chirishda, barcha modifikatorlarni qo'llashning yakuniy natijasi har doim ko'rinadigan bo'ladi.


3. Make Unique (Yagona qilib tayyorlash) – ushbu tugma bosilgandan so'ng, obyekt boshqa nusxalangan obyektlar o'rtasida aloqani o'zadi va yagona bo'ladi.

4. Remove modifier from the stack (Stekdan modifikatorni o'chirish) – tanlangan modifikatorni o'chiradi.

5. Customize Modifier Sets (Modifikatorlar to'plamini o'zgartirish) – ochiladigan menyuda modifikatorlarni faollashtirish uchun tugmalar to'plamini belgilash, shuningdek, modifikatorlar ro'yxatiga to'plamlarni qo'shish mumkin.

Object–Space Modifiers (Obyektli soha modifikatorlari) guruhidagi  
asosiy modifikatorlar

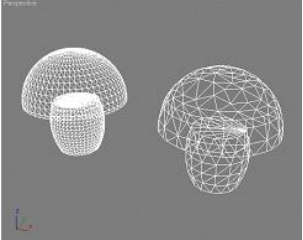
№	Modifikator	Tavsifi	Asosiy parametrlari
1	 <p>Affect Region (Ta'sir sohasi)</p>	<p>Obyekt sathi qismini deformatsiyalaydi, unga qavariq shaklni hosil</p>	<p>Falloff (kuchsizlanish); Pinch (bosim kuchi); Bubble (aavaria). <i>5.6-jadvalning davomi</i></p>
2	 <p>Bend (Egish)</p>	<p>Obyektlarni turli o'qlar bo'yicha egish imkonini beradi. Modifikator ishlashi uchun obyekt egish o'qi bo'yicha belgilangan sondagi poligonlarga ega bo'lishi kerak.</p>	<p>Angle (Egish burchagi); Direction (Egish yo'nalishi).</p>
3	 <p>Bevel (Qiyalik)</p>	<p>Splaynni bo'rttirib chiqarib, uni hajmli qilish imkonini beradi.</p>	<p>Capping (Yopish) qism menyusi obyektning boshlanishi (Start) va oxirida (End) bo'rttirib chiqarilgan splaynni karkas bilan yopadi (agar splayn konturi tutash-tirilmagan bo'lsa</p>

			<p>karkas paydo bo‘lmaydi); Surface (Sirt) qism menyusida obyekt segmentlari (Segments) soni beriladi; Bevel Values (Qiyalik parametri) bo‘lmasida uchta daraja (Levels) uchun bo‘rttirib chiqarish balandligi (Height) va konturini (Outline) belgilash mum-</p> <p><i>5.6-jadvalning davomi</i></p>
4	 <p>Displace (Bosib belgi qo‘yish)</p>	<p>Ushbu modifikator yordamida obyektga rastri tasvir belgisini qo‘yish mumkin. Tasvir kul rang gradasiyalarga o‘tishi uchun, qora rang to‘liq bo‘rtib chiqishi, oq rang esa bo‘rtib chikmangani ma’qul.</p> <p>Obyektda poligonlar qancha ko‘p bo‘lsa, tasvir shuncha yaxshi ko‘rinib turadigan</p>	<p>Displacement (Bo‘rttirib chiqarish) qism menyusida: Strength (Bo‘rttirib chiqarish kuchi); Decay (Susayish). Image (Tasvir) qism menyusida: Bitmap yoki Map tugmasini bosib tasvir tanlanadi; Blur (Tasvirning xiralashishi). Map (aks ettirish) qism menyusida obyektga</p>

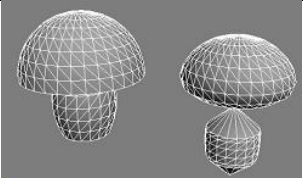
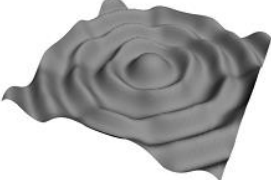

		bo'ladi.	tasvirning holati va takrorlanishi belgilanadi.
5	 <p>FFD (Free Form Deformation – Erkin shakldagi deformasiya)</p>	<p>Modifikatorlar: FFD 2x2x2, FFD 3x3x3, FFD (Box), FFD (Cyl).</p> <p>Obyekt atrofida nazorat nuqtalari bilan berilgan panjara (Control Points) paydo bo'ladi, ularni joyini qo'chirib obyekt shaklini o'zgartirish mumkin.</p>	<p>Panjara tugunlari joyini o'zgartirish uchun, stekda</p> <p>5.6-jadvalning davomi</p> <p>ochish va Control Points ost obyektни tanlan lozim.</p> <p>Modifikator FFD (Box) – kubik panjara, FFD (Cyl) – obyekt atrofidagi silindrsimon panjara. Bundan tashqari, oxirgi ikkita modifikatorda Dimensions (O'lchamlar) qism menyusi mavjud bo'lib, unda Set Number of Points (Nuqtalar sonini berish) tugmasini bosib uchta o'q bo'yicha panjaraning nuqtalari sonini belgilash mumkin.</p>

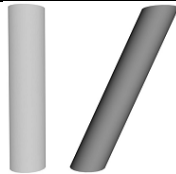
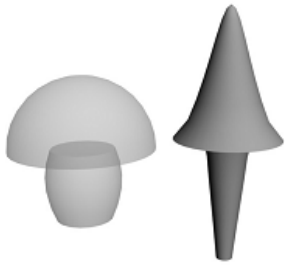
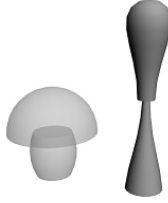
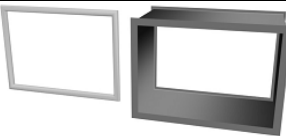
6	 <p>Fillet/Chamfer (Yumaloqlash/Charhlash)</p>	<p>Splayn uchlarida yumaloqlash va charhlashlarni belgilaydi.</p>	<p>Bu buruq faollashtirilganda n so'ng tegishli uchlarni tanlash va radiusni (Radius) ko'rsatish zarur.</p>
7	 <p>Lathe (Burish tanasi)</p>	<p>Turli koordinatalar bo'yicha o'qlar atrofida burish yo'li bilan uch o'lchovli obyekt yaratish imkonini beradi</p>	<p>Degrees (Splaynni burish burchagi); Align (Tekislash) parametri obyekt o'qini kontur boshiga (Min), kontur oxiriga 5.6-jadvalning davomi o'rtasiga (Center) ko'chiradi.</p>
8	 <p>Lattice (Panjara)</p>	<p>Obyekt geometriyasini o'zgartiradi, uning uchlari va yoqlaridan panjara yasaydi.</p>	<p>Geometry (Geometriya) qism menyusi: Joints Only from Vertices (Panjaraning faqat tugunlari uchlarda beriladi); Struts Only from Edges (Faqat panjaraning o'zi karkas yoqlarida beriladi); Both (Ikkalasi). Struts va Joints qism menyusida radiuslar, panjara yoqlari va tugun-</p>

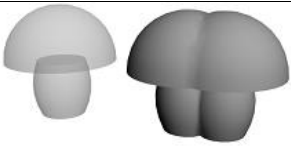
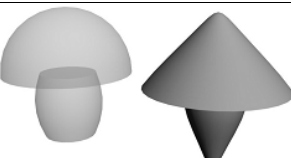
			lari geometriyasi va segmentlar soni beriladi.
9	 <p>Melt (Silliq)</p>	Turli o‘qlar bo‘yicha silliqlash jarayonini bajaradi.	Amount (Silliqlash kattaligi); Spread (% da tarqalishi). Solidity (Zichlik) qism menyusida zichlik koef-fitsiyenti tanlanadi: Ice (Muz); Class (Oyna); Jelly (Jele): Plastic
10	 <p>MeshSmooth (Karkasni silliqlash)</p>	Obyekt geometriyasini o‘zgartirib uni silliqlaydi. <i>Izoh:</i> Obyektlarni silliqlash uchun yana ikkita modifikator mavjud: Smooth (Silliqlash), TurboSmooth (Turbo silliqlash).	5.6-jadvalning davomi n (Koeffitsientni berish). Subdivision Method (Bo‘linish usuli) qism menyusida obyekt geometriyasini o‘zgartirishning turli variantlari tanlanadi; Iterations (Iterasiyalar) – silliqlanishni kuchaytirish; Smoothness (Silliqlanganlik).
11	 <p>Noise (Shovqin)</p>	Tasodifiy ko‘rinishda obyekt uchlari shaklini o‘zgartiradi	Seed (Boshlanish) – nuqtalarning tartibsiz joylashuvi; Scale (Masshtab).

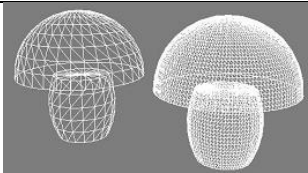
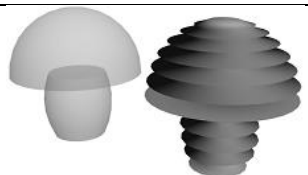
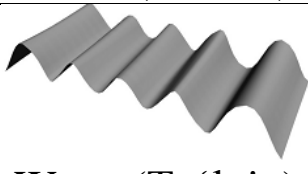
		<p>(landshaftlar, suv yuzasini yaratish).</p>	<p>Fractal (Fraktal chalkashlik: Roughness (Yumaloqlik); Iterations (Iterasiyalar). Strength (Kuch) – uchta o‘qlar bo‘yicha siljish qiymati. Animation qism menyusida Frequency (Chastota) va Phase (Faza)</p> <p><i>5.6-jadvalning davomi</i></p> <p>o‘zgartirish yo‘li bilan modifikator animatsiyasi beriladi.</p>
12	 <p>Optimize (Optimallashtirish)</p>	<p>Obyekt geometriyasini soddalashtirib, poligonlar sonini qisqartiradi. Uncha katta bo‘lmagan optimallashtirishda natija ko‘zga ko‘rinmaydi. Ko‘psonli obyektlar bilan murakkab sahnani yaratish jarayonida ishlatiladi.</p>	<p>Face Thresh (Yoqlarni optimallashtirish); Edge Thresh (Qirralarni optimallashtirish); Last Optimize Status qism menyusida kasr bilan yoziladi: dastlabki uchlar va yoqlar soni / optimallashtirilgan uchlar va yoqlar soni.</p>



13	 <p>Relax (Bo'shashtirish)</p>	Obyekt uchlarini tortib uning geometriyasini o'zgartiradi.	Relax Value (Kuchsizlanish qiymati); Iterations (Takrorlanishlar soni).
14	 <p>Ripple (Mavj urish)</p>	Obyektga bitta umumiy markazga ega bo'lgan aylanalar yaratish.	Amplitude1 (Birinchi amplituda); Amplitude2 (Ikkinchi amplituda); Wave Length (To'lqin uzunligi); <i>5.6-jadvalning davomi (1- qismini ko'ring)</i> animatsiyasi; Decay (Susayish).
15	 <p>Shell (Qobiq)</p>	Obyektlarning qalinligini berish.	Inner Amount (Ichki qalinlik); Outer Amount (Tashqi qalinlik). Bevel Edges (Yoqlarning qiyaligi) parametri berilgan splayn bo'yicha yoqlarni chiqarish, hamda ushbu modifikator obyektning ichki va tashqi tomonlariga turli xil materiallarni Mat ID (Materialning iden-

			tifikasion nomeri) orqali qo‘llash imkonini beradi.
16	 <p>Skew (Qiyalik)</p>	Obyektni turli o‘qlar bo‘yicha engashtiradi.	Amount (Nishab- lik qiymati); Direction (Nishablik yo‘nalishi).
17	 <p>Squeeze (Siqish)</p>	Obyektni siqish effektini yaratadi.	Axial Bulge (O‘qlar bo‘yicha kengaytirish) va Radial Squeeze <i>5.6-jadvalning davomi</i> qism menyusi quyidagi parametrlardan tarkib topgan: Amount (Kattalik); Curve (Egri chiziqlarni o‘zgarishi). Effect Balance (Effekt balansi) qism menyusi: Bias (Qiyalik); Volume (Hajm).
18	 <p>Stretch (Cho‘zish)</p>	Tanlangan o‘qlardan biri bo‘yicha obyekt yassilaydi va cho‘zadi.	Stretch (Cho‘zish kattaligi); Amplify (Kengaytirish).
19	 <p>Sweep (Andaza)</p>	Tanlangan kesimni splayn yo‘li bo‘yicha chiqaradi.	Section Type (Kesim turi) qism menyusi arxitektura ishlari uchun bir qancha qulay

			<p>kesimlardan tarkib topadi. Obyektni o'zining kesimini berish mumkin. Length (Kesim uzunligi); Width (Kengligi); Thickness (Qalinligi).</p> <p>5.6-jadvalning davomi</p>
20	 <p>Symmetry (Simmetriya)</p>	<p>Mazkur modifikator simmetrik obyektlarni modellashtirish uchun qulay hisoblanadi. Modellashtirilgan obyektning yarmini ko'zguda aks ettiradi (masalan, bosh), so'ngra uchlarni avtomatik biriktirib yagona obyekt yaratish imkonini beradi.</p>	<p>Modifikator faollashtirilgandan so'ng stek ierarxiyasida Mirror (Oyna) ost obyekt tanlash va uni ko'chirib simmetrik obyekt yaratish zarur. Mirror Axis (Ko'zguda aks ettirish o'qi); Weld Seam (Uchlarni biriktirish).</p>
21	 <p>Taper (Toraytirish)</p>	<p>Turli o'qlar bo'yicha obyekt toraytiradi, simmetrik toraytirishni yaratish imkonini beradi (Symmetry (Simmetriya) parametri).</p>	<p>Amount (Toraytirish o'lchami); Curve (Egri chiziqlarni o'zgartirish).</p>

22	 <p>Tessellate (Mozaika)</p>	<p>Obyekt yoqlarini boʻladi, ularning sonini koʻpaytiradi va obyektning sirtini yaratadi.</p>	<p>Operate on (bilan ishlash): Faces (Yoqlar); Polygons (Poligonlar). Tessellate (Tessellatsiya); 5.6-jadvalning davomi (5.6-jadvalning davomi); Iterations (Iteratsiyalar soni).</p>
23	 <p>Twist (Burash)</p>	<p>Obyektning turli oʻqlar boʻyicha buraydi.</p>	<p>Angle (Egish burchagi); Bias (Siljitish).</p>
24	 <p>Wave (Toʻlqin)</p>	<p>Ripple (Mavj urish) modifikatoriga oʻxshash. Toʻlqinsimon sirt yaratadi.</p>	<p>Amplitude 1 (Birinchi amplituda); Amplitude 2 (Ikkinchi amplituda); Wave Length (Toʻlqin uzunligi); Phase (Faza) – tebranish animatsiyasi; Decay (Susayish).</p>

### ***Obyektlarni modellashtirish***

Faqat bitta modifikator yordamida real personajlar, mebel, avtomobil va boshqa predmetlarning murakkab modelini yaratish amalda mumkin emas. Buning uchun haykaltaroshga oʻxshab obyektlarni yaratish va ularning geometriyasi bilan bevosita ishlash kerak.

Haykaltarosh mramor parchasi yoki gilni tegishli uskunalar bilan qayta ishlaydi. Virtual haykaltarosh (modeler) mos uskunalaridan foydalanib obyektning tashkil etuvchilari bilan ishlaydi.

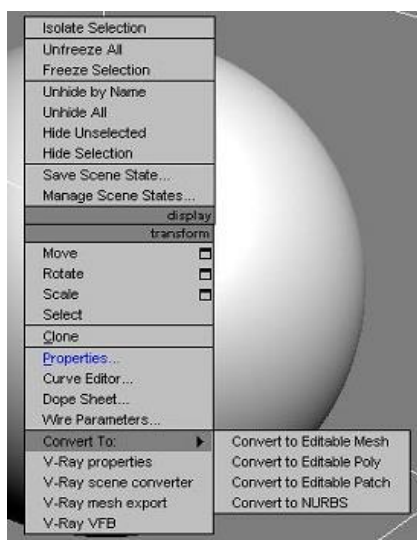
Modellashtirishga kirishish uchun, boshlang'ich geometrik primitiv zarur, qaysiki parametrik obyekt (parametric object) hisoblanib tahrirlanuvchi obyektga aylantiriladi (editable object). Ushbu holatda u o'zining dastlabki parametrlarini yo'qotadi (masalan, shardagi radius) va yagona virtual karkas bo'ladi.

Obyektни qayta ishlash uchun, proeksiya oynalaridan birida uni tanlab olish zarur, so'ngra sichqonchanning o'ng tugmasini bosish va to'rtinchi menyuning transform qism menyusidan Convert To: (...ga qayta ishlash:) buyrug'ini tanlanadi (5.57-rasm).

3D Studio Max dasturida uch o'lchovli obyektlari qo'rishning to'rtta har xil turlaridan foydalaniladi, ularning har biri o'ziga xos imkoniyatlarga ega:

1. Editable Mesh – tahrirlanadigan karkas.
2. Editable Poly – tahrirlanadigan uchburchak.
3. Editable Patch – tahrirlanadigan bo'lak.
4. NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) bir jinsli bo'lmagan rasional B-splayn.

Splaynlar ham parametrik va tahrirlanadigan obyektlar (Editable Spline) hisoblanadi.



5.57-rasm. Convert To buyrug'i.

Oddiy misolda modellashtirish stulning xomaki nusxasini yaratishga xizmat qilishi mumkin. 5.58-rasmda yaratishning ikki xil variantni keltirilgan:

Birinchi vaziyatda (5.58-rasm, a) stul obykti oltita Vox primitividan tarkib topgan.

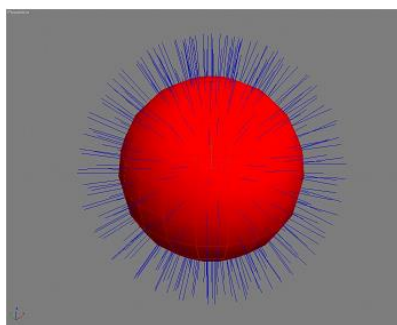
Ikkinchi holatda (5.58-rasm, b) segmentlar soni bilan berilgan bitta Vox obykti yaratildi: uzunlik bo'yicha to'rtta poligon, kenglik bo'yicha to'rtta poligon, balandlik bo'yicha bitta poligon. So'ngra u Editable Mesh obyektiga konverterlandi.



5.58-rasm. “Stul” obyektining xomaki nusxasini modellashtirish: a) Model oltita primitivdan tashkil topgan; b) Model poligonlarni tahrirlash orqali yaratilgan.

Keyingi qadamda pastdan (obyekt chetlari bo'ylab) to'rtta poligon tanlandi va Extrude (Chiqarish) buyrug'i yordamida stulning oyoqlari yaratildi. So'ngra yuqoridan to'rtta chetgi poligonlar tanlandi va yana o'sha Extrude buyrug'i yordamida stulning suyanchig'i yasaldi.

*Izoh:* Modellashtirish jarayonida muhim parametr normal (normal) hisoblanadi. Normal – obyekt yoqlarining ko'rinadigan tomonlarini belgilash uchun ishlatiluvchi vizuallashtirilmagan vektor (5.59 - rasmda sharning barcha poligonlari normali ko'rsatilgan).



5.59-rasm. Shar obykti.

Agar sirtning bir qismi proeksiya oynasida ko‘rinmasa, bu normalning kameradan yo‘naltirilganligi bildiradi. Sirtning ko‘rinishini yoqish uchun obyekt xususiyati (Properties) oynasidan Backface Cull (Orqa sirtni aks ettirish) parametri ro‘parasidagi nazorat belgisini o‘chirish zarur.

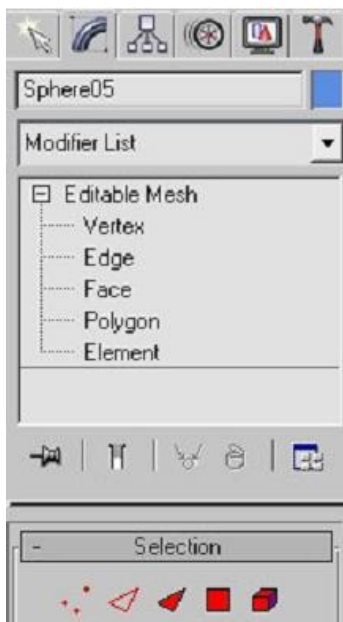
Normallar bilan ishlashda ikkita modifikatordan foydalaniladi: Edit Normals (Normallarni tahrirlash) va Normal (Normal).

Editable objects (tahrirlanuvchi obyektlar) ost obyektlardan tashkil topgan, tahrirlash yordamida modellashtirish jarayoni amalga oshadi. Quyi obyektarni ikki xil usulda tanlash mumkin:

1. Obyektning to‘rtinchi menyusida (sichqonchanning o‘ng tugmasi), tools1 (Uskunalar 1) qism menyusida.

2. Modify sahifasidagi stekda ierarxiyani ochish va kerakli ost obyektarni tanlash, yoki Selection (Tanlash) bo‘lmasida tegishli tugmani bosish zarur (5.59-rasm).

NURBS dan tashqari barcha tahrirlanuvchi obyektlar talaygina bir xildagi bo‘lmalarga ega, ularning parametrlari obyekt turiga bog‘liq ravishda farq qiladi: Selection (Tanlash) – ost obyektarni tanlash bo‘yicha tugma va buyruqlar; Edit Geometry (Obyekt geometriyasini tahrirlash).



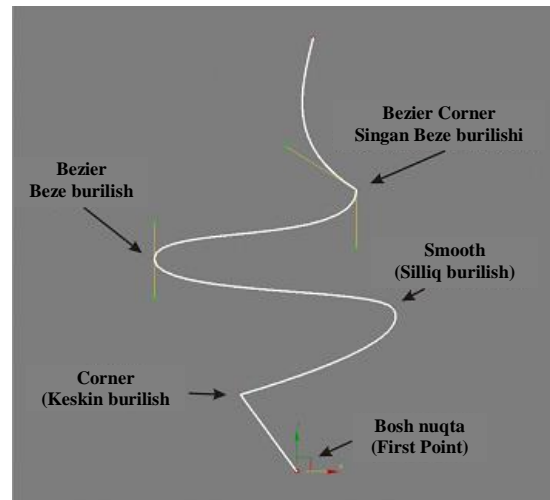
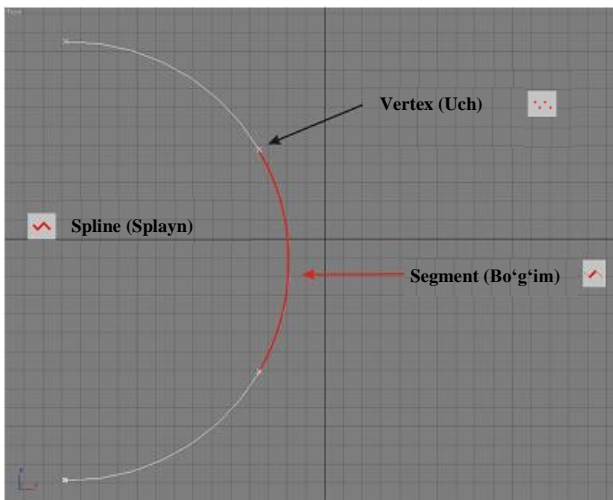
5.60-rasm. Modify sahifasi tarkibi.

### *Splaynlarni modellashtirish*

Editable Spline obyektini tahrirlash uchun uchta ost obyektga ega: Vertex (Uchlar); Segment (Segment) va Spline (Splayn) (5.61-rasm).

Splayn yaratish jarayonida har xil turdagi uchlardan foydalaniladi, bu bevosita splaynning silliq yoki keskin o'tishlarga ega bo'lishiga bog'liq (5.62-rasm).

1. Corner (Keskin o'tish) – berilgan uchlarda segmentlar o'rtasidagi o'tish qirrali bo'ladi.



5.61-rasm. Editable Spline obyektini.

5.62-rasm. Uchlari turi.

2. Smooth (Silliq o'tish) – keyingi uch oldingi uchga bog'liq ravishda segmentlar orasidagi silliq o'tish avtomatik belgilanadi.

3. Bezier (Beze) – urinma vektorlarga bog'liqlikda silliq o'tish, silliq qiyamatini mustaqil belgilash imkonini beradi.

4. Bezier Corner (Siniq chiziqli Beze) – Beze uchi urinma vektorga alohida ko'chirilishi mumkin.

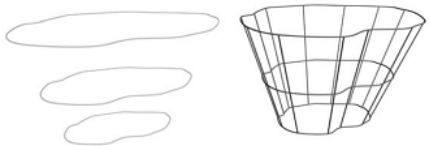
Har bir splayn bosh nuqtaga ega (First Point), aynan u orqali Loft obyektlar yaratish, yo'nalish bo'yicha obyektlarning harakatlanish animatsiyasi va boshqalar boshlanadi (5.62-rasm).

Uchlari tipini almashtirish uchun, tanlangan uchda sichqonchaning o'ng tugmasini bosish va tools1 (uskunalar 1) qismidan menyusidan tegishli tipni tanlash zarur.

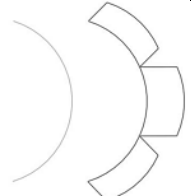
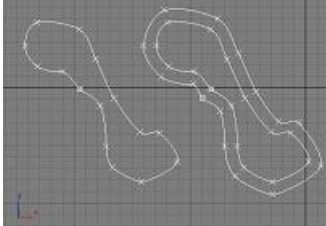

5.7-jadval.

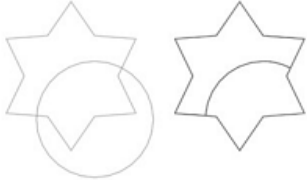
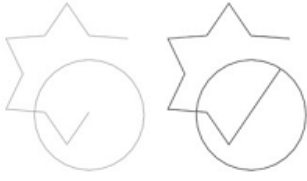


Editable Spline (Geometry (Geometriya) boʻlmasi) obyektini  
modellashtirishga moʻljallangan asosiy buyruqlar

<b>№</b>	<b>Buyruq nomi</b>	<b>Tavsifi</b>
Vertex (Uch) ost obyekt		
1	Create Line (Chizik yaratish)	Quyida obyektning tahrirlash jarayonida splaynlar yaratadi.
2	Break (Sindirish)	Tanlangan uchning ikkita boʻlagini oʻzaro ajratadi. <i>5.7-jadvalning davomi</i>
3	Attach (Ulash), Attach Mult. (Bir qancha ulash).	Tanlangan splaynga boshqasini ulaydi. Attach Mult. buyrugʻi splaynlarning kerakli sonini tanlash mumkin boʻlgan oynani ochadi.
4	 <p>Cross Section (Koʻndalang kesim)</p>	Bir qancha Spline quyida obyektning oʻzaro bir-biri bilan ulash imkonini beradi. Buning uchun Cross Section buyrugʻini faollashtirish, soʻngra navbatma-navbat splaynlarga bosish kerak.
5	Refine (Detallashtirish)	Splayn egriligini oʻzgartirmasdan uchlar qoʻshadi, ammo uchlarni yaqin uchga bogʻliq ravishda joylashtiradi.
6	Insert (Joylashtirish)	Bir qancha uchlarni qoʻshish imkonini beradi. Buning uchun Insert tugmasini bosish, soʻngra splaynga sichqonchani chap tugmasini bosish zarur. Chap tugmani takror bosish yana bitta uchni qoʻshadi. Uchni yaratishni oʻchirish sichqonchani oʻng tugmasini bosish kerak.
7	Weld (Birlashtirish)	Uchlarni birlashtiradi. Buning uchun kerakli uchni tanlash va Weld tugmasini bosish zarur. Tugmadan

		o'ngda uchlar o'zaro bir-biri bilan jiplashuvchi masofa ko'rsatiladi. Automatic Welding parametrini o'rnatish uchlarini avtomatik <i>5.7-jadvalning davomi</i>
8	Connect (Bog'lash)	Ikkita uchlarini bog'laydi. Buning uchun konturning tutashmagan uchlaridan biriga sichqonchani chap tugmasini bosish va ikkinchi tutashmagan uchgacha olib borish kerak.
9	Make First (Bosh nuqta etib belgilash)	Ushbu buyruq tanlangan uchni splaynning bosh nuqtasi etib belgilaydi.
10	Fuse (Birga qo'shish)	Weld (Biriktirish) buyrug'iga o'xshash tarzda ishlaydi, ammo uchlarini bittaga birlashtiradi, ularni shunchaki birgalikda joylashtiradi.
11	Cycle (Aylanish)	Splayn uchlarini o'rtasida joyini o'zgartirish imkonini beradi. Uchni tanlash va Cycle tugmasini bosish kerak.
12	Cross Insert (Kesishmalarga qo'yish)	Ikkita splaynlar kesishmasiga uchlar yaratish imkonini beradi.
13	Fillet (Biriktirish)	Uchlar o'rtasida silliq o'tishni yaratadi. Buning uchun uchni tanlash, Fillet tugmasini bosish va tugmadan o'ngda yoki proeksiya oynasida biriktirish qiymatini berish kerak.
14	Chamfer (O'tkir qirra)	Uchlar o'rtasida keskin o'tish paydo bo'lishini hisobga olmaganda, Fillet buyrug'iga o'xshab ishlaydi.
Segment (Segment) quyi obyekt		

15	 <p>Connect (Bog‘lash) parametri</p>	Ushbu parametr o‘rnatilganda segmentlarning barcha nusxalari uchlarda original bilan bog‘lanadi.
<b>Spline (Splayn) quyi obyekt</b>		
16	 <p>Outline (Kontur)</p>	Outline tugmasidan o‘ngda beriladigan masofa bo‘yicha splaynning barcha qismlarini siljitib, uning nusxasini yaratadi. Proeksiya oynasida ham kontur yaratish mumkin: Outline tugmasini bosish, so‘ngra splaynga sichqonchaning chap tugmasini bosib kursorni ko‘chirish kerak.
17	 <p>Boolean (Bul operatsiyalar)</p>	Bu buyruq uch o‘lchovli obyektlar (Compound Objects (Tarkibli obyektlar), Boolean tugmasi) uchun bul operatsiyalariga o‘xshash. Splaynlar uchun uch turdagi bul operatsiyalari bo‘lishi mumkin: Union (Birlashtirish) – birgalikda ikkita splaynni birlashtiradi; Subtraction (Ayirish) – bitta obyektни boshqasidan kesib oladi; Intersection (Kesishish) – splaynlar kesishmasida yaratilgan ob‘ek.
18	Mirror (Oyna)	Uskunalar panelida joylashgan Mirror (Oyna) buyrug‘iga o‘xshash tarzda ishlaydi. Agar Soru (Nusxa) ro‘parasiga nazorat belgisini qo‘ysak oynadagi obyekt nusxasi yaratiladi.

19	 <p>Trim (Kesib olish)</p>	Berilgan splaynlarni kesishish nuqtasida bitta splaynni boshqasiga nisbatan kesib oladi.
20	 <p>Extend (Uzaytirish)</p>	Bitta segmentni boshqa segmentning yaqin nuqtasiga uzaytiradi.

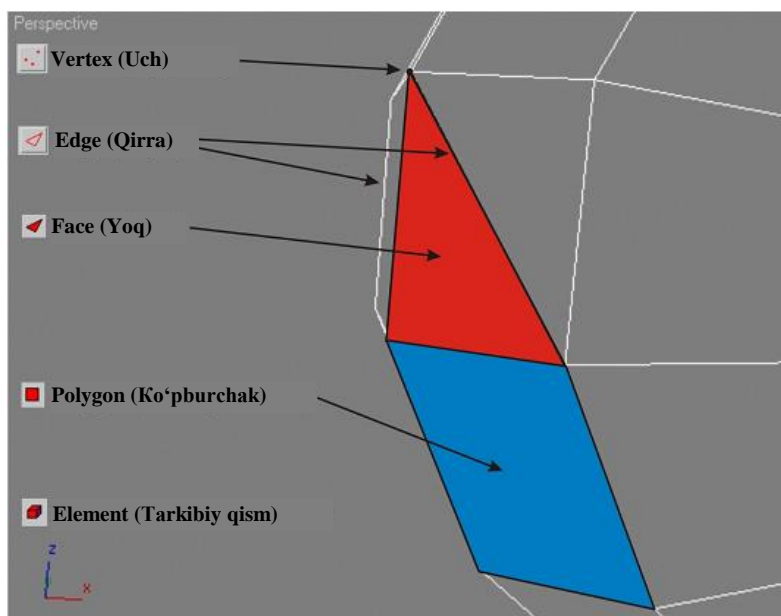
*Izoh:* Tahrirlashning ko‘pgina buyruqlari splaynning barcha quyi obyektlari uchun faollashgan bo‘ladi (Insert (Joylashtirish) buyrug‘i quyi obyektlarni tahrirlashning barcha rejimlarida uchlarni yaratish imkonini beradi).

*Editable mesh (tahrirlanuvchi karkas) obyektlarini modellash-tirish*

Editable Mesh obyektlari o‘zida geometriyaning ancha keng tarqalgan turini ifodalaydi va boshqa grafik muharrirlarga eksport qilish uchun qulay.

Tahrirlanadigan karkaslar uchburchakli yoqlarga bo‘lingan poligonlar (to‘rtburchaklar)dan tashkil topadi va tahrirlash uchun beshta quyi obyektlarga ega: Vertex (Uch); Edge (Qirra); Face (Yoq); Polygon (Ko‘pburchak); Element (Tarkibiy qism) (5.63-rasm).

Surface Properties (Sirt parametrlari) bo‘lmasida quyi obyektlarni aks ettirishni boshqarish bo‘yicha parametrlar joylashgan.

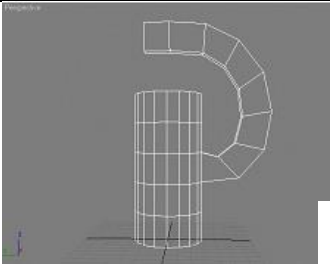
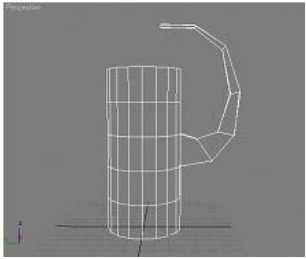


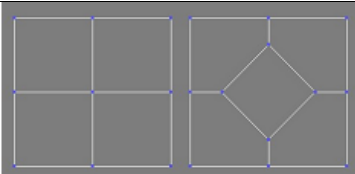
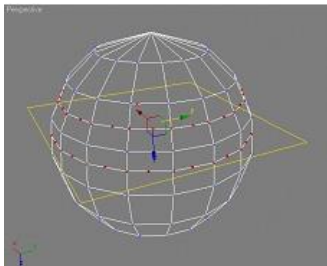
5.63-rasm. Editable Mesh obyektini.

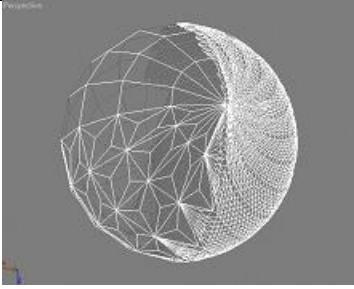
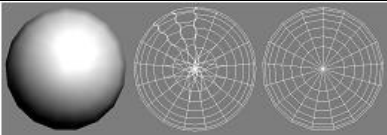
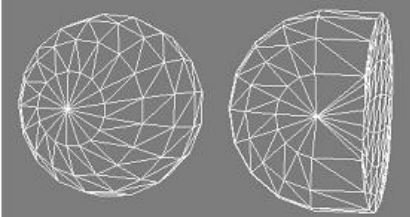
5.8-jadval.

Editable Mesh (Geometry (Geometriya) bo'limi) obyektini modellashtirishga mo'ljallangan asosiy buyruqlar

№	Buyruq nomi	Tavsifi
1	Create (Yaratish)	Tasvirlangan obyekt yaratadi. <i>5.8-jadvalning davomi</i> Polygon (ko'pburchak) quyi obyektini yaratish uchun kerakli uchlarni belgilash va oxirida birinchi yaratilgan uchga sichqonchani chap tugmasini bosish lozim. Ixtiyoriy joyda uchni belgilash uchun Shift tugmasini bosish kerak.
2	Delete (O'chirish)	Quyidagi obyektlarni o'chiradi.
3	Attach (Birlashtirish)	Tanlangan obyekt boshqasiga birlashtiriladi. Birlashtirilgan obyektlar Element (Tarkibiy qism) quyi obyektlariga aylanadi.
4	Detach (Ajrash) – Edge (Qirra) dan tashqari	Tanlangan obyektlarni ajratadi (Edge (Qirra) dan tashqari). Paydo

	barcha quyi obyektlar	bo‘ladigan oynada obyekt nomi, shuningdek, tanlash imkoniyati ko‘rsatiladi: Element (Detach To Element) quyi obyekt sifatida yoki quyi obyekt nusxasini qoldirib (Detach As Clone) alohida obyekt sifatida ajratish.
5	Break (Sindirish) – Vertex (Uch) quyi obyekt)	Tanlangan uchda qirrani bir-biridan ajratadi.
6	Divide (Bo‘lish) – Vertex (Uch)dan tashqari barcha quyi obyektlar	Quyi obyektlar ustiga sichqonchanning chap tugmasi bosilganda uni qismlarga bo‘ladi. Edge (Qirra) quyi obyektlni tahrirlash rejimida uzilish nuqtasida uchni yaratadi. Polygon (Ko‘pburchak) quyi obyektlni bilan ishlaganda poligonni uchta qismga bo‘ladi.
7	 Extrude (Chiqarish) – Vertex (Uch)dan tashqari barcha quyi obyektlar	Quyi obyektlni bo‘rttirib chiqaradi. Extrude tugmasidan o‘ngda berilgan ma’lum qiymatda, yoki bevosita proeksiva oynasida <i>5.8-jadvalning davomi</i> quyi obyektlni tanlash va kursorni yuqoriga yoki pastga ko‘chirish) bo‘rttirib chiqarish mumkin.
8	 Bevel (Qiyalik) – Vertex (Uch) va Edge (Qirra) dan tashqari barcha quyi obyektlar	Quyi obyektlni bo‘rttirib chiqarish va bir vaqtda masshtablash imkonini beradi. Extrude tugmasi ro‘parasida quyi obyektlni masshtablashtirish belgilanadi. Obyektlni bir vaqtda chiqarish va masshtablash uchun Extrude tugmasi bosib, so‘ngra quyi obyektlni tanlash, sichqonchanning chap tugmasini

		<p>bosish va kursorni yuqoriga yoki pastga ko‘chirib uni bo‘rttirib chiqarish kerak. Shundan so‘ng chap tugmani qo‘yib yuborish va kursorni yuqoriga yoki pastga ko‘chirib obyektни masshtablash mumkin. Oxirida sichqonchanning chap tugmasi bosiladi.</p>
9	 <p>Chamfer (O‘tkir qirra) – Vertex (Uch) va Edges (Qirra) quyi obyekt</p>	<p>Obyektning tanlangan qirralari va uchlarida o‘tkir qirralarni yaratadi.</p> <p style="text-align: right;"><i>5.8-jadvalning davomi</i></p>
10	 <p>Slice Plane (kesuvchi tekislik)</p>	<p>Slice Plane buyrug‘ini faollashtirishga tekislik sariq rangda paydo bo‘ladi, u orqali tanlangan quyi obyektga bog‘liq ravishda obyektни kesish mumkin. Cut (Kesib olish) parametri dastlabki primitivga quyi obyektlarni qirqib olish imkonini beradi. Agar Refine Ends (Karkasni detallashtirish) parametri o‘rnatilgan bo‘lsa kesilgan tekisliklar bevosita obyektga yaratiladi.</p>
11	<p>Weld (Birlashtirish) – Vertex (Uch) quyi obyekt</p>	<p>Karkas uchlarini birlashtiradi. Buning uchun kerakli uchlarni tanlash va Weld tugmasini bosish zarur. Tugmadan o‘ngda masofa beriladi, qaysiki uchlar o‘zaro bir-biri bilan birlashadi. Target parametrini o‘rnatish proeksiya oynasida ularni ko‘chirish jarayonida uchlarni birlashtirish imkonini beradi.</p>

12	 <p>Tessellate (Mazaika) – Vertex (Uch) va Edge (Qirra) dan tashqari barcha quyi obyektlar</p>	Tanlangan quyi obyektlar yoqlarini bo‘ladi, ularning sonini oshiradi va obyektни silliqlaydi.
13	<p>Explode (Parchalash) – Vertex (Uch) va Edge (Qirra) dan tashqari barcha quyi obyektlar</p>	Tanlangan quyi obyektlarni parchalab tashlaydi. Object (Obyekt) parametri ajratilganni yangi obyektga o‘zgartiradi, Elements (Elementlar) parametri tanlangan obyektlar o‘rtasidagi aloqani uzadi.
14	<p>Remove Isolated Vertices (Ajratilgan uchlarни olib tashlash)</p>	Bu tugma bosilganda karkasga bog‘lanmagan barcha uchlar yo‘q qilinadi.
15	 <p>Create Shape from Edges (Qirralardan splayn yaratish) – Edge (Qirra) quyi obyekt</p>	Ajratilgan qirralarni o‘zgartiradi, ulardan silliq (Smooth) yoki keskin (Linear) o‘tishli splaynlarni yaratadi.
16	<p>View Align (Ko‘rinish bo‘yicha tekislash); Grid Align (To‘r bo‘yicha tekislash)</p>	Faol ko‘rinish ekraniga (View Align) nisbatan yoki yordamchi to‘rga (Grid Align) nisbatan tanlangan quyi obyektlarni tekislaydi.
17	 <p>Make Planar (Yassi qilish)</p>	Bitta tekislikda tanlangan quyi obyektlarni joylashtiradi.

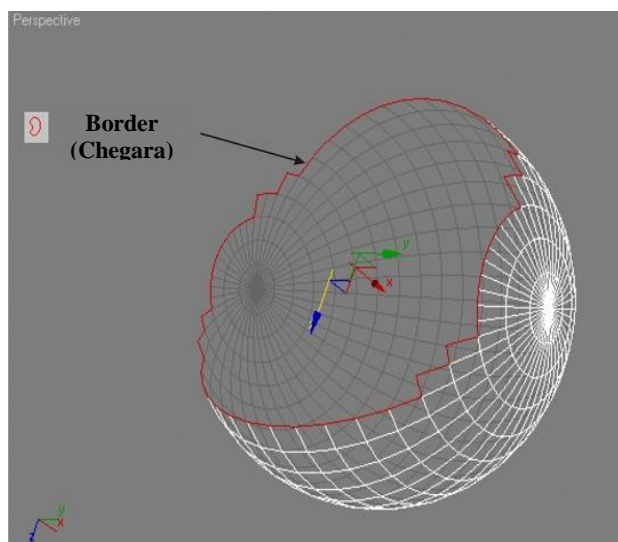


18	Collapse (ixchamlashtirish)	Tanlangan quyi obyektlarni bitta nuqtaga mahkamlaydi.
----	--------------------------------	---

*Editable poly (tahrirlanuvchi ko'pburchak) obyektlarini modellashtirish*

Tahrirlanadigan obyektlarning ikkinchi ko'rinishi, to'rtburchakli yoqlardan tashkil topgan va Editable Mesh obyektiga nisbatan ancha universal bo'lgan Editable Poly (tahrirlanuvchi uchburchaklar) hisoblanadi.

Editable Poly quyi obyekt Editable Mesh obyektidagilar bilan bir xil, faqat bitta xususiyatni hisobga olmaganda: Face (yoq) quyi obyektning o'rniga obyekt chetlari Border (Chegara) tahrirlanadi (5.64-rasm).


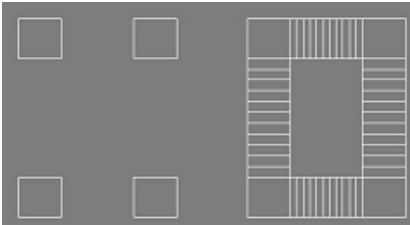
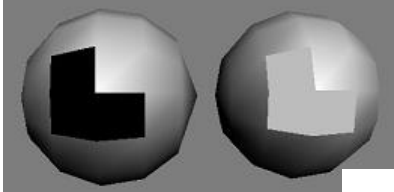



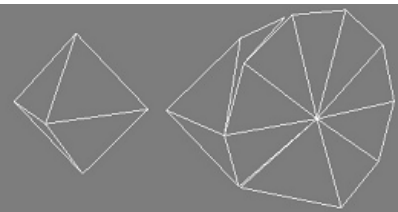
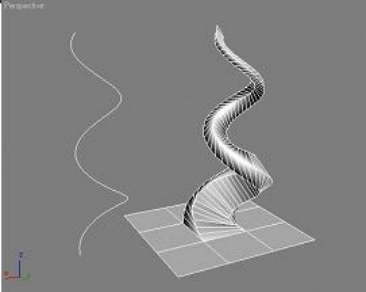
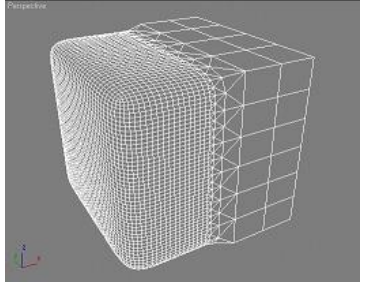
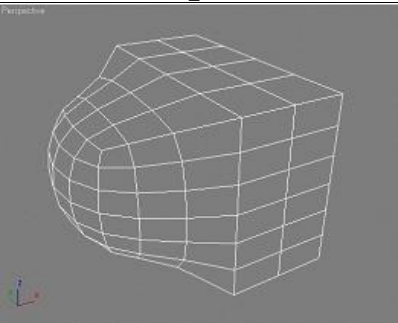
5.64-rasm. Editable Poly obyektini.

Edit ... (... – tanlangan quyi obyektlar) va Geometry (Geometriya) bo'lmasidagi uskunalarning ba'zi tugmalaridan o'ngda xususiyatlari o'zgartirish oynasini chaqirish uchun qo'shimcha tugma joylashgan.

5.9-jadval.

Editable Poly (Edit... (... – tanlangan quyi obyektlar); Geometry (Geometriya) bo'lmalari) obyektini modellashtirish uchun mo'ljallangan asosiy buyruqlar

№	Buyruq nomi	Tavsifi
<b>Edit Vertices (Uchlarni tahrirlash) bo‘lmasi</b>		
1	Remove (O‘chirish)	Poligonlarni o‘zaro bir-biri bilan birlashtiruvchi uchlarni o‘chiradi.
2	 Connect (Bog‘lash)	Ikkita tanlangan uchlarni o‘rtasida yangi qirra yaratadi.
<b>Edit Edges (Qirrani tahrirlash) bo‘lmasi</b>		
3	Split (Ajratish)	Karkasni tanlangan qirra bo‘yiga ajratish.
4	 Bridge (Ko‘prik)	Tanlangan qirrani bog‘laydi. Buni yaratishning ikkita usuli mavjud: 1. Kerakli qirrani tanlash va Bridge tugmasini bosish; 2. Bridge tugmasini bosish va proeksiyalar oynasida navbatma-navbat qirrani tanlash. Parametrlar oynasida yaratilgan poligonlar uchun segmentlar (Segments), shuningdek, yaratilgan poligonlar o‘rtasida silliqdashlar (Smooth) sonini ko‘rsatish mumkin.
<b>Edit Borders (Chegaralarni tahrirlash) bo‘lmasi</b>		
5	 Sar (Ustki qism)	Tanlangan yonlarni yopadi.  <i>5.9-jadvalning davomi</i>
<b>Edit Polygons (Ko‘pburchaklarni tahrirlash) bo‘lmasi</b>		
6	Outline (Kontur)	Tanlangan poligonni masshtablaydi.
7	 Inset (Ichiga o‘rnatish)	Poligonni beshta qismga bo‘ladi.

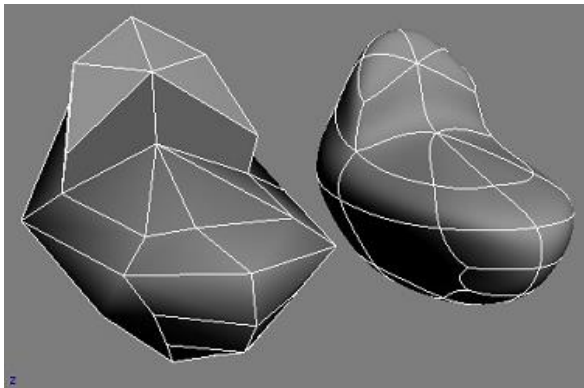
8	 <p>Hinge from Edge (Burchak atrofida burish)</p>	<p>Poligonlarni chiqaradi, ularning joylashgan o‘rniga bog‘liq holda belgilangan burchak ostida ularni buradi. Sozlashda burish burchagini va bo‘rttirib chiqarish segmentlari (Segments) sonini belgilash mumkin.</p>
9	 <p>Extrude Along Spline (Splayn yo‘li bo‘yicha bo‘rttirib chiqarish)</p>	<p>Ochiq splayn yo‘li bo‘yicha tanlangan poligonlarni chiqaradi. Sozlash oynasida kerakli splaynlar tanlab olinadi (Pick Spline), segmentlar (Segments) soni beriladi, shuningdek, chiqarilgan poligoni toraytirish (Taper) va burish (Twist) ko‘rsatiladi.</p>
<p><b>Edit Geometry (Geometriyani tahrirlash) bo‘lmasi</b></p>		
10	 <p>MeshSmooth (Karkasni silliqdash)</p>	<p>Belgilangan quyi obyektни silliqdash imkonini beradi. Xususiyatlarni o‘zgartirish oynasida silliqdash (Smoothness) qiymati 0 dan 1 gacha beriladi.</p>
11	 <p>Relax (Bo‘shashtirish)</p>	<p>Tanlangan quyi obyektlarni uchlarini mustahkamlash yo‘li bilan yumaloqlaydi. Xususiyatlarni o‘zgartirish oynasida silliqdash (Amount) qiymati va takrorlanishlar (Iterations) soni beriladi.</p>

Obyektlarni tahrirlashning yaxshilangan uskunalaridan tashqari Editable Poly yana ikkita foydali bo‘lmani o‘z ichiga olgan: Subdivision Surface (Sirtning bo‘linishi) va Paint Deformation (Chizish orqali deformatsiya).

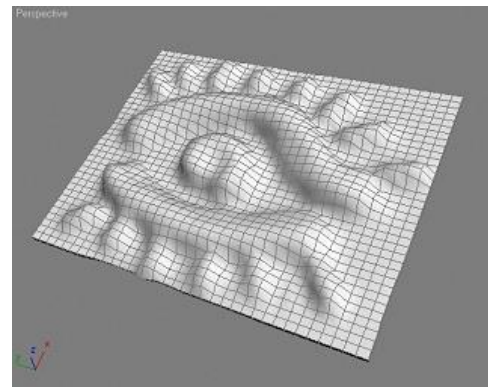
Subdivision Surface (Sirtning bo‘linishi) bo‘lmasi yaratilgan yuzani silliqlash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, NURMS (Non – Uniform Rational MeshSmooth) – karkasni bir jinsli bo‘lmagan rasional silliqlash algoritmidan foydalanadi. Silliqlash natijasi 5.65-rasmda keltirilgan.

Ushbu rejimni o‘rnatish uchun Use NURMS Subdivision yozuvi ro‘parasiga nazorat belgisini ko‘yish zarur. Display qism menyusida silliqlashni takrorlash (Iterations) soni, shuningdek, silliqlash qiymati (Smoothness) ko‘rsatiladi.

Paint Deformation (Chizish orqali deformatsiya) bo‘lmasida obyektga mo‘yqalam yordamida “chizish” orqali uning karkasini deformatsiyalash imkonini beruvchi buyruqlar tarkib topgan (5.66-rasm).



5.65-rasm. NURMS algoritmidan foydalanib karkasni silliqlash.



5.66-rasm. Paint Deformation parametridan foydalanish.

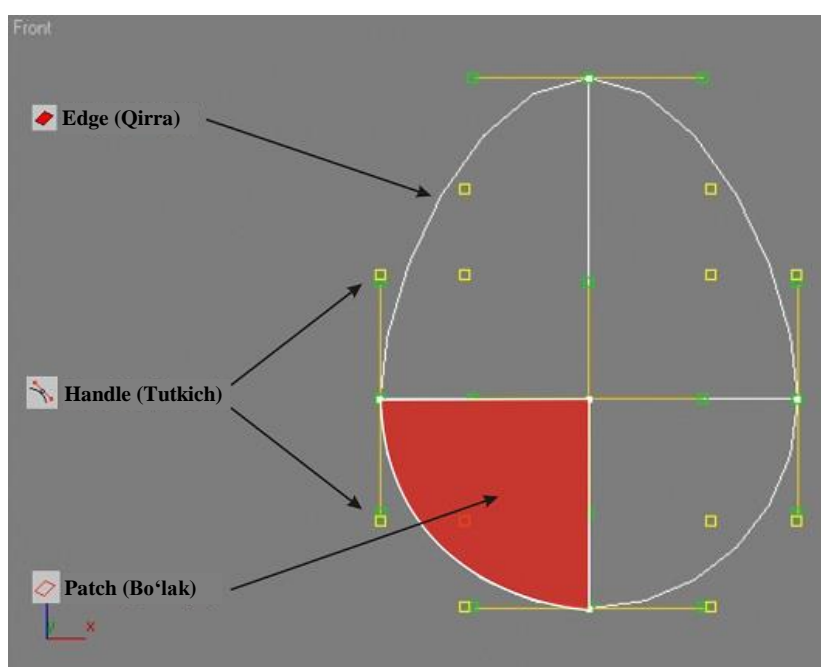
Mazkur bo‘lma quyidagi buyruqlarni o‘z ichiga olgan: Push/Pull (Mo‘yqalamni bosish/Sirt tarangligi) – obyektga “chizish” rejimini o‘rnatadi; Relax (Bo‘shashtirish) – uchlar o‘rtasida keskin o‘tishlarni silliqlaydi; Revert (Boshlang‘ich holatga qaytarish) – bo‘rttirib chiqarilgan uchlarni dastlabki holatga qaytaradi; Push/Pull Value (Deformatsiyalar o‘lchovi); Brush Size (Mo‘yqalam o‘lchami); Brush Strength (Deformatsiyalar kuchi). Brush Options (Mo‘yqalam opsiyalari) buyrug‘i o‘zining mo‘yqalamini yaratish mumkin bo‘lgan oynani ochadi.

*Editable Patch (tahrirlanadigan parcha) obyektlarini modellashtirish*

Editable Patch obyektlari o'zida yopiq splaynlar bilan birlashtirilgan parchalar (Patch) to'plamini ifodalaydi. Shu sababli, bunday obyektlar dastlab silliqqlangan ("rezinali") hisoblanadi, shuningdek, tezkor xotiradan kam joy egallaydi.

Face (yoq) quyi obyekt o'rniga, Editable Patch turidagi obyektlar Patch (Parcha) quyi obyekt, shuningdek, obyekt uchlarida egri chiziqlarni belgilash imkonini beruvchi, chiziqli vektorni o'zida ifodalaydigan noyob Handle (Tutgich) quyi obyektga ega bo'ladi (Editable Patch obyektlarida uchlarning turi Bezier (Beze) hisoblanadi) (5.67-rasm).

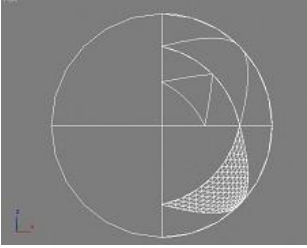
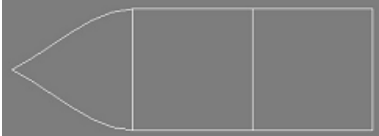
Editable Patch obyektlarini ikki usulda yaratish mumkin: 1. To'rtinchi menyudan foydalanib obyektни konvertasiyalash; 2. Create (Yaratish) sahifasida turli obyektlarni yaratish ro'yxatidan, Quad Patch (to'rtburchakli parchalardan tashkil topgan yuza) va Tri Patch (uchburchakli parchalardan tashkil topgan yuza) obyektlarini yaratish imkonini beruvchi Patch Grids (Bo'lakli to'r) bandini tanlash kerak.



5.67-rasm. Editable Patch obyekti.

5.10-jadval.

Editable Patch (Geometry (Geometriya) bo'lmasi) obyektini modellashtirish uchun mo'ljallangan asosiy buyruqlar

№	Buyruq nomi	Tavsifi
1	Bind (Bog‘lash) – Vertex (Uch) quyi obyekt	Bitta obyektga tegishli bo‘lgan ikkita qirra o‘rtasidagi uloqsiz, yaxlit bog‘lanishni yaratish imkonini beradi. Buning uchun Bind tugmasini bosish, so‘ngra uchni tanlab unga sichqonchanning chap tugmasini bosish va kerakli qirragacha korsorni olib borish lozim.
2	 Subdivide (Bo‘lish) – Vertex (Uch) va Handle (Tutgich) dan tashqari barcha quyi obyektlar	Ajratilgan obyektlarni bo‘ladi, ularga qo‘shimcha parchalarni qo‘shadi.
3	 Add Tri (uchburchakli parchalarni qo‘shish); Add Quad (to‘rtburchakli parchalarni qo‘shish) – Edge (Qirra) quyi obyekt	Tanlangan buyruqlarga bog‘liq ravishda parcha qirralariga kvadratli yoki uchburchakli shakllarni qo‘shadi.

### *Nurbs (non-uniform rational b-spline) obyektlarini model-lashtirish*

NURBS qisqartmasi bir jinsli bo‘lmagan rasional B-splayn (non-uniform rational B-spline) sifatida tushuniladi va quyidagilarni anglatadi:

1. Bir jinsli bo‘lmagan (Non-Uniform) – NURBS obyekt uch-lari og‘irliklarga ega. Uch og‘irligini o‘zgartirish obyekt geometriyasiga ta’sir ko‘rsatadi.

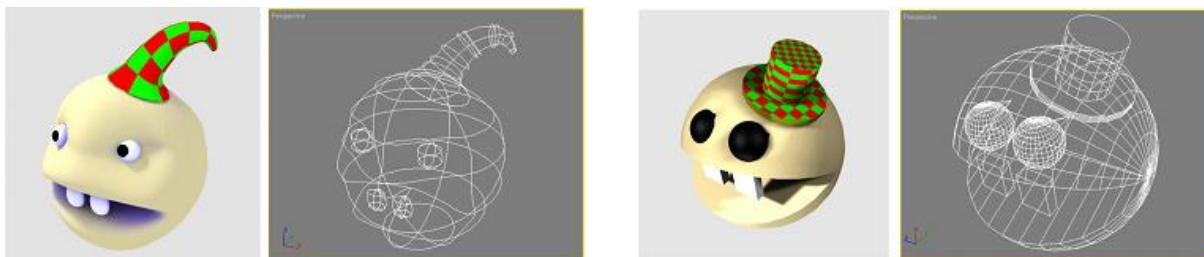
2. Rasional (Rational) – NURBS obykti matematik formulalar yordamida tavsiflanadi.

3. B–Splayn (B–Spline) – uch o‘lchamli fazoda egri chiziq ixtiyoriy yo‘nalishda shaklini o‘zgartirishi mumkin.

NURBS obykti, qoida sifatida, organik yuzalarni (odamlar, xayvonlar, o‘simliklar va b.) yaratish uchun ishlatiladi, chunki uning geometriyasi o‘zida egri chiziq va sirtlar to‘plamini ifodalaydi. Ushbularga bog‘liq holda, uzilishga ega va o‘tkir burchaklar ostida kesishuvchi NURBS sirtlarini yaratish amalda mumkin emas. 5.68-rasmda ikkita obyekt keltirilgan, ulardan biri NURBS obykti, ikkinchisi Editable Mesh obykti hisoblanadi.

NURBS obyektleri uch o‘lchovli sirtlarga va ikki o‘lchovli splaynlarga bo‘linadi.

NURBS splaynlarini yaratish buyruqlari, Create (Yaratish) sahifasida Shapes (Splaynlar) obyektlar toifasidagi NURBS Curves (NURBS egri chiziqlari) qism menyusida joylashgan.

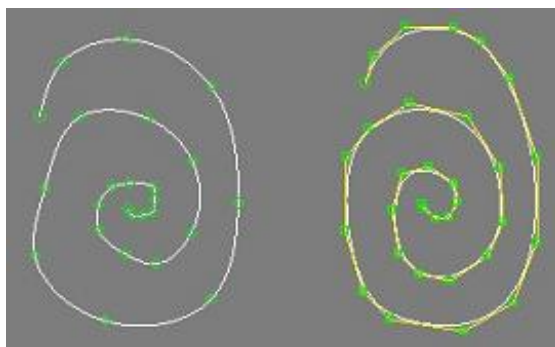


5.68-rasm. Chapda: NURBS obykti; O‘ngda: Editable Mesh obykti.

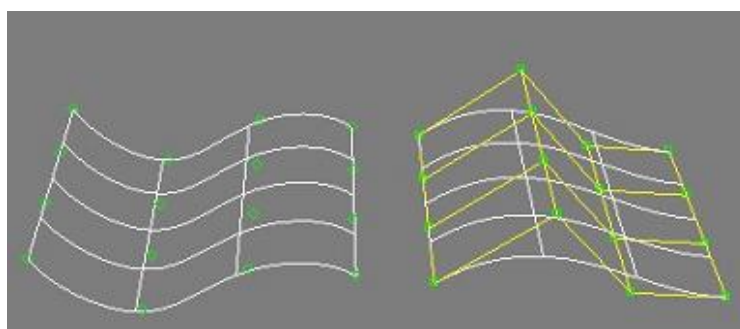
NURBS egri chiziqlari ikki xil ko‘rinishda bo‘ladi:

1. Point Curve (Nuqtali egri chiziqlar) – nuqtalar bo‘yicha egri chiziqlarni quradi (5.69-rasm. a).

2. CV Curve (Control Vertices (Nazorat uchlari) egri chizig‘i) – egri chiziq perimetri bo‘yicha uning egriligini nazorat qiluvchi nazorat uchlari joylashadi (5.69-rasm. b).



5.69-rasm. NURBS Curves obyektlari:  
a) Point Curve; b) CV Curve.



5.70-rasm. NURBS Surfaces obyektlari:  
a) Point Surf; b) CV Surf.

NURBS sirti o‘zida tekislikni ifodalaydi va NURBS Surfaces (NURBS sirti) qism menyusi Geometry (Geometriya) obyektlar toifasidagi Create (Yaratish) sahifasida joylashgan.

Yaratilgan sirt o‘zida tekislikni ifodalaydi va NURBS egri chiziqlari kabi ikki turga bo‘linadi: Point Surf (Nuqtali sirt) (5.70-rasm, a) va CV Surf (Control Vertices (Nazorat uchlari) sirti) (5.70-rasm, b).

*Izoh:* NURBS obyektlarini yaratishning yana bir usuli yaratilgan primitivni o‘zgartirish hisoblanadi – to‘rtinchi menyudan Convert to NURBS bandini tanlab, primitivga sichqonchani o‘ng tugmasi bosiladi.

NURBS egri chiziqlari va sirti quyidagi quyi obyektlarga ega:

1. Curve (egri chiziq) – NURBS egri chizig‘ini tahrirlash.
2. CV Curve (Control Vertices (Nazorat uchlari) egri chizig‘i) – egiluvchan chiziqning nazorat uchlari tahrirlash.



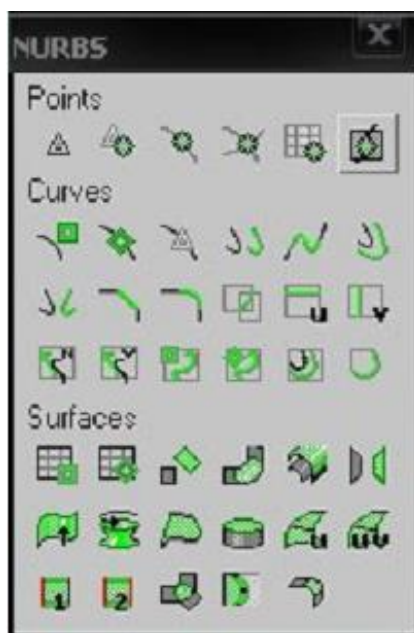
3. Point (Nuqta) – Surface va Curve quyi obyektlarining nuqtalarini tahrirlash.

4. Surface (Sirt) – Nuqtali sirtning tahrirlash.

5. Surface CV (Control Vertices (Nazorat uchlarini) sirti) – egiluvchan sirtning nazorat uchlarini tahrirlash.

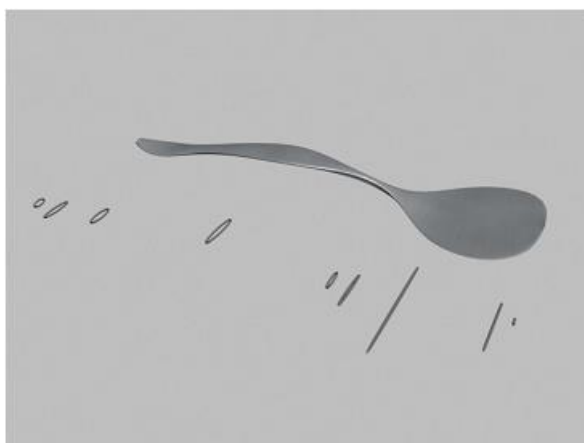
NURBS obyektining General (Asosiy) bo‘lmasidagi NURBS Creation Toolbox (NURBS uskunalari oynasi) (5.71-rasm) tugmasini bosganda “NURBS” oynasi paydo bo‘ladi, unda NURBS nuqtalari, egri chiziqlari va sirtlarining geometriyasini yaratish va tahrirlash uchun buyruqlar joylashgan.

NURBS obyektlarini tahrirlash uchun bo‘limlarning tuzilishi taxminan boshqa obyektlikiga o‘xshash, hamda o‘zida quyi obyektlarni belgilash va tahrirlash bo‘yicha buyruqlar to‘plamini ifodalaydi.



5.71-rasm. NURBS oynasi.

NURBS quyi obyektlarni tahrirlash uchun buyruqlar tahrirlanadigan obyektlar va turli modifikatorlarning mos buyruqlariga o‘xshash. 5.72, 5.73-rasmlarda Create U Loft Surface (U o‘qi bo‘ylab Loft obyektini yaratish) va Create Lathe Surface (Buriqish jismini yaratish) buyruqlaridan foydalanish natijasi ko‘rsatilgan.



5.72-rasm. Create U Loft Surface buyrug‘idan foydalanib NURBS sirtini yaratish.



5.73-rasm. Create Lathe Surface buyrug‘idan foydalanib NURBS sirtini yaratish.

*Izoh:* Poligonal tuzilishga ega obyektlar NURBS modellash-tirishga qaraganda, ko‘proq keyinchalik tegishli buyruqlar (Smooth, MeshSmooth, Relax va b.) orqali silliqlash mumkin bo‘ladigan modellashtirilgan karkasli obyektidan foydalanadi.

### **Nazorat savollari**

1. Modifikatorlarning qanday turlari mavjud?
2. Modifikatorlarni bir vaqtda bir necha obyektga qo‘llash mumkinmi?
3. Object–Space Modifiers guruhidagi modifikatorlarni tavsiflang.
4. Bitta modifikator yordamida murakkab obyekt modelini yaratish mumkinki?

5. 3DS Max dasturida uch o‘lchovli obyektlarni qo‘rishning necha xil turidan foydalaniladi?
6. Editable Spline obyektini tahrirlash uchun nechta quyi obyektga bo‘lingan?
7. Editable Mesh obyektini modellashtirishga mo‘ljallangan buyruqlarga misol keltiring.
8. 3DS Max dasturida yaratilgan obyekt yuzasini silliqlash qanday amalga oshiriladi?
9. Yopiq splaynlar bilan birlashtirilgan parchalar to‘plami 3DS Max dasturining qanday obyektida o‘z ifodasini topgan?
10. NURBS obyektleri qanday toifalarga bo‘linadi?
11. NURBS egri chiziqlari bir-biridan nimasi bilan farqlanadi?
12. NURBS egri chiziqlari va sirtlarining quyi obyektlerini tavsiflang.

*Tayanch iboralar:* Modifikator, modellashtirish, obyekt sirti, normallar, splaynlar, NURBS obyektleri.

## **5.5. Materiallar yaratish va tahrirlash**

### ***Tekstura va material tushunchasi***

Sahna obyektleri modellashtirilganidan so‘ng keyingi bosqich ularga materiallarni o‘zlashtirish hisoblanadi. Tayyor yaratilgan materiallar orqali obyektlar o‘ziga xos xususiyatlariga ega bo‘ladi: “shkaf” obyekt – taxtali, “butilka” obyekt – oynali, “qoshiq” obyekt – metalli bo‘ladi va h. Shuning uchun realistik materiallarni yaratish jarayoni etarlicha murakkab va obyektini o‘zini yaratishga nisbatan ko‘p vaqt talab qiladi.

Materiallarni ikki ko‘rinishga ajratish mumkin (5.74-rasm):

1. Jonsiz – oyna, metal, mato, rezina va boshqalar.
2. Jonli – teri qoplamasi, o‘simlik va boshqalar.

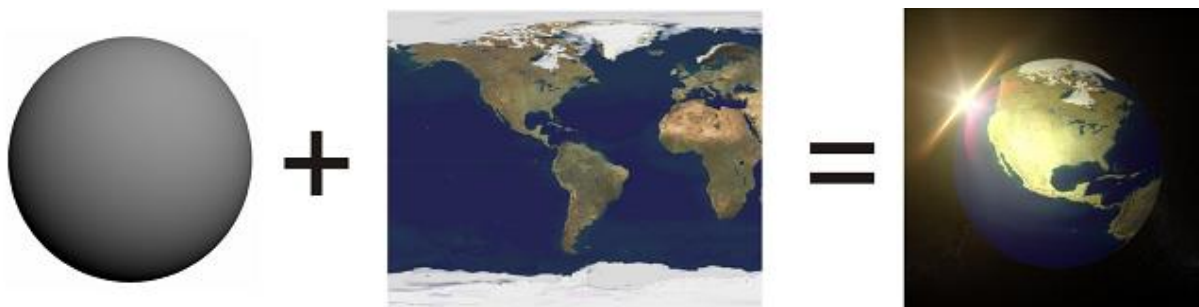
Jonli materiallarni yaratish murakkab, chunki teri bir qancha qatlamlardan tashkil topgan, ularning har biri o‘z darajasidagi shaffoflik, ranglar va teksturalarga ega bo‘ladi. Bundan tashqari qontalash, ajin, badanni qoplagan tuk, qon tomirlari va boshqalar kabi qismlarni hisobga olish lozim.



5.74-rasm. Jonli va jonsiz materiallar.

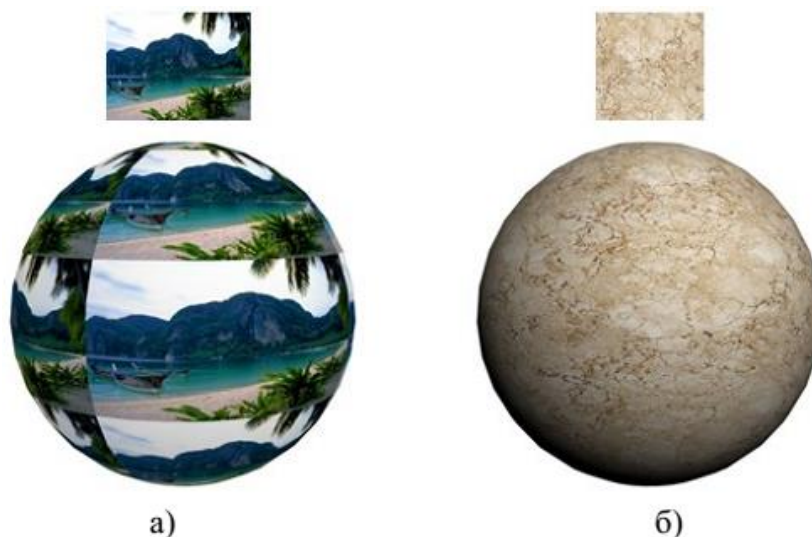
Jonsiz materiallar holatida akslantirishning fizik jarayonini va material sirtidan yorug‘lik nurining sinishini to‘g‘ri modellashtirish zarur.

Noyob material yaratish uchun grafik muharrirlarni yaxshi bilish kerak (Adobe Photoshop va b.), chunki aksariyat materiallarni yaratish ularga teksturalarni o‘zlashtirish bilan boshlanadi. Tekstura o‘zida rastri tasvirlarni (yoki videorolik) ifodalaydi, qaysiki model qisman (naqsh ko‘rinishida) yoki to‘liq (obyekt tasvir bilan “qoplanadi”) o‘zlashtiriladi (5.75-rasm). Rastli tasvirlardan foydalanishda, ularning o‘lchami va sifatini hisobga olish lozim.



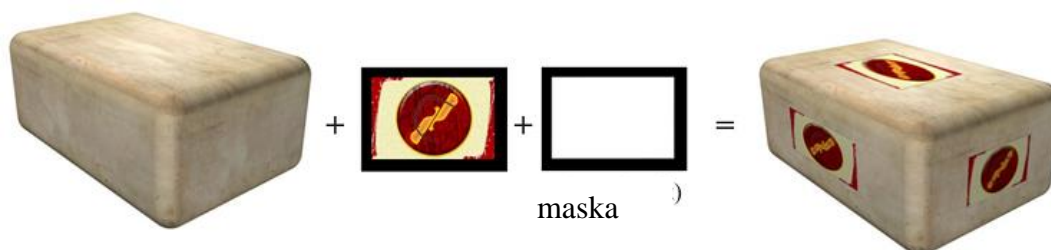
5.75-rasm. “Shar” obyektini teksturaga o‘zlashtirilishi.

Qachonki tekstura obyektga “bog‘lansa”, ko‘shilish chizig‘i paydo bo‘ladi (5.76-rasm, a). Ko‘shilish chiziqlarini yo‘qotish uchun ko‘shilish chiziqlari bo‘lmagan teksturalardan foydalaniladi (5.76-rasm, b), qaysiki obyektga har qancha takrorlanishlar bo‘lsa ham ko‘shilish chiziqlari ko‘rinmaydi.



5.76-rasm. Ko‘shilish chiziqlari bo‘lgan (a) va bo‘lmagan (b) tekstura.

Rastrli tasvirlardan foydalanishning yana bir usuli maskalar (Mask) qo‘yish hisoblanadi.



5.77-rasm. Yorliq qo‘yish uchun maskadan foydalanish.

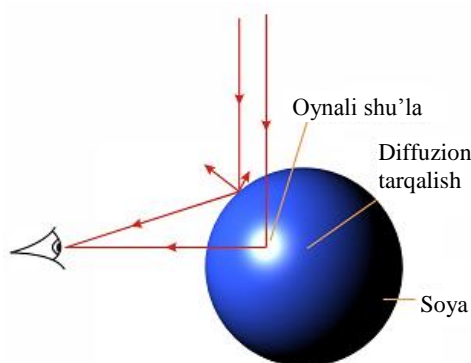
Maska (Mask), qoida sifatida, boshqa tasvir qismini berkitish yoki tasvir qismiga biror-bir obyektни qo‘yish uchun zarur bo‘lgan oq-qora tasvirni o‘zida ifodalaydi. Maskada qora rang shaffof (intensivligi 0%), oq rang xira (intensivligi 100%) hisoblanadi (5.77-rasm).

#### *Realistik material yaratish*

Material yaratishda uning haqiqiy fizik xususiyatlarni hisobga olish kerak. 3D Studio Max dasturida quyidagi parametrlar boshqariladi:

1. Obyekt rangi. Fon yorug‘ligiga ta’sir, obyekt o‘zini-o‘zi yoritishi, boshqa obyektlardan rangni aks etishi (metal materiallar) hisobga olinadi.

2. Shu‘lalar. Shu‘lalar o‘lchami, yorqinligi va soni boshqariladi. *Izoh:* Predmetga  $90^{\circ}$  burchak ostida tushuvchi yorug‘lik nuri oynali shu‘lani yaratadi (yorug‘likning eng yuqori intensivligi). Tushish burchagining o‘zgarishi va nurning aks etishiga muvofiq, soya sohasiga bir tekis oqib o‘tuvchi diffuzion (qorishgan) tarqalish sohasi yuzaga keladi (5.78-rasm).



5.78-rasm. Yorug‘likning kuzatuvchiga nisbatan obyektga aks etishi.

### 3. Obyekt shaffofligi.

Realistik materiallar yaratish uchun faqatgina sifatli tasvirlarni ko‘yishning o‘zi etarli bo‘lmasdan, quyidagi parametrlarni hisobga olish zarur: 1. Yorug‘lik nurining aks etishi va sinishi jarayoni.

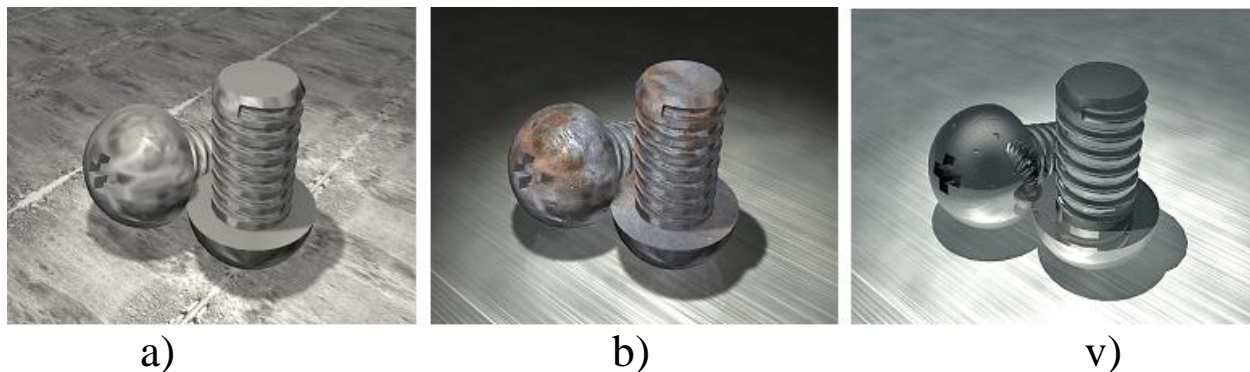
2. Materialning bir jinsli emasligi va yoyilish darajasi (chang, iflos, kir, dog‘, qurum, o‘yiq, yoriq, zang, metallarning oksidlanishi va b.). *Izoh:* Ifloslangan, qirilgan obyektlarni yaratish uchun turli nuqsonlar ifodalangan qo‘shimcha teksturalardan foydalaniladi, so‘ngra ular maska sifatida obyektga qoplanadi.

5.79-rasmda “Boltlar” obyektlari materialini yaratishning uchta darajasi keltirilgan.

1. Norealistik – Reflection (Shaffoflik) parametrida metal teksturasini o‘zida ifodalovchi Metal\_ChromeFast standart materialidan foydalanilgan.

2. Realistik – zanglagan metalning sifatli teksturasi, shuningdek, nuqsonli tekstura (metaldagi qirilgan joy va b.) ishlatilgan realistlik material yaratilgan.

3. Giperrealistik – mazkur obyektни yaratish uchun metal obyektga yorug‘lik nurining aks etishi va sinishi hisobga olingan V-ray alternativ vizualizatoridan foydalanilgan.



5.79-rasm. Realistik material yaratish.

*Izoh:* 3D Studio Max grafik dasturida alternativ vizualizatorlar (V-ray, Mental Ray) ishlatiladiki, ular obyektlardan yorug‘likni aks etishi va sinishi bilan bog‘liq real fizik jarayonlarni hisoblab chiqish imkonini beradi. Ushbu vizualizatorlar realistlik obyektlar yaratish uchun o‘zining shaxsiy andazali materiallariga ega. Bundan tashqari, Internet orqali metal, oynali va boshqa sirtlar uchun tayyor realistlik materiallarni topish va ularni o‘zimiz yaratayotgan sahnada foydalanish mumkin.

#### *Materiallarni tahrirlash (material editor)*

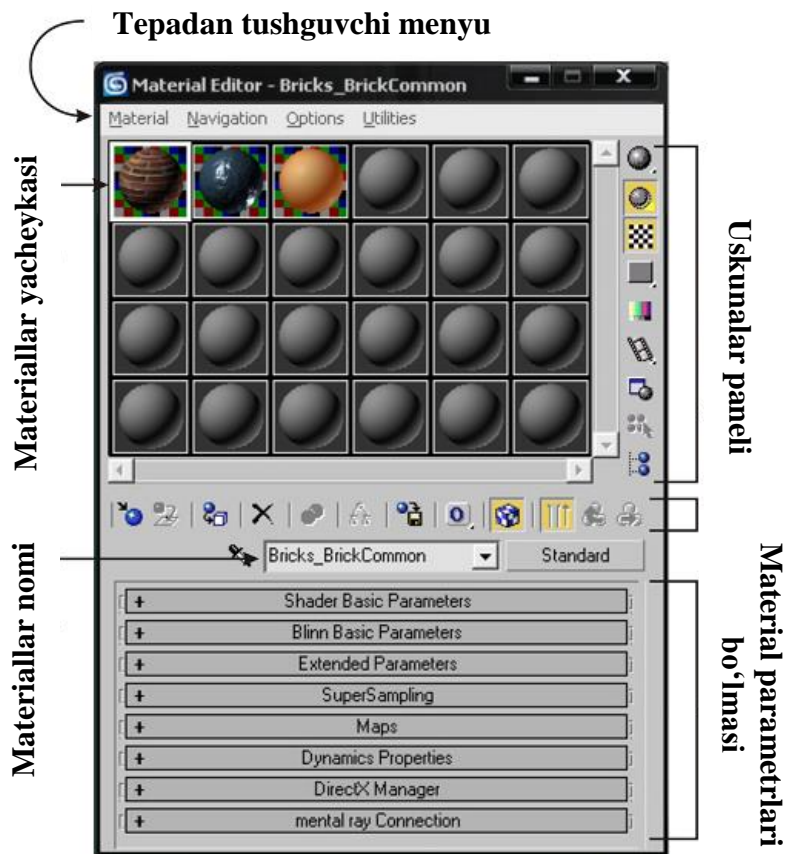
Materiallarni yaratish va tahrirlash Material Editor (Materiallarni tahrirlash) oynasida amalga oshiriladi (5.80-rasm). Bu oynani bosh menyudagi Rendering (Vizuallashtirish) bandidan yoki uskunalar paneliga tugmachani bosish orqali chaqirish mumkin (2-jadval 24-band).

Materiallarni tahrirlash (Material Editor) oynasining tarkibi:

1. Yuqorida joylashgan menyu tahrirlash buyruqlaridan tarkib topgan.

2. Material yacheykasi – har bir noyob material o‘zining yacheykasi va nomiga ega bo‘ladi. Yangi material yaratish uchun keyingi yacheykani tanlash va harakatlarni bajarish zarur.

Materiallardan nusxa olish mumkin, buning uchun material berilgan yacheykaga sichqonchanning chap tugmasi bosiladi va uni boshqa yacheykaga ko‘chiriladi. Shundan so‘ng material nomi o‘zgartiriladi, agarda ushbu material boshqa obyektga qo‘llanilsa, dastur quyidagi so‘rovli oynani ekranga chiqaradi: Replace It (materialni o‘zgartirish) yoki Rename the material (Material nomini o‘zgartirish).








5.80-rasm. Material Editor oynasining tuzilishi.










3. Material yacheykasiga sichqonchanning o‘ng tugmasi bosilganda, ushbu yacheykada obyektни burish (Drag/Rotate), alohida oynada yacheykani kattalashtirish (Magnify...), shuningdek, yacheykalar sonini o‘zgartirish (Sample Windows) imkonini beruvchi qo‘shimcha menyu chaqiriladi.


4. Material Editor oynasining pastgi qismida material yaratishga mansub bo‘lgan bo‘lmalar joylashgan.



## Boshqaruv panelining tuzilishi

<b>№</b>	<b>Tugma</b>	<b>Buyruq nomi</b>	<b>Tavsifi</b>
1		Get Material (Materialga ega bo'lish)	Materiallar va xaritani tanlash oynasini ochadi (Material/Map Browser).
2		Assign Material to Selection (Obyektga materialni qo'llash)	Tanlangan obyektlarga materiallarni qoplaydi. Tanlangan yacheyka chetlari bo'yicha bu tugma bosilganda to'rtta uchburchak paydo bo'ladi (faol yacheyka alomati).
3		Reset Map/Mtl to Default Settings (Xaritani tiklash/Material o'z holida)	Agarda joriy material sahna obyektlariga berilgan bo'lsa, unda ushbu tugmani bosganda quyidagi so'rovli oyna paydo bo'ladi: 1. Affect mtl/map in both the scene and in the editor slot? – Sahnada va materiallarni tahrirlashda material/ xaritani tiklash?; 2. Affect only mtl/map in the editor slot? – Faqatgina materiallarni tahrirlashning joriy yacheykasida material/xaritani tiklash, materialni obyeksiz qoldirish.
4		Put to Library (Materiallar kutubxonasiga joylash)	Tanlangan yacheykada yaratilgan material, materiallar kutubxonasiga ko'shiladi. Tugma bosilganda esa material nomini ko'rsatishni so'rovchi oyna paydo bo'ladi.
5		Material ID Channel (Materialning	Joriy materialning noyob kanalidan kelib chiqib videomontaj effektlarini (Video Post) qoplash

		identifikatsiya raqami)	uchun ishlatiladi.
6		Show Map in Viewport (Proeksiya oynalarida xaritani ko'rsatish)	Proeksiyalar oynasida obyektga material teksturasini aks ettiradi.
7		Show End Result (Yakuniy natijani ko'rsatish)	Ushbu tugma joriy materialning barcha quyi darajadagi tahrirlashlarning yuqori darajasini aks ettiradi.
8	1.  2. 	1. Go to Parent (Ancha yuqori quyi darajaga o'tish); 2. Go Forward to Sibling (Pastgi qo'yi darajaga o'tish)	Mazkur tugmalar materialning quyi darajalari bo'yicha ko'chirish imkonini beradi.
9		Suriladigan panel: Sample Type (Aks etish turi)	Material yacheykasida tasvirlanadigan obyekt turini (shar, silindr, kub) tanlash imkonini beradi.
10		Backlight (Yorug'lik berish)	Materialni pastda yoritadi (ikkinchi yorug'lik manbasi qo'shiladi).
11		Background (Orqa fon)	Yacheykada orqa fonni beradi, shaffof materiallar bilan ishlashni osonlashtiradi.
12		Options (Materiallarni tahrirlash variantlari)	Bu oyna orqali yacheykalarda yorug'liklar parametrlarini berish, materiallarning aks etishini boshqarish mumkin.
13		Select by Material (Material	Ushbu tugma bosilganda mazkur materialning ajratilgan obyektlari berilgan Select Objects oynasi

		bo'yicha tanlash)	paydo bo'ladi.
14		Material/Map Navigator (Materialni ko'rish)	Joriy materialning ierarxiyasini ko'rsatadi.

*Material/Map Browser (material/xarita muharriri) oynasining tuzilishi*

Material/Map Browser (material/xarita muharriri) oynasi Standard tugmasini, shuningdek, materiallarni tahrirlash bo'limasidagi parametrlar tugmasiga bosganda ochiladi va material yoki xarita turini tanlash va materiallarning tayyor kutubxonasidan foydalanish imkonini beradi.

3D Studio Max dasturida materiallarning standart kutubxonasi matlibs katalogida 3dsmax.mat faylida joylashadi. Boshqa kutubxonalar ham \*.mat. kengaytmasiga ega bo'ladi.

*Izoh:* Kutubxonadagi materiallar o'zida 3D Studio Max dasturidagi maps katalogida yoki boshqa joyda saqlanadigan tasvirlarni aks ettiruvchi teksturalarni ishlatadi.

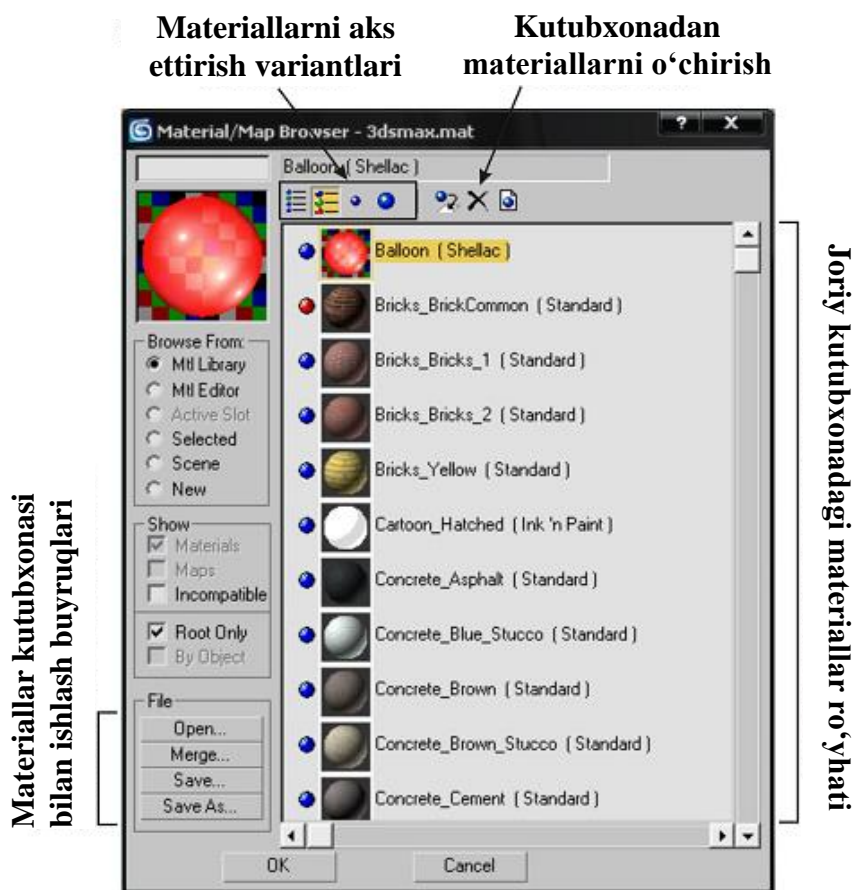
Material/Map Browser oynasining tuzilishi (5.81-rasm):

1. Browse From qism menyusi quyidagi ko'rish turlariga ega: Mtl Library – materiallar kutubxonasi; Mtl Editor – materiallar muharriri yacheykalari ro'yxati; Selected – sahnadagi tanlangan obyektlar materiali; Scene – sahnadagi barcha faol materiallar; New – yangi yaratilgan materiallar va xaritalar.

2. Show qism menyusi materiallar va xaritalarning aks etishini kiritadi/olib tashlaydi.

3. Root Only parametri (faqat ildiz obyekt) materialning yuqori darajasini aks ettiradi.

4. File (Fayl) qism menyusi materiallarning turli kutubxonalarini ochish (Open...), kutubxonani birgalikda bog'lash (Merge...), kutubxonani saqlash (Save..., Save As...) imkonini beradi.



5.81-rasm. Material/Map Browser oynasining tuzilishi.

5. Yuqoridagi uskunalar paneli materiallar ro'yxatini turli aks ettirish (ro'yxat, ro'yxat + tasvir ikonkasi va b.), shuningdek, materialni kutubxonadan o'chirishni («Delete from Library» tugmasi) amalga oshirish imkonini beradi.

Shunday ekan, foydalanuvchining o'zi material yaratishi va materiallar kutubxonasini shakllantirishi mumkin.

#### *Material turlari*

Yaratilgan material o'zida xarita, yorug'likni o'zlashtirish parametrlari, shaffoflik, qaytish va sinish, o'zidan nur sochish va boshqalardan tarkib topgan majmuaviy obyektни ifodalaydi.

Material andazasini tanlash uchun, materiallar muharririda Standard tugmasini bosish, so'ngra ochiladigan Material/Map Browser menyusidan Browse From qism menyusiga kirib New (Yangi material) parametrini tanlash zarur.



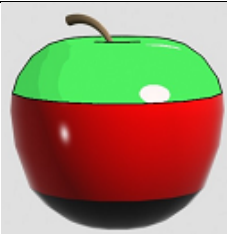
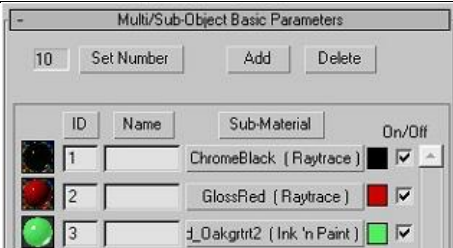

Yangi materialni tanlashda Replace Material (Materialni almashtirish) oynasi quyidagi so'rovlar bilan paydo bo'ladi: Discard

old material? – Oldingi materialni almashtirasizmi?; Keep old material as sub-material? – Oldingi materialni materialosti sifatida qoldirasizmi?

5.12-jadval.

Materiallarning asosiy turlari

№	Material turi	Tavsifi va asosiy parametrlari
1	 Architectural (Arxitekturaviy)	Intererlar bilan ishlash uchun materiallar yaratish imkonini beradi. Templates (andazalar) boʻlmasida materiallar tayyorlashni tanlash mumkin: qogʻoz, plastik, tosh, oyna, metal va b. Arxitekturaviy materiallarning bir qancha kutubxonalari mavjud.
2	 Blend (Aralashma)	 Ikki xil materiallardan (Material 1, Material 2) tarkib topgan va maskalar (Mask) bilan qoplangan aralash material yaratish. Mix Amount (Aralashtirish miqdori) parametri materiallarni aralashtirish miqdorini belgilaydi.
3	 Composite (Aralash material)	Oʻzaro oʻnta har xil materiallarni aralashtirish imkonini beradi. Materialni tanlash tugmasi roʻparasida uning intensivlik qiymati, shuningdek, aralashish turlarini belgilovchi tugma joylashadi: «A» Additive (Additiv) – materialni ancha yorqin qiladi; «S» Subtractive (Subtraktiv) – rangni ayirish; «M» – Mix (Aralashgan).

4	 <p>Double Sided (Ikki tomonlama)</p>	<p>Obyektning old (Facing Material) va orqa (Back Material) tomoni uchun ikkita materialni o'zlashtiradi. Translucency (yarim shaffof) parametri materiallarning shaffofligini belgilaydi.</p>
5	 <p>Matte/Shadow (Maska/Soya)</p>	<p>Obyektlarni ikki o'lchovli fonlar (Background) bilan ko'shish imkonini beradi.</p> <p>Obyekt joylashgan tekislikga material qoplangandan so'ng, u shaffof bo'ladi, obyekt soyasi esa qoladi.</p>
6	 <p>Multi/Sub-Object (Ko'p qismli material)</p>	 <p>Ko'p qismli material obyektga bir qancha materiallarni qo'llash imkonini beradi. Obyektning turli sohalari materiallarni o'zlashtirilishi ID (Identifikatsion raqam)ga bog'liq ravishda yuz beradi. Ko'p qismli material bilan ishlash uchun obyekt tahrirlanadigan bo'lishi kerak (Editable Mesh va b.).</p> <p>Multi/Sub-Object Basic Parameters (Ko'p qismli materialning asosiy parametrlari) bo'lmasidagi Set Number (Materiallar sonini belgilash) tugmasi keraklicha sondagi materiallarni yaratadi.</p>
7		<p>Iz qoldirish uslubi yorug'lik nuri qaytadigan va sinadigan realistik yuzalar (suv, oyna, muz, metal, olmos va b.) yaratish imkonini beradi.</p> <p>Asosiy parametrlardan biri IOR</p>

	Raytrace (Iz qoldirish)	(Index of Refraction (Sinish koefitsiyenti)) hisoblanadi. Ushbu koefitsiyentni berish orqali turli yuzalarni olish mumkin (IOR=1,33 (suv); IOR=1,31 (muz) va b.). Oyna, suv, qimmatbaho toshlar va boshqa predmetlarning yaratilgan andazalari bilan berilgan Raytrace materiallari kutubxonasi mavjud.
8	 Shellac (Shellak – tabiiy smola)	Ikkita materialni aralashtirish imkonini beradi: Base Material (Asosiy material) va Shellac Material (rassomchilikda qoʻllaniladigan smola). Shellac Color Blend parametri materiallarni aralashtirish oʻlchamini belgilaydi.
9	Standard (Standart)	Materiallarni tahrirlash yacheykalarida avvaldan joylashtirilgan materiallar.
10	 Top/Bottom (Yuqori/Quyi)	Obyektning yuqori (Top Material) va qoʻyi (Bottom Material) qismlari uchun ikkita materiallar yaratish. Parametrlar: Blend (aralashtirish) – materiallar orasida engil oʻtishni belgilaydi; Position (xolat) – materiallar orasidagi chegaralar holatini belgilaydi.

### ***Material parametrlari boʻlmasi. Xarita turlari***

Material Editor (Materiallar muharriri) oynasining pastgi qismida noyob materiallarni yaratish imkonini beruvchi parametrlarni tahrirlash boʻlmasi joylashgan.

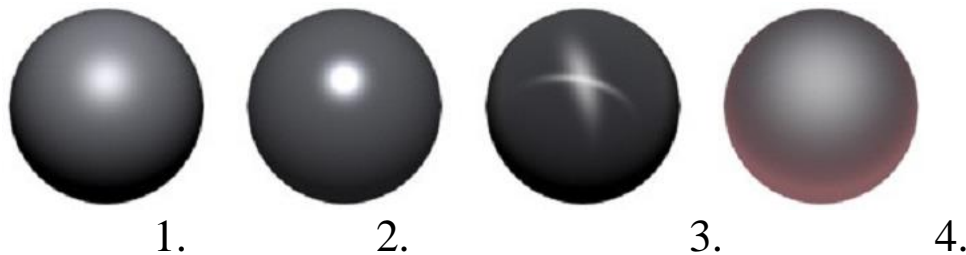
*Shader basic parameters (sheyder asosiy parametrlari) boʻlmasi*

Shader (Sheyder) qirralarni silliqlash algoritmlari va materialning oynadagi shuʼlari aksini oʻzida ifodalaydi.

3D Studio Max dasturida sakkizta har xil turdagi sheyderlar quvvatlanadi (5.81-rasm):

1. *Anisotropic (Anizotropli)* – shu'lalarni boshqarish, ularning intensivligi belgilash va obyektga yo'naltirish imkonini beradi.

2. *Blinn (Blinn bo'yicha)* – shart bo'yicha o'rnatilgan silliqlash algoritmi.



5.82-rasm. Sheyder turlari: 1. Blinn (Blinn bo'yicha); 2. Metal (Metall); 3. Multi-Layer (Ko'pqatlamli sheyder); 4. Translucent Shader (Yarim shaffof sheyder).

3. *Metal (Metall)* – metal yuzalarni imitatsiyalovchi sheyder (yorqin, keskin farq qiluvchi shu'lalar).

4. *Multi-Layer (Ko'pqatlamli sheyder)* – obyekt sirtiga ikkita shu'la yaratish imkonini beradi.

5. *Oren-Nayar-Blinn (Oren-Nayar-Blin bo'yicha)* – jilosiz yuzani imitatsiyalaydi. Gazlamalar yaratish uchun qulay.

6. *Phong (Fong bo'yicha)* – Blinn sheyderiga o'xshash bo'lib, undan mayin shu'lalar va tezkor vizuallashishi bilan farqlanadi.

7. *Strauss (Shtraus bo'yicha)* – metall yuzalarni imitatsiyalashning yana bir turi. Noyob Metalness (Metall imitatsiyasi) parametriga ega.

8. *Translucent Shader (Sheyder yarim shaffof)* – yarim shaffof yuzalarni, xususan jilosiz va naqshinkor shishalarni imitatsiyalash uchun qulay.

Ushbu bo'lmada sheyderni tanlashdan tashqari yana to'rtta qo'shimcha parametr joylashgan:

1. *Wire (Sim)* – ushbu parametr o'rnatilganda obyekt karkasining faqatgina qarralari aks etadi.

2. *Face Map (Yoq xaritasi)* – obyektning har bir yoqiga xaritani joylashtiradi.

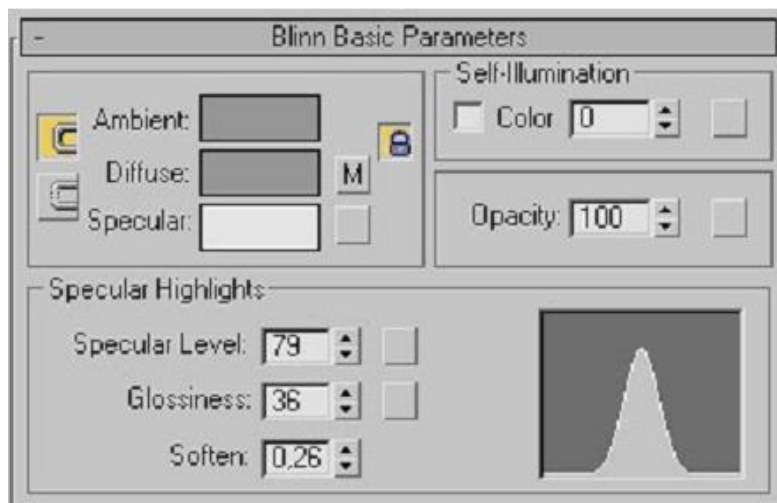
3. *2-Sided (Ikki tomonlama)* – material obyektning ichki va tashqi tomonlariga qo'llaniladi.



4. Faceted (Yoqli) – qirralarni silliqlash algoritmining o‘chirilishi.

*Blinn basic parameters (Blinn bo‘yicha sheyder asosiy parametrlari) bo‘lmasi*

Mazkur bo‘lma tanlangan sheyderga bog‘liq ravishda o‘zining nomi va parametrlarini o‘zgartiradi. Blinn sheyder asosiy parametrlarini ko‘rib chiqamiz (5.83-rasm).



5.83-rasm. Blinn bo‘yicha sheyder asosiy parametrlari bo‘lmasi.

Chap tomondagi yuqori qism menyuda uch xil parametrlar uchun obyekt rangi beriladi:

1. Ambient (Tashqi muhit) – soya sohasidagi material rangi (faqatgina tarqoq nurlar bilan yoritiladi).

2. Diffuse (Qorishik yorug‘lik) – obyektning asosiy rangi. Odatda, Diffuse parametri fiksator tugmasi yordamida Ambient parametri bilan bog‘liq bo‘ladi (parametrlarning chap tomonida).

3. Specular (Oynali) – obyektning oynali nuri.

Obyekt rangini o‘zgartirish uchun yozuvning chap tomonidagi to‘g‘ri to‘rtburchakga sichqonchanning chap tugmasini bosish va hosil bo‘lgan Color Selector oynasidan kerakli rangni tanlash lozim. Rangni tanlash sohasi ro‘parasidagi kvadrat tugma xaritaga ushbu parametrni qo‘llash imkonini beradi (M harfi – qo‘llanilgan xaritalar alomati (5.83-rasm)).

Self-Illumination (O‘zini o‘zi nurlantirish) qism menyusida tanlangan rang (Color), intensivlik yoki xaritalarga bog‘liq ravishda obyektning nurlanishi belgilanadi.

Opacity (Shaffoflik) parametri tanlangan xarita va intensivlikni belgilashga bog‘liq holda shaffof materiallarni yaratadi.

Specular Highlights (Shu‘lalar) qism menyusida uch xil parametrlar yordamida shu‘larni yaratish boshqariladi:

1. Specular Level (Chaqnash kuchi) – shu‘laning ravshanligini boshqaradi.

2. Glossiness (Yaltirash) – shu‘la o‘lchamini boshqaradi.

3. Soften (Xiralashtirish) – shu‘la dog‘larini silliqlashni boshqaradi.

Extended Parameters (Kengaytirilgan parametrlar) bo‘lmasida shaffoflik parametrlari (Advanced Transparency), Wire (Sim) parametrining diametri va aks ettirishning intensivlik darajasi (Reflection Dimming) boshqariladi.

*Maps bo‘lmasi (material xaritalari)*

Material xaritasi o‘zida material parametrlaridan biri qoplangan tasvirni ifodalaydi. Material xaritalarining har xil turlari Material/Map Browser (Materiallar/Xaritalar muharriri) oynasida joylashgan.

Ushbu bo‘lmada un beshta parametrlar joylashgan bo‘lib, har xil intensivlikda muayyan xaritalarni o‘zlashtirish mumkin.

5.13-jadval.

Maps (Material xaritalari) bo‘lmasidagi parametrlar

<b>№</b>	<b>Material parametri</b>	<b>Tavsifi</b>
1	Ambient Color (Yuzani o‘rab turgan rang)	Ushbu parametr yordamida materialdagi soyalar sohasini o‘zgartirish mumkin.
2	Diffuse Color (Qorishgan rang)	Materialning asosiy rangi.
3	Specular Color (Oynali rang)	Yorqin materiallardagi shu‘lalar rangi.
4	Diffuse Level (Qorishganlik)	<i>5.13-jadvalning davomi</i> nazorat qilish uchun mo‘ljallangan.

	darajasi)	
5	Specular Level (Oynali daraja)	Qo'llanilgan xaritaga bog'liq ravishda shu'lalar intensivligini o'zgartiradi.
6	 Glossiness (Yaltirash)	Xaritaga bog'liq holda bir qismni ancha yaltiroq ko'rinishga olib keladi, boshqa qismlarni esa pastroq yaltiratadi.
7	Anisotropy (Anizotropiya)	Anisotropic (Anizotropli) va Multi-Layer (Ko'p qatlamli) sheyderlar uchun anizotropli shu'lalar shaklini nazorat qiladi.
8	Orientation (Orientirlanish)	Anisotropic (Anizotropli) va Multi-Layer (Ko'p qatlamli) sheyderlar uchun anizotropli shu'lalar holatini nazorat qiladi.
9	 Self-Illumination (O'zini o'zi nurlantirish)	Ishlatilgan xaritaga bog'liq ravishda materialning nurlanish sohasini nazorat qiladi.
10	 Opacity (Shaffoflik)	Ishlatilgan xaritaga bog'liq ravishda materialning shaffofligini nazorat qiladi.
11	 Filter Color (Saralangan rang)	Materialning shaffof qismlariga rang beradi.
12	 Bump (Bo'rttirib chiqarish)	Rangga bog'liq ravishda materialga bo'rttirib ishlangan rasmni yaratadi (yorug' qismlar – bo'rtib chiqqan, qorong'u qismlar – botiq).

13	 Reflection (Aks ettirish)	Oynali yuzalardan aks etish imitasiyasi.
14	 Refraction (Sinish)	Shaffof yuzalar orqali yorug'lik nurining sinish imitasiyasi.
15	 Displacement (Siljish)	Obyekt yuzasi shaklini o'zgartiradi.


### *Xaritalar (maps) turi*


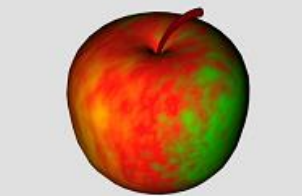
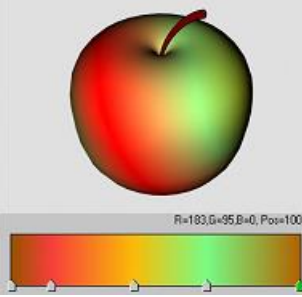
Xaritalarning bir qancha turlari mavjud: rastrli tasvir, procedurali xaritalar (matematik algoritmlar orqali yaratiladi), tarkibli xaritalar (maskalardan foydalanish) va b.

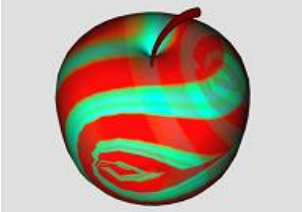

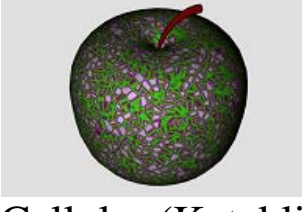

Maps (Xaritalar) bo'limidagi None (hech qaysi) tugmalaridan biri bosilsa Material/Map Browser (Materiallar/Xaritalar muharriri) oynasi ochiladi, undan New (Yangi) bandi tanlanganda pastda xarita turlarini tanlash qism menyusi paydo bo'ladi. All (barchasi) parametri bosilganda xaritalarning barcha turlari aks etadi.

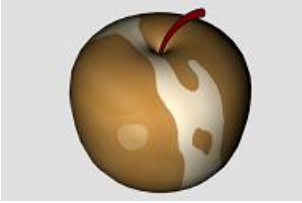
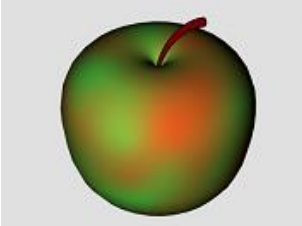
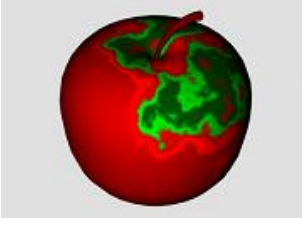
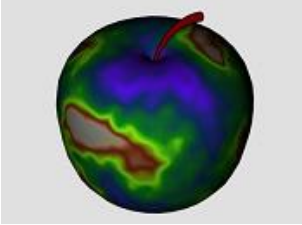


5.14-jadval.

### Xaritalarning asosiy turlari

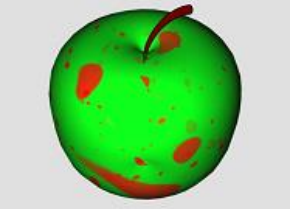
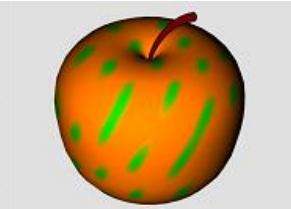
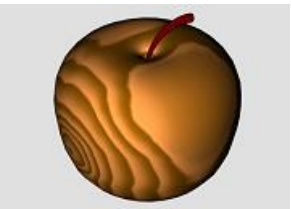
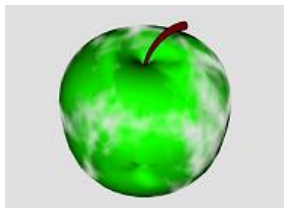

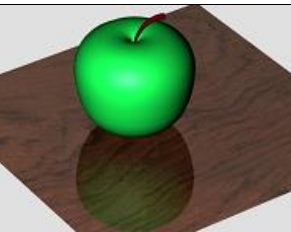
<b>№</b>	<b>Xarita turi</b>	<b>Tavsifi va parametrlari</b>
<b>2D Maps (Ikki o'lchovli xaritalar)</b>		
1	 Bitmap (Rastrli tasvir)	Obyektga tanlangan rastrli tavsir yoki videorolikni qoplash. Coordinates (Koordinatlar) bo'limida Bitmap 5.14-jadvalning davomi beriladi: 1. Tasvirdan tekstura (Texture) yoki orqa fon (Environ) sifatida

		<p>foydalanish; 2. Obyektga tasvirni takrorlash orqali mozaikali xaritalar yaratish; 3. Turli o‘qlar bo‘yicha tasvirni burish (Angle); 4. Tasvirning emirilishi (Blur).</p> <p>Bitmap Parameters bo‘lmasidagi Cropping/Placement (Kesib olish/Joylashtirish) qism menyusida tasvirning bir qismini tanlab olish yoki uni obyektning ixtiyoriy qismiga ko‘chirib o‘tish mumkin.</p> <p>Output (Chiqarish) bo‘lmasi tasvirning yorqinligi, farqi va ranggini tahrirlash uchun mo‘ljallangan.</p>
2	 <p>Checker (Shaxmat maydoni)</p>	<p>Shaxmat maydoniga o‘xshash xarita yaratish. Checker Parameters bo‘lmasida rang va rastrli tasvir kataklari belgilanadi, shuningdek, kataklar o‘rtasidagi o‘tishlar silliqatlanadi (Soften).</p>
3	 <p>Gradient (Gradient)</p>	<p>Uch xil ranglar o‘rtasida silliq o‘tishni yaratish. Color 2 Position parametri o‘rtacha rang joyini belgilaydi. Gradient Type opsiyasi yordamida chiziqli va radial gradientlari oralig‘ini o‘zgartirish mumkin. Noise (Shovqin) parametri obyektga gradientni har xil me‘yorda taqsimlash imkonini beradi.</p>
4	 <p>Gradient Ramp (Gradient diagrammasi)</p>	<p>Gradient diagrammasi yordamida silliq o‘tishni vujudga keltirish ixtiyoriy son-dagi silliq o‘tishlarni yaratish imkonini beradi.</p> <p>5.14-jadvalning davomi</p> <p>diagrammaga sichqonchaniqning chiqar tugmasini bosish kerak (o‘tish markeri paydo bo‘ladi). Agar markeriga sichqonchaniqning o‘ng tugmasi bosilsa</p>

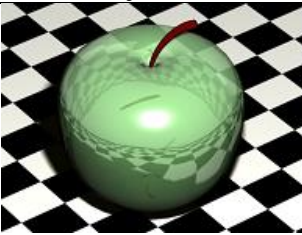
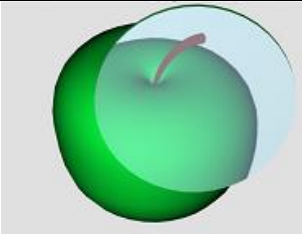
		<p>buyruqlardan tarkib topgan ko‘shimcha menyu paydo bo‘ladi: Edit Properties (Marker opsiyasini tahrirlash); Copy (Markerdan nusxa olish); Paste (Nusxa olingan markerni ko‘yish); Delete (Markerni o‘chirish).</p> <p>Gradient Type opsiyasi yordamida turli gradientlar oralig‘ini o‘zgartirish mumkin. Interpolation (Interpolyasiya) opsiyasi ranglar o‘rtasidagi silliq o‘tishlarni boshqaradi.</p>
5	 <p>Swirl (Uyurmalanish)</p>	<p>Ikki xil rangdagi uyurmalanishni yaratish. Xarita quyidagi parametrlarga ega: Color Contrast (Rang qarama-qarshiligi); Swirl Intensity (Uyurmalanish intensivligi); Swirl Amount (Uyurma kengligi). Swirl Appearance (Uyurmaning paydo bo‘lishi) qism menyusida aylanishlar soni (Twist) ko‘rsatiladi.</p>
6	 <p>Tiles (Bo‘lak)</p>	<p>Obyektga bo‘laklarning turli variantlarini joylashtirish. Xarita parametri bo‘lak rangini va bo‘laklararo bo‘shliqni o‘zgartirish, shuningdek, bo‘laklarni gorizontal va vertikal bo‘yicha sonini ko‘rsatish imkonini beradi.</p>
<b>3D Maps (Uch o‘lchovli xaritalar)</b>		
7	 <p>Cellular (Katakli yuza)</p>	<p>Katak gulli bezaklar yaratish. Parametrlarda katak rangi (Cell Color), ikkiga bo‘linuvchi rang (Division Colors) va ularning obyektga joylashish parametrlari (Size (O‘lcham) Fractal</p> <p style="text-align: right;"><i>5.14-jadvalning davomi</i></p>
8		<p>Bir jinsli bo‘lmagan yuzani yaratish. O‘yiqning o‘lchami (Size), chuqurligi (Strength) va soni (Iterations) ko‘rsatiladi. O‘yikli yuzalarni yaratish</p>

	Dent (O‘yiq)	uchun Bump (Bo‘rttirib chiqarish) parametri sifatida foydalanish kerak.
9	 Marble (Mramor)	Mramorli yuzani imitatsiyalovchi ikki xil rangdagi prosedurali xarita yaratish. Parametrlarda o‘lcham (Size), taram-taram yo‘llar kengligi (Vein Size) ko‘rsatiladi.
10	 Noise (Shovqin)	Ranglarning tasodifiy joylashuvi bilan ikki xil rangdagi emirilgan yuzani yaratish. Noise Type (Shovqin turi) qism menyusida joylashuvning uch xil varianti yaratiladi: Regular (Normal); Fractal (Fraktal); Turbulence (uyur-malanish bilan).
11	 Perlin Marble (Sadaf mramor)	Mazkur proseduraviy xarita Marble (Mramor) xaritasiga o‘xshash bo‘lib, undan to‘yingan o‘ziga xoslik bilan farqlanadi.
12	 Planet (Sayyora)	Sayyoralar yuzasini imitatsiyalaydi. Parametrlarda suv (Water) va landshaft (Land) uchun bir qancha rang turlari va ularning obyektida joylashuvi ko‘rsatiladi.
13	 Smoke (Tutun)	Ikki xil rangdagi tutunli teksturani yaratish. Parametrlarda o‘lcham (Size), joylashgan o‘rnini o‘zgarishi (Phase) va boshqalar ko‘rsatiladi. Opacity parametri vordamida tutun va tuman
14	 Speckle (Kichkina)	Dog‘li ikki xil rangdagi tekstura yaratish.

5.14-jadvalning davomi

	dog‘)	
15	 <p>Splat (Tomchi)</p>	Buyoqdan tasodifiy tomgan ikki xil rangdagi yuzani yaratish. Parametrlarda tomchining o‘lchami (Size) va kattaligi (Threshold) ko‘rsatiladi.
16	 <p>Waves (To‘lqinlar)</p>	Ikki xil rangdagi suv yuzasini imitatsiyalash. Parametrlarda to‘lqinlar soni (Num Wave Sets), radiusi (Wave Radius), to‘lqin uzunligi (Wave Len Max, Wave Len Min), amplituda (Amplitude) ko‘rsatiladi.
17	 <p>Wood (Daraxt)</p>	Yog‘ochli yuzani imitatsiyalovchi ikki xil rangdagi prosedurali xarita. Parametrlar: Grain Thickness (Tolaning qalinligi), Radial Noise (Radial bir jinsli emaslik), Axial Noise (Bo‘ylama bir jinsli emaslik).
	 <p>Mask (Maska)</p>	Maskadan foydalanib tasvirning ma’lum qismini berkitish imkonini beradi. Map (xarita) parametrda kerakli tasvir tanlab olinadi. Mask (maska) parametrda, qoida sifatida oq-qora tasvirdagi maska belgilanadi.
	 <p>Mix (Aralashma)</p>	Ikki har xil ranglarni yoki xaritalarni aralashtiradi. Mix Amount parametri aralashtirish kattaligini belgilaydi.
Other Maps (Yorug‘lik nurining aks etishi va sinishi effektlari imitatsiyasi)		
18	 <p>Flat Mirror (Tekis)</p>	Obyektlarni aks ettiruvchi tekis yuzani yaratish. Aks ettirishni yaratish uchun Reflection (Aks ettirish) parametrini qo‘llash zarur.



	oyna)	
19	 Reflect/Refract (Aks ettirish/Sinish)	Yorug'likning aks etishi va sinishi effektlarini yaratish. Reflection (Aks ettirish) va Refraction (Sinish) parametrlari bilan qo'llaniladi.
20	 Thin Wall Refraction (Ingichka plastinada aks ettirish)	Shaffof materialning ingichka qatlami (lupa, ko'zoynak va b.) orqali sinish effektini yaratish.

### ***Obyektga xarita qoplash***

Obyektga materialni o'zlashtirish jarayoni, Assign Material to Selection (Obyektga materialni qo'llash) tugmasi bosilganda dastur avtomatik tarzda obyektning UVW koordinatalar sistemasida aks ettirishidan iborat bo'ladi. UVW xarita koordinatalari (map coordinates) obyektga xaritaning joylashuvini xarakterlaydi: U – gorizonttal joylashuv; V – vertikal joylashuv; W – chuqurlik. Ko'pincha dastur buni noto'g'ri bajaradi, shuning uchun obyektga xaritani qo'lda joylashtirishga to'g'ri keladi.

5.84-rasmda "Silindr" obyektiga Bricks\_Yellow materialini avtomatik joylashtirish natijasi ko'rsatilgan. Bunda silindr asosi tekstura bilan qoplangan, yon tomondagi tekstura g'ishtlari cho'zilgan.

Aksariyat hollarda dastur, koordinatalarni to'g'rilash kerak aks holda vizuallashtirish natijasi noto'g'ri bo'ladi degan so'rovni chiqaradi.



## 5.84-rasm.

3D Studio Max dasturida obyektlarni xaritani to'g'ri joylashtirish uchun ikkita modifikator mavjud: UVW Map (UVW xarita) va Unwrap UVW (UVW yoyilgan holat).

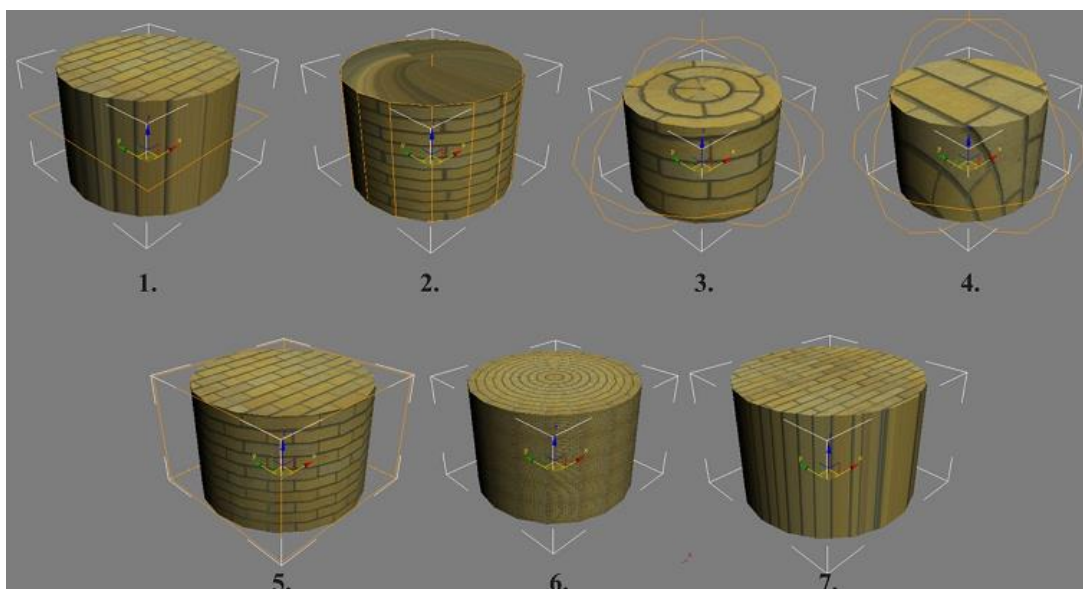
UVW Map (UVW xarita) modifikatori obyektning alohida tomonlariga xaritalar joylashtirilishini boshqarish imkonini beradi va quyidagi opsiyalarga ega:

1. Mapping (Xaritalarni qoplash) qism menyusida xaritalarning qoplanishi shakllarni o'zgartirish va cheklovchi konteynerlarni joylashtirish (Gismo) orqali boshqariladi: Planar (tekislik), Cylindrical (Gismo silindr shakli), Spherical (Gismo shar shakli), Shrink Wrap (Qobiq), Box (Quti), Face (Yoq), XYZ to UVW (Koordinatalarni bir-birini ustiga yotqizish) (5.85-rasm).

Length (Uzunlik), Width (Kenglik), Height (Balandlik) parametrlari Gismo geometrik o'lchamlarni boshqaradi.

U Tile, V Tile, W Tile parametrlari yordamida obyektga turli o'qlar bo'yicha takrorlash belgilanadi.

2. Alignment (Tekislash) qism menyusida tanlangan buyruqlarga bog'liq ravishda cheklovchi konteynerni (Gismo) tekislash uchun mo'ljallangan: X, Y, Z – tegishli o'qlar bo'yicha Gismo burish; Fit (Olib kelish) – obyekt atrofida Gismo o'lchamlari olib kelinadi; Center (Markaz) – obyektga nisbatan Gismo markaziy joylashuvi.



5.85-rasm. Cheklovchi konteyner (Gismo) shakllarining turlari:

1. Planar (tekislik);
2. Cylindrical (Gismo silindr shakli);
3. Spherical (Gismo shar shakli);
4. Shrink Wrap (Qobiq);
5. Box (Quti);
6. Face (Yoq);
7. XYZ to UVW (Koordinatalarni bir-birini ustiga yotqizish).

Murakkab geometrik obyektlarga (modellashirilgan qahramonlar, hayvonlar va b.) xarita qoplash kerak boʻlgan vaziyatlarda Unwrap UVW (UVW moslashgan holat) modifikatori ishlatiladi. Uning imkoniyatlari UVW Map (UVW xarita) modifikatoriga nisbatan kengroq va obyektning turli sohalarida xaritani joylashtirishni qoʻlda boshqarish imkonini beradi.

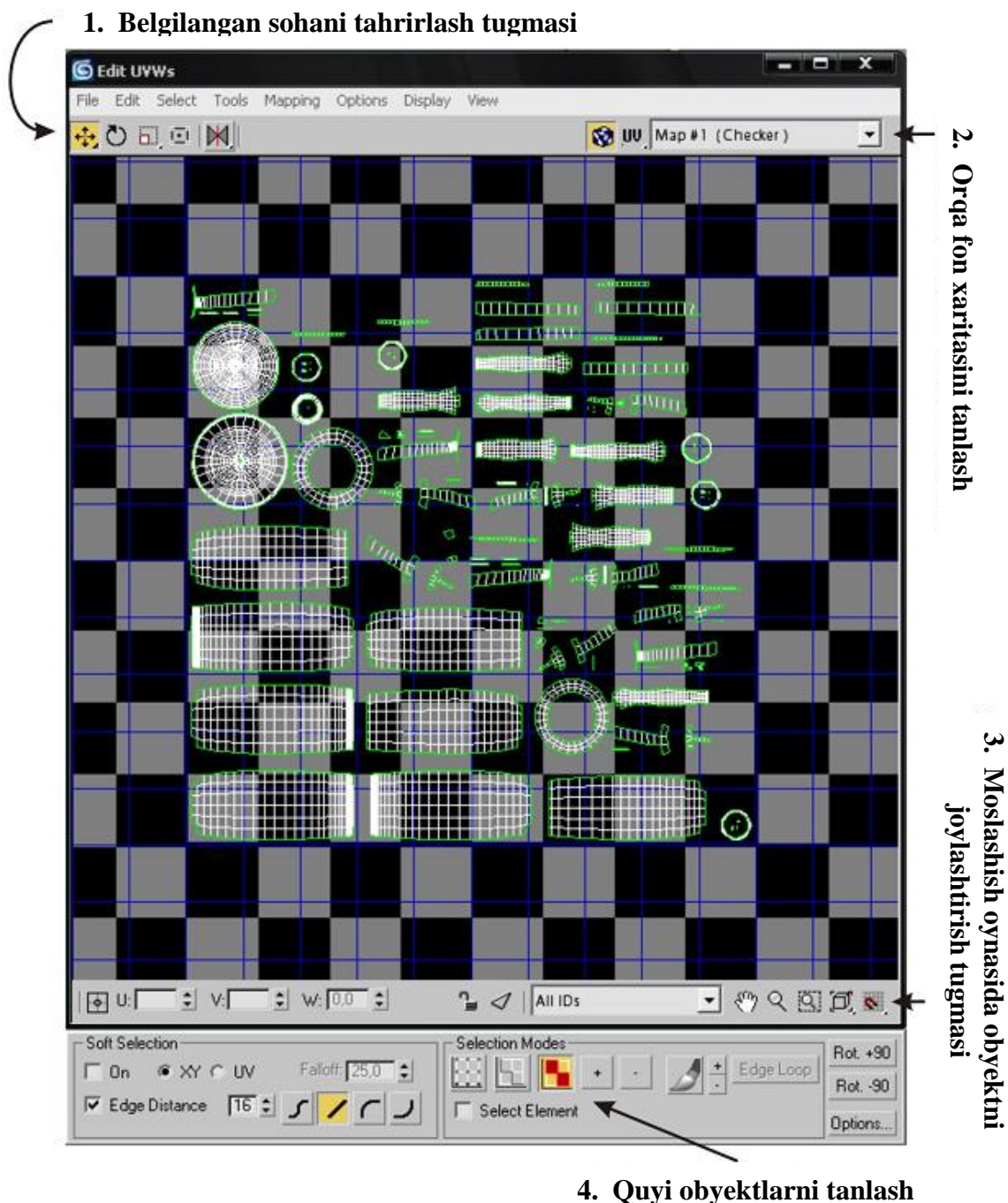
Unwrap UVW modifikatori uchta quyi obyektlardan tarkib topgan: Vertex (Uch), Edge (Qirra) va Face (Yoq). Tegishli quyi obyektни tanlab olib xaritaning joylashgan oʻrnini nazorat qilish, moslashgan holatni tahrirlash oynasida obyektning tanlangan tarkibiy qismlarini qoʻchirib oʻtish mumkin (5.83-rasm).

Mazkur modifikator tarkibida uchta boʻlma mavjud: Selection Parameters (Belgilash parametrlari), Parameters (Moslashtirish parametrlari) va Map Parameters (Xaritalarni taqsimlash parametrlari).

Parameters (Moslashish parametrlari) boʻlmasida Edit... (Tahrirlash) tugmasi moslashishlarni tahrirlash oynasini ochadi va uning tarkibida quyidagi buyruqlar mavjud (5.86-rasm):

1. Belgilangan sohani tahrirlash tugmasi o'zida tanlangan obyektни ko'chirish, burish, masshtablashtirish va akslantirish buyruqlarini qamrab oladi.

2. Orqa fon xaritasini tanlash Checker (Shaymat maydoni) parametridan foydalanib xaritani tahrirlash yoki Pick Texture (Teksturani tanlash) buyrug'i yordamida obyekt teksturasi fonini tayyorlash imkonini beradi.



5.86-rasm. "Shisha" obyektini uchun xaritalarni moslashtirish oynasi.

3. Moslashtirish oynasida obyektни joylashtirish tugmasi proeksiya oynalari uchun obyektlarni joylashtirish tugmasiga o‘xshash.

4. Selection Modes (Tanlash turlari) qism menyusi turli quyi obyektlarni tanlash imkonini beradi.

Reset UVWs (Chiqarish) buyrug‘i barcha o‘zgarishlarni bekor qilib dastlabki moslashish holatiga qaytish imkonini beradi.

Moslashish oynasidagi Mapping bandida joylashgan tushuvchi menyu tahrirlanadigan yuzaga obyektни uch xil usul bilan avtomatik bo‘lish imkonini beradi: Flatten (Tekis), Normal (Odatda, gicha) va Unfold Mapping (Kengaytirilgan).

### **Nazorat savollari**

1. Materiallarni qanday ko‘rinishlarga ajratish mumkin?
2. Material yaratishda nimalarni hisobga olish kerak bo‘ladi?
3. Materiallarni tahrirlash oynasi qanday qismlardan tarkib topadi?
4. 3D Studio Max dasturida materiallarning standart kutubxonasi qaerda joylashadi?
5. 3D Studio Max dasturida kutubxonalar qanday kengaytmaga ega bo‘ladi?
6. Yaratilgan material o‘zida nimalarni ifodalaydi?
7. Materiallarning asosiy turlariga misollar keltiring.
8. 3DS Max dasturida yaratilgan obyekt yuzasini silliqlash qanday amalga oshiriladi?
9. Material xaritalari qaysi oynada joylashgan?
10. Xaritalarning qanday turlari mavjud va ularni tavsiflang.
11. Murakkab geometrik obyektlarga xarita qoplashda qanday modifikatordan foydalaniladi?
12. Blinn basic parameters bo‘lmasi nima vazifani bajaradi?

*Tayanch iboralar:* Material, tekstura, sheyder, xarita, cheklovchi konteyner.

## 5.6. Yorug'lik berish va kameralar bilan ishlash

### *Sahna yorug'ligini yaratish*

Real sahnani yaratish uchun obyektlarni modellashtirish va ularni materiallar bilan qoplash etarli emas. Belgilangan sohada obyektlarni bir-biri bilan qorishtirish zarur. Buning uchun yorug'lik va tabiiy effektlar (tuman, nur va b.) berish oxirgi vizuallashtirish uchun muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Real hayotda yorug'likning uchta turi mavjud:

1. Tabiiy yorug'lik (quyosh nuri).
2. Sun'iy yorug'lik (olov, turli xil chiroqlar va b.).
3. Kombinasional yorug'lik (tabiiy va sun'iy yorug'likning turlicha birikishi).

3D Studio Max grafik muharriri yorug'likning yuqorida keltirilgan barcha ko'rinishlarini, shuningdek, tashqi muhit effektlarini ham yaratish imkonini beradi.

### *Yorug'likning bazaviy joylashuvi*

Sun'iy yorug'likning klassik joylashuvi belgilangan, bu esa fotosanoat, kinematografiya, televideniya va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi.

U o'zida yorug'likning uchta manbasini belgilangan tartibda joylashuvini o'z ichiga oladi (5.87-rasm).

1. Asosiy yorug'lik (Key) – yo'naltirilgan yorug'lik, uning yordami bilan sahnada asosiy yorug'lik yaratiladi. Eng yuqori intensivlik (jadallik)ga ega va odatda taxminan  $45^{\circ}$  burchak ostida joylashadi.

2. To'ldiruvchi yorug'lik (Fill) – sahnaga chuqurlik va reallik beradi. Asosiy yorug'likga nisbatan kam intensiqlikga ega.

3. Orqa, bo'lavchi yorug'lik (Kicker) – sahnada obyektlarning orqa tomonini yorug'likni ta'minlaydi. Asosiy yorug'lik manbasidan yuqorida va qarama-qarshi tomonda joylashadi.

Bunday joylashtirish universal hisoblanmaydi, virtual fazoni yoritish uchun yorug'likning zaruriy sharoitlarini (quyoshli kun, g'ira-shira yorug'lik, kamin pechkasi orqali yoritilgan xona va b.) o'zida aniq ifodalash, so'ngra kerakli sondagi yorug'lik manbalarini joylashtirish lozim.



5.87-rasm. Yorug‘likning bazaviy joylashuvi: 1. Asosiy yorug‘lik (Key); 2. To‘ldiruvchi yorug‘lik (Fill); 3. Bo‘luvchi yorug‘lik (Kicker).

### *3D Studio Max dasturida yoritish*

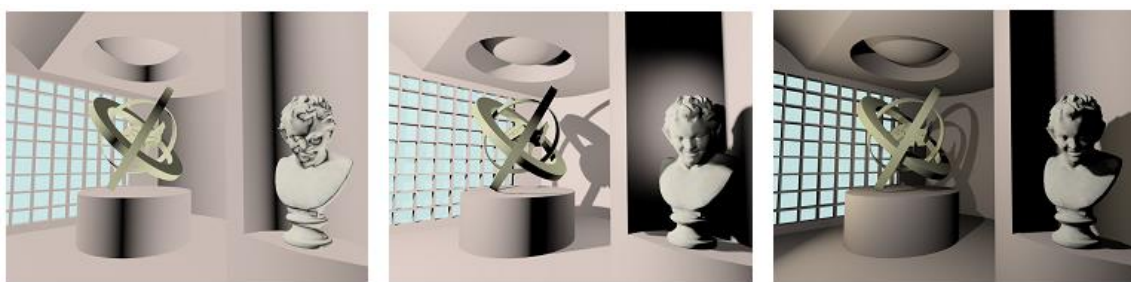
Avval boshdan yaratilgan obyektlar o‘z yo‘cini bo‘yicha o‘rnatilgan va tahrirlash uchun ruxsat bo‘lmagan yorug‘lik manbalari bilan yoritiladi. Customize bosh menyusidagi Viewport Configuration oynasida ikkita yorug‘lik manbasini berish mumkin (2 Lights). Yorug‘lik manbasi yaratilgandan so‘ng, sho‘ yo‘cini bo‘yicha o‘rnatilgan yorug‘lik yo‘qoladi.

3D Studio Max dasturida yorug‘lik manbalarining uch turi mavjud (Lights bandida Geometry bo‘lmasi) (5.88-rasm):

1. Standard (standart) – sakkizta yorug‘lik manbasi, tegishli dasturiy birliklarda imitatsiyalanuvchi (o‘xshatib ishlash) sun‘iy yorug‘lik.

2. Photometric (fotometrik) – real o‘lchov birliklariga (intensivlik va temperatura) asoslangan sakkizta manba.

3. Vizualashtirishning alternativ tizimi uchun maxsus yaratilgan yorug‘lik manbasi (V-ray va b.). Tegishli vizualizator o‘rnatilganidan keyin paydo bo‘ladi va faqat u bilan birga ishlatiladi.



a)

b)

v)

5.88-rasm. Sahnani turlicha manbalar bilan yoritish: a) o‘z yo‘cini bo‘yicha yoritish; b) standart manbalar; v) fotometrik manbalar.

Bundan tashqari, qo‘yoshli (Sunlight) va kunduzgi (Daylight) yorug‘likga o‘xshash yana ikkita manba mavjud.

*Yorug‘likning standart manbalari (standard)*

Yorug‘likning standart manbalari yo‘naltirilgan, ozod va barcha yo‘nalishli manbalardan tarkib topadi.

Yo‘naltirilgan manba Target Spot (konussimon yo‘naltirilgan) konus shaklidagi tuzilmaga ega va nishon yo‘nalishini (Target), yorqin dog‘lar doirasi (Hotspot/Beam) va yoritishning tashqi doirasini (Falloff/Field) belgilovchi yorug‘lik manbalaridan (Spot) tarkib topadi (5.89-rasm). Yoritish doirasi va yorqin dog‘lar doirasi orasidagi masofa qancha katta bo‘lsa, yorug‘lik sohasidan soyalar sohasiga o‘tish shuncha engil bo‘ladi.

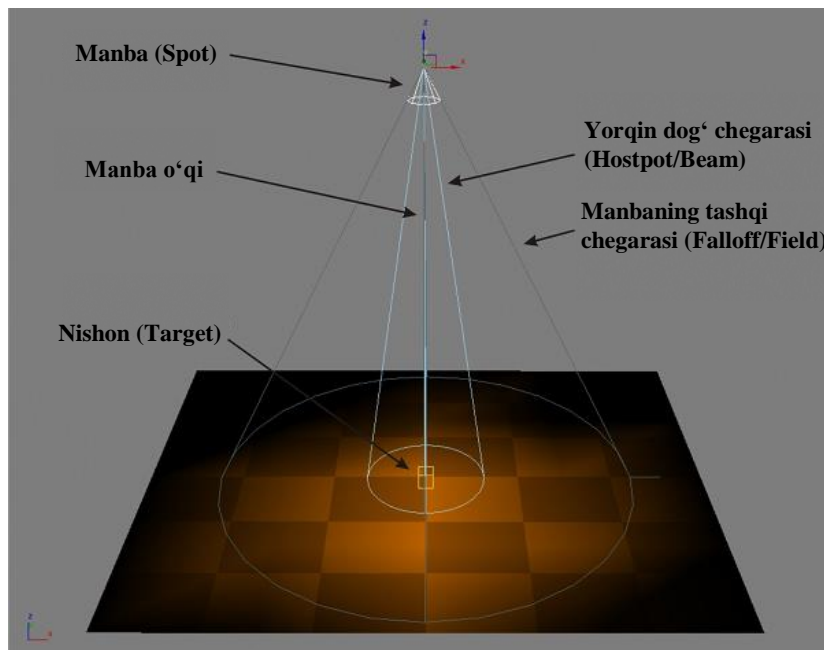
Target Spot yo‘naltirilgan manbani yaratishda proeksiya oynalaridan birini bosish, so‘ngra nishonni yaratish uchun kursorni olib borish zarur (Target).

Free Spot (ozod konussimon) manbasi Target Spot manbasiga o‘xshash bo‘lib, unda nishon yo‘nalishini belgilashning imkoni yo‘q. Free Spot ozod manbasini yaratish uchun proeksiya oynalaridan birini bosish kerak.

Target Direct (to‘g‘ri chiziqli yo‘naltirilgan) yorug‘lik manbasi Target Spot manbasidagi tashkil etuvchilarga ega. Undan farqli jihati yorqin dog‘lar doirasi (Hotspot/Beam) va yoritishning tashqi doiralari (Falloff/Field) manba o‘qiga parallel ekanligi hisoblanadi.

Free Direct (ozod to‘g‘ri chiziqli) manba – Target Direct manbasiga o‘xshash, faqat unda nishon yo‘nalishini belgilash yo‘q.





5.89-rasm. Target Spot (konussimon yo‘naltirilgan) yorug‘lik manbasi.

Omni (barcha yo‘nalishli) yorug‘lik manbasi barcha yo‘nalishlarda yorug‘lik nurini tarqatadi (elektr lampochkasiga o‘xshatib yasalgan). Omni manbasini yaratish uchun proeksiya oynalaridan birini bosish etarli (sariq tetraedr ko‘rinishidagi belgi paydo bo‘ladi).

Skylight manbasi (osmon yorug‘ligi) kunduzgi yorug‘lik imitatsiyasini yaratadi (ko‘pincha, Light-Tracer global yorug‘lik elementlari bilan ishlatiladi).

mr Area Omni va mr Area Spot manbalari mental ray vizualizatorlari bilan birgalikda ishlatiladi va belgilangan sohadan yorug‘lik nurlarini tarqatish imkonini beradi. Bu esa reallikni va vizuallashtirish uchun zarur bo‘lgan vaqtni oshiradi.

Yorug‘lik manbasi yaratib bo‘lingandan so‘ng uning parametrlarini Modife (O‘zgartirish) panelidagi manba xossalarini quyidagi o‘zgartirish bo‘lmalarida to‘g‘rilash mumkin:

1. General Parameters (Asosiy parametrlar) bo‘lmasi: Yorug‘lik manbasini yoqish/o‘chirish (On parametri ro‘parasiga nazorat belgisi), shuningdek, yorug‘lik manbasini tanlash.

Shadows (Soyalari) qism menyusida soyalarni yoqish/o'chirish (On parametri ro'parasiga nazorat belgisi) belgilanadi, shuningdek, tashlab yuboriladigan soylar ko'rinishini tanlash amalga oshiriladi.

3D Studio Max dasturida soylarning besh xil ko'rinishi mavjud:

– Area Shadows (Hajmiy soya) – ba'zi sohada yotuvchi (to'g'ri burchak, dumalok va b.) bir me'yorda taqsimlangan manbalar guruhidagi bitta manbani almashtirish hisobiga obyektidan tushadigan soyani hisoblash amalga oshiriladi. Area Shadows bo'lmasida kerakli soha tanlanadi, shuningdek, chiqarib tanlanadigan soyaning sifati va so'nishi ko'rsatiladi;

– Shadow map (Soyalari xaritasi) – vizuallashtirish jarayonida sahnaga qoplanadigan rastr tasvirlar yaratiladi. Shadow Map Params (Soyalari xaritasi parametri) bo'lmasida soylar xaritasining o'lchami (Size) beriladi;

– Ray Traced shadows (nurlarning yo'nalishini belgilash orqali yaratiladigan soylar) – alohida yorug'lik nurlarini sahna obyektlarida akslanishi va shaffof muhitda sinishini hisobga olib yorug'lik manbasidan kamera obyektivigacha o'tishi nazarda tutadi;

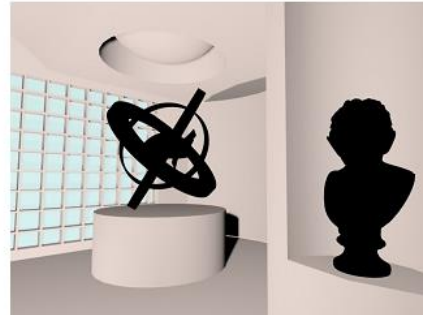
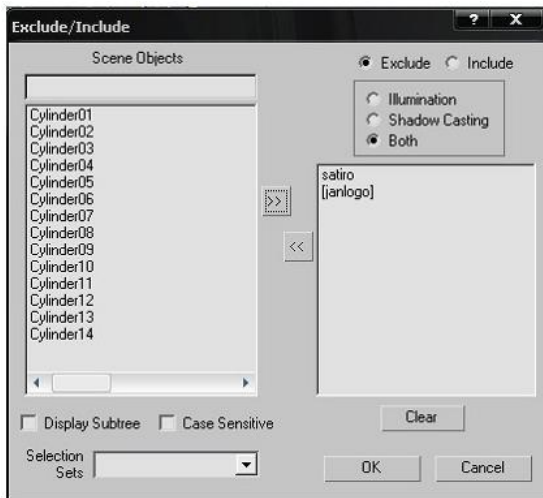
– Adv. Ray Traced (kuchaytirilgan yo'nalishlarni belgilash orqali yaratiladigan soylar) – Ray Traced shadows ga nisbatan muharrirlash uchun ko'prok parametrlarga ega;

– Mental ray Shadow map – soyaning ushbu turi mental ray vizualizatoridan foydalanishda yaratiladi.

General Parameters bo'lmasining qo'yi qismida Exclude tugmasi joylashgan, bu tugma yorug'lik manbasidagi obyektlar va soylarni kiritish/chiqarish imkonini beruvchi parametrlar oynasini ochadi (5.90-rasm).

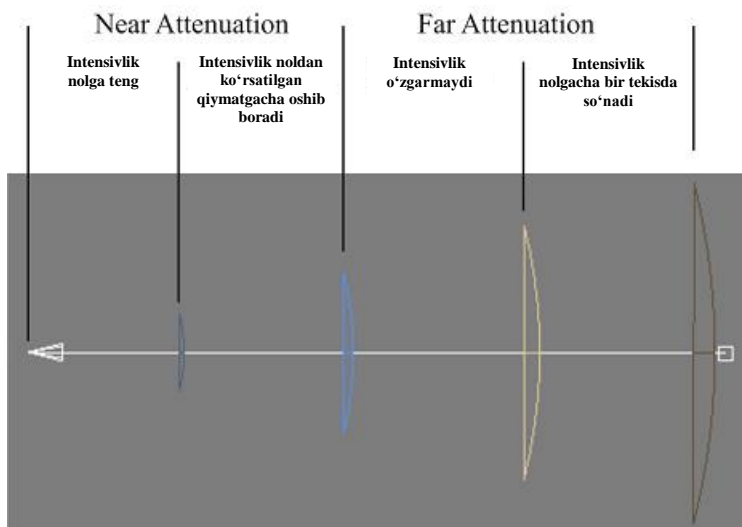
Oynaning chapgi qismida sahnadagi barcha obyektlar, o'ng qismida kiritiluvchi/chiqariluvchi obyektlar (chap qismda joylashgan obyektlarni oynaning o'ng qismiga olib o'tish uchun, dastlab keraklilari tanlab olinadi va ikkita strelkali tugma bosiladi) joylashadi. Exclude (Chiqarish) parametri tanlangan obyektlarni yoritmaydi, Include (Kiritish) parametri faqatgina tanlangan obyektlarni yoritadi. Illumination (illyuminasiya (charog'bonlik)) parametri faqat tanlangan obyektlarni yoritishni kiritilishi/chiqarilishini bildiradi; Shadow Casting – faqat chiqarib tashlanadigan

soyalarni kiritish/chiqarish; Both (ikkalasi) – ikkala parametrlarni kiritish/chiqarish.



5.90-rasm. Chapda: Exclude/Include oynasi parametrlari; O‘ngda: yorug‘lik manbasidan sahnadagi ikkita obyektни chiqarish natijasi.

2. Intensity/Color/Attenuation (Intensivlik/Yorug‘lik/So‘nish) bo‘lmasi quyidagi parametrlarga ega: Multiplier (Ko‘payish) yorug‘lik intensivligi va rangini belgilaydi; Decay (Susayish) – yorug‘likni asta-sekin so‘nishi Start (so‘nish boshlanishini belgilash tekisligi) parametriga bog‘liq.



5.91-rasm. Chapda: Attenuation (So‘nish) parametri diapazoni; O‘ngda: Yorug‘likni so‘nishidan foydalanish natijasi.

Attenuation (Soʻnish) manbadan oʻchirilishiga qarab yorugʻlikni asta-sekin kuchsizlanishini yaratish imkonini beradi. Toʻrtta paramert boʻyicha turlanadi: yaqindan soʻnishning boshlanishi va tugashi (Near Attenuation), shuningdek, uzoqdan soʻnishning boshlanishi va tugashi (Far Attenuation) (5.91-rasm). Soʻnishni uzoqdan va yaqindan foydalanish uchun, Use (Foydalanish) parametri roʻparasiga nazorat belgisini qoʻyish zarur.

3. “...” Parameters boʻlmasi (“...” - yaratilgan manba nomi (masalan: Spotlight Parameters)) yorqin dogʻlar doirasi (Hotspot/Beam) va yorugʻlikning tashqi doirasi (Falloff/Field) kengligini belgilash imkonini beradi, shuningdek, yorugʻlik tipini koʻrsatadi: Circle (Doira) – doiraviy kesim; Rectangle (Toʻgʻri burchak) – toʻgʻri burchakli kesim.

4. Advanced Effects (qoʻshimcha effektlar) boʻlmasida Contrast (Keskin farq) va Soften Diff. Edge (xiralashgan qirra) parametrlari yordamida obyekt maydonlarini yoritilgan manbalardan yoritilmaganiga oʻtish aniqligini turli variantlarda ishlash mumkin. Bundan tashqari, Projector Map (Xaritani proeksiyalash) qism menyusida None tugmasini bosib rastr tasvirni tanlash yoʻli bilan proektor effektini yaratish mumkin (5.95-rasm).

5. Shadow Parameters (Soya parametri) boʻlmasida quyidagilar belgilanadi: soya rangi (Color), zichligi (Dens.), soya xaritasi (proektor effektiga oʻxshash). Atmosphere Shadows (Atmosferaviy soya) qism menyusida atmosfera effektiga (tuman va b.) xos soyalar boshqariladi.

*Izoh:* Yorugʻlikning yoʻnaltirilgan manbalari parametrini faqat yorugʻlik manbasi (nishonsiz (Target)) tanlangan vaziyatda tahrirlar mumkin.

*Yorugʻlikning fotometrik manbalari (photometric)*

Ushbu yorugʻlik manbalaridan foydalanganda dastur belgilangan muhitda yorugʻlik tarqalishining fizik oʻzgarishini taʼminlaydi va yorugʻlik oqimi, yorugʻlik kuchi va yoritilganlik kabi tushunchalarga tayanadi.

Fotometrik manbalar yorugʻlikning real oʻlchov birligini ishlatadi: lyumenlar (lm) – yorugʻlik energiyasi, vaqt birligida yoritilgan; kandellar (cd) – yorugʻlik kuchining oʻlchov birligi (belgilangan soha chegaralarida tarqatiladigan yorugʻlik oqimi);

lyukslar (lx) – yoritiladigan yuza maydoniga yorug‘lik oqimining aloqasini belgilaydi (yoritilganlik).

Fotometrik manbalarni yaratish uchun Create (Yaratish) sahifasidan Lights (Yorug‘lik manbasi) bandini tanlab, so‘ngra tushuvchi ro‘yxatdan Photometric bandi tanlanadi.

Fotometrik manbalarning turlari:

1. Target Point (Nuqtali yo‘naltirilgan), Free Point (Erkin yo‘naltirilgan) – barcha yo‘nalishlarda yorug‘lik tarqalishi.

2. Target Linear (Chiziqli yo‘naltirilgan), Free Linear (Chiziqli erkin) – lyuminessent lampalar imitatsiyasi (chiziqli-uzaygan yorug‘lik).

3. Target Area (Tekislikga xos chiziqli), Free Area (Tekislikga xos erkin) – yorug‘likni eng yuqori nuqtadan tarqatishga o‘xshatish (to‘rtburchakli tekislik).

4. IES Sun (Quyosh nuri), IES (Sky) – quyosh nuri va osmon yorug‘ligi imitatsiyasi (muhit effektlarini hisobga olib yorug‘lik yaratish imkonini beradi (masalan: bulutli kundagi yorug‘lik)).

Fotometrik manbalar parametrlari bo‘lmasi ko‘pincha standart manbalarga mos keladi.

Intensity / Color / Distribution (Intensivlik / Rang / Taqsimlanish) bo‘lmasida fotometrik manbalarning quyidagi noyob parametrlari joylashgan:

1. Distribution (Taqsimlanish) – belgilangan qonuniyatlar bo‘yicha yorug‘likni taqsimlash imkonini beradi: Isotopic va Diffuse – barcha yo‘nalishlar bo‘yicha yorug‘lik tarqalishi; Spotlight – yorug‘likning konussimon tarqalishi; Web – yorug‘lik tayyor taqsimlangan fayl ochish.

2. Color (Rang) qism menyusi yorug‘lik rangini belgilaydi, shuningdek, yorug‘likning turli xil real manbalari (Flouressensiya, galogen, simobli va b.) uchun tayyorlashlarni tanlash imkonini beradi. Shuningdek, rang temperaturasini kelvin (Kelvin)da ko‘rsatish mumkin.

3. Intensity (Intensivlik) yorug‘likning ravshanligi fotometrik manbalar o‘lchov birligida beriladi.

*Sunlight (quyosh yorug‘ligi) va daylight (kunduzgi yorug‘lik) yorug‘lik manbalari*

Sunlight (Quyosh yorug‘ligi) va Daylight (Kunduzgi yorug‘lik) yorug‘lik manbalari yorug‘likning standart manbalaridan farqli “Tizim” toifasidagi obyekt hisoblanadi. Ular belgilangan geometrik joy uchun quyosh yorug‘ligini yaratish imkonini beradi va Create (Yaratish) sahifasining Systems (tizimlar) bandida joylashadi.

Sunlight (Quyosh yorug‘ligi) obyektining manbaning o‘zi (Sun), yorug‘lik yo‘nalishlariga (janub, shimol, sharq, g‘arb) bog‘liq ravishda manbaning turgan joyini belgilovchi kompas (Compass), yorqin dog‘lar doirasi (Hotspot/Beam) va yorug‘likning tashqi doirasi (Falloff/Field)dan tarkib topadi (5.92-rasm).

Sunlight obyektini yaratish uchun sichqonchaning chap tugmasini bosgan holda kursorni ozroq ko‘chirish (kompas (Compass) belgisi paydo bo‘ladi), so‘ngra tugmani qo‘yib yuborib kursorni yuqoriga yoki pastga ko‘chirish (manba balandligi), undan keyin sichqonchaning chap tugmasini bosish kerak.

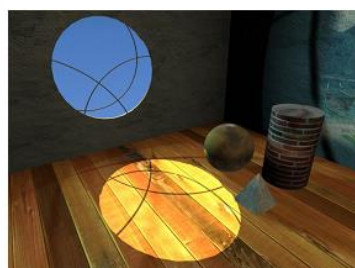
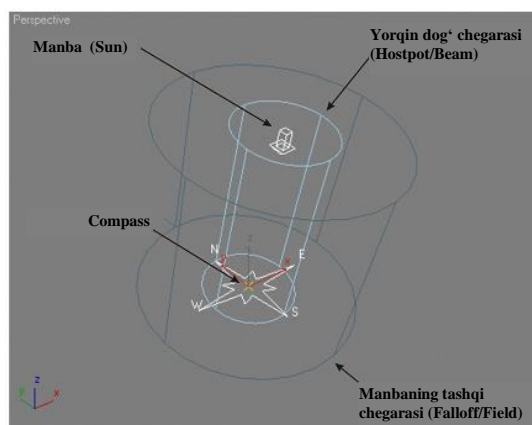
Sunlight (Quyosh yorug‘ligi) yorug‘lik manbasi ikkita ko‘rinishdagi tahrirlanuvchi parametrlarga ega:

1. Modife (O‘zgartirish) sahifasida yorug‘likning asosiy manbalari (intensivlik, soyalarni tahrirlash va b.)ga o‘xshash parametrlar bo‘lmasi joylashgan.

2. Motion (Harakat) sahifasida geografik joylashuv parametrlari ko‘rsatiladi:

- Time (Vaqt) qism menyusida quyoshga o‘xshash manba joylashgan erning yil, kun, oy, soat, minut va sekundi ko‘rsatiladi.

- Location (O‘rnashgan joy) qism menyusida dunyodagi turli xil shaharlarni tanlash imkonini beradi.



5.92-rasm. Chapda: Sunlight (Quyosh yorug‘ligi) manbasi tuzilishi;  
O‘ngda: Ushbu manbadan foydalanish natijasi.

- Kenglik va uzoqlik Latitude (kenglik) va Longitude (uzoqlik) parametrlari bilan beriladi.

- Site (O‘rnashgan joy) qism menyusida ikkita parametr beriladi: Orbital Scale (Orbital masshtab) – Sun va North Direction (proeksiyalash oynalarida shimol holati) manba balandligini tayinlaydi.

Daylight (Kunduzgi yorug‘lik) obyektini o‘xshash tuzilmaga ega bo‘lib, unda IES Sun (Quyosh nuri) va IES (Sky) fotometrik obyektlari ishlatiladi.

#### *Atmosfera effektlari*

Kunduzgi yorug‘likni yaratishdan tashqari 3D Studio Max dasturi olov (Fire Effect), tuman (Fog, Volume Fog) va hajmiy yorug‘lik (Volume Light) kabi turli xil atmosfera obyektlarini yaratish imkonini ham beradi.

Muhit effekti Environment and Effect (Atrof muhit va effektlar) oynasida joylashgan bo‘lib, bosh menyusdagi Rendering (Vizuallashtirish) bandida joylashgan Environment ... (atrofdagi muhit) buyrug‘i orqali chaqiriladi.

Har qanday effektni yaratish uchun Atmosphere (Atmosfera) bo‘lmasidagi Add (Yaratish) tugmasini bosish va kerakli atmosfera effektini tanlash lozim bo‘ladi. Tanlangan effektlar Add tugmasining ro‘rapasidagi effektlar ro‘yxatida paydo bo‘ladi.

Fire Effect, Volume Fog tipidagi effektlar maxsus gabarit konteynerlar yordamida yaratiladi: BoxGismo (quti ko‘rinishidagi gabarit konteyner), SphereGismo (sfera ko‘rinishidagi gabarit konteyner) va CylGismo (silindr ko‘rinishidagi gabarit konteyner). Konteynerlar yaratish tugmasi Create (Yaratish) sahifasining Helpers (Yordamchilar) toifasidagi Atmospheric Apparatus (Atmosfera effektlarini yaratish uchun uskunalari) bandida joylashgan.

Environment and Effect (Atrof muhit va effektlar) oynasidan Fire Effect (Olov effekti) (5.93-rasm) uskunasi tanlanganidan so‘ng Fire Effect Parameters (Olov effekti parametrlari) bandi paydo bo‘ladi va unda quyidagi parametrlarni ko‘rsatish mumkin:

1. Pick Gismo (Gabarit konteynerni tanlash) qism menyusida yaratilgan konteyner ko'rsatiladi, shundan keyin effekt tanlangan konteyner ichida joylashadi.

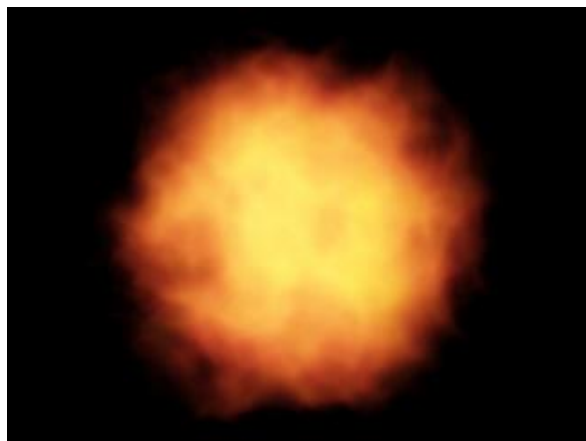
2. Colors (ranglar) qism menyusida uchta rang beriladi: Inner Color (Ichki rang); Outer Color (Tashqi rang); Smoke Color (Tutun rangi).

3. Share (Shakl) qism menyusida olovning ikki ko'rinishi beriladi: Tendrill (Alanga tili) va Fireball (Olovli shar).

4. Characteristics (Xususiyatlar) qism menyusida quyidagilar beriladi: Flame Size (Alanga o'lchami); Density (Zichlik); Flame Detail (Alanga detallari); Samples (Tanlab olish).

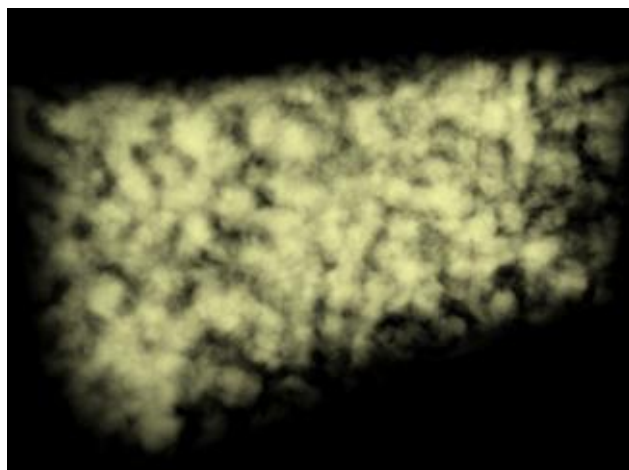
5. Motion (Harakat) qism menyusida Phase (Faza) va Drift (Siljish) parametrlari yordamida olov effektini animatsiyalash imkonini beradi.

6. Explosion qism menyusida yordami bilan portlash imitatsiyasini yaratish mumkin.



5.93-rasm. Olov effekti (Fire Effect).





5.94-rasm. Hajmiy tuman effekti (Volume Fog).

Volume Fog (Hajmiy tuman) parametri (5.94-rasm) gabarit konteynerda joylashgan bo‘lib, tuman effektini yaratishga xizmat qiladi va quyidagi parametrlarga ega:

1. Volume (Hajm) qism menyusida tuman rangi (Color), zichligi (Density), bo‘lak o‘lchami (Step Size)ni ko‘rsatish mumkin.

2. Noise (Shovqin) qism menyusida har xil turdagi tumanlar beriladi: Regular (Normal), Fractal (Fraktal) va Turbulence (Girdobsimon).

Hajmiy yorug‘lik (Volume Light) (5.95-rasm) yaratish uchun Volume Light Parameters (Hajmiy yorug‘lik parametrlari) bo‘lmasida Pick Light (Manbani ko‘rsatish) tugmasini bosib yorug‘lik manbasini tanlash zarur.

Hajmiy yorug‘lik parametri Fog Color (Tuman rangi), Attenuation Color (So‘nish rangi), Density (Zichlik) va boshqalar hisoblanadi.

Fog (Tuman) effekti (5.96-rasm) biror-bir konteynerni talab etmaydi va yaratilgandan so‘ng sahnada birdaniga paydo bo‘ladi. Ushbu effektning parametrlari quyidagilar hisoblanadi:

1. Fog (Tuman) qism menyusida quyidagi parametrlarni berish mumkin: Environment Color Map (Tumanga bo‘yoq berish xaritasini tanlash), Environment Opacity Map (Tuman shaffofligi xaritasini tanlash), shuningdek, tuman turini tanlash: Standard (Standart), Layered (Qatlamli).

2. Standard (Standart) qism menyusida tuman chegaralari ko‘rsatiladi: Near (Yaqin chegara), Far (Uzoq chegara).



5.95-rasm. Hajmiy yorug‘lik effekti.  
(Volume Light).



5.96-rasm. Tuman effekti (Fog)

### *Global yoritilganlik (global illumination)*

Real hayotda yoritish turli yuzalardan cheksiz sondagi yorug‘lik nurlarini bir necha bor akslantirish orqali shakllantiriladi. Yuzadan akslantirish jarayonida yorug‘lik nuri qisman singib ketadi (yutiladi), shuningdek, ushbu yuza rang turlariga ega bo‘ladi. Yorug‘lik nuri atrof muhitga to‘liq singib ketmaguncha jarayon davom etishdan to‘htamaydi.

Sahnadagi turli obyektlardan akslanadigan yorug‘likni hisoblash jarayoni global yoritilganlik (Global Illumination) deb nomlanadi.

Global yoritilganlikning afzalliklari quyidagilar hisoblanadi:

1. Realistik tasvirlar yaratish.
2. Minimal sondagi yorug‘lik manbalaridan foydalanish (ko‘pincha, bitta manbaning o‘zi etarli).
3. Sifatli soyalarni avtomatik hisoblash.

Global yoritilganlikning kamchiligiga murakkab sahna bilan bog‘liq tasvirlarning vizuallashtirish vaqtining davomiyligi va kompyuter resurslarini (bir necha minutdan bir qancha soatlargacha) keltirish mumkin.

3D Studio Max dasturida global yoritilganlik quyidagi ikki usul yordamida amalga oshiriladi:

1. Light Tracer (Yorug‘lik yo‘nalishini belgilash).
2. Radiosity (Yoritish joyini o‘zgartirish).

Global yoritilganlik usullarini faollashtirish buyruqlari bosh menyudagi Rendering (Vizuallashtirish) – Advanced Lighting (kuchaytirilgan yoritish) bandida joylashgan.

Keltirilgan usullardan biri tanlanganidan so‘ng Advanced Lighting (kuchaytirilgan yoritish) bandidagi Render Scene (Sahnani vizuallashtirish) oynasida sozlashlarni o‘zgartirish mumkin. Render Scene oynasi uskunalar panelida (Toolbar) joylashgan Render Scene Dialog tugmasini bosish orqali chaqiriladi (2-jadval 25-band).



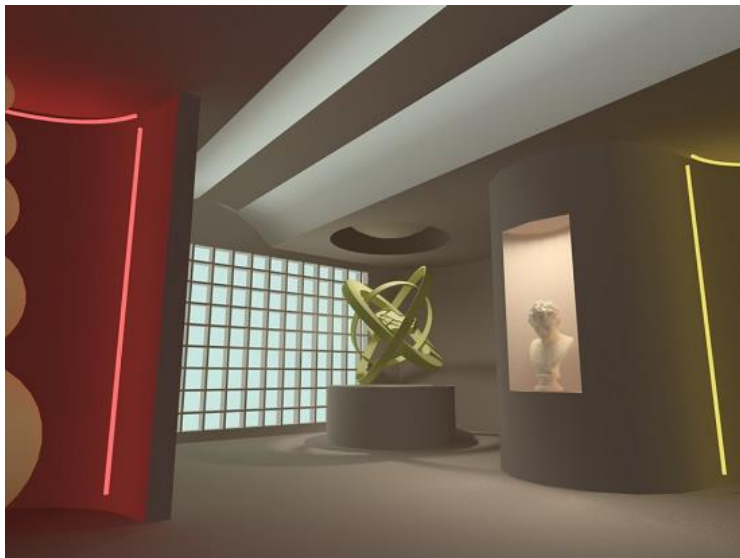
5.97-rasm. Light Tracer (Yorug‘lik yo‘nalishini belgilash) usulidan Daulight (Kunduzgi yorug‘lik) manbasi bilan birgalikda foydalanish.

*Izoh:* Har bir obyekt xususiyatlarini o‘zgartirish oynasida, sahnadagi ushbu obyektga global yoritilganlik ta‘sirini nazorat qilish imkonini beruvchi Adv. Lighting bandi mavjud.

Light Tracer (Yorug‘lik yo‘nalishini belgilash) usuli (5.97-rasm) odatda, tashqi fazo (eksterer)da sahnani vizuallashtirish uchun ishlatiladi va yorug‘lik nurlarining yo‘li kamera obyektiviga manbadan emas, balki obyektivdan manba tomonga kuzatib turilishi bilan joylashadi. Uch o‘lchovli sahnani tekis proeksiyalash alohida maydonlarga ajratiladi va ularning har biri uchun yoritilganlik hisoblanadi.

Ushbu usulni vizuallashtirish sifatiga ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy parametr Rays/Sample (tayanch nuqtadagi nurlar soni) hisoblanadi, Bounces (Akslanishlar soni), hisoblash maydonlari sonini o‘zgartirish (Adaptive Undersamplign).

Radiosity (Yoritish joyini o‘zgartirish) usulining asosiy prinsipi sahnadagi obyektlar uchburchakli yoqlardan tarkib topgan to‘rlarga bo‘linishidan iborat (5.98-rasm). Bo‘lishdan so‘ng yorug‘likning berilgan manbalarida sahnadagi barcha obyektlarning yoritilganligini dastlabgi hisoblash ishlari amalga oshiriladi.



5.98-rasm. Radiosity (yoritish joyini o‘zgartirish) usulidan foydalanish.

Yoritilganlik hisoblanganidan so‘ng qayta hisoblashlarsiz (Light Tracer (Yorug‘lik yo‘nalishini belgilash) usuli uchun hisoblash vizuallashtirish vaqtida har safar amalga oshadi) sahnadagi har qanday rakursni (narsaning uzoqdagi qismlarini kichraytirib tasvirlash) vizuallashtirish mumkin.

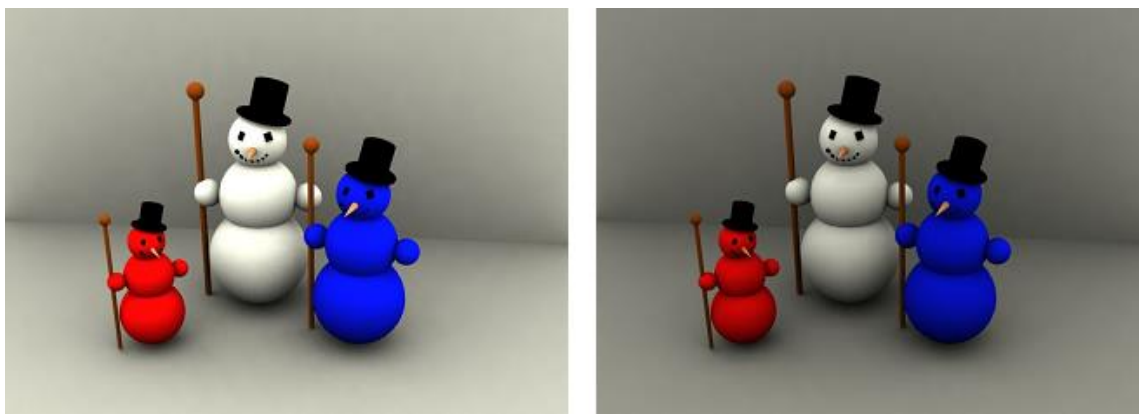
Ushbu usul yordamida aniq vizuallashtirish uchun obyektidagi yoqlar sonini tartibga solish lozim (Subdivide modifikatori (uchburchakli yoqlardan tarkib topgan karkas yaratish)).

Radiosity usulini amalga oshirish uchun Radiosity Processing Parameters (usulni hisoblash parametri) (Radiosity parametri ham Light Tracer parametri tayinlangan joydan belgilanadi) bo'lmisidan Start tugmasini bosish kerak, shundan so'ng dastur sahnani hisoblashni boshlaydi, undan so'ng Render tugmasi bosiladi. Initial Quality (Boshlang'ich sifat) parametri vizuallashtirish sifatini o'rnatadi.

Radiosity (Yorug'likni ko'chirish) usuli turli xil intererlarni vizuallashtirish maqsadida foydalanish qulay.

Rendering (Vizuallashtirish) tushuvchi menyudagi Advanced Lighting (Kuchaytirilgan yorug'lik) qism menyusida global yoritish usullaridan tashqari Exposure Control (Ekspozitsiyalarni boshqarish) buyrug'ini faollashtirish mumkin.

Ekspozitsiya fotos'yomka jarayonida ishlatiladi, tutib turish (kamera obyektivi yopilish vaqtining davomiyligi) va diafragmalar (yoriq diametri)ni boshqarish orqali tasvirlarning qurilishini belgilaydi. 3D Studio Max dasturida ushbu parametr imitatsiyasi orqali vizuallashtirilayotgan tasvirning yorqinligi va mos kelmasligini oshirish yoki kamaytirish mumkin (5.99-rasm).



5.99-rasm. Exposure Control (Ekspozitsiyalarni boshqarish) parametridan foydalanish. Chapda: No Exposure Control (Ekspozitsiyalarsiz); O'ngda: Linear Exposure Control (Chiziqli ekspozitsiya).

Ekspozisiyalar parametrlari Environment oynasida joylashgan (bosh menyu, Rendering (Vizuallashtirish) bandi). Exposure Control (Ekspozisiyalarni boshqarish) bo'limasida kerakli ekspozisiyalar turini ko'rsatish mumkin: No Exposure Control (Ekspozisiyalarsiz); Automatic Exposure Control (Avtomatik ekspozisiya); Linear Exposure Control (Chiziqli ekspozisiya); Logarithmic Exposure Control (Logarifmik ekspozisiya); Pseudo Color Exposure Control (soxta ranglarni boshqarish rejimidagi ekspozisiya). Tanlangan turdagi ekspozisiyalar uchun quyida xossalarni o'zgartirish bo'limasi paydo bo'ladi.

Process Background and Environment Maps (Orqa fon va muhit xaritasini qayta ishlash) parametrining kiritilishi ekspozisiyaning foni va uni o'rab turgan muhitni hisobga olish imkonini beradi, Render Preview (Dastlabki ko'rish) tugmasi esa dastlabki natijasini ko'rsatishga xizmat qiladi.

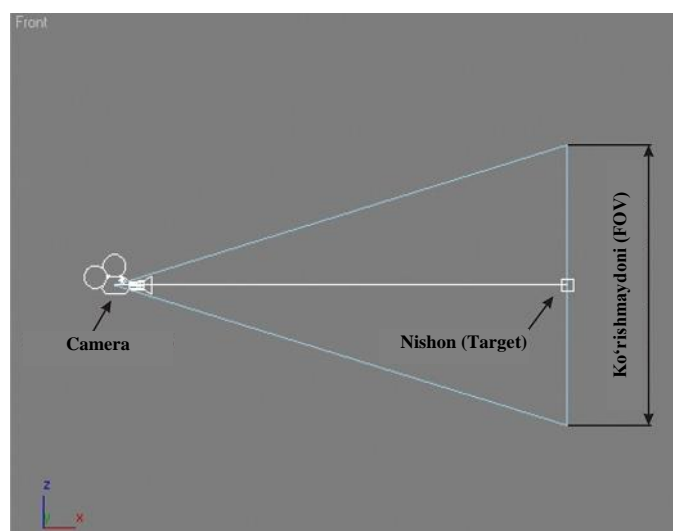
### ***Kamera yaratish va undan foydalanish***

Rastrli tasvirlar va videolavhalarni vizuallashtirish aslida virtual foto va videotasvir hisoblanadi, shuning uchun sahna bilan ishlashda "Kamera" (Camera) tipidagi obyektlardan foydalaniladi. Sahnada turli rakurslarni yozib boruvchi har qancha sondagi kameralarni o'rnatish mumkin.

3D Studio Max dasturida ikkita ko'rinishdagi kameralarni yaratish mumkin (Kamerani yaratish tugmasi Geometry/Geometriya bandidagi Cameras (Kameralar)):

1. Target (Yo'naltirilgan kamera). Kameralarning o'zi (Camera), nishon (Target) va kameraning ko'rish maydoni (FOV – Field of View)dan tarkib topadi (5.100-rasm).

2. Free (Erkin kamera). Yo'naltirilgan kamera o'xshash, ammo bunda nishon (Target) qismi mavjud emas.



5.100-rasm. “Yo‘naltirilgan kamera” obykti (Target).

Yo‘naltirilgan kamerani yaratish Target Spot yorug‘lik manbasini yaratishga o‘xshash: dastlab kameraning o‘zi yaratiladi, so‘ngra sichqonchani bosish orqali nishon yaratiladi.

*Izoh:* Create Camera From View (Perspective proeksiyalash oynasidan kamerani yaratadi) buyrug‘i bosh menyuning Views (Ko‘rinishlar) bandida joylashgan va Perspective (Perspektiv) ko‘rinishidagi yo‘naltirilgan kamerani yaratish imkonini beradi.

Proeksiyalashning ixtiyoriy oynasida kameradan ko‘rinishga o‘tish mumkin. Buning uchun proeksiya oynasi nomi ustiga sichqonchani o‘ng tugmasini bosish va tushuvchi menyudan Views (Ko‘rinishlar) bandi – Kamera nomi (Camera01)ni tanlash zarur.

Kamerani ikki xil usulda boshqarish mumkin:









1. Burish va ko‘chirish buyruqlari yordami bilan proeksiyalash oynasida;

2. Ekraning o‘ng tomon pastgi qismida joylashgan proeksiyalash oynalaridagi boshqaruv tugmalaridan foydalanib.

Proeksiyalash oynasida kameralarni bevosita boshqarish standart ko‘rinishga ko‘proq o‘xshash, faqat unda quyidagi buyruqlar mavjud emas:

5.15-jadval

Kamerani boshqarish buyruqlari

<b>№</b>	<b>Tugma</b>	<b>Nomlanishi</b>	<b>Tavsifi</b>
1	1.  2.  3. 	1. Dolly Camera (kamerani ko‘chirish); 2. Dolly Target (Nishonni ko‘chirish); 3. Dolly Camera + Target (Kamera va nishonni ko‘chirish);	Kamerani uchta turlicha usullar bilan ko‘chiradi, sahna obyektlarini yaqinlashtirish yoki o‘chirish
2		Field-of-View (Ko‘rish maydoni)	Kameraning ko‘rish maydonini o‘zgartiradi
3		Perspective (Perspektiv)	Perspektivalarni kattalashtirish yoki kichraytirish
4		Roll Camera (Kamerani burish)	Kamerani o‘z o‘qi atrofida burish 5.15-jadvalning davomi
5	1.  2. 	1. Orbit Camera (Orbita bo‘yicha harakat); 2. Pan Camera (Kamerani panoramalashtirish)	Kamerani nishon atrofida burish

Kameralar parametrlarini tahrirlash ikkita bo‘lma yordamida amalga oshiriladi:

1. Parameters (Parametrlar) bo‘lmasi.

Ushbu bo‘lmada kameraning ko‘rish maydoni (FOV) o‘lchamini o‘zgartirish, shuningdek, Stock Lences qism menyusida belgilangan fokusli masofadan virtual obyektivni almashtirish mumkin.

Kameraning ko‘rish maydoni (FOV – Field of View) graduslarda o‘lchanadi va ko‘rish burchagini xarakterlaydi.

Fokus masofasi (focal length) o‘zida plyonka va kamera obyektivi orasidagi masofani namoyon etadi va obyektivni almashtirganda o‘zgaradi. Fokus masofasi 50 mm bo‘lgan obyektiv inson ko‘zidagi singari, xuddi shunday ko‘rish burchagini ta‘minlaydi.

Environment Ranges (Muhitni cheklash) qism menyusidan yaqin (Near Range) va uzoq (Far Range) diapazonlarni kiritish

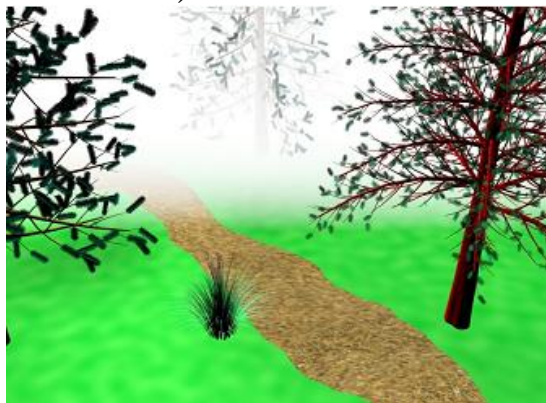


yordamida muhit effekti (tuman, hajmiy yorug'lik)ning tarqalishini nazorat qilish mumkin (5.100-rasm).

Clipping Planes (uzoqliligi bo'yicha kamera ko'rinishidagi obyektlarni o'chirish) parametridan foydalanish, faqatgina Near Clip (kesib olingan sohaning yaqin tekisligi) va Far Clip (kesib olingan sohaning uzoq tekisligi) tekisliklari o'rtasida ma'lum bo'lgan obyektlarni sahnada ko'rinadigan qilish imkonini beradi.

Multi-Pass Effect (Ko'p miqdorda vizuallashtirish) qism menyusi ikkita parametrga ega:

1. Depth of Field (O'ta ravshanlik chuqurligi) – orqa planda joylashgan obyektlarning hiralashishini hisobga olib, old fondagi obyektни ajratish imkonini beradi (5.101-rasm). Depth of Field Parameters (O'ta ravshanlik chuqurligi parametrlari) bo'lmasida quyidagi parametrlar ko'rsatiladi: Focal Depth (Fokus chuqurligi); Total Passes (orqa plandagi obyektlarni hiralashtirish uchun zarur bo'lgan vizuallashtirish soni) va b.



5.101-rasm. Environment Ranges (Muhitni cheklash) parametridan foydalanish.



## 5.102-rasm. Depth of Field (O‘ta ravshanlik chuqurligi) parametridan foydalanish.

2. Motion Blur (Harakatdagi xiralashish) – obyektlar harakatini ularning xiralashishi hisobiga (masalan: vertolyot parragining aylanishi) imitasiyalaydi. Depth of Field (O‘ta ravshanlik chuqurligi) uskunalar bilan bir xil parametrga ega.

### ***Tasvirni vizuallashtirish***

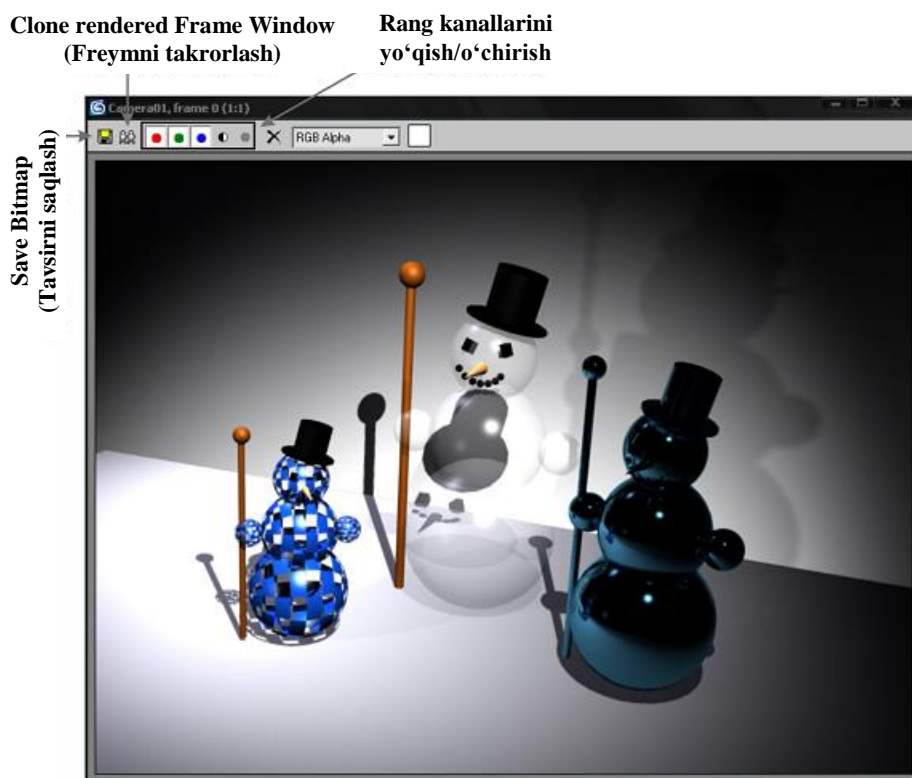
Vizuallashtirish (Rendering) o‘zida yaratilgan sahnaning barcha parametrlari hisobga olingan rastri tasvir, videolavha yoki ssenariyning matnli faylini namoyon etadi. Shu sababli proeksiya oynalarida yorug‘lik manbalarining soyalari, murakkab materiallar va muhit effektlari ko‘rsatilmaydi.

*Izoh:* Sahnaning murakkabligiga bog‘liq ravishda vizuallashtirish parametrlari variyasiylanadi (tasvirning oxirgi faylini yaratish jarayonini tezlatish uchun).

Vizuallashtirishni boshqarish tugmalari uskunalar panelining o‘ng qismida joylashgan (Toolbar) (2-jadval 25–27-bandlar).

Vizuallashtirish vaqtida vizuallashtirishning joriy holatini nazorat qiluvchi Rendering oynasi paydo bo‘ladi. Oynaning yuqori qismidagi ikkita lineyklar Total Animation (Barcha animatsiya) va Current Task: Rendering Image (Joriy vazifa: Tasvirni vizuallashtirish) vizuallashtirish jarayonining borishini aks ettiradi. Rendering Progress (Vizuallashtirish jarayoni) qism menyusida joriy vizuallashtirilayotgan kadr (Frame) eks etadi, shuningdek, vizuallashtirishning boshlanishi va yakunlanish vaqtining taxminiy hisobi bajariladi.

Quick Render (Tezkor vizuallashtirish) tugmasi bosilganda (2-jadval 27-band) Frame Window (Freym) oynasida tasvirning vizuallashtirishi amalga oshadi (5.103-rasm), bu esa sahnaning oxirgi tasvirini ko‘rish imkonini beradi.



5.103-rasm. Frame Window (Freym) oynasining tuzilishi.

Ushbu oyna yordamida olingan tasvirni grafik fayl ko‘rinishida (Save Bitmap tugmasi (Rastr tasvirlarni saqlash)) saqlash, vizuallashtirish natijalarini taqqoslash uchun mazkur oynaning dublikatini yaratish (Clone Render Frame Window (Freymni takrorlash) tugmasi), shuningdek, turli rang kanallarini ko‘shish va olib tashlash mumkin.

*Izoh:* Quick Render (Tezkor vizuallashtirish) tugmasi o‘zida suriladigan panelni ifodalaydi, ikkinchi buyruq real vaqt rejimida Frame Window (Freym) oynasida materiallarning o‘zgarishini ko‘rib chiqish imkonini beradi (5.2-jadval 27-band).

Render Type (Vizuallashtirish tipi) ro‘yxati (5.2-jadval 26-band) vizuallashtirishning turli variantlarini tanlash imkonini beradi:

1. *View (Ko‘rinish)* – proeksiyaning faol oynasida vizuallashtirish.

2. *Selected (Belgilangan)* – tanlangan obyektlarni vizuallashtirish.

3. *Region (Soha)* – vizuallashtirish tugmasi bosilganda, faol ko‘rinish ekranida kesuvchi ramka paydo bo‘ladi, uning yordamida vizuallashtiriladigan soha belgilab olinadi.

4. *Crop (Kesib olish)* – Frame Window (Freym) oynasida tanlanmagan qismni keyinchalik kesib olish orqali belgilangan sohani vizuallashtirish.

5. *Blowup (Kuchaytirish)* – tanlangan soha vizuallashtirishning barcha oynasini o‘zida to‘ldiradi.

6. *Box Selected (“Parallelepiped” tipida belgilash)* – belgilangan obyektlarni vizuallashtirish. Vizualashtirish tugmasi bosilganda tasvirning kengishi (Width) va (Height) balandligi o‘lchamlarini so‘rovchi oyna paydo bo‘ladi.

7. *Region Selected (Belgilangan soha)* – belgilangan obyekt atrofida sohani vizuallashtiradi.

8. *Crop Selected (Belgilanganlarni kesib olish)* – belgilangan obyekt bo‘yicha sohani kesib olish.

*Vizuallashtirish parametrlarini o‘zgartirish*

Render Scene Dialog (Sahnani vizuallashtirish) (5.2-jadval 25-band) tugmasi bosilganda (yoki bosh menyuning Rendering (Vizuallashtirish) bandidan, Render buyrug‘i tanlanadi) Render Scene (Sahnani vizuallashtirish) oynasi paydo bo‘ladi. Bu oynada vizuallashtirish tezligi/sifati tushunchalari bilan turlanadigan parametrlarni o‘zgartirish mumkin.

Render Scene (Sahnani vizuallashtirish) oynasi beshta sahifadan tarkib topgan:

1. Common (Umumiy sozlashlar) – vizuallashtirishning asosiy sozlashlari.

2. Renderer (Vizualizator) – tanlangan vizualizator parametrlarini o‘zgartirish sahifasi.

3. Render Elements (Elementlarni vizuallashtirish) – bu sahifa sahnadagi alohida elementlarni (soylar, obyektlarni aks ettirish va b.) vizuallashtirish imkonini beradi. Vizualashtirishdan so‘ng tanlangan elementlar berilgan alohida oyna paydo bo‘ladi.

4. Raytracer (Yo‘nalishni belgilash) – yorug‘lik nurining yo‘nalishini belgilash metodini o‘zgartirish parametrlarini nazorat qiluvchi sahifa.

5. Advanced Lighting (Kuchaytirilgan yorug‘lik) – global yoritilganlik (Global Illumination) parametrlari.

Common Parameters bo‘lmasining Common sahifasida quyidagi parametrlarni ko‘rsatish mumkin:

1. Time Output (Chiqish vaqti) qism menyusi vizuallashtirish kadrlari sonini ko'rsatish imkonini beradi: Single (bitta kadr); Active Time Segment (vaqtning faol segmenti) – ayni vaqtda foydalaniladigan kadrlar soni; Range (Diapazon) – kadrlar ixtiyoriy sonda beriladi (masalan: agar jami animatsiya 200 kadrda iborat bo'lsa, 50 dan 115 gacha kerak bo'lgan animasion parchani vizuallashtirish mumkin va b.); Frames (Freymlar) – tanlanma kadrlarni vizuallashtirish.

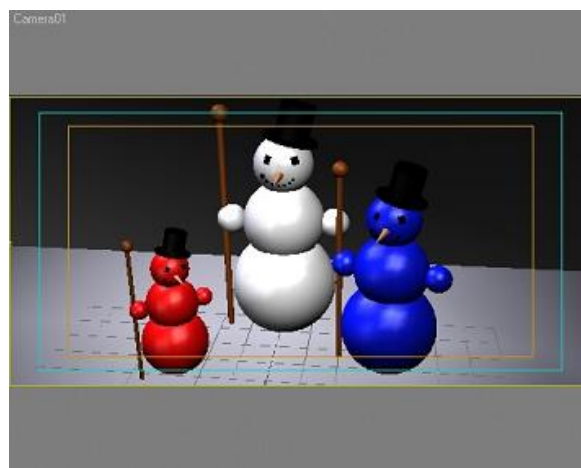
2. Output Size (Tasvir o'lchami) qism menyusi tasvirning kerakli o'lchamini piksellarda berish imkoniyatini yaratadi. Tushuvchi ro'yxatdan oldindan tayyor foto va video standartlarni tanlash (masalan: turli ko'rinishdagi kinoplyonkalar, televizion ruxsatlar va b.) mumkin. Aperture Width(mm) (Kamera aperturasi kengligi) parametri kameraning fokus masofasi va ko'rish maydoni munosabatlarini o'zida ifodalaydi va standart ruxsatlarni tanlaganda o'zgaradi.

Standart variantlardan tashqari tasvirning kengligi (Width) va balandligini (Height) o'zgartirish orqali o'lchamlarni qo'lda o'rnatish (Custom bandi) mumkin. Tasvir kengligining balandlikga nisbati Image Aspect (Mutanosiblik koeffitsiyenti) parametrining o'ziga xos xususiyatini ko'rsatadi.

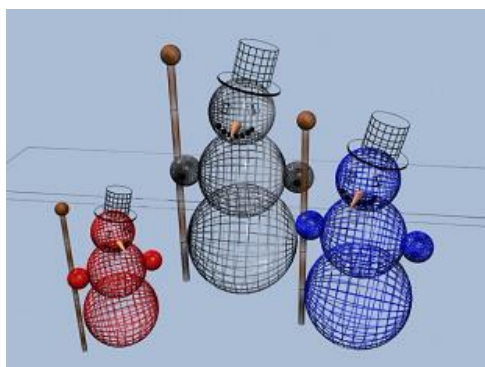
*Izoh:* Proeksiya oynalarining ixtiyoriy birida vizuallashtirilayotgan tasvirning berilgan o'lchamlarini ko'rish uchun, proeksiya oynasi nomi ustiga sichqonchanning o'ng tugmasi bosish va Safe Frame (Havfsiz kadr) buyrug'ini tanlash zarur (5.104-rasm).

3. Options (Opsiyalar) qism menyusida turli xil parametrlar beriladi: Render Hidden Geometry (Yashiringan obyektlarni vizuallashtirish); Force 2-Sided (Ikkala tomon sirtini vizuallashtirish) va b.

4. Render Output (Tasvirni chiqarish) qism menyusi vizuallashtirish natijasini faylga yozish imkonini beradi. Buning uchun Files ... (Fayllar ...) tugmasini bosish, so'ngra faylni qaerga yozish kerakligini, fayl nomi va formatini ko'rsatish lozim.



5.104-rasm. 800x400 piksellar o‘lchamida berilgan Safe Frame rejimi



5.105-rasm. Qo‘shimcha parametrlarni yoqish/o‘chirish.

Rastrli tasvirlar \*.jpg, \*.tif va boshqa ruxsatlarga ega. Videolavhalar \*.avi, \*.mov formatida yoziladi. Render (Vizuallashtirish) tugmasi bosilgandan so‘ng natija tanlangan faylda saqlanadi.

Renderer (Vizualizator) sahifasidagi Default Scanline Renderer (Standart vaziyatda ishlatiladigan, satrma-satrlı vizualizator) bo‘lmasida vizualizator parametrlarini beriladi:

1. Options (Opsiyalar) qism menyusi sahnaning aks etishini nazorat qiladi.

Quyidagi parametrlarni yoqishi/o‘chirishi mumkin: Shadows (Soyalar); Auto-Reflect/Refract and Mirrors (Akslanuvchi/sinuvchi obyektlar va oyna); Force Wireframe (Simli karkas ko‘rinishida vizuallashtirish) – Wire Thickness (Simning qalinligi) parametri simli karkas qalinligini belgilash imkonini beradi (5.105-rasm).

2. Antialiasing (Silliqlash) qism menyusi materiallar xaritasini silliqlashni o‘chirish (natijada obyektlarda pog‘onali qirralar paydo bo‘ladi) yoki silliqlash tipini o‘rnatish imkonini beradi.

*Izoh:* Antialiasing (Silliqlash) – tasvirning pog‘onali tashqi ko‘rinishini silliqlash rangli sohalar chegarasiga silliq o‘tishni yaratish hisobiga amalga oshadi.

3. Global SuperSampling (Global keragidan ortiq tanlash) qism menyusi o‘zida materiallarning qo‘shimcha silliqlanishini ifodalaydi. Ushbu parametr o‘rnatilganda tasvirni vizuallashtirish vaqti oshishi mumkin.

4. Object Motion Blur qism menyusi harakatlanadigan obyektlarning xiralashishini nazorat qiladi.

5. Auto-Reflect/Refract Maps (Akslanish xaritalari/materialning sinishi) qism menyusida akslanuvchi/sinuvchi obyektlarni vizuallashtirishdagi takrorlanishlar soni beriladi.

#### *Vizualizatorlar*

3D Studio Max dasturi obyektlarni vizuallashtirishning har xil turlaridan foydalanish imkonini beradi. Ularning har biri so‘nggi ko‘rinishdagi tasvirni yaratishda o‘ziga xos xususiyatga ega.

Standart vaziyatda vizuallashtirish uchun Scanline Renderer (Satrli vizualizator) buyrug‘idan foydalaniladi, shuningdek, yana bir o‘rnatilgan vizualizator Mental Ray mavjud.

Vizuallashtirish algoritmini tanlash Assign Renderer (Vizualizatorni tanlash) (Render Scene (Sahnani vizuallashtirish) oynasidagi Common sahifasi) bo‘lmasida amalga oshiriladi. Vizualizatorni tanlash uchun uch xil parametrlar bo‘yicha tanlash mumkin: Production (Ishlab chiqarish); Material Editor (Materiallar muharriri); Active Shade (Faol ko‘rinish ekrani).

Standart vaziyatda Production (Ishlab chiqarish) va Material Editor (Materiallar muharriri) parametrlari “qulf” belgisi orqali birlashtirilgan, shu sababli Production (Ishlab chiqarish) parametri uchun vizualizatorni bemalol tanlash etarli.

*Izoh:* Active Shade (Faol ko‘rinish ekrani) buyrug‘i proeksiya oynasining qo‘shimcha menyusida joylashgan (Proeksiya oynasi nomi ustiga sichqonchani o‘ng tugmasi bosiladi, so‘nga Views

(Ko‘rinishlar) bandi) va ixtiyoriy proeksiya oynasida qisman vizuallashtirishgan sahnani aks ettirish imkonini beradi.

Standart vaziyatda foydalaniladigan vizualizatoridan tashqari, tanlash menyusida yana ikkita algoritm joylashgan: Mental Ray (Oqilona nur) va VUE File Renderer (VUE faylga vizuallashtirish).

VUE File Renderer vizualizatori sahnadagi barcha vizuallashtirilgan obyektlar ro‘yxati bilan matnli faylni yaratadi.

Mental Ray vizualizatorida global yoritishni (Global Illumination) quvvatlash o‘rnatilgan, shu sababdan u satrli vizualizatoridan foydalanishga nisbatan ancha realistik tasvirlarga ega bo‘lish imkonini beradi. Scanline Renderer algoritmi tasvirni satrli vizuallashtiradi, Mental Ray vizualizatori esa tasvirni bo‘limlarga ajratadi.

Ushbu vizualizator ikkita yorug‘lik manbasiga (mr Area Omni va mr Area Spot), yorug‘lik manbalarida soyalarni hisoblash bo‘yicha o‘zining algoritmiga (mental ray Shadow map) va realistik obyektlar yaratish imkonini beruvchi o‘z materiallariga (masalan: SSS materiallari (Subsurface Scattering – sirt osti aks) teri qoplamasiga o‘xshatib ishlash imkonini beradi) ega.

Mental Ray vizualizatorining noyob jihatlari akustik va fotonlardan foydalanish hisoblanadi.

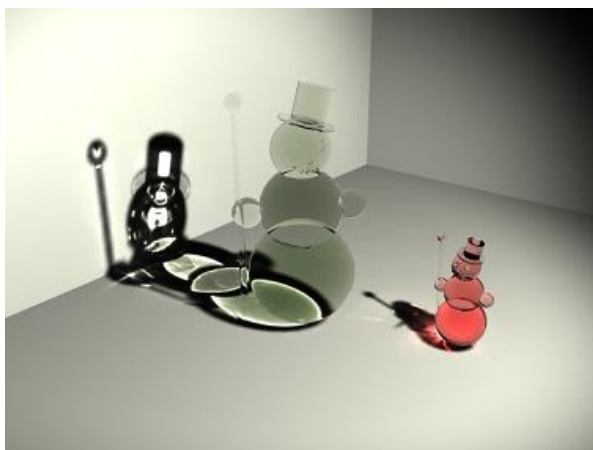
Kaustiklar (Caustics) effekti o‘zida yorug‘likni bir necha bor aks ettirish natijasi olingan yorug‘lik dog‘larining (shu‘la) shakllanishini ifodalaydi (5.106-rasm).

Fotonlar (Photons) – muayyan energiyaga ega bo‘lgan yorug‘lik qismi bo‘lib, sahna obyektlariga va atrof muhitga sochiladi. Fotonlar sonini ko‘paytirish yorug‘lik aniqligini oshiradi.

Kaustiklar effektlari va fotonlar sonini boshqarish Render Scene (Sahnani vizuallashtirish) oynasidagi Indirect Illumination (Qisman yoritish) sahifasida amalga oshiriladi.

Renderer (Vizualizator) sahifasida vizuallashtirish algoritmlari va sifati (Sampling Quality (Tanlanmalar sifati) bo‘lmasi)) beriladi.





5.106-rasm. Kaustiklar effektidan foydalanish.

Oʻrnatilgan vizualizatorlardan tashqari, 3D Studio Max dasturi realistik sahnalar yaratishga sharoit tugʻdiruvchi alohida tarzda koʻshiladigan vizualizatorlardan foydalanish imkonini beradi. Ularga quyidagilar tegishli: V-Ray, Final Render va boshqalar. 5.8-rasmdagi “shisha” obyektini V-Ray vizualizatori yordamida yaratilgan.

*Sahna obyektlarini rastli tasvirlarga qoplash (background)*

Zamonaviy kinematograf koʻproq modellashtirilgan makonga real qaxramonlarni, shuningdek, yaratilgan uch oʻlchovli obyektlarni haqiqatda mavjud manzalarga qoʻyishdan foydalanadi.

3D Studio Max dasturi modellashtirilgan obyektini ikki oʻlchovli rastli tasvir bilan qoplash imkonini beradi (Background).

Qoplash jarayoni quyidagi algoritmlar boʻyicha amalga oshiriladi:

1. Uch oʻlchovli model yaratiladi (5.107-rasm).
2. Qoplash uchun tasvir tanlanadi (Background) (5.108-rasm).
3. Bosh menyuning Views (Koʻrinishlar) bandidan Viewport Background (Proeksiya oynasining orqa foni) buyrugʻi tanlanadi [Alt+B]. Bu buyruq tanlangan tasvir yoki videolavhani proeksiyaning faol oynasida aks ettirish imkonini beradi.



5.107-rasm. “Gul ekilgan tuvak”.



5.108-rasm. Orqa fon (Background).

Files (Fayllar) tugmasi orqali ochilgan oynada (Viewport Background) kerakli tasvir tanlab olinadi. Display Background parametri ro‘parasiga nazorat belgisini o‘rnatish tasvirni proeksiyaning faol oynasiga aks ettiradi.

Apply Source and Display to (Tasvirni ishlatish va aks ettirish) qism menyusida ikkita parametрни tanlash mumkin: Active Only (Faqat proeksiyaning faol oynasida aks ettirish); All Views (Proeksiyaning barcha oynalarida aks ettirish).

4. Obyektни ko‘chirish, burish va masshtablash buyruqlari, shuningdek, proeksiya oynalarini boshqarish tugmalari (5.3-jadval) orqali proeksiyaning faol oynasida yaratilgan model orqa fon bilan qoplanadi (5.109-rasm).

5. Tanlangan obyekt vizuallashtirish jarayonida paydo bo‘lishi uchun, Environment and Effects (Atrof muhit va effektlar) (bosh menyuning Rendering (Vizuallashtirish) bandida joylashgan Environment buyrug‘i) oynasida joylashgan Environment Map (Muhit xaritasi) qism menyusida None (Hech narsa) tugmasini bosish kerak. Ochilgan Material Editor oynasida Bitmap parametrini tanlash (5.14-jadval 1-band), so‘ngra kerakli tasvirni tanlab olish lozim.

*Izoh:* Use Environment Background (Muhit orqa fonidan foydalanish) buyrug‘i ro‘parasiga nazorat belgisi o‘rnatish, Environment and Effects (Atrof muhit va effektlar) oynasida berilgan, tasvirni proeksiya oynalarida aks ettirish imkonini beradi.



5.109-rasm. Obyektni orqa fon bilan qoplash.



5.110-rasm. Oxirgi natija.

6. Fon bilan oxirgi qoplashni amalga oshirish uchun obyekt yaratish Plane (Tekislik), qoplanadigan quyi obyektga uni joylashtirish va materialni qo‘llash Matte/Shadow (Maska/soya) (5.11-jadval 5-band) zarur (5.110-rasm).

*Videomontaj va vizuallashtirish effektlarini yaratish (video post)*

3D Studio Max grafik muharriri vizuallashtirilayotgan tasvirga turli xil effektlarni qo‘yish imkonini beradi.



Effektlarni tanlash Environment and Effects (Atrof muhit va effektlar) oynasida Rendering (Vizuallashtirish) bandida joylashgan Environment buyrug‘i) oynasidagi Effects sahifasida amalga oshiriladi.

Effekt yaratish uchun Add (Yaratish) tugmasini bosish va ro‘yxatdan kerakli effektni tanlash zarur. Preview (Dastlabki ko‘rish) qism menyusi Frame Window (Freyim) (Show Original (Originalni ko‘rsatish) tugmasi) oynasida tanlangan effektlarni ko‘rish imkonini beradi. Update Effect (Effektning yangilash) tugmasi obyekt parametri o‘zgarishini aks ettiradi. Nazorat belgisi o‘rnatilgan Interactive tugmasi real vaqtda effektning o‘zgarishini ko‘rsatadi.

5.16-jadvalda vizuallashtirish effektlari keltirilgan.

5.16-jadval

Vizuallashtirish effektlari

№	Effekt	Tavsifi
1	 <p data-bbox="264 443 592 535">Hair and Fur (Soch va mo‘yna)</p>	<p data-bbox="624 271 1398 465">Soch va mo‘ynaning vizuallashtirishini nazorat qiluvchi effekt. Hair and Fur (Soch va mo‘yna) modifikatori bilan birgalikda ishlatiladi.</p>
2	 <p data-bbox="277 857 579 949">Lens Effects (Optik effektlar)</p>	<p data-bbox="624 551 1398 696">Real kamera obyektivida turli xil linza va filtrlardan foydalanib xuddi o‘zidek natijada beradigan effekt yaratish.</p> <p data-bbox="624 701 1398 1160">Optik effektlardan foydalanish uchun, Lens Effects Globals (Global optik effektlar) bo‘lmasida Pick Light (Yorug‘lik manbasini ko‘rsatish) tugmasini bosish, so‘ngra kerakli yorug‘lik manbasini tanlash zarur. Ushbu bo‘lmada Load (Yuklash) buyrug‘i orqali tayyor effektlar variantlarini (Quyosh (Sun) va b.) ham tanlash mumkin.</p> <p data-bbox="624 1164 1398 1736">Lens Effects Globals bo‘lmasida (Global optik effektlar) kerakli optik effektlar tanlab olinadi (effektning tanlash uchun, uni «&gt;» tugmani bosgan holda o‘ng oynaga ko‘chirib o‘tkazish zarur): Glow (Nurlanish); Ring (Yorug‘lik halqasi); Ray (Yorug‘lik nuri); Auto Secondary (Avtomatik ikkilamchi shu’lalar); Manual Secondary (Tahrirlanadigan ikkilamchi shu’lalar); Star (Yulduz); Streak (Yorug‘likning chaqnashi).</p> <p data-bbox="624 1740 1398 1886">Ro‘yxatdan ixtiyoriy sondagi effektlarni yaratish mumkin, ularning har biri o‘ziga xos parametrlarga ega.</p>
3	<p data-bbox="264 1901 592 1935">Blur (Xiralashish)</p>	<p data-bbox="624 1901 1398 2045">Vizuallashtirilgan obyektning xiralashtirish effekti. Blur Type (Xiralashish turi) bo‘lmasida tasvirni xiralashtirishning</p>

		uchta turini berish mumkin: Uniform (Bir jinsli); Directional (Yo'naltirilgan); Radial (Radial).
4	Brightness and Contrast (Yorqinlik va mos kelmaslik)	Vizuallashtirilgan obyektning yorqinligi va keskin farq qilishini ko'paytirish/kamaytirish.
5	Color Balance (Ranglar muvozanati)	Rang kanallari yordamida tasvir rangidagi farqni o'zgartirish (Cyan/Red(Moviy/ Qizil), Magenta/Green (To'q qizil/Yashil), Yellow/Blue (Sariq/Ko'k)).
6	Depth of Field (O'ta ravshanlik chuqurligi)	Obyektlarni xiralashtirish yordamida tasvirning o'ta ravshanlik chuqurligini o'zgartirish mumkin. Ushbu effekti kameralarda ishlatiladigan Depth of Field (O'ta ravshanlik chuqurligi) parametriga o'xshash.
7	File Output (Tasvirni faylga chiqarish)	Vizuallashtiriladigan tasvirni faylga chiqishini belgilaydi.
8	Film Grain (Donador effekt)	Donador plyonka effektini yaratadi.
9	Motion Blur (Harakatdagi xiralashish)	Harakatlanishda obyektlarni xiralashtirish effekti.


### *Videomontaj (video post)*


3D Studio Max dasturi turli effektlarni qoplashdan tashqari videomontajni (Video Post) amalga oshirish imkonini beradi. Video Post oynasini ochadigan buyruq bosh menyuning Rendering (Vizuallashtirish) bandida joylashgan.


Video Post (Videomontaj) oynasining chap qismida yaratilgan effektlar joylashadi, o'ng qismida esa lineykani ko'chirish orqali tanlangan effektning ishlash vaqti belgilanadi (5.111-rasm).

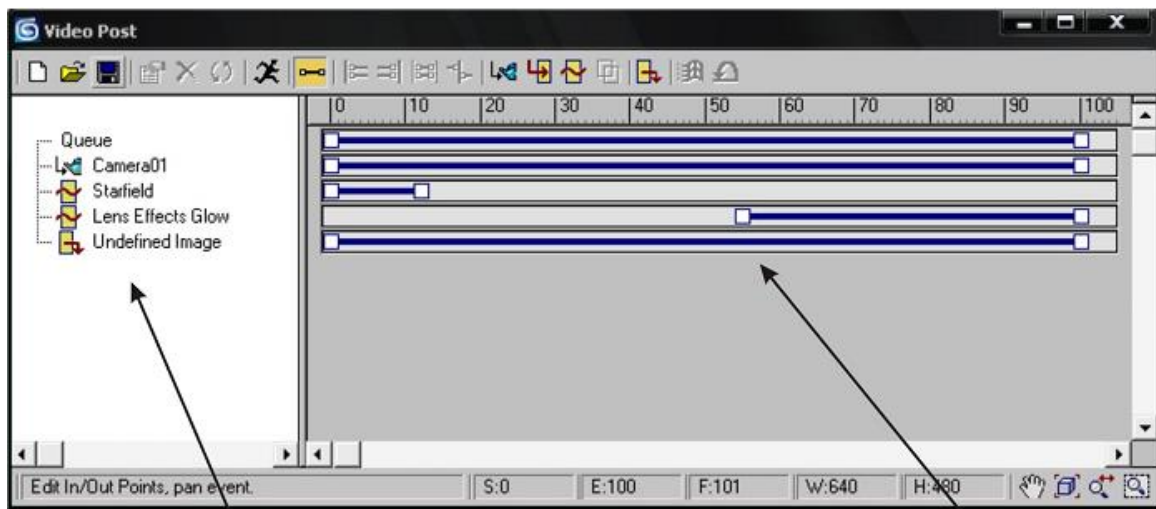
Video Post (Videomontaj)da sahna yaratish, qoida sifatida, quyidagi algoritm bo'yicha amalga oshiriladi:

1.  Add Scene Event (Sahna hodisalarini yaratish) tugmasi yordamida vizuallashtiriladigan proeksiya oynasi tanlanadi.

2.  Add Image Filter Event (Effekt filtrini yaratish) tugmasi yordamida turli effektlar beriladi.

3.  Add Image Output Event (Tasvir yoki videolavha yaratish) tugmasi rastri tasvir yoki videolavhali faylni yaratadi.

Video Post oynasida tasvirni vizuallashtirish uchun o'zining parametrlari beriladi,  Execute Sequence (Ketma-ketlikni amalga oshirish) tugmasi. Ochiladigan Execute Video Post (Videomontaj yaratish) oynasida vizuallashtirish kadrlari soni (Time Output (Chiqish vaqti) qism menyusi), shuningdek, tasvir o'lchami (Output Size) ko'rsatiladi.



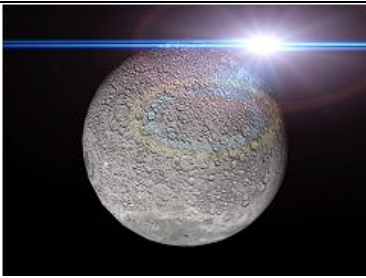
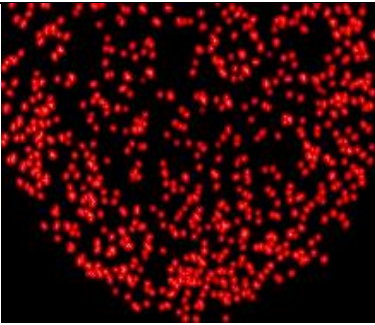
Effektlar ro'yhati

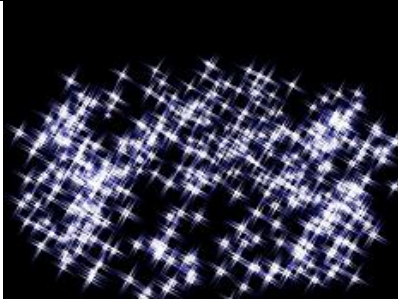
Effektlarning ta'sir vaqti

### 5.111-rasm. Video Post oynasining tuzilishi

5.17-jadvalda Video Post (Videomontaj) asosiy effektlari keltirilgan.

## Videomontajning asosiy effektlari

№	Effekt	Tavsifi
1	Contrast (Keskin farq)	Brightness and Contrast (Yorqinlik va mos kelmaslik) effektiga o'xshash (5.15-jadval 4-band).
2	Fade (Paydo bo'lish/Yo'qolish)	Tasvirning asta-sekin paydo bo'lishi ((In) parametri), yoki yo'qolib ketishini ((Out) parametri) yaratish imkonini beradi.
3	 <p>Lens Effects Flare (Optik effektlar)</p>	<p>Lens Effects (Optik effektlar) effektiga o'xshash (5.15-jadval 2-band). Effekt manbasi sifatida turli obyektlarni olish mumkin (yorug'lik manbasidan tashqari) (Node Sources tugmasi). Preview (Dastlabki ko'rish) tugmasi yaratilgan effektни ko'rsatadi. Update (Yangilash) tugmasi effektlar o'zgarganida ko'rish oynasini yangilaydi. VP Queue (Videomontaj navbati) tugmasi sahnada effektни bevosita ko'rsatadi.</p>
4	Lens Effects Focus (Fokusli masofa)	Tasvirning xiralishuvini hosil qiladi.
5	 <p>Lens Effects Glow (Nurlanish effektlari)</p>	<p>Nurlanadigan sirtни yaratadi (neon chiroqlar, chaqmoq va b.). Lens Effects Glow oynasidagi Preferences sahifasida quyidagilar belgilanadi: nurlanish o'lchami (Size), rangi (Color), intensivligi (Intensity) va boshqalar.</p>

6	 <p data-bbox="292 456 624 600">Lens Effects Highlight (Shu'la effektlari)</p>	Yorqin shu'lalanuvchi sirtni yaratadi.
7	Starfield (Yulduzli maydon)	Yulduzli osmon imitatsiyasini yaratadi.

Effekt oynasida joylashgan Setup (O'rnatish) tugmasiga bosganda effekt parametrlarini o'zgartirish oynasi ochiladi (ochish uchun ro'yxatdagi effekt nomiga sichqonchani o'ng tugmasi ikki marta bosiladi).

Ko'pgina effektlar obyektning identifikasion nomeriga (Object ID) bog'liq holda, ularga tanlab qo'llaniladi. Obyektning identifikasion nomeri G-Buffer qism menyusidagi o'zining xususiyatlarida (Properties) ko'rsatiladi.

### Nazorat savollari

1. Real hayotda yorug'likning nechta turi mavjud?
2. Yorug'likning bazaviy joylashuvini tavsiflang.
3. 3D Studio Max dasturida yorug'lik manbalarining necha xil turi mavjud?
4. Yorug'likning standart manbalarini misollar orqali izohlang.
5. 3D Studio Max dasturida soyalarning necha xil ko'rinishi mavjud?
6. Yorug'likning fotometrik manbalari qanday turlarga bo'linadi?
7. 3DS Max dasturida mavjud bo'lgan atmosfera effektlarini tavsiflang.
8. Global yoritilganlik deb nimaga aytiladi va uning afzalliklari?
9. 3D Studio Max dasturida kameralar yaratilishini tushuntiring.
10. 3D Studio Max dasturida kameralar necha xil usulda boshqariladi?



11. Sahna obyektlarini vizuallashtirish o'zida nimalarni namoyon etadi?
12. Quick Render tugmasi bosilganda qanday jarayon kuzatiladi?
13. Vizuallashtirish algoritmini necha xil parametrlar bo'yicha tanlash mumkin?
14. 3D Studio Max dasturi modellashtirilgan obyektning ikki o'lchovli rastli tasvir bilan qoplash jarayonini tushuntiring.
15. Vizuallashtirish effektlariga misol keltiring.

*Tayanch iboralar:* Fotometrik manbalar, yorug'lik oqimi, yorug'lik kuchi, yoritilganlik, quyosh yorug'ligi, kunduzgi yorug'lik, atmosfera effektlari, kamera, vizualizator, videomontaj.

## 6-BOB. ANIMATSIYA ASOSLARI

Texnik nuqta nazardan, *animatsiya* (animation) – bu belgilangan vaqt oralig‘ining tugashi bo‘yicha obyekt, yorug‘lik, material yoki kamerani ixtiyoriy tarzda o‘zgartirish hisoblanadi. Animatsiyaning mohiyati sahnada obyektни ma‘lum parametrlar bo‘yicha o‘zgartirish bilan cheklanib qolmasdan, balki obyektlar yoki personajlarni “jonlantirish” uchun zarur bo‘ladi, ya’ni sovuq va jonsiz, matematik belgilangan obyektlarning individual xususiyatlari va o‘ziga xos alomatlari o‘zlashtiriladi.

Ushbu bobda kadrlashtirishning asosiy konsepsiyadan boshlanib va proseduraviy harakatlar bilan tugaydigan uch o‘lchovli animatsiya texnologiyalari qaraladi. Uch o‘lchovli modellashtirishning ancha murakkab qismi hisoblangan insonlarni animatsiyalash san‘atiga alohida e‘tibor beriladi.

### 6.1. Kadrlar almashinuvi chastotasi

Animatsiya o‘zida *kadrlar* (frames) deb ataluvchi harakatsiz tasvirlar ketma-ketligini aks ettirsa ham, inson tafakkuri *ko‘rish inersiyasi* kabi shunaqangi o‘ziga xosliklarga ega bo‘ladi. Inson ko‘zi sekundning ma‘lum bir ulushidayoq kuzatish nuqtasining qanday o‘zgarishidan keyingi tasvirni ko‘ra oladi. Kinofilmlarda va televizion ko‘rsatuvlarda bunday jihatlar kadrlarning uzluksiz harakati illyuziya (ko‘zning aldanishi)larini yaratish uchun foydalaniladi. Shunga qaramay, filmlar va teleko‘rsatuvlar harakatsiz kadrlar to‘plamidan tarkib topadi. Aynan ko‘rish inersiyasi harakat va harakatsizlik o‘rtasidagi ko‘prik darajasiga ko‘tariladi. Tasvirni ekranga chiqarish tezligi kadrlar almashinuvi chastotasi deb ataladi va *kadrlar sekundlarda* (frames per second – fps) o‘lchanadi.

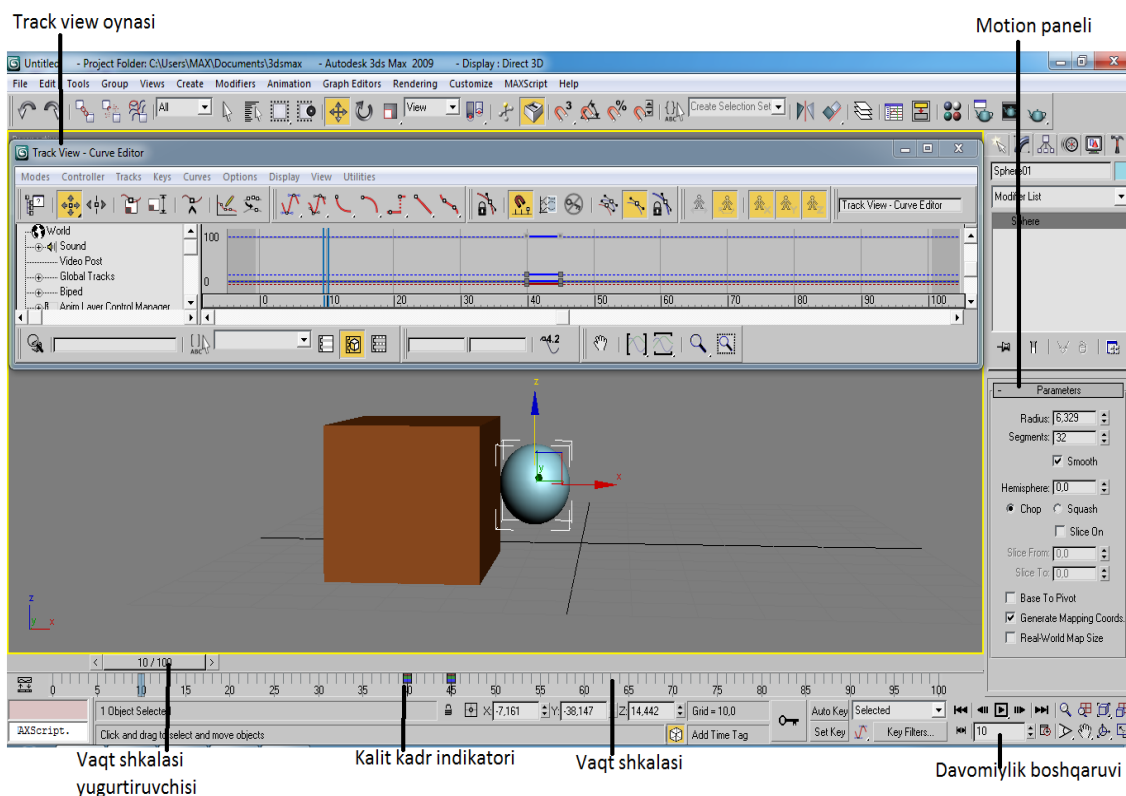
Qoida sifatida, animatsiyalarning bir tekis aks etishi uchun kadrlar almashinuvining minimal chastotasi 15 kadr/sekundni tashkil etadi, bu esa uncha katta bo‘lmagan ko‘rsatkich. Shuning

uchun inson ko'zi alohida tasvirlar to'plami (miltirash effekti)ni payqashga ulguradi. Sekundiga 15 kadrдан iborat bo'lgan raqamli videoning shakllanish davrida bir xil tezlikda o'qishga mo'ljallangan kompakt-disklar uchun diskovodlar va sekin ishlovchi grafik adapterlar umumqabul qilingan qiymatni maqbul darajadagi chastotaga ko'tarish imkonini bermadi.

Kadrlar almashinuvining odatdagi chastotasi yuqori sifatli animatsiyalarda kompyuterlar uchun 30 kadr/s va NTSC (National Television Standards Committee – Televizion standartlar bo'yicha milliy qo'mita) standarti uchun 29.97 kadr/sekundni tashkil etadi, bunday tezlik sababli tasvirning milt-milt etib yonib turishi ko'rinmaydi. Evropa va bir qator osiyo davlatlari standartlarida eng yaxshi chastota 25 kadr/s hisoblanadi. Bizning davrimizda aksariyat multimediali kompyuterlar 30 kadr/s chastotada animatsiya va videoni o'qish holatida, shuning uchun ushbu ko'rsatkich keyingi ishlarda asosiy standart sifatida qabul qilinishi mumkin. Agar yaratilayotgan animatsiya film sifatida foydalanilsa, unda kinokamera va proektorlarda qo'llaniladigan asosiy chastota ko'rsatkichi 24 kadr/s hisoblanadi.

Animatsiyalar yaratishdan oldin, kadrlar nomerini hisoblash uchun asosiy hisoblangan kadrlar almashinuvi chastotasini aniqlab olish zarur bo'ladi. Masalan, agar 15 kadr/s chastota tanlangan bo'lsa va obyektning joyini o'zgartirishi ikki sekund davom etsa, unda sanoq birinchi kadrдан boshlanadi va 30 kadrda tugaydi (30 kadrlar 15 kadr/s.ga bo'linishi 2 sekundni tashkil etadi). Boshqa tomondan, agar 24 kadr/s ko'rsatkich tanlangan bo'lsa, unda animatsiya 48 kadrda tugaydi va xuddi shunday o'xshashlik asosida, 30 kadr/s kadrlar almashinuvi chastotasidan foydalanilganda animatsiya 60 kadrda tugaydi.

Uch o'lchovli modellashtirish dasturlarida ko'pincha oddiy vaqt shkalalari yoki foydalanuvchi kerakli kadrni tanlash, real vaqtda animatsiyani ko'rsatish, kadrlar almashinuvi parametrlarini o'zgartirish va boshqa ishlarni bajarishda foydalanadigan tugmaga o'xshash boshqaruv interfeysi mavjud bo'lmaydi. Misol sifatida, 3DS Max dasturida animatsiyalarni boshqarish vositasiga e'tibor beramiz (6.1-rasm).

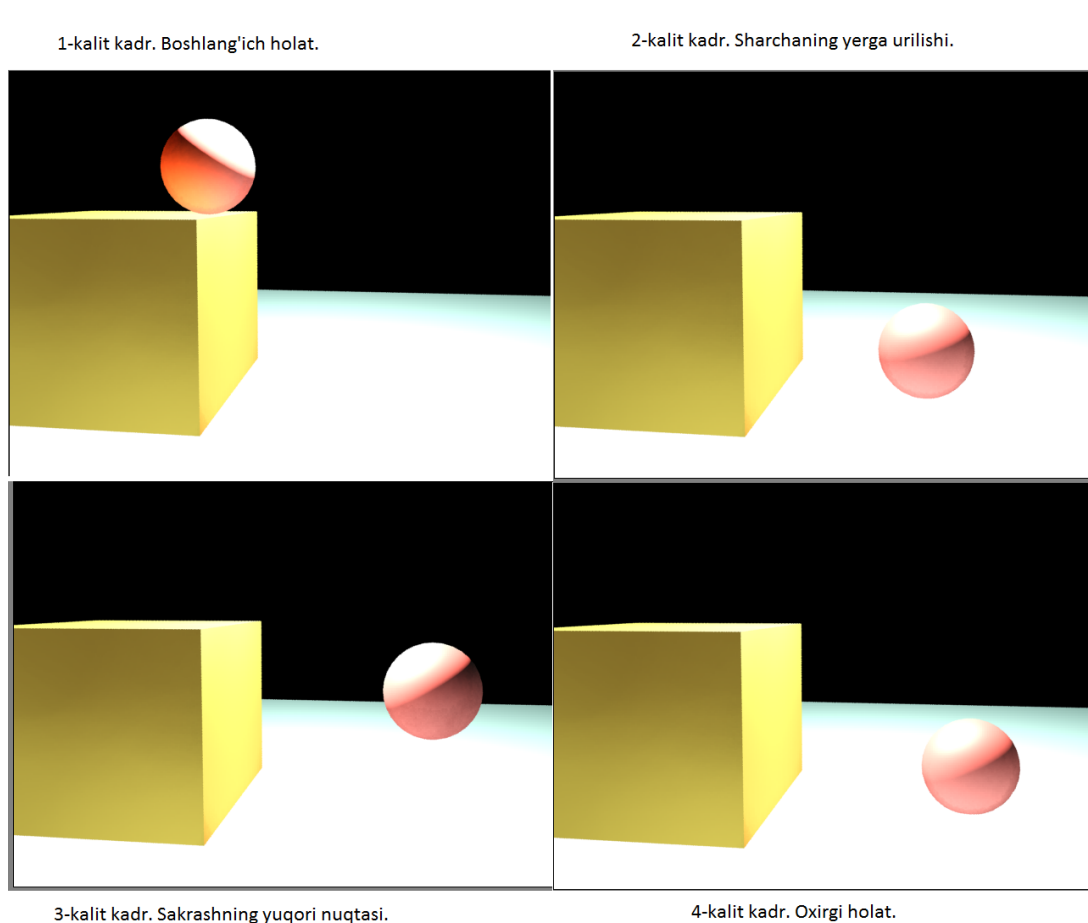


6.1-rasm. 3DS Max dasturida animatsiyalarni boshqarish vositasi.

### ***Kadrlash***

Aksariyat dasturlarda animatsiya jarayonini boshqarish uchun *kadrlash* (keyframing) deb atalgan uslubdan foydalaniladi, qaysiki obyektlar eng muhim vaziyatlarga mos *asosiy kadrlarda* (keyframe) joylashadi. *Oraliq tasvirlarni qurish* (tweening) yordamida kompyuter obyektning turgan joyini har bir oraliq kadrda nisbatan hisoblaydi, natijada obyekt bir vaziyatdan boshqasiga silliq o‘tadi.

Masalan, qutidan tushgan va erga urilib sakrayotgan koptokning animatsiyasi uchun hammasi bo‘lib to‘rtta kadrni tayinlash mumkin (animatsiyaga reallik berish va yanada takomillashtirish uchun qo‘shimcha kadrlarni qo‘shish kerak bo‘ladi). Birinchi kadrda koptok quti chetida tebranadi; ikkinchi kadrda u erga qulaydi; uchinchi kadrda koptok erdan ma‘lum balandlikda uzoklashadi, to‘rtinchisida esa erda qo‘zg‘almas bo‘ladi (6.2-rasm).



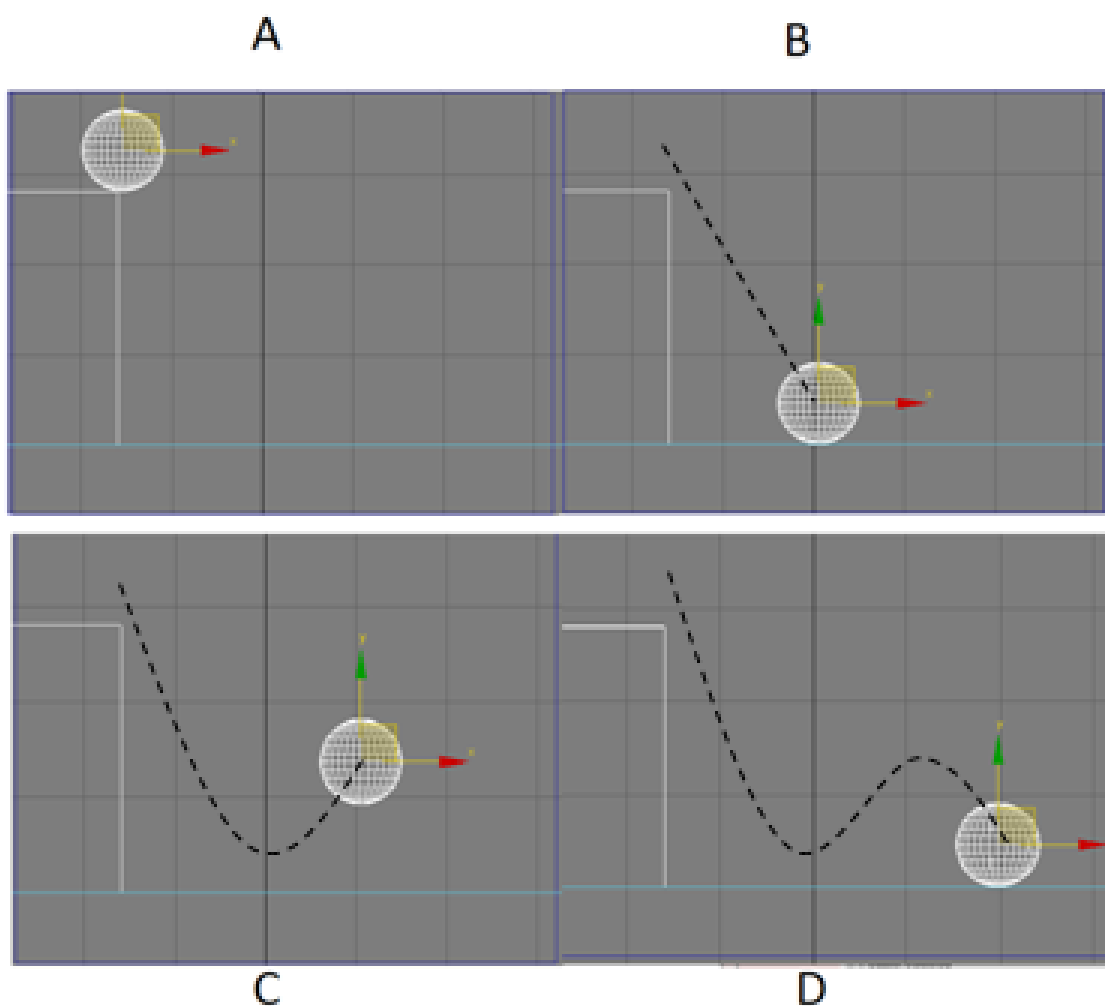
6.2-rasm. Asosiy kadrlardagi vaziyat.

### ***Asosiy kadrlarni aniqlash***

Yuqorida ta'kidlanganidek, koptokning joyini o'zgartirish uchun ishlatiladigan kadrlar soni bevosita kadrlar almashinuvining animasion chastotasiga va har bir harakatning davom etishiga bog'liq. Asosiy kadrni yaratish uchun kadr nomerini tanlash va so'ngra obyektini kerakli yo'nalishga ko'chirish zarur. Aksariyat dasturlarda animatsiyaning maxsus rejimi bilan ishlashga to'g'ri kelganda boshqalardagi singari hech bir ishni bajarish talab etilmaydi, uning yordamida dastur obyekt harakatini yozib yoki maxsus tugmani sichqoncha orqali bosgandan so'ng asosiy kadrni belgilab boradi.

Uch o'lchovli modellashtirish dasturlarida kadrlash qoidalarini qadam-baqadam ko'rib chiqamiz. Sakrovchi koptok animatsiyasi uchun dastlab quti va uning chetida joylashgan koptokning modelini yaratish zarur. Ko'pgina dasturlarda ish animatsiyaning birinchi kadridanoq avtomatik tarzda boshlanadi – ushbu holatda 1-kadr

(6.3-rasm, a). Soʻngra 18 kadrda keling va koptokni joyidan koʻchirib taxminan ekran oʻrtasidagi erga oʻtkazing va asosiy kadrni belgilang (6.3-rasm, b). Turlicha joylarda joylashgan ikki obyektning birlashtiruvchi chiziq *harakat traektoriyasi* (motion path) yoki soddagina *traektoriya* (trajectory) deb ataladi. U obyektning koʻchish yoʻlini sxematik belgilanishini oʻzida ifoda etadi. Koptokning erga urilib qaytishi darajasini belgilash uchun 24 kadrda oʻting va koptokni oʻngga va oʻziga yuqoriga koʻchiring, ushbu jarayonni ikkinchi asosiy kadr sifatida belgilang (6.3-rasm, v). Belgilangan nuqta koptokning keyingi erga tushishidan oldingi eng yuqori vaziyati boʻladi. Va nihoyat, animatsiyaning soʻnggi kadrda oʻting va koptokni oxirgi vaziyat boʻlgan erga qoʻchiring, yakunlovchi asosiy kadrni belgilang (6.3-rasm, g). Juda ham soddalashtirilgan 30-kadrli animatsiyalarni yaratish uchun zarur boʻlgan barcha qadamlar shulardan iborat.



### 6.3-rasm. Obyekt yoʻnalishini ifodalovchi traektoriya.

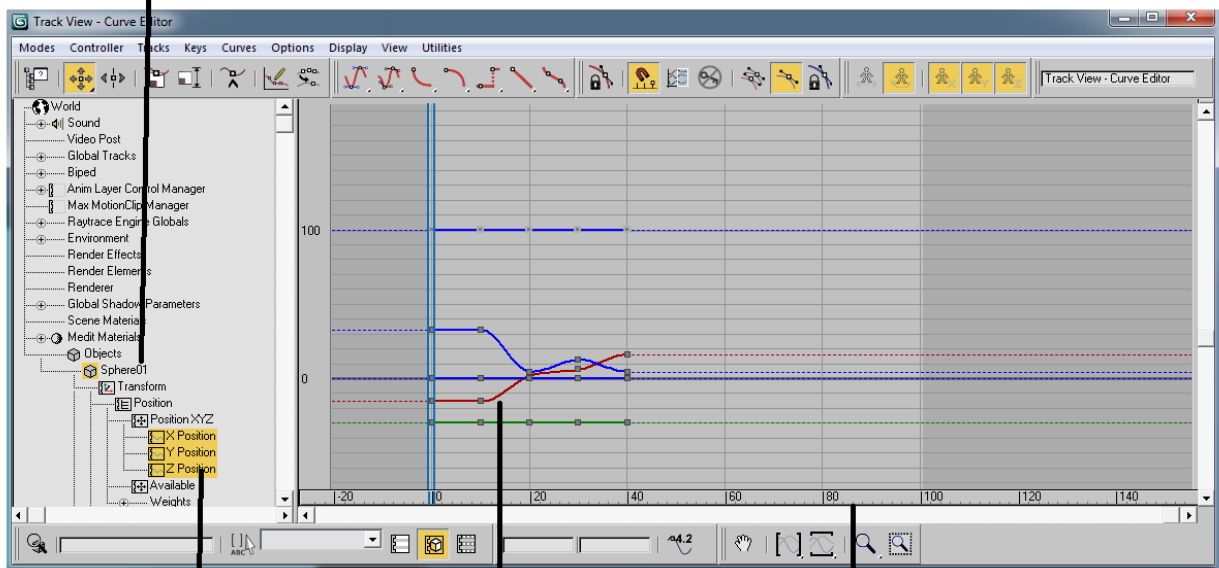
Animatsion ketma-ketlikni koʻrish uchun harakatlantirish tugmasini bosgandan soʻng dastur koptok haqiqatan ham 1, 18, 24 va 30 kadrlarning koʻrsatilgan vaziyatlarda tasvirlanayotganligini tekshiradi, shuningdek,, koptok ushbu kadrlar oraligʻida joyini qanday koʻrinishda oʻzgartirayotganligini hisoblaydi (ushbu jarayonda har bir asosiy kadr uchun *boshqaruv regulyatori* (weighting)dan foydalaniladi). Regulyatorlar (tartibga solib turuvchi asbob) obyektни qoʻchirish yoʻliga bevosita aloqador va uning asosiy kadrğa oʻtishini amalga oshirish imkonini beradi.

Eʼtibor bering, 18 kadrda asosiy kadrni belgilashda harakat traektoriyasi toʻppa-toʻgʻri hisoblanadi, yaʼni koptok birinchi asosiy kadrдан ikkinchisiga toʻgʻri chiziqli traektoriya boʻyicha koʻchiriladi. Bundan tashqari, 24 kadrda uchinchi asosiy kadrni belgilashda, asosiy kadrning joriy boshqaruv regulyatorlari obyekt yoʻlini toʻgʻri chiziqdan egri chiziqqa oʻzgarishi boʻyicha harakatini tekislashga urinadi. Afsuski, ushbu holatda egrilik koptokning tekislikka tushmasligi, balki tekislikdan koʻtarilishiga olib keladi.

Obyektning joyini koʻchirish traektoriyasini boshqarish faqatgina kadrlash orqaligina amalga oshirilmaydi. Yana bir uslub borki, splaynlar bilan ishlash boʻyicha uskunalar yordamida chiziqlar yaratish va obyekt (obyektlar)ni ushbu chiziq boʻylab qoʻchirish uchun sozlash bilan ifodalanadi. *Koʻchirish yoʻli boʻylab animatsiyalash* (path animation) uslubidan modelning tashqi koʻrinishi boʻyicha obyektning aniq koʻchirilishi uchun foydalaniladi.

Obyektlarni koʻchirishga nisbatan axborotlarni boshqarish uchun koʻpgina dasturlarda *animasion interfeysning vaqt shkalasi* (timeline interface) mavjud, bunga misol 6.4-rasmda keltirilgan. Gorizontaal oʻq vaqt birliklariga yoki kadr nomeriga boʻlinadi, ayni vaqtda vertikal oʻq obyektning ierarxik roʻyxatidan va animatsiya parametridagi yoritishdan tarkib topadi. Chiziqlar parametri nomidan kelib chiquvchilarga asosiy kadrlarni bildiruvchi markerlar qoʻyiladi, pastdagi vaqt shkalasi asosiy kadrlarning mos kadrlar nomeriga joylashganligini koʻrsatadi. Interfeys vaqt oraligʻini sozlash uchun asosiy kadrlarni koʻshish, oʻchirish va joyini oʻzgartirish imkonini beradi. Asosiy kadr joyini koʻchirish uchun sichqoncha yordamida olib oʻtish kifoya.

## Obyekt nomi



Animatsiya  
parametri

Asosiy kadr  
markeri

Kadrdagi vaqt

6.4-rasm. Animatsion interfeysning vaqt shkalasi.

### *Asosiy kadrlarning animasion nazoratchilari*

Asosiy kadr yonida obyekt harakati traektoriyasini o'zgartirish uchun boshqaruv regulyatorlaridan foydalaniladi. Ishlatilayotgan dasturga bog'liq xolda, asosiy kadrlar regulyatorlarining bir qancha turlari quvvatlanishi mumkin, boshqachasiga ularni *animatsion nazoratchilar* (animation controller) deb ham atashadi.

Ancha keng tarqalgan regulyatorlarni *chiziqli regulyatorlar* (linear weighting) deb atash mumkin va bunda obyekt biror asosiy kadrdan boshqasiga mutlaqo to'g'ri chiziq bo'yicha ko'chiriladi.

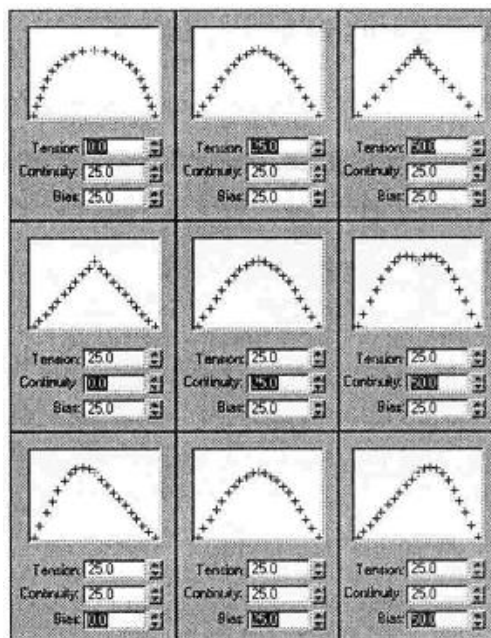
*Nazoratchi TSV* (tension, continuity and bias – kuchlanganlik, uzluksizlik va nishablik) eng ommalashgan boshqaruv regulyatorlaridan biri hisoblanadi. Asosiy kadrga kirish va chiqishda obyektning harakat traektoriyasi va tezligini sozlash parametrlariga ta'sir ko'rsatishni tasvirlash uchun aksariyat dasturlarda aynan ushbu grafik uslubdan foydalaniladi (6.5-rasm).

➤ *Kuchlanganlik TSV* (tension) asosiy kadrgacha va undan keyin bo'lishi mumkin bo'lgan harakat traektoriyasining egrilik darajasini belgilaydi. 3ds max dasturida asosiy qiymat 25 birlik bo'lib, bunda etarlicha silliq ko'chirish amalga oshiriladi. Agar kuchlanganlik



minimal bo'lsa, u holda asosiy kadrda kirish va chiqishda katta burchak ostidagi nishablik bilan yo'l ochiq bo'lishi mumkin, obyekt tezligi esa ko'proq bir maromda bo'ladi.

➤ *Uzluksizlik TSV* (continuity) nazorat nuqtasida yaqinlashish yo'li darajasini xarakterlaydi. Belgilangan qiymat 25 bo'lganda tekis egri chiziqqa ega bo'linadi, xuddi shu vaqtda uzluksizlikning past ko'rsatkichlarida yo'l ancha to'g'ri chiziqli bo'ladi. Uzluksizlikning yuqori darajasi quyidagilarga olib keladiki, bunda obyekt yo'li asosiy kadrni uning ikkala tomoni bo'yicha joylashish tartibini oshiradi, va obyekt asosiy kadr chegaralari atrofida to'xtashni boshlaydi.



6.5-rasm. Obyekt harakat traektoriyasini o'zgartirish.

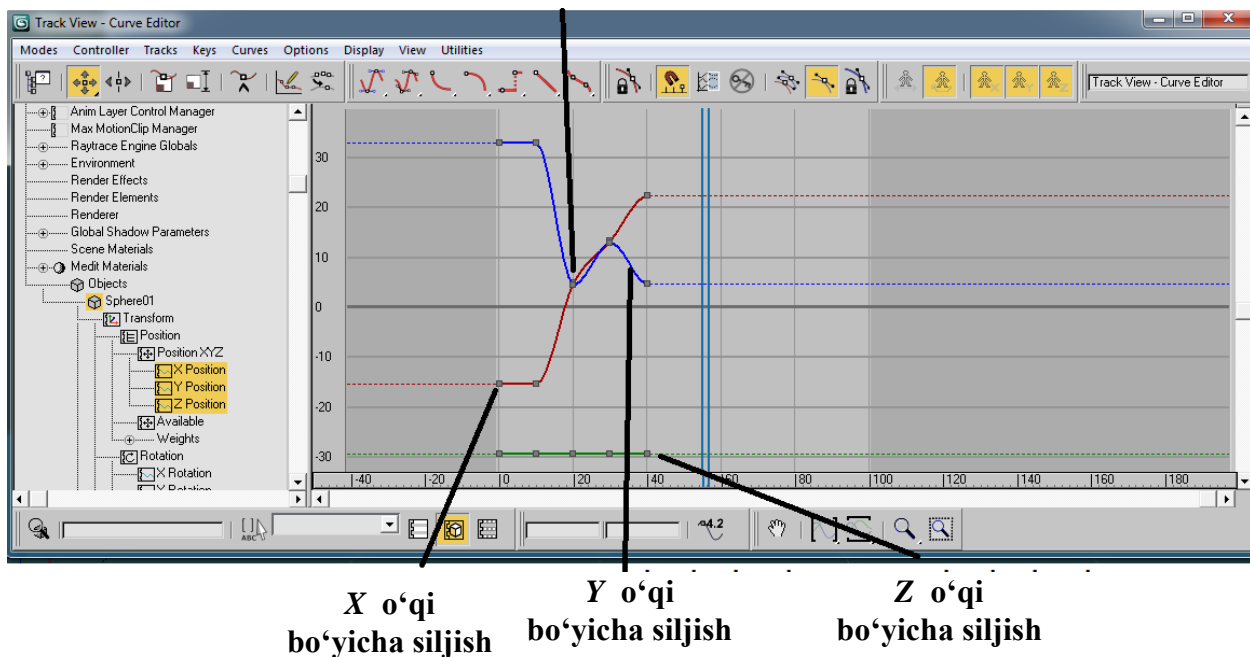
➤ *Nishablik TSV* (bias) egri chiziqning o'chirilgan nuqta yoki uchini maksimal aniqlash imkonini beradi. Bazaviy qiymatda nishablik uchi asosiy kadrda namoyon bo'ladi (agarda uzluksizlik darajasi juda ham oshirilmagan holatlarda). Past nishablikda egri chiziq uchi asosiy kadr gacha, yuqori bo'lganda – asosiy kadr dan keyin ko'rinadi.

➤ *Kirish/chiqish tezligi* (ease to/from) asosiy kadrda obyekt ni kirish va undan chiqish tezligini xarakterlaydi. Bazaviy parametrda asosiy kadrda kirish tezligi vaqtinchalik sekinlashadi, bu esa

burilishda avtomobilni biroz tormozlash va keyinchalik yoʻlning toʻgʻri qismida tezlikni oshirishni eslatadi. Kirish tezligini sozlash asosiy kadrda kirishni tezlatish yoki sekinlatish darajasini belgilash imkonini beradi, xuddi shunday maqsadda chiqish tezligi asosiy kadrda chiqishda foydalaniladi. Ushbu regulyatorlar misoldagi koptokga bir necha gʻalati taʼsirlar koʻrsatishi mumkin. Agar koptok asosiy kadrda kirishda yuqori kirish tezligiga ega boʻlsa, unda u erga tushishda chetlab oʻtib boʻlmaydigan tuqnashishdan qochishga harakat qilayotgandek tezlikni jiddiy ravishda sekinlatadi.

Foydalanuvchi tomonidan asosiy kadrda bosilganda boshqaruv regulyatorlari koʻpincha alohida muloqot oynasida chiqadi, boshqaruvning eng yaxshi vositasi tizim tomonidan taʼminlanadi, qaysiki foydalanuvchiga asosiy kadrning joylashuv oʻrnini va uch oʻlchovli fazoda obyekt yoʻli yoki funksional egrilikka boshqaruv regulyatorlarini kuzatish imkonini beradi.

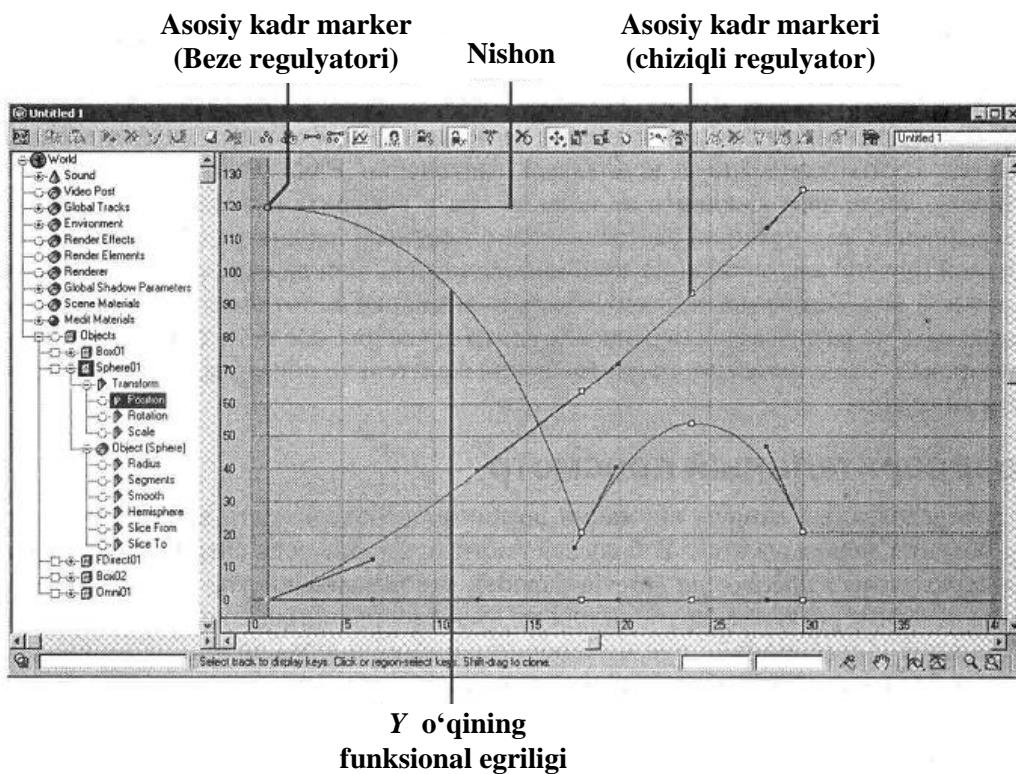
Asosiy kadr markerlari (chiziqli regulyator)



6.6-rasm. Sakrovchi koptokning funksional egrilikda joyini oʻzgarishi har bir oʻq boʻylab aks etadi.

*Funksional egrilik* (functional curve) – bu obyekt transformatsiyasi (bir shakldan boshqa shaklga oʻtish)ni ifodalashning grafik uslubidir. Koʻpincha u uchta turli rangdagi splaynlar

ko‘rinishida taqdim etiladi, va ularning har biri o‘z o‘qiga tegishli (6.6-rasm). Agar splayn to‘g‘ri chizikli bo‘lsa, demak, ushbu o‘qda hech qanday harakat amalga oshmaydi. Boshqa holatda, egrilik darajasi va splaynlarning turgan joyi ushbu o‘qda o‘zgartirishlar darajasini va mazkur o‘zgartirishlar qanday vaqt nuqtasida joy olganligini ko‘rsatadi.



6.7-rasm. Beze animasion regulyatori.

Agar boshqaruv regulyatorini to‘g‘ri chiziqidan Beze regulyatoriga o‘zgartirilsa, unda obyektning tanlangan asosiy kadrlar bilan kesishishida uning joyini o‘zgartirishini grafik boshqarish mumkin bo‘ladi. *Beze animasion splaynli nazoratchi* (Bezier spline weighting) dan foydalanish ikki o‘lchovli splaynlarni o‘zgartirish uslubiga o‘xshash bo‘lib, chizma chizish dasturlari yoki uch o‘lchovli obyektlarni modellashtirish bilan ilgari ishlagan foydalanuvchilarga yaxshi ma‘lum. Nazorat nuqtalaridagi *belgilar* (handle) amalda TSV nazoratchilari parametrlarini ancha qulay bo‘lgan usullar bilan boshqarish imkonini beradi. Masalan, kuchlanganlikni o‘zgartirish uchun belgilarni va splaynlarga ta‘sir etuvchi effektlarni kamaytirish mumkin. Uzluksizlik va nishablikni

sozlash uchun belgini asosiy kadrda o'tuvchi egri chiziqni bo'shashtiradigan qilib joylashtirish kerak.

Sakrovchi koptok keltirilgan misolda Beze animasion regulyatoriga o'tish va koptokni tabiiy ko'chirilishini sozlash uchun belgini o'rnatishda funksional egriliklarni belgilash zarur. Birinchi asosiy kadrda Y o'qiga belgi, oldingidek qutidan pastga tez tushmasdan, balki asta-sekin tushishi uchun gorizonta joylashgan (6.7-rasm). Bundan tashqari, Y o'qi bo'yicha o'sha funksional egrilikda ikkinchi asosiy kadr ham o'zgartirildi, natijada koptok tekislikga normal tushdi va hech qanday "shung'ish"siz qarama-qarshi tomonga sakradi. Beze animasion nazoratchisining qo'shimcha imkoniyatlari ehtiyoj bo'lmaganligi sababli uchinchi asosiy kadr o'zgarishsiz boshqaruv regulyatori bilan qoldi. To'rtinchi asosiy kadrda Y o'qi bo'yicha funksional egrilikda katta bo'lmagan o'zgarishlar tufayli, obyekt harakati traektoriyasi ancha real bo'ldi.

### ***O'qlar va aylanish markazi***

Animasion jarayonda obyektning biror-bir o'q atrofida yoki belgilangan aylanish markaziga muvofiq bir shakldan boshqa shaklga o'tkazish (transformasiyalash) mumkin. *Aylanish markazi/tayanich nuqta* (pivot point), nomlanishidan tushunarliki, ko'pincha obyekt markazida joylashadi va obyektning animatsiyalashning rejalashtirilayotgan uslubiga bog'liq bo'ladi. Xususan, personajning chap qo'li uchun aylanish markazini qo'l tirsagining yuqori qismiga joylashtirish lozim. Boshqa obyektning yoki uch o'lchovli fazoda joylashgan obyektlar muayyan bo'lmagan o'qlar atrofida aylanishi uchun, aylanish markazini xuddi shunday ko'chirish lozim.

Aksariyat hollarda obyektning aylanish markazini ko'chirish uchun mos buyruqlardan (Pivot Point yoki Center of Rotation singari) foydalanish kerak bo'ladi, shunda ko'rib chiqish (obzor) maydoniga sichqoncha bosiladi va yangi turgan joy tanlanadi. Aylanish o'qi, qoida sifatida, o'qlarga umumiy cheklanishlar parametri, klavishalar kombinatsiyasi yoki kerakli o'qni tanlash uchun sichqonchani chertish yordamida sozlanadi. Shunga qaramasdan, ushbu haqiqatga e'tibor qaratish lozim, qaysiki ba'zi bir dasturlarda obyekt animatsiyalanganidan so'ng aylanish

markazini ko‘chirishga ruxsat berilmaydi. Bundan kelib chiqib aytish mumkinki, aylanish nuqtasini animatsiya jarayoni boshlanishiga qadar belgilagan ma’qul.

### ***Dastlabki ko‘rish***

Animatsiyalashning ma’lum fursatlarida obyekt qanday joyini o‘zgartirayotganligini ko‘rib chiqish zarurati paydo bo‘ladi. Dasturlarning ko‘pchiligida maxsus *dastlabki ko‘rish rejimi* (preview mode) mavjud bo‘lib, real vaqt rejimida sahnaning soddalashtirilgan versiyasini yoki tezkor vizuallashtirishdan so‘ng chiquvchi animatsiyani ifodalaydi. Shuni esdan chiqarmaslik lozimki, dastlabki ko‘rish tahminiy hisoblanadi, shuning uchun sifatli yaratilgan animatsiyani faqatgina normal vizuallashtirishdan so‘ng chiqarish mumkin.

### **Nazorat savollari**

1. Animatsiya deganda texnik nuqtai nazardan nima tushuniladi?
2. Kadrlar almashinuvi chastotasi deb nimaga aytiladi?
3. Kadrlar almashinuvi chastotasining qanday turlari mavjud?
4. Oraliq tasvirlar qurish yordamida kompyuter qanday ishni amalga oshiradi?
5. Obyektning harakat traektoriyasini tavsiflang.
6. Ko‘chirish yo‘li bo‘ylab animatsiyalash uslubidan nima maqsadda foydalaniladi?
7. Chiziqli regulyatorlarning vazifasi nimadan iborat?
8. Funktsional egrilik qanday uslub hisoblanadi?
9. Tayanch nuqta qanday vazifani bajaradi?
10. 3D Studio Max dasturida dastlabki ko‘rish rejimining funksiyasini tavsiflang.

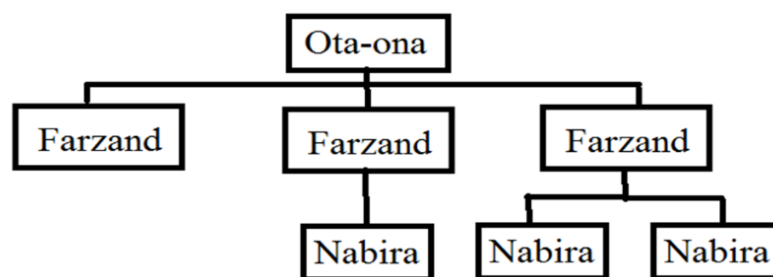
*Tayanch iboralar:* Animatsiya, kadrlar, ko‘rish inersiyasi, kadrlar almashinuvi chastotasi, harakat traektoriyasi, chiziqli regulyator, funktsional egrilik, tayanch nuqta, dastlabki ko‘rish.

## **6.2. Obyektlarning bog‘lanishi va zanjiri**

Ko‘p sonli qismlardan tarkib topgan, bir-biriga nisbatan harakat qiluvchi mukammal personajlar, mexanik qurilmalar yoki boshqa obyektlarni yaratish uchun bog‘lanishlar yordamida qismlashgan obyektlar o‘rtasidagi o‘zaro aloqani tashkil etish lozim. *Bog‘lanish* (link) – bu ikki obyekt o‘rtasidagi ulanish bo‘lib, unda bir ob‘ekning animatsiyalanishi boshqasida aks etadi. Qachonki aloqadorlik aniqlansa, birinchi obyekt *bosh/ota* (parent) deb ataladi, u bilan amalga oshiriladigan operasiyalar avtomatik tarzda *tobe/bola* (child) deb ataluvchi ikkinchi obyektga uzatiladi.

Zanjir (chain) – bu ota/bola ierarxiyasi o‘xshashligiga ko‘ra tashkil etilgan o‘zaro bog‘liq obyektlar to‘plami. Agar ota qismi ko‘chirilsa, bola qismi ham ko‘chiriladi, shu boisdan bola qismi nabira obyektlarining otasi hisoblanadi, oxirgisi o‘zining “otasi” bilan birga ko‘chadi.

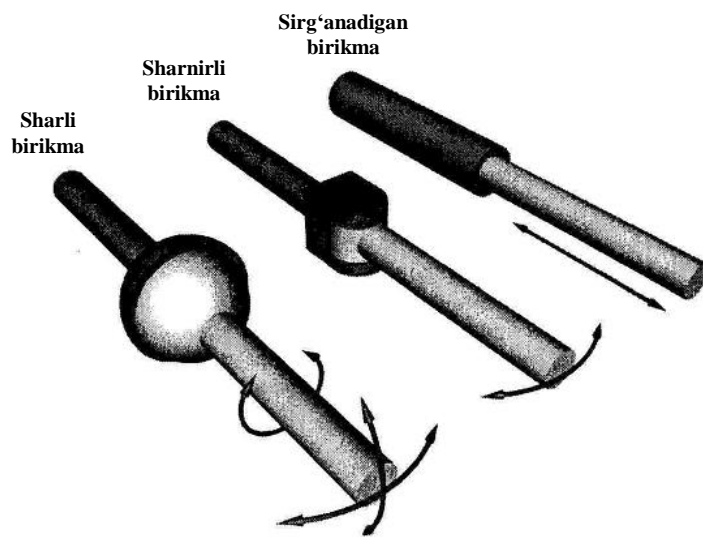
Agarda bog‘lanishlar va zanjirlardan foydalanilmaganda, animatsiyalashni boshida obyektlar birdaniga alohida qismlarga bo‘linib ketardi. Bog‘lanishlar orqali obyektlarni birlashtirgandan so‘ng ierarxik daraxt (hierarchical tree) hosil bo‘ladi, qaysiki bosh tana (obyekt)ga ta’sir etganda unga tobe novda (obyekt)larga uzatiladi, yagona katta novdani joyini o‘zgartirish unga bog‘liq bo‘lgan kichik novdalarga ta’sir etadi. O‘z navbatida, ierarxik daraxt animatsiyalar bilan ishlashda obyektlar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘lanishni ko‘rsatish uchun ishlatiladi (6.8-rasm).



6.8-rasm. Obyektlarning bog‘liqligi.

O‘zaro bog‘langan obyektlar qismlarini bir-biri bilan birlashtirish lozimligi sira ham shart emas. Bo‘g‘inlarni bir qancha ko‘rinishlari mavjud bo‘lib, ulardan foydalanish obyektlarning butun zanjiriga ta’sir ko‘rsatadi. Ko‘pincha *sharli birikma* (ball

point) deb ataluvchi bir bo‘g‘in insonning elka bo‘g‘imini eslatadi, hamda o‘z joyini o‘zgartirish diapazoniga ega (6.9-rasm). Agar o‘xshash erkinlik nomaqbul bo‘lsa, ba’zi aylanish o‘qlarini *blokirovka* (constraint) qilish yo‘li bilan uni cheklash mumkin. Aylanish sohasini burchakli cheklanishlar yordamida ham boshqarish mumkin, undan foydalanganda birikma belgilangan yo‘nalishda qayrilishi yoki o‘ziga teskari tomonga bukilishi mumkin emas.



6.9-rasm. Sharnirli birikma obyektlari.

Tizza bo‘g‘imiga o‘xshash *sharnirli birikmada* (hinge) faqat bitta o‘q atrofida aylanishga ruxsat beriladi. Undan eshiklar, dastaklar va boshqa mexanik qurilmalar (yoki jism qismi)ni yaratishda foydalaniladi.

Boshqa ko‘rinishda bug‘inlarni aylantirish umuman ruxsat etilmaydi, ammo teleskop elementlarini tushirishga o‘xshash obyektlarni bir-biriga harakatlantirib ichiga qo‘yish imkoniyati saqlanib qoladi. Ushbu holatda obyekt birikmasi ikkita obyekt uzunligi bo‘ylab yo‘naltirilgan harakatlanishning yagona o‘qiga bog‘langan. Shuningdek, obyektни alohida qismlarga ajralib ketishiga yo‘l ko‘ymaslik maqsadida harakatlanib ko‘chish masofasini sozlash mumkin. Masalan, eshik qo‘ng‘irog‘i tugmasining harakat erkinligini cheklash uchun birikmaga o‘xshash nusxa qo‘l keladi.

Har bir dasturda bog‘lanishlar va zanjirlarni tashkil etish uslubi o‘z yo‘lida amalga oshiriladi, ammo qoida sifatida, kerakli buyruqni yoki *bog‘lanish* (link) piktogrammasini, so‘ngra – bosh obyekt bilan o‘zaro aloqadagi tobe obyektini, yoki teskarisini tanlash zarur. Ushbu bosqichda qo‘shimcha bog‘lanishlarni ko‘shish yoki tegishli cheklanishlarni amalga oshirish uchun mavjudlarini o‘zgartirish mumkin. Bo‘g‘in parametrlarini interfaol animasion muhitda obyektlarni aylanma ko‘chirish yo‘li bilan tekshirish mumkin. Qoida sifatida, obyektini boshqa obyektlarga bevosita ta‘sir ko‘rsatishdan xalos qilish uchun uni zanjirdan *ajratib qo‘yish* (unlink) mumkin.

### ***Skelet shaklining o‘zgarishi (deformatsiyalash)***

*Skelet shaklining o‘zgarishi* (bone deformation) – bu ichki skeletni sozlash va animatsiyalash yo‘li bilan obyektlarni (asosan odamlarni) animatsiyalash texnologiyasi hisoblanib, o‘rab turgan karkas to‘rlarini avtomatik buzib ko‘rsatadi. Odam personajiga nisbatan ichki skelet bizning o‘z skeletimiz, qo‘l suyaklari, barmoqlar, oyoq, tovon, orqa miya va boshqa a‘zolarimizning etarlicha soddalashtirilgan varianti hisoblanadi. Foydalanuvchi skelet suyaklarini animatsiyalash imkoniyatiga ega, bunda karkas to‘rlarini o‘rab turgan oldindan aniqlangan sohalar, ya‘ni “teri”, so‘ngra skelet harakatiga mos holda real animatsiyalanadi (6.10-rasm).

Skelet shaklining o‘zgarishi uloqsiz karkas modellari uchun turli ko‘rinishdagi harakatlarni xuddi o‘zidek animatsiyalashning nafaqat eng yaxshi usuli sanaladi, balki muskullarni “tebratish”, nafas olganda ko‘krak qafasini ko‘tarish, yuzni ifodalash va boshqalarni amalga oshirish imkonini beruvchi o‘sha karkas to‘rlarini biroz buzib ko‘rsatish uchun juda ham mos keladi.

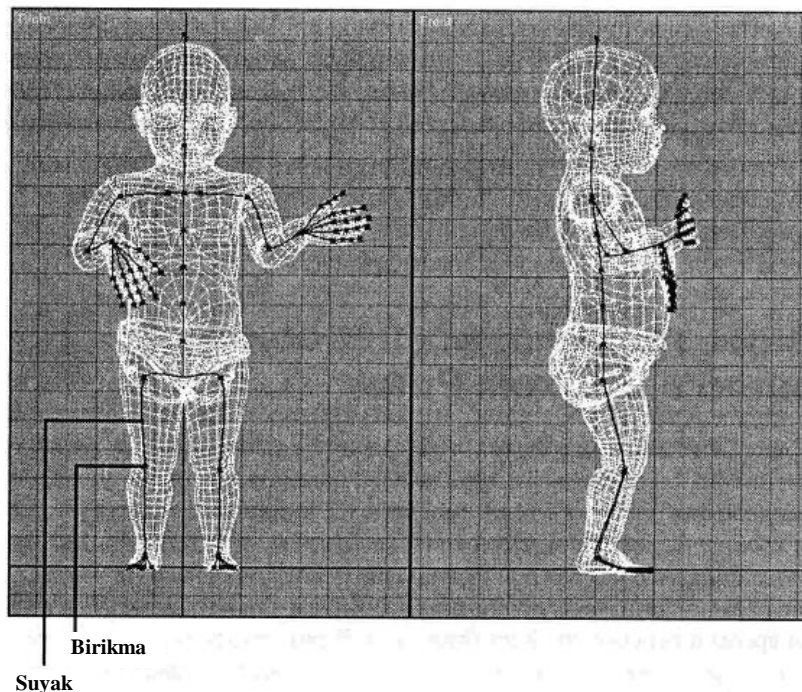
Ishlab chiqarish muhitida personajning skelet tuzilmasini sozlash yoki *rostlash* (rigging) ko‘p hollarda modellashtirishning shunga o‘xshash ko‘rinishlari bilan bevosita shug‘ullanuvchi texnik direktorga beriladi. Personajni ta‘minlash, qoida sifatida, skeletni aniq rostlash uchun zarur bo‘ladigan ko‘p vaqt va o‘zgarishlar talab etiladi. Karkas to‘rini noto‘g‘ri shakllantirish animatsiya vaqtida g‘ayritabiiy xarakterdagi personajning ko‘chirilishiga olib kelishi muqarrar.



Agar foydalanilayotgan dasturda skelet shaklini o'zgartirish tizimi bo'lmasa, to'la ehtimollik bilan qo'shimcha modullar sifatida ishlab chiquvchilar tomonidan tavsiya etiladi. Umuman, skelet shaklini o'zgartirish har xil dasturlarda turlicha amalga oshiriladi.

1. Modellashtirishning standart texnikalari yordami bilan yoki real personajni raqamlashtirish yordamida obyekt karkasini yarating. Odatda, personaj hech bo'lmaganda tana qismlarining qisman ochiq bo'g'imlari bilan neytral holatida bo'ladi.

2. Standart skeletni sozlash orqali yoki suyaklarni ketma-ket belgilash yo'li bilan skeletni yarating. Skelet karkas to'riga to'liq mos kelishi kerak.



6.11-rasm. Odam personajining sklet shakli.

Tanlab olingan suyaklarga ta'sir etishga moyil karkas to'ri sohalarini belgilang. Vaholangki suyaklarning ko'p qismi atrofida shubhasiz avtomatik generasiyalangan karkas bo'ladi, bo'g'imlar sohasida (elkaga o'xshash) ehtiyot chorasini ko'rish uchun ko'shimcha sozlashlar talab etiladi, aytaylik, qovurg'a karkasi sohasidagi qo'lning yuqori suyagiga ta'sir etganda.

3. Karkas to'rini tuzating. Skelet shaklini o'zgartirish parametrlarini tekshirish, muhimi, nomaqbul sohalarda burushgan

joylarni paydo bo'lishiga olib keladi. Ushbu effektни tuzatish uchun karkas to'rini sozlash bilan yana ozroq ovora bo'lish kerak bo'ladi yoki obyektga ko'shimcha elementlarni qo'shishga to'g'ri keladi. Ba'zi holatlarda personajning yuza qatlami shaklini o'zgartirishga muvofiq karkas to'rining belgilangan sohalarida joylashgan *pay* (tendons) lardan foydalanish mumkin.

4. Suyaklarni ko'chirish joylarida yoki bo'g'imlar harakatida terining cho'zilishi va bo'rtishi darajasini sozlang. Buni bajarish uchun, obyektни proeksiyalashda qo'llaniladigan usullarga o'xshash yo'llar bilan shaklni o'zgartirish texnologiyalaridan foydalaning, yoki personajning karkas to'rini qo'lda o'zgartiring.

### **Nazorat savollari**

1. Obyektlarni animatsiyalashdagi bog'lanish deganda nima tushuniladi?
2. Obyektlar zanjiri o'zida nimani ifodalaydi?
3. Bog'lanishlar orqali obyektlarni birlashtirgandan so'ng nima hosil bo'ladi?
4. Nimadan foydalanganda obyektlarning butun zanjiriga ta'sir ko'rsatiladi?
5. Obyektни boshqa obyektlarga bevosita ta'sir ko'rsatishdan xalos qilish uchun nima ish qilish kerak bo'ladi?
6. Sklet shaklining o'zgarishi deganda nima tushuniladi?
7. Sklet shaklini o'zgartirish bosqichlarini tavsiflang.

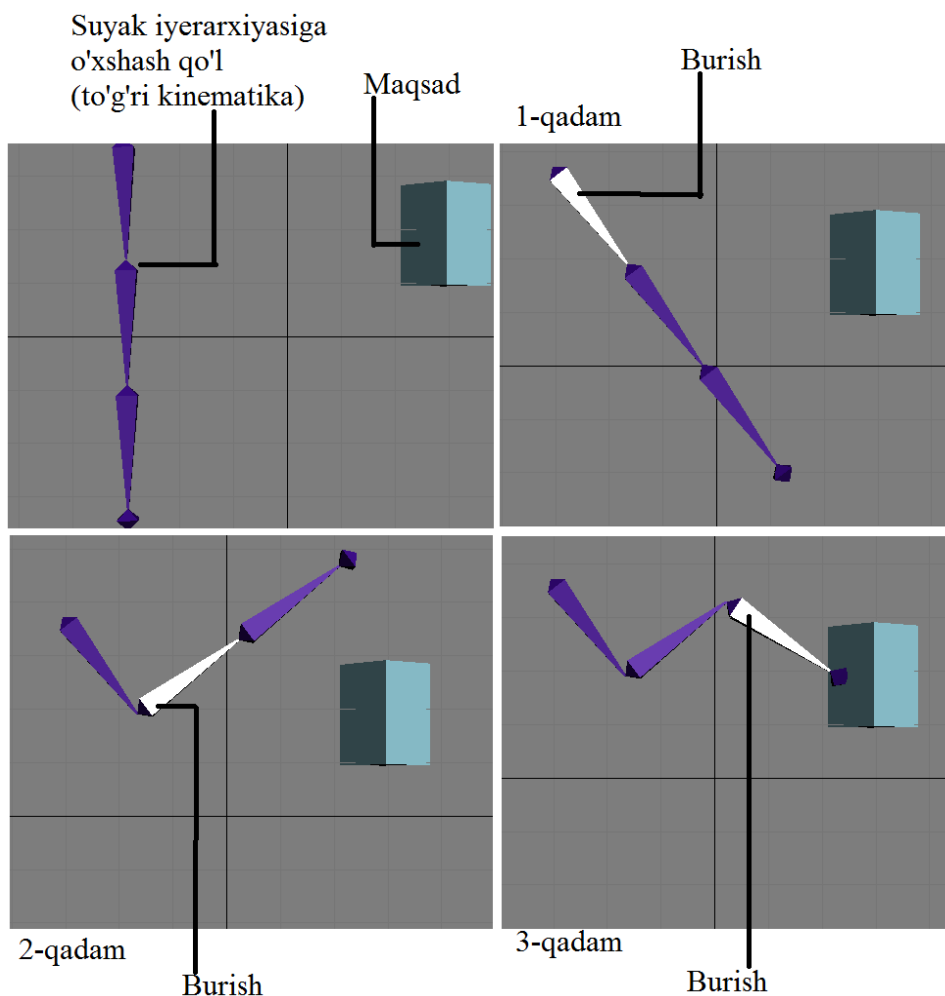
*Tayanch iboralar:* Bog'lanish, zanjir, sharnirli birikma, blokirovka, skelet shakli.

### **6.3. To'g'ri va teskari kinematika**

*To'g'ri kinematika* (forward kinematics) – bu o'zaro bog'langan obyektlarni animatsiyalashning asosiy usuli bo'lib, ierarxik zanjirlikda bosh obyektning harakati butun ajdod obyektlarda namoyon bo'ladi, ya'ni bosh obyekt burilganda unga tobe obyektlar ham buriladi. Shu boisdan tobe obyektga bosh obyekt bilan teskari bog'lanish yo'q, shuningdek, u mustaqil ko'chishi ham

mumkin, demak, tobe qismni ko‘chirishda karkas to‘rida bo‘shliq yuzaga keladi.

Animatsiyalashning bunday usuli hammasidan ko‘proq mexanik qurilmalar uchun qo‘llaniladi va to‘g‘ri kinematikaning bosh konsepsiyasini ifodalovchi prinsip bo‘yicha ishlaydi. Personajlarni animatsiyalash uchun, masalan yurishda to‘g‘ri kinematikadan yaxshisi foydalanmagan ma’qul, sababi birinchi navbatda personaj tanasi ko‘chiriladi, shundan so‘ng barcha ko‘l-oyoqlar yangi o‘ringa joylashishga sozlanadi. Natijada, *sirg‘anish* (skating) effekti namoyon bo‘ladi, unda personaj oyog‘i sirt bo‘yicha sirg‘anadi. To‘g‘ri kinematikada qo‘l harakatlarini boshqarish ham unchalik muvaffaqiyatli kechmaydi. Masalan, agar personaj qo‘lini animatsiyalashda obyektga barmoqlar bilan tegish lozim bo‘lsa, unda birinchi asosiy obyekt (elka)ni, so‘ngra bilak, tirsak va nihoyat barmoqlarni qo‘rish kerak (6.12-rasm). Ushbu amallarni bajarish murakkab bo‘lib, ular juda ham aniq emas va ko‘prok tuzatishlar va o‘zgartirishlarni talab etadi.

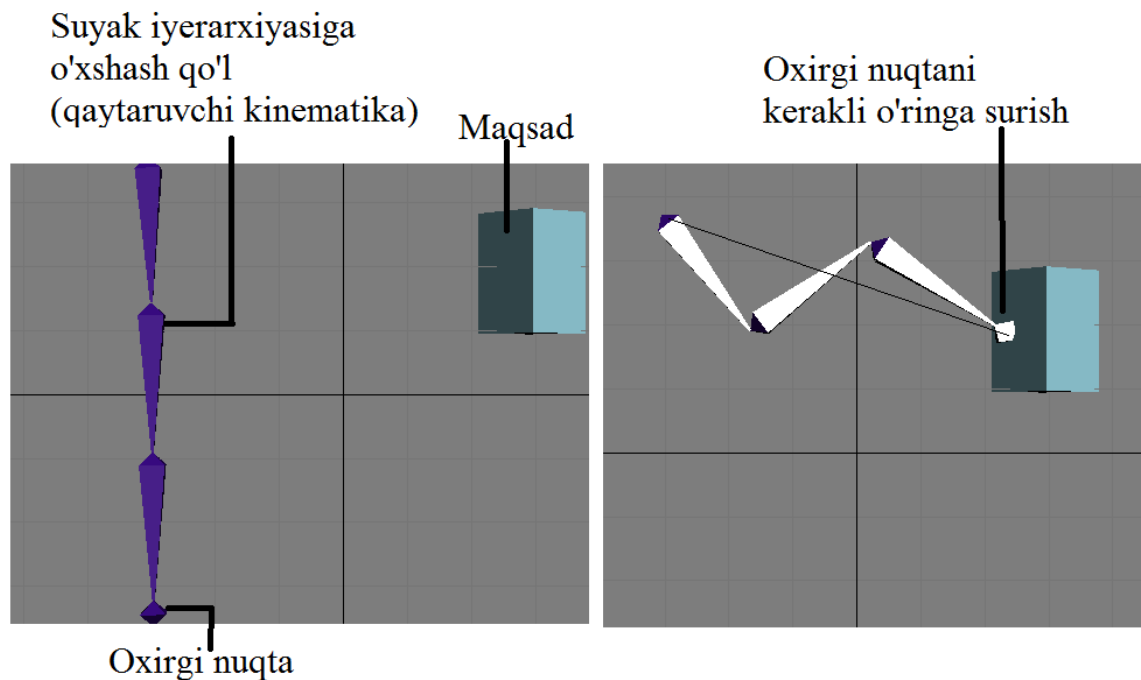


6.12-rasm. To‘g‘ri kinematikaga misol.

*Teskari kinematika* (inverse kinematics) – bu zanjirning eng oxirigacha o‘zaro bog‘langan obyektlar joyini almashtirish yo‘li bilan boshqarish va qolgan qismlar bilan ushbu harakatni keyingi moslashtirish usuli hisoblanadi. Teskari kinematika personaj barmoqlarini bevosita obyektga o‘tkazib qo‘yish imkonini beradi, tirsak, qo‘l va hattoki tananing qolgan qismlari avtomatik qayriladi va realistik effektga erishish uchun uyg‘unlik bilan o‘zga ko‘rinishga keltiriladi (6.13-rasm).

Teskari kinematika personajlarni animatsiyalashni soddalash-tiradi, modomiki foydalanuvchi qo‘l va oyoqlarni eng so‘nggi o‘rnashgan joyga to‘plashi mumkin, fazoning kerakli sohasiga qo‘l-oyoqlarni mos ravishda ko‘chirish uchun butun tanani qurish shart emas. Bundan tashqari, qo‘l-oyoqlar harakatini o‘zgartirish ancha tabiiy bo‘ladi va tananing katta qismiga tegishli, teskari kinematika

animatsiyaning asosiy ulushini amalga oshiradi. Natijada, foydalanuvchiga obyektlar ustida bosh ko‘tarmay ishlashga hojat qolmaydi. Shunday bo‘lsa ham, teskari kinematikada kamchiliklar saqlanib qolgan, chunki tana mustaqil o‘zgaradi va buyruqlarga aniq javob bermaydi. Ko‘pincha obyektlarni animatsiyalashda to‘g‘ri va teskari kinematikadan foydalanishga to‘g‘ri keladi.



6.13-rasm. Teskari kinematikaga oid misol.

Kinematikaning ushbu ko‘rinishini har qanday normal bog‘langan, jumladan personajning qo‘l-oyoqlar bo‘g‘imlari va skeletini qamrab olgan obyektlarda qo‘llash mumkin. Qoida sifatida, teskari kinematika ko‘chish erkinligini oltita darajalariga ega, bu animatsiyalash uchun cheklanmagan imkoniyatlarni taqdim etadi, ammo personaj harakatiga yuqori tabiiylik berish maqsadida ba‘zi bir o‘qlarni vaqti-vaqti bilan blokirovka qilishga to‘g‘ri keladi (masalan, tirsaklar teskari yo‘nalishga qayrilib ketmasligi uchun).

### ***Morfing***

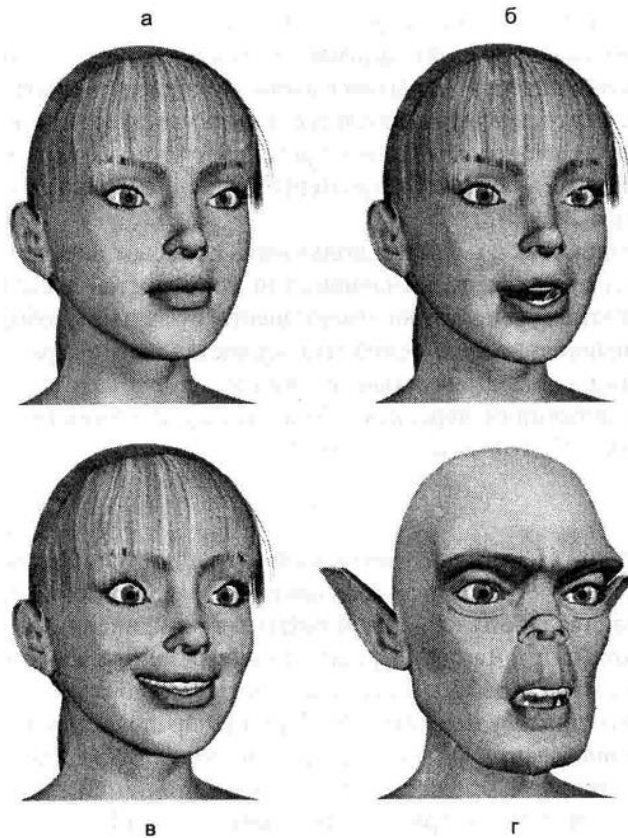
*Morfing* (morphing) – bu uch o‘lchovli animatsiya sohasida shunday nomlanuvchi texnologiya bo‘lib, bazaviy (mavjud) karkas to‘ridan nusxa ko‘chirish yo‘li bilan obyekt shaklini tekislab tuzatish va uni boshqa shaklga yoki *aniq maqsadli obyekt* (morph target)ga o‘zgartirish ishlarini amalga oshirish imkonini beradi.

Morfing mumtoz misollari orasida Terminator-2 filmidagi suyuq metalli robot qiyofasining o'zgarishi (transformasiya)ni keltirish mumkin. Morfing bir shakldan boshqa shaklga o'zgartirish bo'yicha, shuningdek, organizmga xos shakllarni tabiiy ko'rinishda animatsiyalash, ilonning bir tekis sirg'anishi kabi yoki odam chehrasidagi ko'rinishni o'zgartirish (masalan, personajning suhbatlashish vaqtida) uchun bir talay imkoniyatlarni taqdim etadi (6.14-rasm).

Skelet shaklini o'zgartirish mashhur bo'lishidan oldin, morfing o'zaro bog'lanmagan obyektli personajlarni animatsiyalashning ba'zi usullaridan biri bo'lgan. Ba'zan u oldingidek ushbu sifatda foydalaniladi, chunki skelet shaklini o'zgartirish har doim ham obyektни transformasiyalashda etarlicha aniq natijalar olish imkonini bermaydi. Bundan tashqari, morfing bir poligonal (noparametrik) obyektни boshqasiga o'zgartirish uchun qo'llaniladi, bu esa etarlicha murakkab ish hisoblanadi.

Aksariyat dasturlarda morfinglar orqali shakllar (aniq maqsadli obyekt) ko'rinishini o'zgartirish yagona yo'nalish bo'yicha yo'naltirilgan bir xil sondagi uchlarga ega bo'lishi kerak, dastur har bir uchlar animatsiyasining boshlanishi va tugashini aniq belgilaydi. Sakkizta uchga ega bo'lgan kubni tasavvur qiling – kubning tepa qismidagi to'rtta uchni ko'chirishda kubni piramidaga morfinglash yuz beradi.

Agar aniq maqsadli obyektlar alohidalikda yaratilsa, u holda bunday morfingda ba'zi muammolar yuzaga kelishi mumkin, shuning uchun foydalanuvchilar ko'pincha dastlab yagona aniq maqsadli obyektни yaratishadi, keyin esa uchlardan birin-ketin nusxa ko'chirishadi va uni keyingi aniq maqsadli obyektga transformasiya qilishadi. Bundan tashqari, boshlang'ichdan oxirgi vaziyatgacha uchlarni ko'chirish uchun dasturlarda to'g'ri chiziqli traektoriyadan foydalaniladi, karkas to'ridagi qismlarning buzilishini oldini olish maqsadida tez-tez oraliq obyektlar talab etiladi. Ular animatsiya vaqtida karkas to'ri buzilib ko'rsatilmashligi uchun zarur bo'ladi.

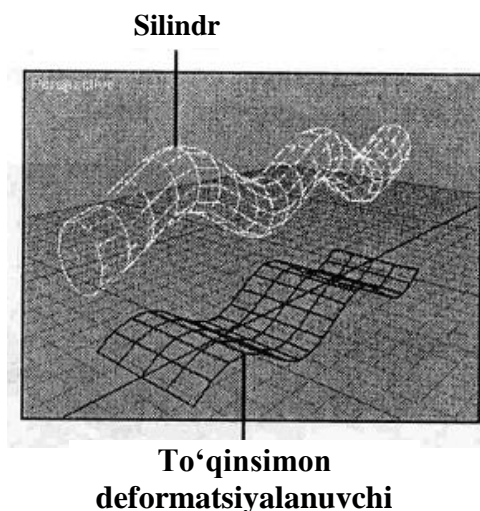


6.14-rasm. Inson yuzi morfingi.

Har bir obyekt uchun aniq maqsadli obyektlar yaratilgandan keyin belgilangan vaqt momentida obyektни to‘liq transformasiyalovchi animatsiyalarni dasturga bildirib turuvchi asosiy kadr tayinlanadi. So‘ng uchlar o‘zgarishini, ulkan reallikka erishish uchun kadrdan kadrda ularning ko‘chirilishini tuzatish dastur tomonidan avtomatik qayta ishlanadi.

***Shakli o‘zgartiriladigan to‘rlar***

*Shakli o‘zgartiriladigan to‘rlar* (deformation grids) yoki *fazodagi shaklning o‘zgarishi* (space warp) uch o‘lchovli fazodagi maxsus sohalarni belgilash uchun foydalaniladi. Tanlangan shaklni o‘zgartirish turiga bog‘liq holda obyekt tortishish (gravitasiya) ta’siriga tushib qolishi, to‘lqinga o‘xshash bo‘lishi, yo‘qolib qolishi yoki harakat yo‘nalishini o‘zgartirishi mumkin (6.15-rasm).



6.15-rasm. Shakli o'zgartiriladigan to'rlar.

Shakli o'zgartiriladigan to'rlar fazodagi belgilangan nuqtada obyektga ta'sir ko'rsatishni engillashtiradi, masalan, obyekt polga urilganda yassi bo'lib qolishi mumkin. Animatsiyalashda zarur bo'lgan davriy buzib ko'rsatishlar shu tarzda amalga oshiriladi, masalan, shiddat bilan ko'tarilgan to'lqinlarda tebranuvchi qayiqlar.

Shakli o'zgartiriladigan to'rlardan foydalanish o'ziga xos qiyinchiliklarga olib kelmasligi zarur. Dasturlarga bog'liq ravishda obyekt fazoning kerakli sohasida joylashadi, shundan keyin uning parametrlari kerakli ko'rinishda sozlanadi. (Har qanday obyektни buzib ko'rsatilishi uchun uning mos parametrlarini belgilash mumkin). Shakli o'zgartiriladigan to'rlar ustida yoki u orqali o'tuvchi obyektlar sozlanishdan so'ng avtomatik ko'rinishini o'zgartiradi.

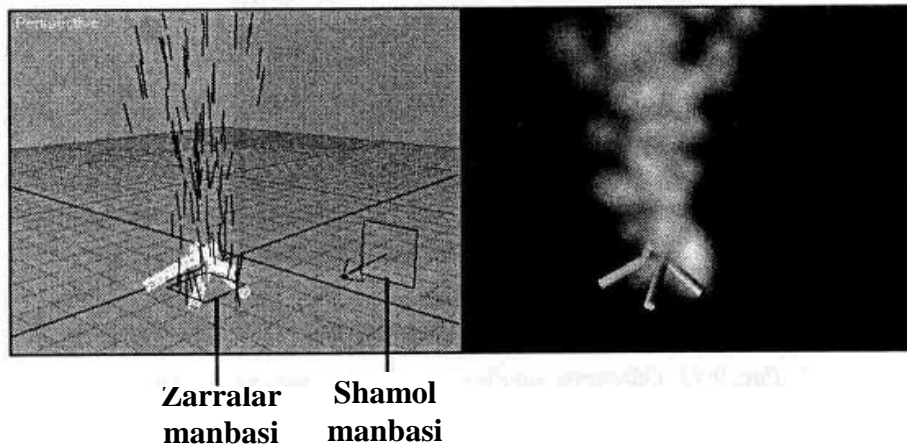
### ***Zarralar tizimi***

Ko'pgina dasturiy paketlar ichki yoki alohida qo'shiladigan zarralar tizimini quvvatlaydi. *Zarralar tizimi* (particle systems) – bu uch o'lchovli animasion modul bo'lib, ko'plab obyektlarni juda kichik o'lchamda yaratish va ularni boshqarish imkonini berishi natijasida, suvning jimirlayotgan yuzasi, olov, uchqun yoki stakandagi pufakchalar kabi tabiiy effektlarni kuchaytiradi. Bunday tizimlar kushlar to'dasi yoki baliq skeletini aniq yaratish uchun ham foydalaniladi. Zarralar modellarga ushbu mavjudot nusxalari orqali bog'lanadi va keyinchalik ularning ko'chirilishini nazorat qiladi. Bundan tashqari, animatsiyalanmagan zarralar tizimini uch o'lchovli



kosmik fazo sifatida qo‘llash mumkin, u orqali kamera “uchib yuradi”.

Zarralar tizimidan foydalanishga misol sifatida kuyoshning charaqlashini esga olish mumkin. Zarralarning alohida obyektlari, qoida sifatida, o‘zining tuzilmasi bo‘yicha juda oddiy va faqat bir qancha yoqlardan tarkib topadi. Obyektlarga belgilangan material qachon qo‘llanilsa, shunda ular yagona guruhga to‘planadi, obyektlar o‘zlarini individual molekulalar sifatida tutishadi, bu esa zarralar tuzilishining oddiyligini berkitadi (6.16-rasm).



6.16-rasm. Zarralar tizimidan foydalanilgan effektlar.

### Nazorat savollari

1. To‘g‘ri kinematikaning animatsiyadagi o‘rnini tushuntiring.
2. Teskari kinematikani animatsiyada misolida tushuntiring.
3. Sirg‘anish effekti qaysi kinematika turida namoyon bo‘ladi?
4. Animatsiyada morfing qanday ishlarni bajarilishini ta‘minlaydi?
5. Morfing orqali shakllar ko‘rinishini o‘zgartirishda dasturlar qanday traektoriyadan foydalanadi?
6. Shakli o‘zgartiriladigan to‘rlar qanday maqsadda foydalaniladi?
7. Animatsiyada zarralar tizimi qo‘llaniladigan vaziyatlarga misol keltiring.

*Tayanch iboralar:* To‘g‘ri kinematika, teskari kinematika, morfing, shakli o‘zgartiriladigan to‘rlar, zarralar tizimi.

### ILOVALAR

## Ilova A. Beze splaynini parametrik tavsifi bo'yicha model- lashtirish

Modellashtirish uchun o'n oltita tayanch nuqtalar koordinatalari va Bezening geometrik (bazis) matritsasi boshlang'ich ma'lumot hisoblanadi. Tayanch nuqtalar nomerlanishi 3.13-rasm bilan mos tushadi. Misol tariqasida tayanch nuqtalar koordinatalarini A1 jadvalda keltirilgan qiymatlarda olamiz.

A1 – jadval.

Splayn primitivning tayanch nuqtalari koordinatalari

Nuqta	P <sub>00</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>20</sub>	P <sub>30</sub>	P <sub>01</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>21</sub>	P <sub>31</sub>	P <sub>02</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>03</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>23</sub>	P <sub>33</sub>
$x_{uv}$	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
$y_{uv}$	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
$z_{uv}$	0	1	-1	0.5	2	1.5	0	0.5	2	1.8	1.5	1.8	1.5	2	1.5	1.5

Beze splaynining joriy nuqtasi koordinatalarini  $xx$ ,  $yy$ ,  $zz$  bilan belgilaymiz. Ular (3.5) parametrik ifoda bilan hisoblanadi:

$$xx = U \cdot M \cdot X \cdot M^T \cdot V^T,$$

$$yy = U \cdot M \cdot Y \cdot M^T \cdot V^T,$$

$$zz = U \cdot M \cdot Z \cdot M^T \cdot V^T$$

Tayanch nuqtalar koordinatalari matritsa shaklida ifodalanadi:

$$X := \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 & 3 \end{vmatrix}, \quad Y := \begin{vmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \end{vmatrix},$$

$$Z := \begin{vmatrix} 0 & 2 & 2 & 1,5 \\ 1 & 1,5 & 1,8 & 2 \\ 1 & 0 & 1,5 & 1,5 \\ 0,5 & 0,5 & 1,8 & 1,5 \end{vmatrix}$$

Beze geometrik matritsasi

$$M := \begin{vmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Grafikni qurish uchun joriy nuqtaning koordinatalari  $xx$ ,  $yy$ ,  $zz$  matritsalarda saqlanishi lozim. Ularning qatorlari va ustunlarini (0,

10) oraliqda yotuvchi  $nu, nv$  raqamlar bilan belgilaymiz. Ularga mos holda splaynlarning parametrik tavsiflovchi  $u, v$  argumentlar bo'yicha qadamlar belgilanadi. Bunday qadamlar har bir argument bo'yicha 10 tadan bo'ladi, har bir qadamning kattaligi 0,1 ga teng bo'ladi.

### Modellashtirish dasturi

Beze geometrik matritsasini transponirlab  $MT = M^T$  ni hosil qilamiz.

Parametrik koordinatalar sistemasi argumentlari bo'yicha to'rt qadamlari beriladi. Dasturda qadamlar to'plami o'zgaruvchilarning muayyan tartibi ko'rinishida beriladi:

$$nu = 0..10, \quad nv = 0..10.$$

Argumentlarning absolyut qiymatlari olinadi:

$$u_{nu} = 0,1 \cdot nu, \quad v_{nv} = 0,1 \cdot nv.$$

Joriy nuqtani hisoblash uchun parametrlarning darajalarini o'z ichiga olgan  $U, V$  matritsa qatorlar kerak bo'ladi.  $u$  va  $v$  parametrlarning har bir kombinatsiyasida ular har xil qiymatlar qabul qiladi. Grafik qurishni soddalashtirish maqsadida  $u$  va  $v$  ning barcha kombinatsiyasi uchun bu qiymatlar to'plami saqlab qo'yiladi. Natijada, ikki o'lchovli matritsa hosil bo'ladi. Quyida bu matritsalar uchun har bir qatorning to'rttadan elementi hisoblanadi:

$$U_{nu,0} := (u_{nu})^3, \quad U_{nu,1} := (u_{nu})^2, \quad U_{nu,2} := (u_{nu}),$$

$$U_{nu,3} := 1.$$

$$V_{nv,0} := (v_{nv})^3, \quad V_{nv,1} := (v_{nv})^2, \quad V_{nv,2} := (v_{nv}),$$

$$V_{nv,3} := 1.$$

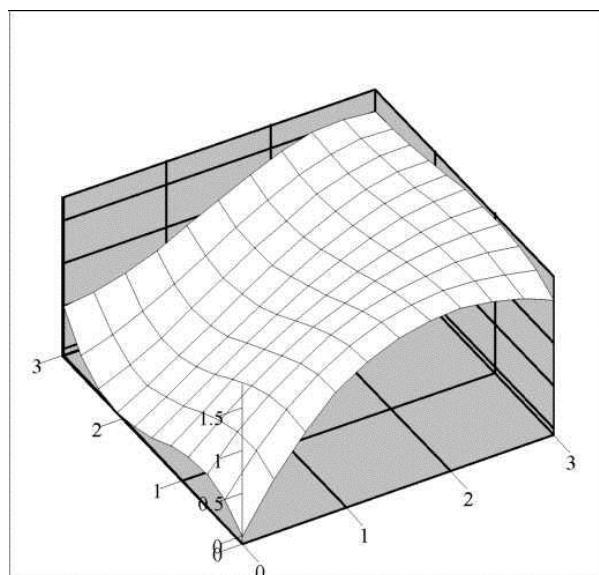
$v$  argument matritsasini transponirlaymiz.

$$VT := V^T$$

Joriy nuqtaning koordinatalarini matritsa shaklida hisoblaymiz

$$xx := U \cdot M \cdot X \cdot MT \cdot VT, \quad yy := U \cdot M \cdot Y \cdot MT \cdot VT, \quad zz := U \cdot M \cdot Z \cdot MT \cdot VT.$$

Splayn sirtning (Surface Plot) uch o'lchovli grafigini quramiz.



xx. yy. zz

### Ilova B. B-splaynni parametrik tavsifi bo'yicha model- lashtirish

Modellashtirish uchun boshlang'ich ma'lumot o'n oltita tayanch nuqta koordinatalari va B-splayn geometrik (baza) matritsasi hisoblanadi. Tayanch nuqtalarni raqamlashtirish 3.13-rasmga mos keladi, ularning koordinatalari A ilovadan olinadi:

$$X := \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 & 3 \end{vmatrix}, \quad Y := \begin{vmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \end{vmatrix},$$

$$Z := \begin{vmatrix} 0 & 2 & 2 & 1,5 \\ 1 & 1,5 & 1,8 & 2 \\ 1 & 0 & 1,5 & 1,5 \\ 0,5 & 0,5 & 1,8 & 1,5 \end{vmatrix}$$

B-splayn geometrik matritsasi

$$M := \frac{\begin{vmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -3 & 0 & 3 & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 \end{vmatrix}}{6}.$$

Splaynning joriy nuqtasi koordinatalari (3.5) parametrik ifoda bo'yicha hisoblanadi. Dastur A ilovadagi algoritm va belgilashlardan foydalanadi.

### Modellashtirish dasturi

Geometrik matritsa transponerlanadi  $MT = M^T$ .

Parametrik koordinatalar sistemasi argumentlari bo'yicha to'rt qadamlari beriladi. Dasturda qadamlar to'plami o'zgaruvchilarning muayyan tartibi ko'rinishida beriladi:

$$nu = 0..10, \quad nv = 0..10.$$

Argumentlarning absolyut qiymatlari olinadi:

$$u_{nu} = 0,1 \cdot nu, \quad v_{nv} = 0,1 \cdot nv.$$

Joriy nuqtani hisoblash uchun parametrlarning darajalarini o'z ichiga olgan  $U$ ,  $V$  matritsa qatorlar kerak bo'ladi.  $u$  va  $v$  parametrlarning har bir kombinatsiyasida ular har xil qiymatlar qabul qiladi. Grafik qurishni soddalashtirish maqsadida  $u$  va  $v$  ning barcha kombinatsiyasi uchun bu qiymatlar to'plami saqlab qo'yiladi. Natijada ikki o'lchovli matritsa hosil bo'ladi. Quyida bu matritsalar uchun har bir qatorning to'rttadan elementi hisoblanadi:

$$\begin{aligned} U_{nu,0} &:= (u_{nu})^3, & U_{nu,1} &:= (u_{nu})^2, & U_{nu,2} &:= (u_{nu}), \\ U_{nu,3} &:= 1. \\ V_{nv,0} &:= (v_{nv})^3, & V_{nv,1} &:= (v_{nv})^2, & V_{nv,2} &:= (v_{nv}), \\ V_{nv,3} &:= 1. \end{aligned}$$

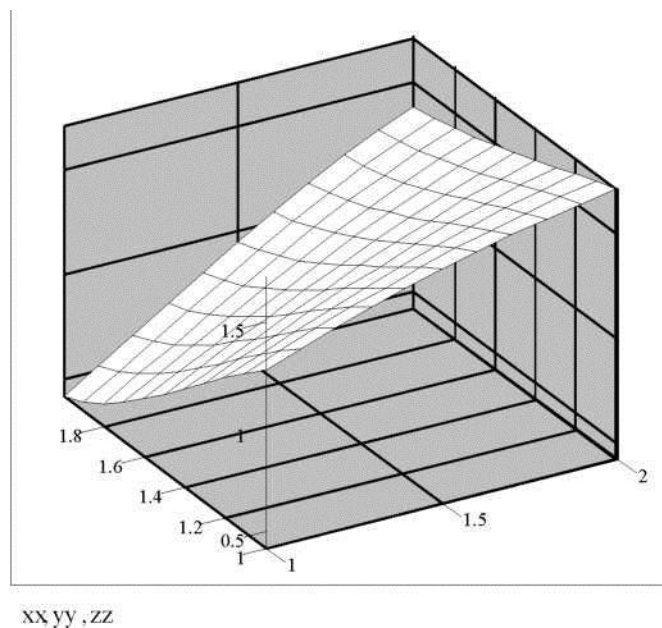
$v$  argument matritsasini transponirlaymiz.

$$VT := V^T$$

Joriy nuqtaning koordinatalarini matritsa shaklida hisoblaymiz

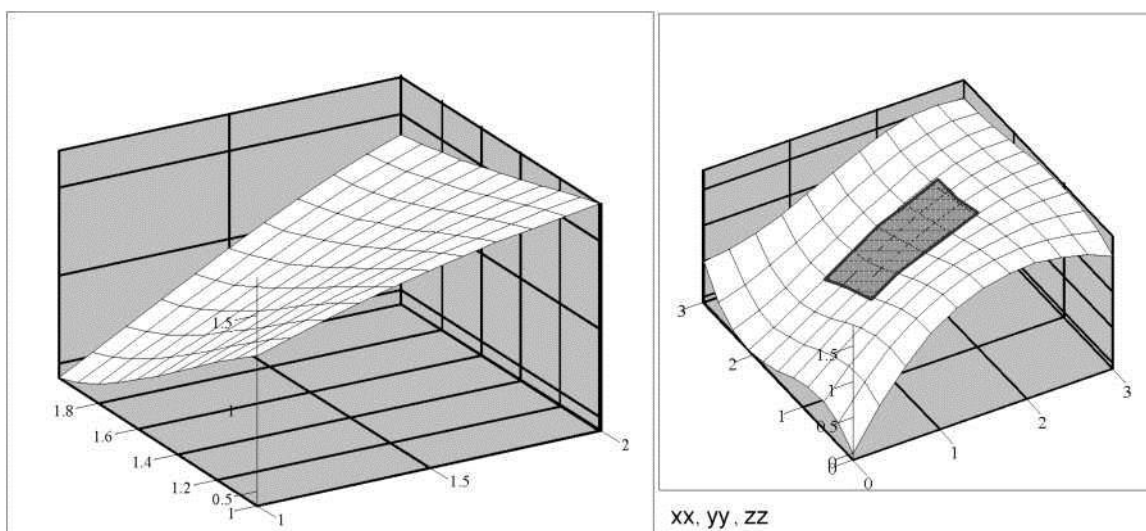
$$\begin{aligned} xx &:= U \cdot M \cdot X \cdot MT \cdot VT, & yy &:= U \cdot M \cdot Y \cdot MT \cdot VT, & zz \\ &:= U \cdot M \cdot Z \cdot MT \cdot VT. \end{aligned}$$

Splayn sirtning (Surface Plot) uch o'lchovli grafigini quramiz.

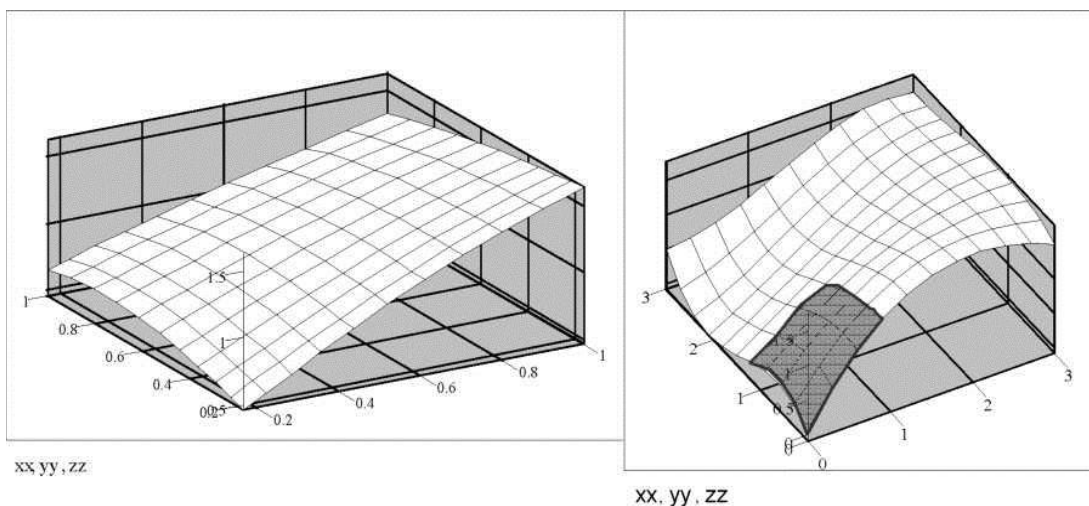


### Ilova C. Turli karrali tayanch nuqtalar asosida B-splayn sirtning oraliqlarini shakllantirish

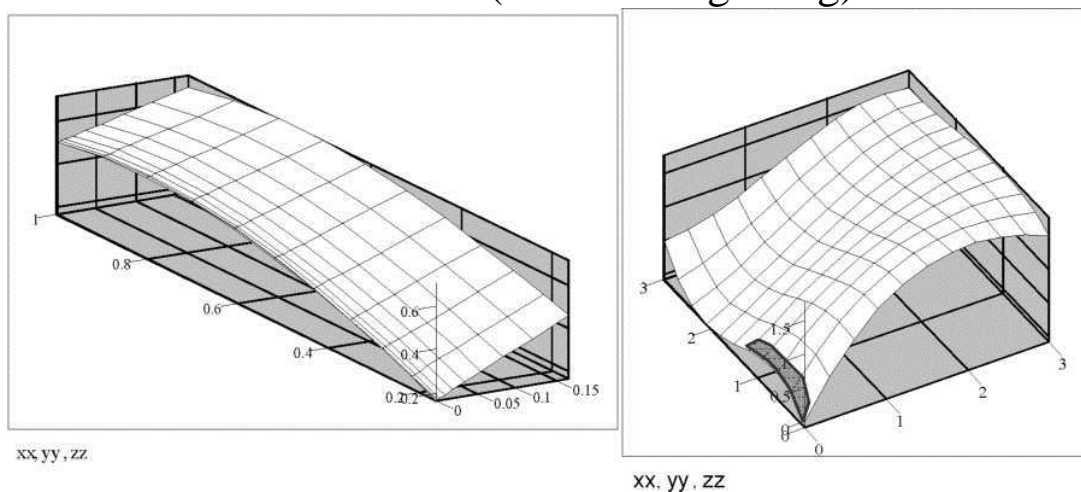
Chapdagi rasmda tayanch nuqtaning turli karrali qiymatlarida MathCAD dasturida olingan B-splaynning oraliqlari tasviri ko'rsatilgan. O'ngdagi rasmda joriy sirtidan B ilovadagi tayanch nuqtalar jamlamasiga mos shakllantirilgan oraliqlar kulrang rangda belgilangan.



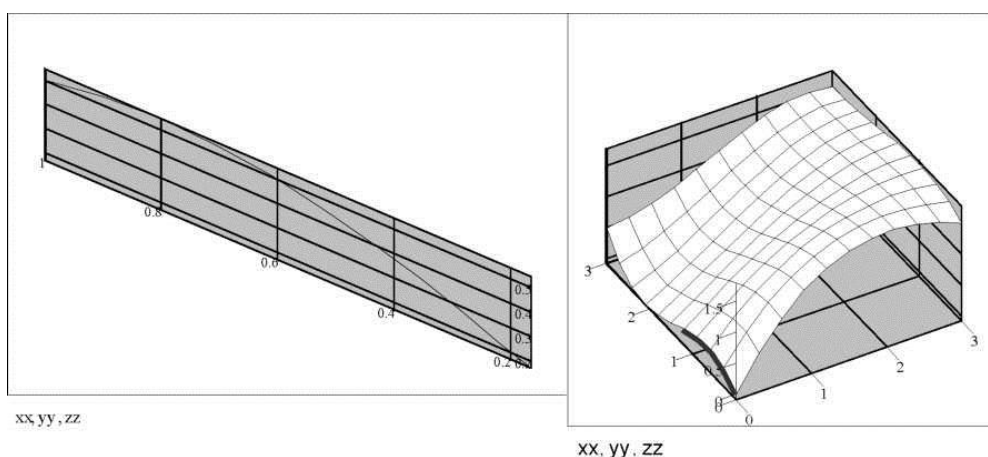
C1-rasm. Berilgan tayanch nuqtalar asosida oraliqlarni shakllantirish (chegaraviy nuqtalar karrasi birga teng)



C2-rasm. Karrali chegaraviy tayanch nuqtalar asosida oraliqlarni shakllantirish (karrasi ikkiga teng).



C3-rasm. Karrali chegaraviy tayanch nuqtalar asosida oraliqlarni shakllantirish (karrasi uchga teng).



C4-rasm. Karrali chegaraviy tayanch nuqtalar asosida oraliqlarni shakllantirish (karrasi to'rtga teng). Oraliq egri chiziqqa aylanib qolgan.

## TEST SAVOLLARI

**1. Hajmiy tasvir deb ataluvchi axborotlar qanday shaklda bo‘lishi mumkin?**

- A. rasm, chizma shaklida
- B. obyekt shaklida
- C. poligonal shaklda
- D. uzluksiz bog‘liq chiziqlar shaklida

**2. Hajmiy tasvirni qurish qonuniyati qanday tilda ifodalanadi?**

- A. matematik
- B. dasturiy
- C. funksiyalar
- D. algoritmik

**3. Obyektning matematik modeli nimalardan tashkil topadi?**

- A. obyekt tuzilishi, ularni tashkil etgan primitivlar va atributlar, teksturasi
- B. obyektning tashkil etgan primitivlar va atributlar, teksturasi
- C. obyekt primitivlari va atributlari, teksturasi, yorug‘lik manbasi
- D. obyekt primitivlari, teksturasi, yorug‘lik manbasi, kamera holati

**4. Tasvirlash jarayonida obyektlar shakli va ularning tashqi ko‘rinishida qanday o‘zgarishlar kuzatiladi?**

- A. o‘zgarishlar kuzatilmaydi
- B. primitivlarning o‘rni almashadi
- C. yoritilganlik hisobiga obyekt silliq ko‘rinadi
- D. ularning matematik modeli o‘zgaradi

**5. Sahna deganda nima tushuniladi?**

- A. bu model olamining qismi bo‘lib, o‘zining modeli bilan beriladigan va aks ettirish masalasida yetakchi hisoblanuvchi obyektlar majmuasidir



B. bu model olamining qismi bo'lib, o'zining modeli bilan beriladigan va aks ettirish masalasida yetakchi hisoblanuvchi o'zaro bog'liq obyektlar majmuasidir

C. bu bir necha model olamining qismi bo'lib, o'zining modeli bilan beriladigan va aks ettirish masalasida yetakchilardan biri hisoblanuvchi obyektlar majmuasidir

D. bu o'zining modeli bilan beriladigan va aks ettirish masalasida yetakchi hisoblanuvchi obyektlar majmuasidir

### **6. Sahna tavsifini qanday atash mumkin?**

A. bir vaqtda grafik ma'lumotlar bazasidan olinadigan aks ettiriluvchi obyektlar majmuasi

B. sahnada mavjud ob'ektlarning o'zaro muvofiqlikda joylashuvi

C. grafik ma'lumotlar bazasidan olinadigan aks ettiriluvchi o'zaro bog'liq obyektlar majmuasi

D. foydalanilayotgan tizim imkoniyati

### **7. Sahna nimalardan tashkil topadi?**

A. grafik obyektlardan

B. faqat obyektlardan

C. kamera va obyektlardan

D. 2D va 3D obyektlardan

### **8. Obyekt ta'rifiga qanday yondashish mumkin?**

A. bitta nom bilan ataluvchi va yagona vizual xossa bilan xarakterlanuvchi primitivlar majmuasi

B. bir necha primitivlarning o'zaro bog'liqligi

C. bir necha nom bilan ataluvchi va yagona vizual xossa bilan xarakterlanuvchi primitivlar majmuasi

D. yagona vizual xossaga ega turli obyektlar to'plami

### **9. Geometrik primitiv – bu ...**

A. obyektlarni qurish uchun ishlatiladigan formal tavsifga ega sodda geometrik shakllar

B. obyektlarni qurish uchun ishlatiladigan murakkab tuzilishga ega geometrik shakllar

C. obyektlarni qurish uchun ishlatiladigan formal tavsifga ega murakkab geometrik shakllar

D. obyektlarni qurish uchun ishlatiladigan sodda geometrik shakllar

**10. Grafik primitiv – bu ...**

A. sodda tasvir bo‘lib, ularni shakllantirish uchun grafik tizim maxsus apparat blokka ega

B. murakkab tasvir bo‘lib, ularni shakllantirish uchun grafik tizim maxsus apparat blokka ega

C. bir necha tasvirlarni shakllantirish uchun grafik tizim maxsus apparat blokka ega

D. sodda obyekt bo‘lib, ularni shakllantirish uchun grafik tizim maxsus apparat blokka ega

**11. Qattiq jism modellari kandy obyektlarni ifodalaydi?**

A. uzluksiz jism ko‘rinishidagi obyektlarni

B. uzlukli jism ko‘rinishidagi obyektlarni

C. o‘zaro bog‘liq obyektlarni

D. sohaning turli tomonlaridagi obyektlarni

**12. Nolinchi darajali ifoda ...**

A. nuqta uchun xarakterlidir

B. obyekt uchun xarakterlidir

C. primitiv uchun xarakterlidir

D. qattiq jism uchun xarakterlidir

**13. Katta jisimli obyektlar nima orqali beriladi?**

A. fazoviy elementlar (voksellar) majmuasi

B. poligonal to‘rlar orqali

C. o‘zaro bog‘liq obyektlar

D. qattiq jisimli obyektlar

**14. Birinchi darajali ko‘phad nimaga qarab fazoda to‘g‘ri chiziqni yoki tekislikni ifodalaydi?**

A. argumentlar soniga

B. ishlatilayotgan obyektlar soniga

- C. ishlatilayotgan obyektlardagi primitivlar soniga
- D. koordinataga to'riga

**15. To'g'ri chiziq kesmalari qanday modelda obyekt sirtlarini ifodalash uchun ishlatiladi?**

- A. karkasli modelda
- B. sirtli modelda
- C. vektor modelda
- D. voksel modelda

**16. Tekislik sohalari i qanday modelda obyekt sirtlarini ifodalash uchun ishlatiladi?**

- A. karkasli modelda
- B. sirtli modelda
- C. vektor modelda
- D. voksel modelda

**17. Qanday modellarda tekisliklar bilan chegaralangan yarim fazolar primitivlar bo'lib xizmat qilishi mumkin?**

- A. qattiq jisimli modellarda
- B. karkasli modelda
- C. sirtli modelda
- D. jadvalli modelda

**18. Analitik modellar obyektни qanday ifodalar yordamida tasvirlaydi?**

- A. analitik
- B. fazoviy koordinatalar elementlari
- C. analitik va mantiqiy
- D. bo'lakli analitik

**19. Bo'lakli analitik model qanday ifodalanadi?**

- A. analitik
- B. fazoviy koordinatalar elementlari
- C. analitik va mantiqiy
- D. bo'lakli analitik

**20. Tasvirlash jarayonining tayyorlov bosqichida qanday ishlar amalga oshiriladi?**

A. sahnadagi obyektlar tavsifi tuziladi, kodlanadi va grafik tizimga kiritiladi

B. sahnadagi obyektlar tavsifi tuziladi, kodlanadi va grafik tizimga kiritiladi, dastur ishga tushiriladi

C. sahnadagi obyektlar tavsifi ishlab chiqiladi, kodlanadi va dastur ishga tushiriladi

D. sahnadagi obyektlar tavsifi tuziladi, maxsus kod yoziladi va grafik tizimga kiritiladi

**21. Tasvirlash jarayonining renderlash bosqichida qanday ishlar amalga oshiriladi?**

A. obyekt tavsifi aniq algoritm asosida tasvirga aylantiriladi

B. sahnadagi obyektlar tavsifi maxsus kod asosida dasturga yuklanadi

C. obyekt tavsifi oldindan aniqlangan algoritm asosida tasvirga aylantiriladi

D. obyekt tavsifi sodda algoritm asosida tasvirga aylantiriladi

**22. Sahna obyektlari kuzatuvchiga nisbatan nechta erkinlik darajasiga ega?**

A. 2

B. 3

C. 6

D. 8

**23. Kuzatuvchiga ko‘rinmaydigan obyektlar va ularning qismlari qanday aniqlanadi?**

A. qirqib olish amali yordamida

B. qayta tasvirlash amali yordamida

C. sohadan ajratib olish amali yordamida

D. sohalarni birlashtirish yordamida

**24. Interaktiv grafikada odatda primitivlar sifatida nimadan foydalaniladi?**

A. qirralari bilan beriladigan tekis poligonlardan

- B. qirralari bilan beriladigan tekis sirtlardan
- C. qirralari va yoqlari bilan beriladigan tekis poligonlardan
- D. yoqri bilan beriladigan tekis poligonlardan

**25. Primitivlarni fazoviy qirqib olish masalasida birinchi vazifa nima hisoblanadi?**

- A. ko‘rinuvchanlik piramidasiga yaxlit tushmagan obyektlarni aniqlash va olib tashlash
- B. ko‘rinuvchanlik piramidasiga yaxlit tushmagan obyektlarni aniqlash
- C. ko‘rinuvchanlik piramidasiga yaxlit tushgan obyektlarni aniqlash va olib tashlash
- D. ko‘rinuvchanlik piramidasiga yaxlit tushmagan obyektlarni olib tashlash

**26. Primitivlarni fazoviy qirqib olish masalasida ikkinchi vazifa nima hisoblanadi?**

- A. kuzatuvchiga qisman ko‘rinadigan obyektlarga kirgan primitivlar qirralarining ko‘rinadigan qismlarini aniqlash
- B. kuzatuvchiga qisman ko‘rinadigan obyektlarga kirgan primitivlar qirralarining ko‘rinmaydigan qismlarini aniqlash
- C. ko‘rinuvchanlik piramidasiga yaxlit tushmagan obyektlarni aniqlash va olib tashlash
- D. ko‘rinuvchanlik piramidasiga yaxlit tushgan obyektlarni aniqlash va olib tashlash

**27. Fazoviy obyektlarni tasvirlash uchun qanday elementlar ishlatiladi?**

- A. to‘g‘ri chiziq kesmalar (vektorlar), siniq chiziqlar, poligonlar, poligonal sirtlar
- B. to‘g‘ri chiziq kesmalar (vektorlar), siniq chiziqlar, poligonal to‘rlar, poligonal sirtlar
- C. to‘g‘ri chiziqlar, siniq chiziqlar, poligonlar, poligonal sirtlar
- D. to‘g‘ri chiziqlar, siniq chiziqlar, poligonal to‘rlar, poligonal sirtlar

**28. Bir qancha vektorlar nimani tashkil etadi?**

- A. sinq chiziqni
- B. egri chiziqni
- C. poligonal to‘rni
- D. poligonal sirtlarni

**29. Voksellar berilgan hajmda nimani hosil qiladi?**

- A. uch o‘lchovli obyektlarni
- B. ikki o‘lchovli obyektlarni
- C. poligonal sirtlarni
- D. poligonal to‘rni

**30. Voksel – bu ...**

- A. hajm elementi
- B. tasvir elementi
- C. obyekt elementi
- D. uchlar elementi

**31. Hajmni modellashtirishda har bir voksel nimani ifodalaydi?**

- A. ma’lum o‘lchamga ega hajm elementini
- B. ma’lum o‘lchamga ega tasvir elementini
- C. ma’lum o‘lchamga ega obyekt elementini
- D. ma’lum o‘lchamga ega uchlar elementini

**32. Voksel usuli qanday sohalarda qo‘llaniladi?**

- A. geologiyada, seysmologiyada, kompyuter o‘yinlari
- B. geologiyada, seysmologiyada, kompyuter meditsinasi
- C. geologiyada, kompyuter meditsinasi, kompyuter o‘yinlari
- D. kompyuter meditsinasi, kompyuter o‘yinlari, arxitektura

**33. Tekis to‘rning ijobiy tomoni berilgan javobni aniqlang?**

- A. Sirtlarni tasvirlashning soddaligi
- B. Hajmiy ssenalarni aks ettirishning sodda protsedurasi
- C. Katta xotira sarfi taralish imkoniyati va modellashtirish imkoniyati chegaralaydi

D. Ayrim turdagi sirtlarni tasvirlash boshqa moddellarga nisbatan murakkabroq bo‘ladi

**34. Notekis to‘r deb nimaga aytiladi?**

A. Sirtida yotuvchi alohida nuqtalar to‘plami ko‘rinishida sirtni tasvirlash modeli

B. Sirtida yotuvchi bir qancha nuqtalar to‘plami ko‘rinishida sirtni tasvirlash modeli

C. Fazoda yotuvchi alohida nuqtalar to‘plami ko‘rinishida fazoni tasvirlash modeli

D. Sirtida yotuvchi alohida nuqtalar to‘plami ko‘rinishida to‘rni tasvirlash modeli

**35. Notekis to‘rning ijobiy tomoni berilgan javobni aniqlang?**

A. Sirtning berilgan shakli uchun muhim bo‘lgan alohida tayanch nuqtalaridan foydalanish axborotlar hajmining kamligi bilan xarakterlanadi

B. Ayrim turdagi sirtlarni tasvirlash boshqa moddellarga nisbatan murakkabroq bo‘ladi

C. Sirtida yotuvchi alohida nuqtalar to‘plami ko‘rinishida to‘rni tasvirlash modeli

D. Sirtlar ustida ko‘pincha amallar bajarishining va sirtlarni tasvirlashning boshqa shakliga aylantirish algoritimining murakkabligi

**36. Sodda karkas modeli qanday jarayonlarda keng qo‘llaniladi?**

A. hajmga ega obyektlarni tahrirlash

B. hajmga ega obyektlarni qurish

C. hajmga ega obyektlarni loyihalash

D. hajmga ega obyektlarni uch o‘lchovli tasvirlash

**37. Karkas odatda nimadan tashkil topadi?**

A. to‘g‘ri chiziq kesimlaridan

B. poligonal to‘rlardan

C. sirtlardan

D. voksel va piksellardan

**38. Ko‘rinmas nuqtalarni olib tashlash bilan tasvirlashning qanday usullari mavjud?**

A. yoqlarning chuqurligi bo‘yicha saralash, suzib yuruvchi gorizont usuli, Z bufer usuli chuqurligi bo‘yicha saralash

B. qirralar va yoqlarning chuqurligi bo‘yicha saralash, suzib yuruvchi gorizont usuli, Z bufer usuli chuqurligi bo‘yicha saralash

C. qirralarning chuqurligi bo‘yicha saralash, suzib yuruvchi gorizont usuli, Z bufer usuli chuqurligi bo‘yicha saralash

D. qirralar va yoqlarning chuqurligi bo‘yicha saralash, suzib yuruvchi gorizont usuli, Z bufer usuli

**39. Suzib yuruvchi gorizont usuli qanday tartibda ishlaydi?**

A. yoqlar yaqindagidan uzoqdagiga ketma-ketligida chiqariladi

B. yoqlar uzoqdagidan yaqindagiga ketma-ketligida chiqariladi

C. qirralar yaqindagidan uzoqdagiga ketma-ketligida chiqariladi

D. qirralar uzoqdagidan yaqindagiga ketma-ketligida chiqariladi

**40. Z-bufer usuli nimaga asoslanadi?**

A. rastrning har bir pikseli uchun Z koordinatalar saqlanadigan qo‘shimcha massiv, xotira buferidan foydalanishga

B. rastrning har bir pikseli uchun Z koordinatalar saqlanadigan qo‘shimcha massiv, xotira buferi va ranglar to‘plamidan foydalanishga

B. rastrning har bir pikseli uchun Z koordinatalar saqlanadigan xotira buferi va ranglar to‘plamidan foydalanishga rastrning har bir pikseli uchun Z koordinatalar saqlanadigan massiv, xotira buferi va primitivlardan foydalanishga

**41. Diffuz qaytishi qanday qonuniyat bilan ifodalanadi?**

A. Lambert qonuniyati

B. Fong qonuniyati

C. Guro qonuniyati

D. Koshi qonuniyati



**42. Diffuz qaytishi qanday sirtlar uchun xos hisoblanadi?**

- A. jilosiz sirtlar
- B. oyna sirti
- C. silliq sirt
- D. yassi sirtlar

**43. Tekis yoqli poligonal to‘r yoki ko‘pyoqliklar ko‘rinishida tasvirlangan silliq egri chiziqli sirtni illyuziyasini yaratish uchun mo‘ljallangan usul nomini aniqlang?**

- A. Lambert usuli
- B. Fong usuli
- C. Guro usuli
- D. Koshi usuli

**44. Har bir tekis yoqni bir xil rang bilan emas, balki qo‘shni yoqlar ranglarini interpolyatsiyalash yo‘li bilan hisoblanuvchi silliq o‘zgaruvchi ranglar jilosida bo‘yash g‘oyasiga asoslangan usul nomini aniqlang?**

- A. Lambert usuli
- B. Fong usuli
- C. Guro usuli
- D. Koshi usuli

**45. Guro usulida yoqlarni bo‘yash necha bosqichda amalga oshiriladi?**

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5

**46. Fong usulidan foydalanish Guro usulidan nimasi bilan farqlanadi?**

A. rangni aniqlash uchun har bir nuqtada qaytuvchi nur intensivligi emas, normal vektorlari interpolyatsiyalanadi

B. rangni aniqlash uchun bitta nuqtada qaytuvchi nur intensivligi emas, normal vektorlari interpolyatsiyalanadi

C. rangni aniqlash uchun har bir nuqtada normal vektorlar emas, qaytuvchi nur intensivligi interpolyatsiyalanadi

D. rangni aniqlash uchun bitta nuqtada normal vektorlar emas, qaytuvchi nur intensivligi interpolyatsiyalanadi

**47. Zarralar tizimi deganda qanday obyektlar tushuniladi?**

A. animator tafakkurida paydo bo'ladigan, yashaydigan va ma'lum vaqtdan so'ng yo'qoladigan elementlar to'plamidan tashkil topgan obyekt

B. rassom tafakkurida paydo bo'ladigan, yashaydigan va ma'lum vaqtdan so'ng yo'qoladigan elementlar to'plamidan tashkil topgan obyekt

C. animator tafakkurida paydo bo'ladigan, yashaydigan elementlar to'plamidan tashkil topgan obyekt

D. rassom tafakkurida paydo bo'ladigan, yashaydigan elementlar to'plamidan tashkil topgan obyekt

**48. Protsedurali modellashtirish qanday ishlarni amalga oshirish uchun qo'llaniladi?**

A. tog'lar, daraxtlar, barglar, bulutlar va olov kabi murakkab obyekt va ko'rinishlarni konstruksiya qilish uchun

B. binolar, kuchalar, daraxtlar va barglar kabi murakkab obyekt va ko'rinishlarni konstruksiya qilish uchun

C. binolar, tog'lar, daraxtlar, barglar, hayvonlar kabi murakkab obyekt va ko'rinishlarni konstruksiya qilish uchun

D. binolar, suv, tog', daraxt, bulutlar va olov kabi murakkab obyekt va ko'rinishlarni konstruksiya qilish uchun

**49. Bir xil chastotaga ega va vaqt bo'yicha fazalar farqi o'zgarmaydigan to'lqinlar qanday to'lqin hisoblanadi?**

A. kogerent to'lqinlar

B. shakli o'zgaruvchan to'lqinlar

C. shakli o'zgarmaydigan to'lqinlar

D. silliq to'lqinlar



**50. Additiv rang modelida nima kuzatiladi?**

A. alohida rang yorqinligi oshirilganda natijaviy rang yorug‘ bo‘lishligi

B. alohida rang yorqinligi oshirilganda natijaviy rang yorug‘ bo‘lmasligi

C. obyektga tushiriladigan yorug‘lik intensivligi oshirilganda obyektning yorqin bo‘lishligi

D. ob‘ktga tushadigan rang shaffofligi pasaytirilganda natijaviy rang yorug‘ bo‘lishligi

**51. Subtraktiv rang modelida nima kuzatiladi?**

A. alohida rang yorqinligi oshirilganda yakuniy rang qorayadi

B. alohida rang yorqinligi oshirilganda natijaviy rang yorug‘ bo‘ladi

C. alohida rang yorqinligi oshirilganda yakuniy rang oqaradi

D. alohida rang yorqinligi oshirilganda yakuniy rang moviy tus oladi

**52. Yorug‘lik to‘lqinlari interferensiyasi deb nimaga aytiladi?**

A. ikkita kogerent to‘lqinlarning qo‘shilishiga aytiladi va buning natijasida fazoning har xil nuqtalarida natijaviy yorug‘lik tebranishi kuchayishi yoki susayishi kuzatiladi

B. to‘rtta kogerent to‘lqinlarning qo‘shilishiga aytiladi va buning natijasida fazoning har xil nuqtalarida natijaviy yorug‘lik tebranishi kuchayishi yoki susayishi kuzatiladi

C. ikkita kogerent to‘lqinlarning qo‘shilishiga aytiladi va buning natijasida fazoning bitta nuqtasida natijaviy yorug‘lik tebranishi kuchayishi yoki susayishi kuzatiladi

D. to‘rtta kogerent to‘lqinlarning qo‘shilishiga aytiladi va buning natijasida fazoning bitta nuqtasida natijaviy yorug‘lik tebranishi kuchayishi yoki susayishi kuzatiladi

**53. 2D grafika .....**

A. (x,y) koordinata sistemasida yuza tasvirini hosil qilish imkonini beradi

B.  $(x,y,z)$  koordinata sistemasida yuza tasvirini hosil qilish imkonini beradi

C. tasvir hosil qilish imkonini beradi

D.  $(x,y)$  koordinata sistemasida yuza tasvirini hosil qilish imkonini bermaydi

**54. Uch o'lchovli grafika yaratish dasturlari berilgan javobni aniqlang?**

A. 3D Studio Max, Maya

B. Adobe Photoshop, Maya

C. 3D Studio Max, Corel Draw

D. 3D Studio Max, Adobe Photoshop, Corel Draw

**55. 3D grafika ...**

A.  $(x,y,z)$  koordinata sistemasida yuza tasvirini hosil qilish imkonini beradi

B.  $(x,y)$  koordinata sistemasida yuza tasvirini hosil qilish imkonini beradi

C. tasvir hosil qilish imkonini beradi

D.  $(x,y)$  koordinata sistemasida yuza tasvirini hosil qilish imkonini bermaydi

**56. 3Ds MAX dasturida obyektlarning shakllarini turli xil ko'rinishga keltirish uchun .... dan foydalaniladi.**

A. menyular paneli

B. modifikatorlar

C. uskunalar paneli

D. to'g'ri javob yo'q

**57. 3Ds MAX dasturida obyektlarni ko'chirish va aylantirish uchun klaviaturaning qaysi tugmachalaridan foydalaniladi?**

A. Shift+Q

B. Ctrl+L

C. E va W

D. A va W

**58. 3Ds MAX dasturida obyektlardan nusxa ko‘chirish uchun qaysi amal bajariladi?**

- A. Ctrl bosilgan holda obyekt tanlanadi
- B. Shift bosilgan holda obyekt tanlanadi
- C. W va Ctrl tugmalari ketma - ket bosiladi
- D. W tugmasi bosiladi, Shift tugmasi bosilgan holda obyekt tanlanadi

**59. 3Ds MAX dasturida obyektlni modellashtirish jarayonida ularni to‘g‘ri joylashtirish qaysi oynada qulayroq?**

- A. TOP
- B. LEFT
- C. RIGHT
- D. FRONT

**60. 3Ds MAX dasturida Rendering klaviaturaning qaysi tugmachalari orqali bajariladi?**

- A. F10
- B. Shift+Q
- C. Shift+F
- D. F8

**61. 3Ds MAX dasturida obyektlni qirqish elementlarini ko‘rsating.**

- A. Boolean
- B. Proboolean
- C. Extrude
- D. Edit Poly

**62. 3Ds MAX dasturida qanday turdagi kamera o‘rnatish mumkin?**

- A. Target
- B. Free
- C. Target, Proboolean
- D. Target, Free

**63. 3Ds MAX dasturida obyektlni X,Y,Z o'qlari bo'yicha burish modifikatorini ko'rsating.**

- A. Boolean
- B. Bend
- C. Edit Poly
- D. Shell

**64. 3Ds MAX dasturida obyektlnarga tekstura (material) berish oynasini aktivlashtirish ketma-ketligini ko'rsating.**

- A. Menyular panelidan Rendering → Material Editor → State Material Editor
- B. Menyular panelidan Rendering → Environment
- C. Uskunalar panelidan Material Editor
- D. Menyular panelidan Rendering → Material Editor

**65. 3Ds MAX dasturida foydalaniladigan modifikatorlar qatorini belgilang.**

- A. Boolean, Proboolean
- B. Extrude, Shell, Boolean
- C. Extrude, Shell, Edit Poly
- D. Extrude, Shell, Edit Poly, Boolean

**66. 3Ds MAX dasturida yaratilgan obyektlni o'lchamini o'zgartirish uchun qanday amal bajariladi.**

- A. Obyekt parametrlaridan foydalaniladi
- B. Extrude modifikatoridan foydalaniladi
- C. W va E tugmalardan foydalaniladi
- D. W va C tugmalardan foydalaniladi

**67. Quyidagi grafik dasturlarning qaysi birida animatsiya yaratish mumkin?**

- A. Adobe Flash, Corel Draw, CINEMA 4D
- B. 3Ds Max, Maya, Paint
- C. AutoCad, CorelDraw, After Effects
- D. Adobe Flash, 3Ds Max, CINEMA 4D

**68. 3Ds MAXda Bend modifikatori nima vazifani bajaradi?**

- A. Bukish uchun ishlatiladi
- B. Burish uchun ishlatiladi
- C. Tekislash uchun ishlatiladi
- D. Masshtablash uchun ishlatiladi

**69. 3Ds MAXda Distributed Renderingning vazifasi?**

- A. Bir qancha kompyuter yordamida tarmoqli rendering
- B. Bir dona kompyuter yordamida rendering
- C. Katta o'lchamdagi faylning renderingi
- D. To'g'ri javob yo'q

**70. 3Ds MAXda Twist modifikatori nima vazifani bajaradi?**

- A. Obyektni teskari aylantiradi
- B. Obyektni buradi
- C. Obyektni bukadi
- D. Obyektni teskari o'giradi



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Блинова Т.А., Порев В.Н. Компьютерная графика /Под ред. В.Н.Порева - К.: Издательство Юниор, 2005. – 520 с.
2. Геоінформаційна система "ОКО". Керівництво користувача. Книга 3. — Київ: Геобіономіка, 1996. – 57.
3. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование. - М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002. –472 с.
4. Иванов В.П., Батраков А.С. Трехмерная компьютерная графика /Под ред. Г.М. Полищука. - М.: Радио и связь, 1995. – 224 с.
5. Ли Ким. 3D Studio MAX для дизайнера. Искусство трехмерной анимации. – Второе издание переработанное и дополненное: Пер. с англ. / Ким Ли и др. – К.: ООО -ТИД «ДС». 2003. – 864 с.
6. Марк Джамбруно. Трехмерная графика и анимация. 2-е изд. – М.: Издательство Вильямс, 2002. – 624 с.
7. Маров М. 3D Studio MAX 3: учебный курс. – СПб: Издательство «Питер», 2010 – 640 с.
8. Мосин В.Г. Математические основы компьютерной графики. – Самара: СГАСУ, 2005. – С. 139-154.
9. Никулин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.
10. Основы трехмерной графики и анимации / Коллектив авторов. – М., 2005. – 341 с.
11. Петерсон М. Эффективная работа с 3d Studio MAX – СПб: Питер, 2011 – 656 с.
12. Потапов М. Пиксельная графика: великолепная альтернатива // Компьютерное обозрение, 1999, № 40, – с. 30–33.

13. Ратнер П. Трехмерное моделирование и анимация человека. 2-е изд. – М.: Диалектика, Вильям: 2005. – 277 с.
14. Робертс С. Анимация 3D-персонажей / Стив Робертс; пер. с. Англ. Г.П. Ковалева. – М.: НТ Пресс, 2006. – 254 с.
15. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики: Пер. с англ. - М.: Мир, 2001. – 604 с.
16. Смолин А.А. Основы трехмерного моделирования / Электронный конспект лекций. – Красноярск, Сибирский федеральный университет, 2008. – 206 с.
17. Шикин Е. В., Боресков А. В. Компьютерная графика. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995. – 288 с.
18. Эйнджел Э. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL, 2 изд.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 592 с.
19. Ягель Р. Рендеринг объемов в реальном времени //Открытые системы, 1996, №5. 53.
20. 3DS Max за 21 день. – СПб.: Питер, 2011. – 240 с.
21. Nazirov Sh.A, Nuraliyev F.M, To‘rayev B.Z. Kompyuter grafikasi va dizayn / O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2015. – 256 b.
22. Nazirov Sh.A., Nuraliyev F.M., Tillayeva M.A., Rasulbayev M.M. Flash texnologiyalari, Cho‘lpon, Toshkent, 2012. – 100 b.
23. Nazirov Sh.A., Nuraliyev F.M., Tillayeva M.A., Uch o‘lchovli modellashtirish, Ilm ziyo, Toshkent, 2012. – 144 b.
24. Мазина А.С. Исследование технологии визуального моделирования в геоинформатике: Дисс. ... канд. тех. наук. – Москва, 2004. – 157 с.
25. Ситалов Д.С. Моделирование перемещения аватара в пространстве и его взаимодействия с объектами виртуальной среды: Дисс. ... канд. тех. наук. – Новочеркасск, 2012. – 204 с.

26. Софронова Т.В. Графическое моделирование процессов и явлений средствами анимации в профессиональной подготовке учителей-предметников: Дисс. ... канд.пед.наук. – Санкт-Петербург, 2006. –157 с.

27. Тарасова Т.С. Исследование и разработка метода алгебраического моделирования пространственных окрашенных объектов: Дисс. ... канд. тех. наук. – Санкт-Петербург, 2009. – 175 с.

28. Эминов А.Ф. Бўлажак ўқитувчиларнинг компьютер графикаси бўйича компетентлигини ривожлантириш методикаси (“Информатика ва ахборот технологиялари” ўқув фани мисолида): Дис. ... пед. фан. номз. – Тошкент, 2012. – 139 б.

29. Alan Watt. 3D Computer Graphics (3rd Edition). – Addison-Wesley Professional, 1999. – 624 p.

30. John F. Hughes, Andries van Dam, Morgan McGuire, David F. Sklar, James D. Foley, Steven K. Feiner, Kurt Akeley. Computer Graphics: Principles and Practice (3rd Edition). – Addison-Wesley Professional, 2013. – 1264 p.

31. Mark Giambruno. 3D Graphics & Animation (2nd Edition). – New Riders Press, 2002. – 640 p.

32. Ami Chopine. 3D Art Essentials: The Fundamentals of 3D Modeling, Texturing, and Animation (Paperback). Focal Press, New York and London, 2011. – 282 p.

33. R. Stuart Ferguson. Practical Algorithms for 3D Computer Graphics, Second Edition 2nd Edition. – A. K. Peters/CRC Press, 2013. – 520 p.

34. Samuel R. Buss. 3D Computer Graphics: A Mathematical Introduction with OpenGL. – Cambridge university press, 2013. – 396 p.

35. Sumanta Guha. Computer Graphics Through OpenGL: From Theory to Experiments (2nd Edition). – A. K. Peters/CRC Press, 2014. – 951 p.

## GLOSSARIY

**2D Graphics (2D grafika)** – sahna va obyektlarni  $x$  va  $y$  o‘qlari bo‘yicha koordinatalarda berilishini aks ettiradi, masalan balandlik va kenglik.

**3D Graphics (3D grafika)** – sahna va obyektlarni  $x$ ,  $y$  va  $z$  o‘qlari bo‘yicha uch o‘lchovli fazo koordinatalarida berilishini aks ettiradi, masalan balandlik, kenglik va chuqurlik.

**3D Pipeline (3D konveyer)** – 3D grafikani qayta ishlashning ketma-ket jarayoni bo‘lib, shartli ravishda uch bosqichga ajratiladi – tesselyatsiya (tessellation), ya’ni obyektning tuzilmaviy modelini yaratish, geometrik bosqich, va rendering jarayoni. *Tesselyatsiyalash bosqichida obyekt modeli tavsiflanadi, qaysiki keyinchalik poligonlarning (polygons, ya’ni, ko‘pburchaklar) belgilangan to‘plamida konvertatsiya qilinadi. Geometrik bosqichda ko‘psonli sozlashlar, o‘zgartirish shartlari, yoritish va boshqa amallar bajariladi. Rendering bosqichi yakuniy natija sifatiga mos ravishda muhim hisoblanib, geometrik bosqichda poligonlardan shakllantirilgan 3D tasvir ekran displeyiga chiqarish uchun ikki o‘lchovli tasvir ko‘rinishiga o‘zgartiriladi.*

**Accelerator (Akselerator)** – umumiy holatda kompyuter imkoniyatlarini kengaytiruvchi karta yoki plata. Odatda, akselerator mustaqil ravishda biror-bir axborotni qayta ishlovchi apparatli yechim hisoblanadi, bu esa ma’lumotlarga tezkor ishlov berish va markaziy protsessorga resurslarni yuklash imkonini beradi. Hozirgi vaqtda eng ommaboplarni 2D/3D akseleratorlar deb hisoblash mumkin, shuning uchun aksariyat holatda “akselerator” atamasi ishlatilganda gap videokarta haqida borayotgini tushuniladi.

**Algorithmic Procedure Texturing (Algoritmik protsedurali teksturalash)** - virtual cheksiz detallashtirish orqali tasvirni renderlash usuli. “Protsedurali” so‘zi harakatlar ketma-ketligini anglatadi; teksturalash – bu umumiy ma’noda ko‘psonli xususiyatlar bilan tasvirni yaratish.

**Alpha Buffer, Alpha Channel, Alpha Plane – alfa-bufer, alfa-kanal, alfa-tekislik:** obyekt shaffofligi haqidagi axborotni saqlash uchun qo‘shimcha rang kanali; shunday ekan piksellar to‘rtta sonli xususiyatga (RGBA) ega bo‘ladi, va 32-bitli kadr bufer 24-bitli rangni tavsiflaydi, sakkiz bit rang kanaliga 8-bitli alfa-kanal ko‘shiladi.

**Alpha-Blending (Alfa-qorishish)** – shaffof yoki yarimshaffof obyektlar yoki tasvir qatlamlarini yaratish texnologiyasi bo‘lib, amaliyotda tasvirga yoki alohida pikselga mahsus atribut berish orqali uning yakuniy ko‘rinishini (yaxlit (yorug‘likni o‘tkazib yubormaydigan), ko‘rinmas (shaffof) yoki yarimshaffof) belgilanishini anglatadi. Obyektga beriladigan tekstura ranglar (Red, Green, Blue) haqidagi axborotlardan, shaffoflik (Alpha) haqidagi axborotdan tarkib topishi mumkin. Poligonlarni renderingga tayyorlangan xarakteristikasida alfa-qorishish axborotlarining qo‘shilishi qiziqarli effektlar va sirtlarni oyna, suv va boshqa virtual shaffof elementlar singari yaratish imkonini beradi.

**Animation (Animatsiya)** – statik tasvirlardan ketma-ket foydalanish (rendering) orqali harakat illyuziyasini yaratish texnologiyasi.

**API, Application Programming Interface (Dasturiy interfeys ilovasi)** – dasturiy ishlab chiquvchilarga platformani apparatli amalga oshirish bo‘yicha o‘ziga xos bilimlarsiz ilova yozish imkonini beruvchi, ilovaning standartlashgan dasturiy interfeysi. API har qanday operatsion tizimda mavjud va o‘ziga xos

sifatida ishlatiladi. Eng mashhur zamonaviy 3D API - OpenGL va Direct3D.

**Artifact** – artefakt deb teksturaning sifatsiz yoki past sifatli kompressiyasi natijasiga aytiladi, bunda tasvirning “surkalgan” qismlari kuzatiladi. Ikki o‘lchovli va uch o‘lchovli tasvirlarga artefaktlar ranglar tutashgan joyda yuzaga keladi.

**Aspect Ratio** – ekran formati bo‘lib, uning kengligini balandlikga o‘zaro nisbati. Masalan, 1920 x 1200, 1680 x 1050, 1280 x 800, 1152 x 720, 1024 x 640 o‘lchamlar 16:10 nisbatga ega; 1280 x 1024 o‘lchami 5:4 nisbatga ega; 1024 x 768, 800 x 600, 640 x 480 o‘lchamlar 4:3 nisbatga ega; 720 x 480 o‘lchami 3:2 nisbatga ega.

**Atmospheric Effect** – sahnaga qo‘shimcha reallik beruvchi tuman singari atmosfera effekti.

**Buffer** – bufer, xotira, ya’ni o‘ziga xos funksiyalar yoki funksiyalar to‘plami uchun ajratilgan.

**Circular viewpoint (Aylanali ko‘rinish nuqtasi)** – uch o‘lchovli modelning belgilangan qismlarida vizuallashtiruvchi panoramali tasvir (360 gradusli).

**Compression** – siqish, ya’ni muhim grafik qismlarni yo‘qotishlarsiz fayl o‘lchamini kichraytirish imkoniyati. 3D tezlatkichlar siqilgan teksturalar bilan tez ishlaydi.

**Computer animation (Kompyuter animatsiyasi)** – bu murakkab obyektlar harakatini yaratish uchun ajoyib vosita hisoblanadi, masalan, uch o‘lchovli qahramonlar, aksariyat vaziyatlarda u ishni osonlashtiradi.

**Computer graphics processing software core (Grafik ma’lumotlarni qayta ishlovchi dasturiy yadro)** – real vaqtda uch o‘lchovli grafikani qayta ishlash va vizuallashtiruvini boshqaruvchi dastur elementi.

**Data set (Ma'lumotlar jamlanmasi)** – uch o'lchovli obyektning tavsiflash uchun kerakli ma'lumotlar. Ma'lumotlar jamlanmasida uch o'lchovli soha koordinatalari, materiallar atributi, teksturalar va animatsiyalar tarkib topishi mumkin.

**Digitizing (Raqamlashtirish)** – kompyuterda keyingi qayta ishlash uchun mo'ljallangan tasvirlar, obyektlar yoki raqamli formatdagi ovozlarni o'zgartirish jarayoni.

**Direct3D** – Microsoft DirectX API ning grafik qismi.

**Extrapolation (Ekstrapolyatsiya)** – boshlang'ich ma'lum interval chegaralarida funktsiya qiymatlarini belgilash.

**FPS (Frames per Second)** – bir sekundga tasvirlanadigan kadrlar soni. Videokarta qancha kuchli bo'lsa, u shunchalik tez har bir kadrlarni tasvirlaydi va keyingisiga o'tadi.

**Graphics Controller, Graphics Processor, Graphics Processing Unit (GPU)** - 2D va/yoki 3D protsessor, grafik konveyerning barcha funksiyalarini o'zida birlashtiradi.

**Interpolation (Interpolyatsiya)** – funktsiya qiymatlarining ma'lum diskret to'plami bo'yicha funktsiyaning oraliq qiymatlarini belgilash.

**Morphing (Morfin)** – bu uch o'lchovli animatsiya sohasida shunday nomlanuvchi texnologiya bo'lib, bazaviy (mavjud) karkas to'ridan nusxa ko'chirish yo'li bilan obyekt shaklini tekislab tuzatish va uni boshqa shaklga yoki *aniq maqsadli obyekt* (morph target)ga o'zgartirish ishlarini amalga oshirish imkonini beradi.

**Motion Capture (Harakatni tutib olish)** – bu ishning yagona uch o'lchovli tasviriga ega bo'lish uchun, tegishli vaqt mobaynida bir qancha asosiy nuqtalarni kuzatish orqali jonli harakat voqeliklarini yozib borish va ularni foydalaniladigan matematik ifodalarga o'tkazish jarayoni hisoblanadi.

**Polygonal Modeling (Ko'pburchaklar asosida model-lashtirish)** – uch o'lchovli obyektlarni modellashtirishning bazaviy

usuli bo‘lib, undan foydalanilganda barcha obyektlar ko‘pburchaklar to‘plami ko‘rinishida ifodalanadi.

**Pre-visualization (Dastlabki vizualizatsiya)** – tasvir yoki animatsiyalar sifatidagi o‘yinlar yaratish jarayonida vizuallashtiruvchi, o‘yinlardagi uch o‘lchovli grafika.

**Raytrace** – nur yo‘nalishini belgilash metodi, yoki “yuguruvchi nur”. Metod juda ham real effektlarni, shuningdek, shaffof sirtlarni yaratadi.

**Real-time mode (Real vaqt rejimi)** – kiruvchi ma’lumotlar va grafikalarini bevosita qayta ishlash, qaysiki sahnadagi har qanday o‘zgarishlar tasvirda juda tez aks etadi.

**Rendering (Vizuallashtirish)** – jarayonni ifodalaydi, uning natijasida kompyuter obyekt va yoritishlar haqidagi barcha ma’lumotlarni qayta ishlaydi, shundan so‘ng foydalanuvchi tomonidan tanlangan ko‘rinish nuqtasiga mos ravishda tugallangan obyekt yaratiladi.

**Systems CAD/CAM (CAD/CAM tizimlari).** CAD – konsepsiyasi keng qamrovli sanoat mahsulotlari, ehtiyot qismlar, turar joy binolari va boshqa obyektlarni ishlab chiqish uchun chizmalarni shakllantirishda kompyuter yoki dasturda qo‘llaniladi. CAM tizimida qurilmalarni boshqarish uchun CAD chizmalari ishlatiladiki, uning yordamida yakuniy mahsulot tayyorlanadi.

**Texel (TEXTure ELEMENT)** – tekssel, tekstura elementi. Odatda, teksellarni 3D ga mos ravishda piksellar deb atashadi.

**Texture** – tekstura, grafik rasm (rastr), 3D da poligonal karkasga “qoplanadi”. Tekstura yoramida biz o‘yinlarda kuzatadigan eng ajoyib uch o‘lchovli dunyoga ega bo‘lamiz.

**Texture Map (Tekstura xaritasi)** – grafik muharrirda skanerlash yoki chizish usuli yordamida olingan rastrli tasvir bo‘lib, materialning standart parametrlarini sozlash usuli bilan erishib



bo'lmaydigan obyekt materialiga noyob tekstura xususiyatini beradi.

**Texture Mapping** – teksturalash, teksturali aks ettirishi: poligonal 3D asos (skelet)ga teksturani “qoplash” jarayoni.

**Transparency** – shaffoflik, obyektlar xususiyati, ular yordamida to'liq yoki qisman boshqa obyektlarni ko'rish mumkin.

**Vertex** – 3D fazoda belgilangan koordinatalar bilan berilgan nuqta (uch); odatda  $x$ ,  $y$  va  $z$  kordinatalari bilan tavsiflanadi. Nuqta (uch) - poligonal modellashtirishda fundamental tuzilmalardan biri hisoblanadi: ikkita nuqta chiziqni belgilash uchun ishlatilishi mumkin; uchasi – uchburchakni belgilash uchun va h.

**Virtual reality (Virtual reallik)** – kompyuter tizimi bo'lib, u foydalanuvchining ko'rish, eshitish va boshqa hissiyot organlariga ta'sir qilib, ushbu dunyodan erkin foydalanish illyuziyasini keltirib chiqaradi.

**Z-Buffer (Z-bufer)** –  $X$ ,  $Y$  va  $Z$  o'qlari bilan uch o'lchovli fazoda  $Z$  nuqtalar koordinatalarini saqlash ostida belgilangan 3D tezlatkich xotirasining qismi.

## MUNDARIJA

<b>KIRISH</b> .....	3
<b>1-BOB. KOMPYUTER GRAFIKASIDA OBYEKTAR VA MODELLAR</b>	
1.1. Grafik tizimlar sohasidagi atamalar .....	6
1.2. Uch o'lchovli obyektlar matematik modellarini tasniflash .....	8
<b>2-BOB. UCH O'LCHOVLI OBYEKTARINI TASVIRLASH JARAYONLARI</b>	
2.1. Tasvirlash jarayoni bosqichlari .....	12
2.2. Primitivlarni fazoviy qirqib olishlar .....	13
2.3. Fazoviy harakatlarni almashtirish .....	15
2.4. Primitivlar sirt ko'rinishini aniqlash .....	19
2.5. Rastr almashtirishlari .....	22
2.6. Grafik konveyer .....	29
<b>3-BOB. KOMPYUTER GRAFIKASINING GEOMETRIK PRIMITIVLARI</b>	
3.1. Poligonlar .....	34
3.2. Ikkinchi tartibli sirtlar .....	42
3.3. Bikubik splaynlar .....	50
<b>4-BOB. UCH O'LCHOVLI GRAFIKANING USUL VA ALGORITMLARI</b>	
4.1. Sirtlarni tasvirlash modellari .....	65
4.2. Hajmga ega tasvirlar vizualizatsiyasi .....	79
4.3. Sirtlarni bo'yash .....	83
4.4. Yorug'lik va uni modellashtirish. Rang modellari .....	100
<b>5-BOB. 3D STUDIO MAX DASTURIDA UCH O'LCHOVLI MODELLASHTIRISHNING AMALIY ASOSLARI</b>	
5.1. 3D modellashtirish asoslari .....	110
5.2. 3D Studio Max grafik muharririning asosiy buyruqlari va interfeysi .....	127
5.3. Standart obyektlar tasnifi. Compound objects toifasidagi obyektlar .....	150
5.4. Modifikatorlar. Obyektlarni qurish (Mesh, Poly, Patch, Splain, Nurbs modellashtirishlari) .....	193

5.5. Materiallar yaratish va tahrirlash .....	228
5.6. Yorug‘lik berish va kameralar bilan ishlash .....	255
<b>6-BOB. ANIMATSIYA ASOSLARI</b>	
6.1. Kadrlar almashinuvi chatotasi .....	290
6.2. Obyektlarning bog‘lanishi va zanjiri .....	301
6.3. To‘g‘ri va teskari kinematika .....	306
<b>ILOVALAR</b> .....	314
Ilova A. Beze splaynini parametrik tavsifi bo‘yicha modellashtirish .....	314
Ilova B. <i>B</i> -splaynni parametrik tavsifi bo‘yicha modellashtirish .....	315
Ilova C. Turli karrali tayanch nuqtalar asosida <i>B</i> -splayn sirtning oraliqlarini shakllantirish .....	317
<b>TEST SAVOLLARI</b> .....	319
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR</b> .....	335
<b>GLOSSARIY</b> .....	338



**A.SH. MUXAMADIYEV, B.Z. TO‘RAYEV**

# **3D MODELLASHTIRISH VA RAQAMLI ANIMATSIYA**

**Toshkent – «Aloqachi» – 2017**

Muharrir: M.Mirkomilov  
Tex. muharrir: A.Tog‘ayev  
Musavvir: D.Azizov  
Musahhiha: N.Hasanova  
Kompyuterda  
sahifalovchi: F.Tog‘ayeva

**Nashr.lits. AIN<sup>o</sup>176, 11.06.11. Bosishga ruxsat etildi: 20.09.2017.**

**Bichimi 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. « Timez Uz » garniturasini.**

**Ofset bosma usulida bosildi.**

**Shartli bosma tabog‘i 21,5. Nashiriyot bosma tabog‘i 21,75.**

**Tiraj 100. Buyurtma №25.**

***OK «NIHOL PRINT» bosmaxonasida chop etildi.***  
**Toshkent sh. Muxtor Ashrafiy ko‘chasi, 101/99.**