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

MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

MADRAXIMOV Sh.F.

C++ OB'EKTGA YO'NALTIRILGAN PROGRAMMALASH

TOSHKENT-2014

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI
O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

Sh.F. Madraximov

C++. Ob’ektga yo‘naltirilgan programmalash

Toshkent 2014

Annotatsiy

Qo‘llanmada C++ tilida ob’ektga yo‘naltirilgan programmalash (OYP) texnologiyasini amalga oshirilishi qaraladi. Unda C++ OYP amalga oshirishda asosiy vositasi sinf tushunchasi, sinfning a’zolari va ularga murojaat toifalari, sinfning do‘stlari, sinflar vorisligi, polimorfizmni amalga oshirish, statik va dinamik polimorfizmlar, operatorlarni qayta yuklash, istino holatni qayta ishlash, qoliplar va standart qoliplar kutubxonasi mavzularining nazariyasi va amaliy masalalari qaraladi.

Qo‘llanma programmalashni o‘zlashtirish bilan bog‘liq ta’lim yo‘nalishi va mutaxassisligi talabalariga, ta’lim beruvchilariga hamda mustaqil o‘rganuvchilarga mo‘ljallangan.

The manual focuses on implementation of technologies Object-oriented Programming (OOP) in C++. There is considered theories and practical tasks of topics as the concept of class which basic tool for implementing technology OOP in C++, class members and types of call them, friends of classes, inheritance, implementation of polymorphism, static and dynamic polymorphism, overloading operators, exception handling, templates and standard templates library.

Guide is planned for students who educated on the direction and specialty related to the study programming and lecturer and self learners.

Tuzuvchi: dots. Sh.F.Madraximov

Taqrizchilar: TATU Urganch filiali direktori, professor A.Nishonov;
O‘zMU PTT kafedrasi professori N.A.Ignatev

Mas’ul muharrir: O‘zMU professori M.M.Aripov

Ushbu o‘quv qo‘llanma O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o’rta maxsus ta’lim vazirligining 201_ yil __ _____dagi __-sonli buyrug’iga asosan nashr ruxsatnomasini olgan.

Mundarija

Kirish

Hisoblash texnikasining rivojlanishi va echilayotgan masalalarni tobora murakkablashuvi programmalashning turli modellarini (paradigmalarini) yuzaga kelishiga sabab bo‘lmoqda. Ob’ektga yo‘naltirilgan programmalash (OYP) - bu programmalashga yangi bir yondashuvi bo’lib, protsedurali programmalshda mavjud bo’lgan muammolarni bartaraf qilish uchun maqsadida yuzaga kelgan. Birinchi kompilyatorlarda (masalan, FORTRAN tili uchun) programmalashning funksiyalardan foydalanishga asoslangan protsedura modelini qo‘llab quvvatlagan. Bu model yordamida programma tuzuvchi bir nechta ming qatorli programmalarni tuzishi mumkin edi. Rivojlanishning keyingi bosqichida programmalarning strukturali modeli paydo bo‘ldi va u ALGOL, Pascal va C tillar kompilyatorlarida o‘z aksini topdi. Strukturali programmalashning mohiyati - programmani o‘zaro bog‘langan protseduralar (bloklar) va ular qayta ishlaydigan berilganlarning majmuasi deb qarashdan iborat. Ushbu model programma bloklari keng qo‘llashga, goto operatoridan imkon qadar kam foydalanishga tayangan va unda programma tuzuvchi o‘n mingdan ortiq qatorlarga ega monolit programmalarni yarata olgan. Yaratilgan programmmalarni sozlash va nazorat qilish protsedurali modelga nisbatan oson kechgan.

Qo‘llanmada C++ tilida OYP amalga oshirishda asosiy vositasi sinf tushunchasi, sinfning a’zolari va ularga murojaat toifalari, sinfning do‘stlari, sinflar vorisligi, polimorfizmni amalga oshirish, statik va dinamik polimorfizmlar, operatorlarni qayta yuklash, istino holatni qayta ishlash, qoliplar va standart qoliplar kutubxonasi mavzularining nazariyasi va amaliy masalalari qaraladi.

1. OYP tamoyillari

1.1. OYP yuzaga kelishi va tamoyillari

Strukturali programmalash asosida yaratilgan ilovalarning bajarilish oqimi soda va chiziqli. Ilova xotiraga yuklanadi, A nuqtadan bajarilishni boshlaydi, B nuqtada ishni tugatadi va xotiradan chiqariladi. Ilova yo'l-yo'lakay boshqa narsalardan, masalan, berilganlar saqlagichidagi fayllardan, videokartadan foydalanishi mumkin, biroq qayta ishlashning asosoiy qismi bitta joyda bajariladi. Odatda berilganlarni qayta ishlash murakkab bo'lmasdan, turli xil matematik va mantiqiy vositalardan foydalanilgan.

OYPda bunday chiziqli holat kam uchraydi. Xuddi shunday natijalarga erishilsa ham, jarayon kop hollarda umuman boshqacha ko'rinishda bo'ladi. OYPda asosiy e'tibor berilganlarning tuzilishi va mazmuniga, hamda bu berilganlarning boshqa berilganlar bilan o'zaro ta'siriga qaratiladi. Oz navbatida bu ilovani loyihalash bosqichida katta diqqat e'tiborni talab etadi, lekin uni kengaytirish (takomillashtirish) imkonini beradi. Konkret berilganlar turlari haqida tasavvur bo'yicha aniq bir qarorga kelgandan keyin bu taqdimotni ilovaning keyingi versiyalarida yoki umuman boshqa ilovalarda foydalanish mumkin bo'ladi. Bu turdagi kelishuvlar ilovalar yaratishni ancha soddalashtirish imkonini beradi. OYP, tasavvur boyicha kelishuv va nisbatan abstract berilganlarni qo'llash hisobiga programmalshni soddalashtiradi. Texnologiyaning nomidan ko'rinib turibdiki, yuqorida qayda qilingan afzalliklarning barchasi obyektlar yordamida erishiladi.

Obyektlar - OYP-ilovalarning "qurilish blokidir". Bunday qurilish bloki ilovaning qismini o'z ichiga oladi - jarayonni, berilganlarning bir qismini yoki qandaydir yanada abstract obyektni.

Obyektlarni o'z ichida a'zo sifatida o'zgaruvchilar va funksiyalarni olgan struktura deb qarash mumkin. O'zgaruvchilar qiymatlari obyektda saqlanuvci berilganlarni, funksiyalar esa bu obyekt amallar imkoniyatlariga murojaat qilishni ta'minlayda.

Obyekt turi uchun OYPda maxsus nom - *sinf* mavjuddir. Sinfni aniqlash obyektlarni, ya'ni sinf nusxalarini yaratish imkoniyatini beradi.

Obyekt bilan xossa va maydon tushunchalari bog'liq bo'lib ular obyektdagi berilganlarga murojaatni ta'minlaydi. Ularning qiymatlari obyektlarni bir-biridan farqlash imkonini beradi, chunki sinfning turli obyektlarining maydonlari turli qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. Xossa va maydonlar qiymatlari obyekt holatini aniqlaydi.

Xossa va maydonlar turlarga ega, shu sababli berilganlar string, int va boshqa turlarda saqlanishi mumkin. Xossaning maydondan farqi shundaki, u berilganlarga bevosita murojaat qilish imkonini bermaydi, unung asosoiy vazifasi qiymat kiritilishida mazmuniy cheklovlarni qo'yishdir. Misol uchun shaxsning yoshi int turida bo'ladigan bo'lsa, uning qiymatlari int turi chegarasida bo'lishi mumkin. Yoshni manfiy qiymatini kiritish o'rinsizdir va qiymat kiritishda bu nazoratni xossa o'z zimmasiga oladi. Xossadan foydalanish orqali yosh qiymatlari diapazonini 1 dan 120 gacha qilib belgilash mumkin.

Metod termini bilan obyekt tomonidan taqdim etiluvchi funksiy tushuniladi. Metodalar obyektning funksional imkoniyatlariga murojaat qilishda qo'llaniladi. Xuddi xossa va maydonlar kabi metodlar ham zarur bo'lganda tashqi kodlardan murojaatni cheklovlar qo'yish uchun ochiq, xususiy bo'lishi mumkin.

OYP quyidagi asosoiy tamoyillarga taynadi:

1. Hammasi obyektlar hisoblanadi;
2. Hisoblash obyektlar o'rtasida o'zaro ta'sir (berilganlarni almashish) yo'li bilan amalga oshiriladi va unda bir obyekt ikkinchisi tomonidan qandaydir ishni bajarishni talab qiladi. Obyektlar xabarlar vositasida bir-biri bilan o'zaro ta'sir qilishadi. Xabarlar - bu zarur bo'lishi mumkin bo'lgan argumentlar bilan to'ldirilgan biror ishni bajarilishga so'rovdir.
3. Har bir obyekt boshqa obyektlardan tashkil topgan mustaqil xotiraga ega.
4. Har bir obyekt uning umumiy xossalarini ifodalovchi sinfning vakilidir.
5. Sinfda obyektning hatti-harakati (funksional imkoniyati) beriladi. Shu orqali sinfning nusxalari bo'lgan obyektlarninr bir xil amallarni bajarilishiga mumkin.
6. Sinflar vorialik shajarasi deb nomlauvchi yagona daraxt ko'rinishidagi tuzilmani tashkil qiladi. Aniq bir sinf nusxalari bilan bog'liq xotira va hatti-harakatlar shajara daraxting quyi qismida joylashgan ixtiyoriy sinfga ham tegishli bo'ladi.

1.2. OYP modelining konsepsiyalari

OYP modeli bir nechta tayanch konsepsiyalarga asoslanadi.

Berilganlarni abstraksiyalash - berilganlarni yangi turini yaratish imkoniyati bo'lib, bu turlar bilan xuddi berilganlarning tayanch turlari bilan ishlagandek ishlash mumkin. Odatda yangi turlarni berilganlarning abstrakt turi deyiladi,

garchi ularni soddaroq qilib «*foydalanuvchi tomonidan aniqlangan tur*» deb atash mumkin.

Inkapsulyasiya - bu berilganlar va ularni qayta ishlovchi kodni birlashtirish mexanizmidir. Inkapsulyasiya berilganlar va kodni tashqi ta'sirdan saqlash imkonini beradi.

Yuqoridagi ikkita konsepsiyani amalga oshirish uchun C++ tilida sinflar ishlatiladi. Sinf termini bilan ob'ektlar turi aniqlanadi. Sinfning har bir vakili (nusxasi) *ob'ekt* deb nomlanadi. Har bir ob'ekt o'zining alohida holatiga ega bo'ladi. Ob'ekt holati undagi *berilganlar-a'zolarning* ayni paytdagi qiymati bilan aniqlanadi. Sinf vazifasi uning *funksiya-a'zolarining* sinf ob'ektlari ustida bajaradigan amallar imkoniyati bilan aniqlanadi.

Berilgan sinf ob'ektini yaratish *konstruktor* deb nomlanuvchi maxsus funksiya-a'zo tomonidan, o'chirish esa *destruktor* deb nomlanuvchi maxsus funksiya-a'zo orqali amalga oshiriladi.

Sinf ichki berilganlarini murojaatni cheklab qo'yishi mumkin. Cheklovlar berilganlarni *ochiq (public)*, *yopiq (private)* va *himoyalangan (protected)* deb aniqlash bilan tayinlanadi.

Sinf, shu turdagi ob'ektning tashqi dunyo bilan o'zaro bog'lanishi uchun qat'iy muloqat shartlarini aniqlaydi. Yopiq berilganlarga yoki kodga faqat shu ob'ekt ichida murojaat qilish mumkin. Boshqa tomondan, ochiq berilganlarga va kodlarga, garchi ular ob'ekt ichida aniqlangan bo'lsa ham, programmaning ixtiyoriy joyidan murojaat qilish mumkin va ular ob'ektni tashqi olam bilan muloqatni yaratishga xizmat qiladi. Yaratilgan ob'ektlarni, ularning funksiya-a'zolariga murojaat orqali amalga oshiriluvchi *xabarlar* (yoki *so'rovlar*) yordamida boshqarish mumkin. Keyinchalik Windows xabarlari bilan adashtirmaslik uchun "*so'rov*" termini ishlatiladi.

Vorislik - bu shunday jarayonki, unda bir ob'ekt boshqasining xossalarini o'zlashtirishi mumkin bo'ladi. Vorislik orqali mavjud sinflar asosida hosilaviy sinflarni qurish mumkin bo'ladi. Hosilaviy sinf (*sinf-avlod*) o'zining ona sinfidan (*sinf-ajdod*) berilganlar va funksiyalarni vorislik bo'yicha oladi, hamda ular qatoriga faqat o'ziga xos bo'lgan qirralarni amalga oshirishgan imkon beruvchi berilgan va funksiyalarni qo'shadi. Ajdod sinfdagi himoyalangan berilgan-a'zolarga va funksiya-a'zolarga ajdod sinfda murojaat qilish mumkin bo'ladi. Bundan tashqari, hosilaviy sinfda ona sinf funksiyalari qayta aniqlanishi mumkin. Demak, vorislik asosida bir-biri bilan «*ona-bola*» munosabatidagi sinflar shajarasini yaratish mumkin. *Tayanch sinf* termini sinflar shajarasidagi ona sinf sinonimi sifatida ishlatiladi. Agar ob'ekt o'z atributlarini (berilganlar-a'zolar va

funksiyalar-a'zolar) faqat bitta ona sinfdan vorislik bilan olsa, *yakka (*yoki *oddiy) vorislik* deyiladi. Agar ob'ekt o'z atributlarini bir nechta ona sinflardan olsa, *to'plamli vorislik* deyiladi.

Polimorfizm - bu kodning, bajarilish paytidan yuzaga keladigan holatga bog'liq ravishda o'zini turlicha amal qilish xususiyatidir. Polimorfizm - bu faqat ob'ektlar xususiyati bo'lmasdan, balki funksiyalar-a'zolar xususiyatidir va ular xususan, bitta nomdagi funksiya-a'zoni, har xil turdagi argumentlarga ega va bajaridagan amali unga uzatiladigan argumentlar turiga bog'liq bo'lgan funksiyalar uchun (o'rnida) foydalanish imkoniyatida namoyon bo'ladi. Bu holatga *funksiyalarni qayta yuklash* deyiladi. Polimorfizm amallarga ham qo'llanishi mumkin, ya'ni amal mazmuni (natijasi) operand (berilgan) turiga bog'liq bo'ladi. Polimorfizmning bunday turiga *amallarni qayta yuklash* deyiladi.

Polimorfizm yana bir ta'rifi quyidagicha: *polimorfizm* - bu tayanch sinfga ko'rsatkichlarning (murojaatlarning) ularni virtual funksiyalarni chaqirishdagi turli shakl (qiymatlarni) qabul qilish imkoniyatidir. C++ tilining bunday imkoniyati *kechiktirilgan bog'lanish* natijasidir. Kechiktirilgan bog'lanishda chaqiriladigan funksiya-a'zolar adreslari programma bajarilishi jarayonida dinamik ravishda aniqlanadi. An'anaviy programmalash tillarida esa bu adreslar statik bo'lib, ular kompilyasiya paytida aniqlanadi (*oldindan bog'lanish*). Kechiktirilgan bog'lanish faqat virtual funksiyalar uchun o'rinli.

Yuqorida keltirilgan tushunchalarga tayangan holda OYPning boshqacha ta'rifini keltiramiz. OYP - bu programmalash metodologiyasi bo'lib, unda programmaga ob'ektlar majmuasi sifatida qaraladi. Har bir ob'ekt aniq bir sinfning amalga oshirilishidir, sinflar esa vorislik tamoyiliga ko'ra shajara hosil qiladi.

Bu ta'rifdagi uchta asosiy qismni ko'rsatish mumkin: birinchidan, OYP element sifatida ob'ekt konstruksiyalari ishlatadi; ikkinchidan, har bir ob'ekt qandaydir aniq bir sinfni amalga oshirilishidir; uchinchidan, sinflar shajaraviy tarzda tashkil etilgan. Shu uchta talab amalga oshirilgandan keyingina programmani OYP deyiladi.

1.3. OYP tillari

Ko'pgina zamonaviy programmalash tillari OYPni osonlashtirish uchun maxsus yaratilgan. Biroq OYP usulini obyektga yo'naltirilmagan tillarda ham amalga oshirish mumkin va aksincha, OYP tillarida yozilgan har qanday kod avtomatik ravisha obyektga yo'naltiligan bo'lib qolmaydi.

Odatda OYP tillari quyidagi elementlardan tashkil topadi:

1. Tarkibida maydonlari (berilganlar-sinf a'zolari) va metodlari (funksiyalar - sinf a'zolari) sinflarni e'lon qilish;

2. Sinfni kengaytirish mexanizmi (vorislik) - mavjud ajdod sinfdan uning xususiyatlarini o'z tarkibiga avtomatik ravishda oluvchi avlod sinfini yaratish. Akasiyat OYP tillarida sodda (bittalik) vorislik qo'llab quvvatlanadi.

3. Bitta o'zgaruvchiga turli sinflarning nusxalarini qiymat sifatida berish imkoniyatini beruvchi polimorf o'zgaruvchilar va funksiyalar (metodlar) yaratish imkoniyati;

4. Virtual metodlardan foydalanish hisobiga sinf nusxalarining polimorfligini ta'minlash. Ayrim OYP tillarida sinfning barcha metodalri virtual.

Hozirda OYP tillari sifatida ommalashgan Симула, C++, Visual Basic, Delphi, Модула, Модула-2, Java, C#, PHP programmalsh tillarini keltirish mumkin.

2.Sinflar

2.1. Sinf sintaksisi

Sinf tushunchasi C++ tilidagi eng muhim tushunchalardan biridir. Sinf sintaksisi struktura sintaksisiga o‘xshashdir va uning ko‘rinishi quyidagicha:

```
class <sinf nomi>
{
  // sinfning yopiq berilganlar-a'zolari va funksiyalar-a'zolari
 public:
  // sinfning ochiq berilganlar-a'zolari va funksiyalar-a'zolari
}
<ob'ektlar ro'yxati>
```

Odatda sinf tavsifida *<ob’ektlar ro‘yxati>* qismi shart emas. Sinf ob‘ektlari keyinchalik, zarurat bo‘yicha e’lon qilinishi mumkin. Garchi, *<sinf nomi>* qismi ham majburiy bo‘lmasada, uning bo‘lgani ma’qul. Chunki *<sinf nomi>* berilganlarning turining yangi nomi bo‘lib, uning yordamida shu sinf ob’ektlari aniqlanadi.

Sinf ichida e’lon qilingan funksiya va berilganlar shu sinf a’zolari hisobalanadi. Sinf e’lonining ichida e’lon qilingan o‘zgaruvchilar *berilganlar-a’zolar*, sinf ichida e’lon qilingan funksiyalar *funksiyalar-a’zolar* deyiladi. Kelishuv bo‘yicha sinf ichidagi barcha funksiya va o‘zgaruvchilar shu sinf uchun yopiq hisoblanadi, ya’ni ularni faqat shu sinf a’zolari ishlatishi mumkin. Sinfning ochiq a’zolarini e’lon qilish uchun *public* kalit so‘zi va ‘:’ belgisidan foydalaniladi. Sinf e’lonidagi *public* so‘zidan keyin e’lon qilingan funksiyalar va o‘zgaruvchilarga sinfning boshqa a’zolari va programmaning shu sinf ishlatilgan ixtiyoriy joyidan murojaat qilish mumkin bo‘ladi.

Sinf e’loniga misol:

```
class Sinf
{
 int a; // Sinfning yopiq elementi
public:
 int qiymat_a();
 void a_qiymati(int son);
}
```

Garchi int qiymat_a() va void a_qiymat(int son) funksiyalari Sinf sinf ichida e'lon qilingan bo'lsa ham, ular hali aniqlangani yo'q. Funksiyani aniqlashda *"ko'rish sohasiga ruxsat berish"*("::") amalidan foydalaniladi. Funksiya-a'zoni aniqlashning umumiy shakli quyidagicha:

```
<funksiya turi> <sinf nomi>::<funksiya nomi>
(<parametrlar ro'yxati>)
{
  // funksiya tanasi
}
```

Yuqorida e'lon qilingan Sinf sinfning int qiymat_a() va void a_qiymati(int _son) funksiya-a'zolari aniqlashga misol keltirilgan:

```
int Sinf :: qiymat_a(){return a;}
void Sinf :: a_qiymati (int son){a=son;}
```

Faqat Sinf sinfini e'lon qilish, shu sinf turidagi ob'ektlarini yuzaga keltirmaydi. Sinf ob'ektlarini yuzaga keltirish uchun sinf nomini berilganlar turi spetsifikatori sifatida ishlatish zarur bo'ladi. Masalan,

```
Sinf obj1,obj2;
```

Sinf ob'ekti yaratilgandan keyin '.' yordamida sinfning ochiq a'zolariga murojaat qilish mumkin bo'ladi. Misol uchun

```
obj1. a_qiymati (20);
obj2. a_qiymati (50);
```

murojaatlar orqali obj1 va obj2 ob'ektlarning a o'zgaruvchilariga qiymatlar beriladi. Har bir ob'ekt sinfda e'lon qilingan o'zgaruvchilarning o'z nusxalariga ega bo'ladi. Shu sababli, obj1 ob'ektidagi a o'zgaruvchi obj2 ob'ektdagi a o'zgaruvchidan farq qiladi.

Sinf elementlariga ko'rsatkichlar orqali ham amalga oshirish mumkin. Quyidagi misol buni namoyon etadi.

```
class Nuqta
{
 public:
  int x,y;
  void Koord_Qiymat_Berish(int _x,int _y);
};
void Nuqta::Koord_Qiymat_Berish(int _x,int _y) {x= _x; y= _y;}
```

```
int main()
{
 Nuqta xOy;
 Nuqta * Koord_kurssatgich = &xOy;
 //...
 xOy.x = 0;
 Koord_kursatgich->y = 0;
 Koord_Kursatgich->Koord_Qiymat_Berish(10,15);
 //...
 return 0;
}
```

Shuni qayd qilish kerakki, sinf ob'ektlariga '.' va "->" orqali murojaat qilishning kompilyasiya nuqtai-nazaridan hech bir farqi yo'q. Kompilyator '.' bilan murojaatni "->" bilan almashtiradi. Masalan,

```
obj1.a_qiymati(20);
```

ko'rsatmasi kompilyator tomonidan

```
(&obj1)-> a_qiymati (20);
```

ko'rinishidagi ko'rsatma bilan almashtiriladi.

C++ tili sinfning berilganlar-a'zolariga ma'lum bir cheklanishlar qo'yadi:

-berilganlar-a'zolar auto, extern yoki register modifikatorlari bilan aniqlanishi mumkin emas;

-sinfning berilganlar-a'zolari shu sinf turidagi ob'ekt bo'lishi mumkin emas, lekin ular shu sinfga ko'rsatkich yoki adres olish amali (&) bo'lishi, boshqa sinf ob'ekti bo'lishi mumkin.

Ma'lum bir mazmunga ega sinfga misol tariqasida stek tuzilmasi bilan ishlashni amalga oshiruvchi sinfni yaratishni ko'raylik.

```
#include <iostream>
using namespace std;
 #define ULCHAM 100
class STEK
{
  int stk[ULCHAM];
  int stk_uchi;
 public:
  void Boshlash();
  void Joylash(int son);
```

```
  bool Olish(int & son);
};
void STEK::Boshlash()
{
   stk_uchi=0;
}
void STEK::Joylash(int son)
{
 if (stk_uchi==ULCHAM)
 {
  cout<<"Stek to'ldi!\n";
  return;
 }
 stk[stk_uchi]=son;
 stk_uchi++;
}
bool STEK::Olish(int & son)
{
 if (stk_uchi==0)
 {
  cout<<"Stek bo'sh!\n";
  return false;
 }
 stk_uchi--;
 son=stk[stk_uchi];
 return true;
}

int main()
{
 STEK stek1,stek2;
 int son;
 stek1.Boshlash();
 stek2.Boshlash();
 stek1.Joylash(1);
 stek2.Joylash(2);
 stek1.Joylash(3);
 stek2.Joylash(4);
```

```
  if(stek1.Olish(son))cout<<son<<" ";
  if(stek1.Olish(son))cout<<son<<" ";
  if(stek2.Olish(son))cout<<son<<" ";
  if(stek2.Olish(son))cout<<son<<" ";
  if(stek2.Olish(son))cout<<son<<" ";
  return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagilar chop etiladi:

```
3 1 4 2 Stek bo'sh!
```

Sinf, uning a'zolari ishlatilishidan oldin e'lon qilingan bo'lishi kerak. Biroq, ayrim hollarda sinfda hali e'lon qilinmagan sinfga ko'rsatkich yoki adres olish amalini (&) e'lon qilishga zarurat bo'lishi mumkin. Bu holda sinfning to'liq bo'lmagan e'lonidan foydalanishga to'g'ri keladi. Sinfning to'liq bo'lmagan e'loni quyidagi ko'rinishga ega:

```
class <sinf nomi>;
```

Misol ko'raylik.

```
class Sinf2;    // Sinfning to'liqmas e'loni
class Sinf1
{
 int x;
 Sinf2 * sinf2;          // Sinf2 sinfiga ko'rsatkich
public:
 Sinf1(int _x) {x=_x;}
};
int main()
{
 //...
 return 0;
}
class Sinf2     // Sinf2 sinfining to'liq e'loni
{
 int a;
public:
 Sinf2();
};
```

Shuni qayd etish kerakki, sinf e'loni struktura e'loniga o'xshash, farqli ravishda:

- sinf e'lonida public, protected yoki private murojaat modifikatorlari ishlatiladi;
- struct kalit so'zi o'rnida class yoki union kalit so'zlari ishlatilishi mumkin;
- odatda sinf tarkibida berilganlardan tashqari funksiya-a'zolar kiradi;
- sinf konstruktor yoki destruktor deb nomlanuvchi maxsus funksiya-a'zolariga ega bo'ladi.

Quyida struct va union kalit so'zlari bilan aniqlangan sinflarga misol keltirilgan.

```
struct Nuqta
{
 private:
  int x; int y;
 public:
  int Olish_X();
  int Olish_Y();
  void Qiymat_Berish_X(int _x);
  void Qiymat_Berish_Y(int _y);
};
union Bit
{
 Bit(unsigned int n);
 void Bit_Chop_Qilish();
 unsigned int num;
 unsigned char c[sizeof(unsigned int)];
};
```

Murojaat spetsifikatori, undan keyin joylashgan barcha sinf elementlariga qo'llaniladi, toki boshqa spetsifikator yoki sinf e'loni tugamaguncha.

Quyida spetsifikatorlar tavsifi keltirilgan.

Sinfga murojaat spesifikatorlari:

private - berilganlar-a'zolarga va funksiyalar-a'zolarga faqat shu sinf funksiyalar-a'zolari murojaat qilishi (ishlatishi) mumkin;

protected - berilganlar-a'zolarga va funksiyalar-a'zolarga faqat shu sinf vash u sinfdan hosil bo'lgan sinflar funksiyalar-a'zolari murojaat qilishi (ishlatishi) mumkin;

public - berilganlar-a'zolarga va funksiyalar-a'zolarga faqat shu sinf funksiya-a'zolari va sinf ob'ekti mavjud bo'lgan programma funksiyalari murojaat qilishi (ishlatishi) mumkin.

C++ tilida struktura va birlashmalar sinf turlari deb qaraladi. Struktura va sinflar bir-biriga o'xshash, faqat kelishuv bo'yicha murojaat bilan farq qiladi: strukturada kelishuv bo'yicha barcha elementlar public murojaatiga ega bo'lsa, sinfda ular private murojaatida bo'ladi. Birlashmada ham, xuddi strukturadek kelishuv bo'yicha elementlar public murojaatda bo'ladi.

Struktura va birlashmalar o'z konstruktor va destruktorlariga ega bo'lishi mumkin. Shu bilan birgalikda birlashmalarni sinf sifatida ishlatishga ma'lum bir cheklovlar mavjud. Birinchidan, ular birorta sinf vorisi bo'lishi mumkin emas, o'zlari ham boshqa sinflar uchun tayanch sinf bo'la olmaydi. Ular static atributli a'zolarga, hamda konstruktor va destruktorli ob'ektlarga ega bo'lishi mumkin emas.

Birlashmani sinf sifatida ishlatilishiga misol ko'raylik.

```
#include <iostream.h>
union Bit
{
 Bit(unsigned short int n);
 void Bit_Chop_Qilish();
 unsigned short int num;
 unsigned char c[sizeof(unsigned short int)];
};
Bit::Bit(unsigned short int n){num=n;};
void Bit::Bit_Chop_Qilish( )
{
 for (int j=0;j<sizeof(unsigned short int);j++)
 {
  cout<<j<<"- baytning ikkilik ko'rinishi"<<": ";
  for (int i=128;i;i>>=1)
  {if (i&c[j])cout<<'1'; else cout<<'0';}
  cout<<endl;
 }
}
int main()
{
 Bit bit(2000);
```

```
 bit.Bit_Chop_Qilish();
 return 0;
}
```

Bu misolda ob'ektga berilgan ishorasiz butun qiymatning ikkilik ko'rinishi chop etiladi. Berilgan ishorasiz butun 2000 soni uchun quyidagi satr paydo bo'ladi:

```
0- baytning ikkilik ko'rinishi: 11010000
1- baytning ikkilik ko'rinishi: 00000111
```

2.2. Konstruktorlar va destruktorlar

Ob'ektni yaratishda uni initsializatsiyalash kerak. Bu maqsadda C++ tilida *konstruktor* deb nomlanuvchi maxsus funksiya-a'zo aniqlangan. Sinf konstruktori har safar sinf ob'ekti yaratilishi paytida chaqiriladi. Konstruktor nomi o'zi a'zo bo'lgan sinf nomi bilan ustma-ust tushadi va qaytaruvchi qiymatga ega bo'lmaydi. Masalan,

```
#include <iostream.h>
class Sinf
{
 int var;
 public:
  Sinf();          // Konstruktor
  void Chop_etish_var();
 };
Sinf::Sinf()
{
 cout<<"Konstruktor ishladi!\n";
 var=0;
}
Sinf::Chop_etish_var(){cout<<var;}
int main()
{
 Sinf ob;
 ob.Chop_Etish_var();
 //...
 return 0;
}
```

Bu misolda Sinf konstruktori ekranga xabar chiqaradi va yopiq var o‘zgaruvchini initsializatsiya qiladi.

Shuni qayd etish kerakki, programma tuzuvchi konstruktor chaqiradigan kod yozmasligi kerak. Barcha zarur ishni kompilyator amalga oshiradi. Yuqorida qayd qilingandek konstruktor u tegishli sinf ob’ekti yaratilayotgan paytda chaqiriladi. O‘z navbatida ob’ekt uni e’lon qiluvchi operator bajarilishida yaratiladi. Shuning uchun ham C++ tilida o‘zgaruvchi e’loni bajariluvchi operator hisoblanadi.

Global ob’ektlar uchun konstruktor programma bajarilishi boshlanganda chaqiriladi. Lokal ob’ektlar uchun konstruktor o‘zgaruvchi e’lonining har bir bajarilishida chaqiriladi.

Konstruktorga nisbatan teskari amal bajaradigan funksiya-a’zolarga *destruktorlar* deyiladi. Bu funksiya-a’zo ob’ekt o‘chirilishida chaqiriladi. Odatda destruktor ob’ekt tomonidan egallangan xotirani bo‘shatish uchun xizmat qiladi. Uning nomi sinf nomi bilan mos tushadi, faqat oldiga ‘~’ belgisi qo‘yiladi.

Quyida destruktor aniqlangan sinfga misol keltirilgan.

```
#include <iostream.h>
class Sinf;
{
 int var;
 public:
 Sinf();     // Konstruktor
 ~Sinf(); // Destruktor
 void Chop_etish_var();
 Sinf::Sinf(){cout<<"Konstruktor ishladi!\n"; var=0;}
 Sinf::~Sinf(){cout<<"Destruktor ishladi!\n";}
 };
void Sinf::Chop_etish_var(){cout<<var<<endl;}
int main()
{
 Sinf ob;
 ob.Chop_Etish_var();
 //...
 return 0;
}
```

Destruktor ob’ekt o‘chirilishida chaqiriladi. Global ob’ektlar programma tugashida o‘chiriladi. Lokal ob’ektlar - ularning ko‘rish sohasidan chiqishda o‘chiriladi.

Shuni alohida qayd etish kerakki, konstruktor va destruktorlarga ko‘rsatkichlar hosil qilish mumkin emas.

Agar sinf o‘zgaruvchilarini initsializatsiya qilish zarur bo‘lsa, parametrli konstruktor ishlatildi. Yuqorida keltirilgan misolga o‘zgartirish kiritamiz.

```
#include <iostream.h>
class Sinf
{
 int a, b;
 public:
 Sinf(int x,int y);
 ~Sinf();
 void Chop_etish_var();
}
Sinf::Sinf(int x,int y)
{
 cout<<"Konstruktor ishladi!\n";
 a=x; b=y;
}
Sinf:: ~Sinf(){cout<<"Destruktor ishladi!\n";}
void Sinf::Chop_etish_var(){cout<<a<<b<<endl;}
int main()
{
 Sinf ob(5,10);
 ob.Chop_Etish_var();
 ...
 return 0;
}
```

Bu erda ob ob’ekti e’lonida konstruktorga uzatilgan qiymatlar sinf tarkibidagi a va b yopiq o‘zgaruvchilarini initsializatsiya qilishda ishlatiladi.

Parametrli konstruktorga qiymat uzatishda quyidagi ko‘rsatmalar bir xil mazmunga ega - «Sinf ob(5,10);» va «Sinf(5,10);» ifodalari. Aksariyat hollarda ikkinchi, qisqa shakl ishlatiladi.

Konstruktordan farqli ravishda destruktor parametrga ega bo‘lishi mumkin emas, chunki o‘chirilayotgan ob’ekt o‘zgaruvchilariga qiymat berish ma’noga ega emas.

Konstruktor uchun aniqlangan bir nechta qoidalarni keltiramiz:

- konstruktor uchun qaytariluvchi qiymat turi ko‘rsatilmaydi;
- konstruktor qiymat qaytarmaydi;
- konstruktor vorislik bilan o‘tmaydi;
- konstruktor const, volatile, static yoki virtual modifikatorlari bilan e’lon qilinmaydi.

Agar sinf aniqlanishida konstruktor e’lon qilinmasa, kompilyator o‘zi kelishuv bo‘yicha parametrsiz konstruktorni yaratadi.

Destruktor uchun quyidagi qoidalar aniqlangan:
- destruktor parametrlarga bo‘lishi mumkin emas;
- destruktor qiymat qaytarmaydi;
- destruktor vorislik bilan o‘tmaydi;
- sinf bittadan ortiq destruktorga ega bo‘lishi mumkin emas;
- destruktor const, volatile, static yoki virtual modifikatorlari bilan e’lon qilinmaydi.

Agar sinfda destruktor e’lon qilinmasa, kompilyator o‘zi kelishuv bo‘yicha destruktorni hosil qiladi.

Odatda sinf berilganlar-a’zolari konstruktor tanasida initsializatsiyalanadi. Lekin initsializatsiyaning boshqa usul bilan - *elementlarni initsializatsiyalash ro‘yxati* orqali amalga oshirish mumkin. Elementlarni initsializatsiyalash ro‘yxati funksiya sarlavhasi aniqlanishidan keyin ikki nuqta (‘:’) keyin joylashadi va unda vergul bilan ajratilgan holda berilganlar-a’zolar va tayanch sinflar yoziladi. Har bir element uchun qavs ichida initsializatsiyada ishlatiladigan bir yoki bir nechta parametrlar ko‘rsatiladi. Quyidagi misolda elementlarni initsializatsiyalash ro‘yxati orqali sinf o‘zgaruvchilarga boshlang‘ich qiymat berish ko‘rsatilgan.

```
class Sinf
{
 int a, b;
public:
 Sinf(int x, int y);
};
Sinf::Sinf(int x,int y):a(x),b(y)
{
cout<<"Konstruktor ishladi!\n";
}
//...
```

Keltirilgan programma bo‘lagida konstruktor bajaradigan ish oldingi misoldagi konstruktor ishi bilan ekvivalent.

Albatta, sinf elementlarini initsializatsiya qilishning qaysi shaklini qo'llash programma tuzuvchiga bog'liq. Biroq, shunday holatlar bo'ladiki, unda elementlarni initsializatsiyalash ro'yxatidan foydalanmaslikning iloji yo'q:

- sinfning berilganlar-konstantalariga va ko'rsatkichlariga boshlang'ich qiymat berishda;
- sinf a'zosi ob'ekt bo'lganda va bu ob'ekt konstruktori bir yoki bir nechta parametrlarga qiymat berishni talab qilgan hollarda.

Kelishuv bo'yicha konstruktorlarni ishlatishda kolliziyadan (bir narsani ikki xil tushunishdan) qochish kerak, ya'ni sinfda bir nechta konstruktor bo'lganda kompilyator ularning qaysi birini qachon chaqirilishini aniq bilishi kerak. Quyidagi misolda bu holat bilan bog'liq xato ko'rsatilgan.

```
class S
      {
       public:
        S();          // Kelishuv bo'yicha konstruktor
        S(int i=0);   // Kelishuv bo'yicha konstruktor o'rnida ishlatiligan konstruktor
      };
      int main()
      {
       S ob1(10);     // S::S(int) konstruktori ishlatiladi.
       S ob2;         // Noto'g'ri. S::S(int) yoki S::S() konstruktorlarining qaysi biri?
```

Bu ziddiyatni hal qilish yo'li - bu sinf e'lonidan kelishuv bo'yicha konstruktorni o'chirishdir.

2.3. Nusxalash konstruktori

Nusxalash konstruktori sinf ob'ektini yaratadi va shu sinfning mavjud ob'ektlaridan berilganlarni (ularning qiymatini) nusxasini oladi. Shu sababli u sinf ob'ektiga konstanta ob'ekt ob'ekt (`const S&`) yoki oddiy (`S&`) adresini olish amali bo'lgan yagona parametrga ega bo'ladi. Parametrlarning birinchisini ishlatish ma'qul hisoblanadi, u konstanta ob'ektlarni nusxalash imkonini beradi.

Quyidagi misolda nusxalash konstruktorini ishlatish ko'rsatilgan.

```
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
```

```
  Nuqta(const Nuqta & koor);
  Nuqta(int x0, int y0);
  void Abstissa();
  void Ordinata();
  void Uzgartirish (int delta_x, int delta_y);
};
Nuqta::Nuqta(const Nuqta & koor) { x=koor.x;  y=koor.y; };
Nuqta::Nuqta(int x0, int y0){x=x0; y=y0;};
void Nuqta::Abstissa(){cout<<" x="<<x;};
void Nuqta::Ordinata(){cout<<" y="<<y;};
void Nuqta::Uzgartirish(int delta_x, int delta_y) { x+=delta_x; y+=delta_y; };
int main( )
{
 Nuqta koord1(5,10);
 Nuqta koord2=koord1;
 Nuqta koord3(koord1);
 koord1.Uzgartirish(3, -2);
 koord2.Uzgartirish(1, 2);
 cout<<"\nkoord1 ob'ekt berilgan-a'zolari qiymati:";
 koord1.Abstissa();
 koord1.Ordinata();
 cout<<"\nkoord2 ob'ekt berilgan-a'zolari qiymati:";
 koord2.Abstissa();
 koord2.Ordinata();
 cout<<"\nkoord3 ob'ekt berilgan-a'zolari qiymati:";
 koord3.Abstissa();
 koord3.Ordinata();
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagilar chop etiladi:

```
koord1 ob'ekt berilgan-a'zolari qiymati:x=8 y=8
koord2 ob'ekt berilgan-a'zolari qiymati:x=6 y=12
koord3 ob'ekt berilgan-a'zolari qiymati:x=5 y=10
```

2.4. this ko‘rsatkichi

C++ tilidagi har bir ob'ekt kompilyator tomonidan yaratiladigan va ob'ektga ko‘rsatuvchi this deb nomlanuvchi maxsus ko‘rsatkichga ega. this ko‘rsatkichining

turi S* bo‘lib, bu yerdagi S - ushbu ob’ekt sinfining turidir. this ko‘rsatkichi sinfda aniqlanganligi uchun uning amal qilish sohasi o‘zi aniqlangan sinf bo‘ladi. Boshqacha aytganda, this ko‘rsatkichini kompilyator tomonidan qo‘shiluvchi sinfning yashiringan parametri deb qarash mumkin. Sinf funksiya-a’zosi chaqirilganda unga this ko‘rsatkichi, go‘yoki birinchi argument sifatida uzatiladi, ya’ni funksiya-a’zoni chaqirishning quyidagi ko‘rinishi

```
Obekt1.Funktsiya(arg1,arg2);
```

kompilyator tomonidan

```
Obekt1.Funktsiya(&Obekt1, arg1,arg2);
```

ko‘rinishida talqin qilinadi.

Funksiya chaqirilganda uning qavs ichidagi argumentlari stekka o‘ngdan chapga tomonga qarab joylashtirildi. Birinchi argument (this) stekka eng oxirda joylashtiriladi. Funksiya-a’zo ichida ob’ektlar adresi this orqali aniqlanadi. Quyida this ko‘rsatkichini ishlatish bilan bog‘liq programma matni keltirilgan.

```
#include <iostream.h>
#include <string.h>
class S
{
 char Ism[20];
 public:
 S(char*);
 void Salom();
};
S::S(char *_Ism)
{
 strcpy(Ism, _Ism);
 Salom();              // uchta murojaat
 this->Salom();// o‘zaro
 (*this).Salom();      // ekvivalent
}
void S::Salom()
{
 cout<<"Salom "<<Ism<<'\n';
 cout<<"Salom "<<this->Ism<<'\n';
}
int main( )
```

```
{
S obekt("Muqumov Rustam");
return 0;
}
```

Programma matnidan ko‘rinib turibdiki, funksiya-a’zo ichida boshqa funksiya-a’zolarga va berilganlar-a’zolarga bevosita ularning nomlari bilan yoki this ko‘rsatkichi orqali murojaat qilish mumkin. Shu sababli amaliyotda this ko‘rsatkichidan kam foydalaniladi. Asosan, this ko‘rsatkichi funksiya qaytaruvchi qiymati sifatida (return this; yoki return *this;) va operatorlarni qayta yuklash bilan bog‘liq masalalarda keng qo‘llaniladi.

2.5. Joylashtiriladigan (inline) funksiya-a’zolar

Funksiyalar bo‘limida inline funksiyalar haqida ma’lumot berilgan edi. Ularning boshqa funksiyalardan farqi - kompilyator programmada bunday funksiyalar chaqirilgan joyga funksiyani chaqirish buyrug‘ini emas, balki funksiya tanasini qo‘yadi (mumkin bo‘lsa). inline funksiyalarning afzalligi shunda ediki, programmada oddiy funksiyani chaqirishdagi argumentlarni uzatish, stekka qiymatlarni joylashtirish va qayta olish bilan bog‘liq qo‘shimcha amallar bajarilmaydi. Noqulay tomoni, inline funksiyaga murojatlar ko‘p bo‘lganda programma hajmi oshib ketadi. Bu o‘rinda inline funksiyalar qo‘llanishini makroslarni ishlatishga o‘xshatish mumkin. Shu sababli, juda sodda funksiyalargina inline funksiyalar sifatida ishlatiladi. Funksiyalar aniqlanishda inline spetsifikatorini qo‘yishni kompilyatorga funksiya chaqirilgan joylarga funksiya tanasini qo‘yishga talab deb qaraladi. Agar kompilyator funksiya tanasini qo‘yishni amalga oshira olmasa, inline funksiya oddiy funksiya sifatida ishlatiladi. Kompilyator quyidagi holatlarda inline funksiyani chaqiruv joyiga qo‘ya olmaydi, agarda funksiya:

- tanasida takrorlash operatorlari ishlatilgan bo‘lsa (for, while, do-while);
- tanasida switch, goto operatorlari bo‘lsa;
- static o‘zgaruvchilarni ishlatsa;
- rekursiv bo‘lsa;
- void turidan farqi qaytaruvchi turga ega va tanasida return operatori bo‘lmasa;
- tanasida assembler kodli bo‘laklar mavjud bo‘lsa.

Joylashtiriladigan funksiyalar sifatida nafaqat oddiy funksiyalar, balki sinfning funksiya-a’zolari ham aniqlanishi mumkin. Buning uchun sinf e’lonida funksiya-a’zoning aniqlanishini qo‘yish etarli yoki sinfdan tashqaridagi funksiya

aniqlanishida, funksiya sarlavhasi oldiga inline spetsifikatorini qo'yish zarur bo'ladi. Quyida keltirilgan misolda joylashtiriluvchi funksiya-a'zolarining ikki xil variantdagi tavsiflanishi ko'rsatilgan.

```
class Nuqta
{
 int x, y;
public :
 Qiymat_x(){return x;}
 Qiymat_y(){return y;}
 void x_Qiymati(int _x);
 void y_Qiymati(int _y);
};
inline void Nuqta:: x_Qiymati(int _x){x= _x;}
inline void Nuqta:: y_Qiymati(int _y){y= _y;}
```

2.6. Sinfning statik a'zolari

Sinf a'zolari static modifikatori bilan e'lon qilinishi mumkin. Sinf statik a'zosini sinf sohasi chegarasida murojaat qilish mumkin bo'lgan global o'zgaruvchi yoki funksiya deb qarash mumkin. Sinfning static deb e'lon qilingan berilganlar-a'zolari sinfning barcha ob'ektlari tomonidan birgalikda ishlatiladi, chunki bunday o'zgaruvchining yagona nusxasi bo'ladi. Amalda sinfning statik berilganlari uchun xotiradan joy, hattoki sinfning birorta ob'ekti e'lon qilinmagan bo'lsa ham ajratiladi. Shu sababli sinf statik berilganini e'lon qilib qolmasdan, uni aniqlash shart. Masalan:

```
slass Sinf
{
 public:
  Sinf();
  static int Sanagich; //statik berilgan-a'zo e'loni
};
int Sinf::Sanagich=0; //statik berilgan-a'zoga boshlang'ich qiymat berish
```

Bu misolda, garchi Sanagich statik berilgan-a'zo public bo'limida e'lon qilingan va unga sinf ob'ekti nomini ishlatish yordamida murojaat qilish mumkin.

```
Sinf sinf1;
Sinf1.Sanagich++;
Sinf sinf2;
```

```
Sinf2->Sanagich--;
```

Statik berilganlar-a'zolarga sinf nomi orqali murojaat qilgan ma'qul bo'ladi.

```
Sinf::Sanagich++;
```

Bu holat Sanagich statik berilgan-a'zo barcha sinf ob'ektlari uchun yagona ekanligini ta'kidlaydi.

Agarda statik berilganlar yopiq deb e'lon qilingan bo'lsa, ularga funksiyalar-a'zolar orqali murojaat qilish mumkin.

Umuman olganda statik berilganlar-a'zolarni ishlatishda quyidagi tavsiyalarni berish mumkin:

- statik berilganlar-a'zolarni bir nechta sinf ob'ektlari tomonidan birgalikda ishlatish uchun aniqlash zarur;
- statik berilganlar-a'zolarini private, protected modifikatorlar bilan e'lon qilish orqali ularga murojaatni cheklash kerak.

Sinfning statik berilgan-a'zosini ishlatishga misol.

```
class S;
{
 public:
  S(){ob_soni++;}
~S(){ob_soni--;}
 static int ob_soni;
private:
 int x;
};
int S::ob_soni=0;
int main()
{
 S * p_ob=new S[5];
 cout<<"Sinfning "<<S::ob_soni<<" ob'ekti mavjud.\n";
 delete [ ] p_ob;
 return 0;
}
```

Programma ishlash natijasida ekranga

```
Sinfning 5 ob'ekti mavjud.
```

Sinfning statik funksiyalarni ishlatishning o'ziga xosligi shundaki, ular ham yagona nusxada aniqlanadi va birorta sinf ob'ektining *"shaxsiy"* funksiyasi

bo‘lmaydi. Shu sababli, bu funksiyalarga this ko‘rsatkichi uzatilmaydi. Statik funksiyalarning bunday xususiyatidan Windows OC uchun programmalashda keng foydalaniladi.

Yuqorida aytilgan fikrlardan bir nechta muhim xulosalar kelib chiqadi:

- statik funksiya-a’zolarni sinfning birorta ham vakili (ob’ekti) mavjud bo‘lmasa ham chaqirish mumkin;
- sinfning statik funksiyasi faqat sinfning statik berilganlarini qayta ishlashi mumkin va u faqat sinfning statik funksiya-a’zolarini chaqirishi mumkin;
- statik funksiya-a’zo virtual modifikatori bilan e’lon qilinishi mumkin emas.

Quyida keltirilgan programma statik funksiya-a’zoni ishlatishga misol bo‘ladi:

```
#include <iostream.h>
class S
{
 public:
  S(){sanagich++;};
  ~S(){sanagich--;};
  //..
  static int Sinf_Sanagichi(){return sanagich;}
 private:
  int x;
  static int sanagich;
};
int S::sanagich=0;
int main()
{
 S * pOb=new S[10];
 cout<<"S sinfning "<<S::Sinf_Sanagichi() <<" ob’ekti mavjud"<<endl;
 delete [ ] pOb;
 return 0;
}
```

2.7. Sinfning kontansta ob’ektlari va konstanta funksiya - a’zolari

Sinfning funksiya-a’zolari parametrlar ro‘yxatidan keyin keluvchi const modifikatori bilan e’lon qilinishi mumkin. Bunday funksiya sinf berilganlar-a’zolari qiymatlarini o‘zgartira olmaydi va sinfning konstanta bo‘lmagan funksiya-

a'zolarini chaqirishi mumkin emas. Konstanta funksiya-a'zosi bo'lgan sinfga misol keltiramiz.

```
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
  Nuqta(int _x,int _y);
  void Qiymat_Berish(int x0,int y0);
  void Qiymat_Olish(int xx,int yy) const;        // konstanta funksiya-a'zo e'loni
};
Nuqta::Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
void Nuqta::Qiymat_Berish(int x0,int y0){x=x0;y=y0;}
void Nuqta::Qiymat_Olish(int &xx,int &yy) const {xx=x; yy=y;}
```

Xuddi shunday, konstanta ob'ektlar yaratish mumkin. Buning uchun ob'ekt e'loni oldiga const modifikatori qo'yilishi kerak. Masalan,

```
const Nuqta koord(3,6);
```

til ko'rsatmasidagi const kalit so'zi kompilyatorga ushbu ob'ektning holati o'zgarmasligi kerakligini bildiradi. Shu sababli ob'ekt berilgan-a'zolari qiymatini o'zgartiradigan funksiya-a'zosini chaqirishi uchrasa, kompilyator xato haqida xabar beradi. Bu qoidaga konstanta funksiya-a'zolarni chaqirish rioya qilmaydi, chunki o'z mazmuniga ko'ra ular berilgan-a'zolarni qiymatini o'zgartira olmaydi. Yuqorida e'lon qilingan Nuqta sinfini konstanta ob'ekt ishlatishiga misol.

```
// Bu erda Nuqta sinfi e'loni va aniqlanishi yoziladi.
int main()
{
 Nuqta nuqta1(3,7);
 const Nuqta nuqta2(8,10);   // Konstanta ob'ekt
 int a,b;
 nuqta1.Qiymat_Olish (a,b);
 nuqta2.Qiymat_Berish(2,3);  // Xato
 nuqta2.Qiymat_Olish(a,b);   // To'g'ri
 return 0;
}
```

Konstanta funksiya-a'zolarning berilganlar-a'zolar bilan ishlash bilan bog'liq cheklovlarni "*aylanib o'tish*" uchun mutable kalit so'zi aniqlangan. Bu kalit so'z sinfning qaysi berilgan-a'zosi konstanta funksiya-a'zolar tomonidan

o‘zgartirilishi mumkin ekanligini ko‘rsatadi. Statik va konstanta berilganlar-a’zolariga mutable kalit so‘zini ishlatish mumkin emas, u berilganlar turining modifikatori sifatida ishlatiladi.

Misol.

```
#include <iostream.h>
class Sinf
{
 mutable int count;
 mutable const int * intPtr; //Amal o'rinli, garchi ko'rsatkich konstanta
                             // butun songa ko'rsatsa ham o'zi konstanta emas.
public:
 int Funksiya(int i=0) const
 {
  count=i++;
  intPtr =&i;
  cout << *intPtr;
  return count;
 }
};
int main()
{
 Sinf S;
 S.Funksiya();
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga

```
1
```

chop etiladi.

2.9. Sinf funksiyalar-a’zolariga ko‘rsatkichlarni ishlatish

Sinfning funksiya-a’zosiga ko‘rsatkichni aniqlash mumkin. Uning sintaksisi quyidagicha:

<qiymat turi> (*<sinf nomi>* :: * *<ko‘rsatkich nomi>*) (*<parametrlar>*);

Misol.

```
void (S::*F_kursatgich)(int x,int y);
```

Quyida keltirilgan programmada funksiya-a'zosiga ko'rsatkichni ishlatilgan.

```
class S
{
 int i;
public:
 S(int I):i(I){};
 void FunAzo(){cout<<"Funksiya-a'zo ishladi!";}
   void FunChaqirish(void (S::*F_Kursatgich)())  { (this->*F_Kursatgich)(); }
}
int main()
{
 void (S::*FKursatgich)()=&S::FunAzo;
 S obekt(100);
 obekt.FunChaqirish(FKursatgich);
 return 0;
}
```

Programmaning 1 - satrida FunKursatgich ko'rsatkichiga FunAzo funksiya-a'zo adresi berilgan, 3 - satrda FunChaqirish funksiya-a'zo FunKursatgich ko'rsatkich bo'yicha FunAzo funksiyasini chaqiradi va ekranga

```
Funksiya-a'zo ishladi!
```

xabari chiqadi.

Sinfning funksiya-a'zosiga ko'rsatkichni ishlatishda ma'lum bir cheklovlar mavjud:

- sinfning funksiya-a'zosiga ko'rsatkichni sinfning statik funksiya-a'zolariga ko'rsata olmaydi, chunki ularga this ko'rsatkichi uzatilmaydi;
- sinfning funksiya-a'zosiga ko'rsatkichni qandaydir sinfning a'zosi bo'lmagan oddiy funksiya ko'rsatkichiga aylantirish mumkin emas.

2.10. Sinf ob'ektlarining massivi

Sinf ob'ektlaridan massivlar qurish mumkin. Ob'ektlar massivini e'lon qilish sintaksisi oddiy o'zgaruvchilar massivini e'loniga o'xshash. Masalan, 10 ta S sinf ob'ektidan iborat massiv e'loni quyidagicha bo'ladi:

```
S obekt_massiv[10];
```

Kompilyator tomonidan bu massivni yaratishda sinf ob'ektlarining kelishuv bo'yicha konstruktoridan foydalanishi shart. Shu sababli, kompilyator o'zi sinf uchun konstruktor yaratishiga tayanmasdan, sinf ob'ektlarining massivini e'lon

qilishda sinf tarkibiga kelishuv bo'yicha konstruktor kiritish zarur. Agar foydalanuvchi tomonidan konstruktor aniqlanadigan bo'lsa, sinf ob'ektlari massivining har bir elementining boshlang'ich qiymati oshkor ravishda ko'rsatilishi kerak.

Ob'ektlar massiviga murojaat xuddi ixtiyoriy turdagi elementlardan iborat massivga murojaatdek:

```
#include <iostream.h>
class Sinf
{
  int a;
public:
 Sinf(int n){a=n;}
 int a_Qiymati(){return a;}
};
main()
{
 Sinf ob_Sinf[5]={12,23,34,56,67};
for(int i=0;i<4;i++)
{
 cout<<ob_Sinf[i].a_Qiymati()<<' ';        // Massiv elementlariga murojaat
}
cout<<'\n';
return 0;
}
```

Programma ekranga Sinf sinfi har ob'ekti berilgan-a'zosining initsializatsiyada olgan qiymatini chop etadi. Initsializatsiyaning bu usulidan konstruktor bitta parametrga ega bo'lgan holda ishlatish mumkin. Agar konstruktor bittadan ortiq parametrga ega bo'lsa, initsializatsiyaning to'liq shaklidan foydalanishga to'g'ri keladi.

```
#include <iostream.h>
class Koord
{
  int x,y;
public:
 Koord(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 int x_Qiymati(){return x;}
 int y_Qiymati(){return y;}
};
```

```
main()
{
Koord koord_mas[4][2]={ Koord(1,2); Koord(3,4); Koord(5,6); Koord(7,8); Koord(9,10);
                        Koord(11,12); Koord(13,14); Koord(15,16); }
int i,j;
for(i=0;i<4;i++)
 for(j=0;j<2;j++)
 {
  cout<<koord_mas[i][j].x_Qiymati()<<' ';
  cout<<koord_mas[i][j].y_Qiymati()<<'\n';
 }
return 0;
}
```

Ushbu programma sinf ob'ektlar massivining har bir elementining x,y berilganlar-a'zolarining qiymatini chop etadi.

Sinf ob'ektlari massiviga ko'rsatkich orqali murojaat qilish mumkin. Bunda ko'rsatkichlar arifmetikasi ham o'rinli bo'ladi. Masalan, ko'rsatkich inkrementi massivning keyingi elementiga ko'rsatishiga olib kelsa, ko'rsatkich dekrementi - ko'rsatkichni o'zi ko'rsatib turgan massiv ob'ektidan oldingi ob'ektga ko'rsatishiga olib keladi. Yuqorida keltirilgan programmaning ko'rsatkich ishlatilgan variantini ko'raylik.

```
#include <iostream.h>
class Koord
{
 int x,y;
public:
 Koord(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 int x_Qiymati(){return x;}
 int y_Qiymati(){return y;}
};
main()
{
 Koord koord_mas[4]={ Koord(1,2); Koord(3,4); Koord(5,6); Koord(7,8); };
 int i;
 Koord * kursat_ob;
 kursat_ob=koord_mas;
 for(i=0;i<4;i++)
```

```
 {
   cout<<kursat_ob->x_Qiymati()<<' ';
   cout<<kursat_ob->y_Qiymati()<<'\n';
   kursat_ob++;
 }
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga

```
1 2
3 4
5 6
7 8
```

qiymatlari chop etiladi.

Sinf ob'ektlar massivini dinamik xotirada hosil qilish mumkin:

```
#include <iostream.h>
class Koord
{
 int x,y;
 public:
  Koord(int _x,int _y){x=_x;y=_y;}
  Koord(){x=0;y=0;}
  int x_Qiymati(){return x;}
  int y_Qiymati(){return y;}
};
main()
{
 int i;
 Koord * kursat_ob;
 kursat_ob=new Koord[4];
 for(i=0;i<4;i++)
 {
  cout<<kursat_ob->x_Qiymati()<<' ';
  cout<<kursat_ob->y_Qiymati()<<'\n';
 kursat_ob++;
}
delete [ ] kursat_ob;
 return 0;
```

}

Programma Koord sinfining ob'ektlarining dinamik massivi hosil qilinishida foydalanuvchi tomonidan kelishuv bo'yicha aniqlangan parametrsiz konstruktor amal qiladi va programma ishlashi natijasida ekranga

0 0
0 0
0 0
0 0

qiymatlari chop etiladi.

Misol. Yorug'lik manbai – chiroq atrofida xoatik ravishda uchadigan hashoratlar – parvonalar harakatini ko'rsatuvchi dastur tuzish masalasi qaraladi [Faysman]. Parvonalar harakati Form1 sirtida ro'y beradi. Sirtning qaysidir qismida (chap yuqori burchagida) yorug'lik manbai shar ko'rinishida joylashadi. Parvona sirt yuzida tasoddifiy ravishda boshlang'ich joylashadi va muntazam ravishda xoatik ravishda harakatlanadi, yani tasoddifiy ravishda bir joydan ikkinchi joyga ko'chadi. Agar parvona chiroqqa ma'lum bir masofaga yaqin kelib qolsa, issiqlik ta'sirida halok bo'ladi. Ilovaning amal qilishi barcha parvonalar halok bo'lguncha davom etadi.

Har bir parvonani ifodalash uchun PARVONA sinfi yariladi. Sinf berilgan-a'zolari sifatida parvonaning sirt tekisligidagi joylashuvi koordinatalari, unung ayni paytdagi holatlari (tirik yoki holak bo'lganligini, hamda halok bo'lgandan keyin yerga tushgan yoki yo'qligi) parametrlarini o'z ichiga oladi. Barcha parvonalar uchun umumiy bo'lgan parametrlar – chiroqning koordinasi va radiusi, ayni paytdagi tirik parvonalar soni, parvonaning chiroqqa xavfli yaqinlashish va ko'chish masofasi, hamda parvonalr harakatlanadigan sirt komponentasi PARVONA sinfining static a'zolari qilib aniqlagan. Sinfning funksiya – a'zolari esa parvonaning boshlang'ich parametrlarini berish uchun konstruktor, uning harakati va holatini aniqlaydigan funksiyalar tashkil qiladi. Parvonalar majmuasi PARVONA sinfi obektlari massivi ko'rinishida amalga oshiriladi.

Quyida dastur matni keltiriladi.

```
TForm1 *Form1;
const int Parvonalar_Soni=15,
Chiroq_X=350,Chiroq_Y=50 ,Chiroq_R=25; // Chiroqning koordinatalri va kattaligi (radiusi)
class PARVONA
{
 int x,y;                    // Parvonaning tekislikdagi koordinatasi
```

```
boolean Tirik, Yerda;  // Parvonaning ayni paytda tirik (Tirik=true) yoki yo'qligi
static int ChiroqX,ChiroqY,ChiroqR;
static int Tirik_Parvonalar; // Ayni paytda tirik parvonalar soni.
static int Masofa;  // Parvonaning ko'chish masofasi.
static TForm * Sirt; // Parvonalar harakatlanadigan sirt.
public:
PARVONA (int max_x, int max_y);
void static SIRT(TForm * _Sirt){Sirt=_Sirt;}
int static PARVONALAR_SONI(){return Tirik_Parvonalar;}
void Paydo_bulish();
void Yoq_bulish();
void Yangi_Joy();
void Kochish();
bool Chiroqqa_Yaqin(int masofa);
};
int PARVONA:: Tirik_Parvonalar=Parvonalar_Soni;
int PARVONA:: ChiroqX=Chiroq_X;
int PARVONA:: ChiroqY=Chiroq_Y;
int PARVONA:: ChiroqR=Chiroq_R;
TForm * PARVONA:: Sirt=Form1;
int PARVONA:: Masofa=25;
PARVONA::PARVONA(int max_x, int max_y)
// max_x, int max_y – parvona paydo bo'lish chegarali
{
 Tirik=true;
 Yerda=false;
 do
 {
  x=random(max_x);
  y=random(max_y);
 }
  while(Chiroqqa_Yaqin(Masofa));// Parvano chiroqqa xavfli yaqinlikda paydo bo'lmasligi kerak.
  Paydo_bulish();
 };
bool PARVONA:: Chiroqqa_Yaqin(int masofa)
{
 return sqrt((ChiroqR+masofa)*(ChiroqR+masofa)) >=sqrt(pow((ChiroqX-x),2)+pow((ChiroqY-y),2));
}
```

```
void PARVONA::Paydo_bulish()
{
 if(!Chiroqqa_Yaqin(Masofa))
 {
  if(Tirik) Sirt->Canvas->Font->Color=clGreen; //Tirik parvona yashil rangda,
  else Sirt->Canvas->Font->Color=clRed;       // aks holda qizil
  Sirt->Canvas->TextOutA(x,y,'Ж');
 }
}
void PARVONA:: Yoq_bulish()
{
 if(!Chiroqqa_Yaqin(Masofa))
 {
  Sirt->Canvas->Font->Color=Sirt->Color;
  Sirt->Canvas->TextOutA(x,y,'Ж');
 }
}
void PARVONA:: Yangi_Joy()
{
 if (Tirik)
 {
  do
  {
   int dx=random(4*Masofa)-2*Masofa;
   int dy=random(4*Masofa)-2*Masofa;
   if (x+dx<0) x+=fabs(dx);
   if (y+dy<0) y+=fabs(dy);
   if(x+dx<Sirt->ClientWidth-20)x+=dx; else x-=fabs(dx);
   if(y+dy<Sirt->ClientHeight-20)y+=dy; else y-=fabs(dy);
  }
  while(Chiroqqa_Yaqin(Masofa));
 Tirik=!Chiroqqa_Yaqin(Masofa+10);
 if(!Tirik)
  {
   Tirik_Parvonalar--;
   Sirt->Caption="Ayni paytda " + IntToStr(Tirik_Parvonalar)+" parvonalar tirik!";
  }
 }
```

```
 else
 {
  if(y < Sirt->ClientHeight-10) y+=2*Masofa;
 else
   if(y!=(Sirt->ClientHeight-10))y=Sirt->ClientHeight-10;
   else Yerda=true;
 while (Chiroqqa_Yaqin(Masofa))y+=2*Masofa;
 }
}
void PARVONA:: Kochish()
{
 if(!Yerda)
 {
  Yoq_bulish();
  Yangi_Joy();
  Paydo_bulish();
 }
}

PARVONA **parvona;
void __fastcall TForm1::Timer1Timer(TObject *Sender)
{
  for(int i=0; i< Parvonalar_Soni; i++)
   parvona[i]-> Kochish();
}
void __fastcall TForm1::FormCreate(TObject *Sender)
{
 PARVONA::SIRT(Form1);
 Form1->Caption="Parvonalar: " + IntToStr(Parvonalar_Soni)+" ta qoldi";
 Form1->Canvas->Font->Height=12;
 Shape1->Left=Chiroq_X-Chiroq_R;
 Shape1->Top=Chiroq_Y-Chiroq_R;
 Shape1->Height=2*Chiroq_R;
 Shape1->Width=2*Chiroq_R;
 parvona = new PARVONA*[Parvonalar_Soni];
 for(int i=0; i<Parvonalar_Soni; i++)
 parvona[i]=new PARVONA (Form1->ClientWidth,Form1->ClientHeight);
}
```

```
void __fastcall TForm1::FormClick(TObject *Sender)
{
 Timer1->Enabled=!Timer1->Enabled;
}
```

3. Do‘st funksiyalar va sinf do‘stlari

3.1. Do‘st funksiyalar

C++ tili OYP asosiy konsepsiyalaridan biri - berilganlarni inkapsulyasiyalash konsepsiyasini “*do‘stlar*” yordamida “*buzish*” imkonini beradi. C++ tilida sinfning ikki turdagi sinf do‘stlarini e’lon qilish imkonini beradi: *do‘st funksiya* va *do‘st sinf.*

Ma’lumki, sinfning yopiq elementlariga ochiq funksiyalar-a’zolar orqali murojaat qilish mumkin. Lekin C++ tili sinfning yopiq elementlariga boshqa yo‘l orqali - do‘st funksiyalar orqali murojaat qilishni qo‘llab quvvatlaydi. Do‘st funksiyalar sinf a’zolari bo‘lmagan holda shu sinfning yopiq a’zolariga murojaat qilish imkoniyatiga ega.

Birorta sinfga do‘st funksiyani e’lon qilish uchun shu sinf aniqlanishida oldiga friend kalit so‘zi qo‘yilgan funksiya prototipi yoziladi.

Misol uchun:

```
#include <iostream.h>
class Dust_sinf
{
  int x,y;
 public:
  Dust_sinf(int n, int m){x=n; y=m;}
  friend bool Karrali(Dust_sinf ob);   // Do‘st funksiya prototipi
};
bool Karrali(Dust_sinf ob)
{
  return (!(ob.x % ob.y)) ;
}
main()
{
 Dust_sinf obekt(12,3);
 if (Karrali(obekt)) cout<<"Sonlar karrali.\n";
 else cout<<"Sonlar o‘zaro karrali emas.\n";
 return 0;
}
```

Shuni qayd qilish kerakki, do‘st funksiya o‘zi e’lon qilingan sinfning a’zosi hisoblanmaydi. Shu sababli, do‘st funksiya chaqirilishida ob’ekt nomini ko‘rsatish yoki sinf a’zolariga murojaat amallarini (nuqta yoki yo‘nalish chizig‘i) ishlatish

kerak emas. Do‘st funksiyalar sinfning yopiq a’zolariga faqat sinf ob’ekti orqali murojaat qiladi. Bu ob’ekt o‘z navbatida do‘st funksiyada e’lon qilingan bo‘lishi yoki unga argument sifatida berilishi mumkin. Do‘st sinf vorislik bilan o‘tmaydi va o‘zi ham hosilaviy sinflar uchun amal qilmaydi. Boshqa tomondan, funksiya bir vaqtning o‘zida bir nechta sinfga do‘st bo‘lishi mumkin.

Masalan:

```
include <iostream.h>
class Sinf1;    // Sinfning to‘liqmas e’loni
class Sinf2;
{
 int d;
public;
 Sinf2(int _d){d= _d;}
 friend bool Karrali_Sonlar(Sinf1 ob1,Sinf2 ob2);     // Do‘st funksiya prototipi
};
class Sinf1
{
 int n;
public:
 Sinf1(int _n){n= _n;}
 friend bool Karrali_Sonlar(Sinf1 ob1, Sinf2 ob2);     // Do‘st funksiya prototipi
};
bool Karrali_Sonlar(Sinf1 ob1,Sinf2 ob2)
 {
  return (!(ob1.n%ob2.d));
 }
main()
{
 Sinf1 obekt1(15);
 Sinf2 obekt2(3);
 cout<<"Sonlar karrali";
 if(!Karrali_Sonlar(obekt1,obekt2)) cout<<" emas";
 cout<<'!';
 return 0;
}
```

Bu misolda sinfning to‘liqmas e’lonidan foydalanish ko‘rsatilgan. Bu qurilmani qo‘llamasdan hali e’loni berilmagan sinf nomini ishlatib bo‘lmaydi.

Funksiya bir sinfning a'zosi bo'lgan holda boshqa sinfning do'sti bo'lishi mumkin.

Masalan:

```
include <iostream.h>
class Sinf1;     // Sinfning to'liqmas e'loni
class Sinf2;
{
  int d;
 public;
  Sinf2(int _d){d= _d;}
  bool Karrali_Sonlar(Sinf1 ob1);
 };
class Sinf1
{
 int n;
 public:
 Sinf1(int _n){n= _n;}
 friend bool Sinf2::Karrali_Sonlar(Sinf1 ob1);          // Do'st funksiya prototipi
};
bool Sinf2::Karrali_Sonlar(Sinf1 ob1)
{
 return (!(ob1.n%d));
 }
main()
{
 Sinf1 obekt1(15);
 Sinf2 obekt2(3);
 if(Sinf2.Karrali_Sonlar(obekt1)) cout<<"Sonlar karrali!";
 else cout<<"Sonlar karrali emas!";
 return 0;
}
```

3.2. Do'st sinflar

C++ tili nafaqat do'st funksiyalarni, balki do'st sinflarni e'lon qilish mumkin. Do'st sinfga sinfning barcha a'zolariga murojaat qilishga to'la ruxsat beradi. Do'st sinfni e'lon qilish uchun sinf e'loniga do'st sinfni friend kalit so'zi bilan kiritish etarli.

Masalan:

```
class Sinf
{
 //...
 friend class Dust_Sinf;
};
```

Bu erda Sinf sinfga do‘st Dust_Sinf sinfi e’lon qilingan.

Sinf o‘zini boshqa bir ikkinchi sinfning do‘sti deb e’lon qila olmaydi. Buning uchun u ikkinchi sinfda do‘st deb e’lon qilinishi kerak.

Masalan:

```
#include <iostream.h>
class Sinf1
{
 friend class Sinf2;  //Sinf2 sinfi Sinf1 sinfning do'sti
 int x;
 void IncX(){x++;}
public:
 Sinf1(){x=0;}
 Sinf1(int _x){x= _x;}
};
class Sinf2
{
 Sinf1 sinf1;
public:
 void x_qiymati();
};
void Sinf2::x_qiymati()
{
 cout<<sinf1.x<<endl;
 sinf1.IncX();
 cout<<sinf1.x<<endl;
}
int main()
{
 Sinf2 sinf2;
 Sinf2.x_qiymati();
 return 0;
}
```

Sinflar bir-birini do‘st deb e’lon qilishi mumkin. Lekin bu holat ijobiy baholanmaydi, u sinflar shajarasi chuqur o‘ylamasdan tuzilganligining dalolati hisoblanadi. Shunga qaramasdan C++ tili bunga imkon beradi. O‘zaro do‘st sinflar quyidagicha e’lon qilingan bo‘lishi kerak:

```
class Sinf2;    //Sinfning to'liqmas e'loni
class Sinf1
{
 friend class Sinf2;
 //...
};
class Sinf2
{
 friend class Sinf1;
 //...
};
```

Yuqorida keltirilgan programma bo‘lagida sinfning to‘liqmas e’loni faqat Sinf1 ichida Sinf2 sinfiga ko‘rsatkich bo‘lgandagina zarur bo‘ladi.

Do‘st sinflar uchun quyidagi qoidalar amal qiladi:

- do‘stlik o‘zaro emas, ya’ni Sinf1 sinfi Sinf2 sinfining do‘sti ekanligidan Sinf2 sinfini Sinf1 sinf do‘sti ekanlishi kelib chiqmaydi;
- do‘stlik vorislik bo‘yicha o‘tmaydi, agar Sinf1 sinfi Sinf2 sinfining do‘sti bo‘lsa, Sinf1 sinfini avlodlari Sinf2 sinf do‘stlari bo‘lmaydi;
- do‘stlik tayanch sinf avlodlariga o‘tmaydi, agar Sinf1 sinfi Sinf2 sinfining do‘sti bo‘lsa, Sinf1 sinfini Sinf2 avlodlariga do‘st bo‘lmaydi.

4. Vorislik

4.1. Sinflar o‘rtasidagi munosabatlar

Aksariyat OYP tillarida sinflar o‘rtasida qo‘yidagi munosabatlar qo‘llab-quvvatlanadi:

- assotsiatsiya;
- vorislik;
- agregatsiya;
- bog‘liqlik (foydalanish).

Assotsiatsiya. Agar ikkita sinf konsepuallik darajasida bir-biriga ta’sir o‘tkazsa, u holda bunday o‘zaro ta’sirga *assotsiatsiya* deyiladi. Masalan, savdo shoxobchasi ishini modellashtirishda ikkita abstraksiya (tushuncha) yuzaga keladi: mahsulotlar (Mahsulot sinfi) va sotish (Sotish sinfi). Sotish sinfining ob’ekti - bu qandaydir hodisa bo‘lib, unda 1 dan n gacha Mahsulot sinfning ob’ektlari sotilganligini anglatadi.

Assotsiatsiya loyihalashning boshlang‘ich qadamlarida aniqlanadigan ikkita sinf o‘rtasidagi eng ko‘p namoyon bo‘lgan semantik bog‘lanishlarni ifodalaydi. Assotsiativ bog‘lanishlar vorislik, agregatsiya, bog‘lanish munosabatlari orqali konkretlashtiriladi.

Agregatsiya. Sinflar o‘rtasidagi *agregatsiya* munosabati bitta sinf o‘zining tarkibiy qismi sifatida boshqa sinf ob’ektlarini o‘z ichiga olgan holatlarda namoyon bo‘ladi. Boshqacha aytganda bu munosabat *butun/qism* munosabatidir.

Agregatsiyani ikkita ko‘rinishda amalga oshirish mumkin:

- qat’iymas agregatsiyalar (oddiy agregatsiyalar);
- qat’iy agregatsiyalar (kompozitsiyalar).

Qat’iymas agregatsiyada e’lon qilingan barcha *qismlar butunga* kirishi shart emas. Shu sababli, qismning butunga kirishi ko‘rsatkich vositasida amalga oshiriladi va ularning barchasi initsializatsiya qilinishi shart emas (ayrim ko‘rsatkichlar 0 qiymatiga ega bo‘ladi). Echilayotgan masalaga bog‘liq ravishda bunday komponentalar dinamik ravishda paydo bo‘lishi yoki yo‘qotilishi mumkin.

Qat’iy agregatsiya mnosabatida komponenta (*qism*) *butun* ob’ekt mavjudlik paytida yo‘q bo‘lishi mumkin bo‘lmaydi. Masalan, uchburchak (Uchburchak sinfi) uchta nuqtani (Nuqta sinfi ob’ektlarini) o‘z ichiga oladi va nuqtalardan birortasi bo‘lmasa, uchburchak yasash mumkin emas.

Kompozitsiyani amalga oshirishning sodda yo‘li - kompozitsiya ob’ektlar-komponentalarini qiymatlari bilan kiritish yo‘lidir (oddiy o‘zgaruvchilar sifatida).

Agar komponentalar ko‘rsatkichlar vositasida amalga oshirilsa, ular quyidagi talablarga javob berishlari kerak: komponentalarning yashash davri *butun* ob’ekt yashash davri bilan ustma-ust tushishi kerak.

Bog‘liqliq. Ikkita sinf o‘rtasida *bog‘liqlik* (foydalanish) munosabatida bir sinf (Asosiy sinfi) boshqa sinf (Yordamchi sinfining) xizmatlaridan foydalanadi. Masalan:

- Asosiy sinf funksiya-a’zoci Yordamchi sinfning ayrim maydonlari qiymatlaridan foydalanadi;
- Asosiy sinf funksiya-a’zoci Yordamchi sinfning funksiya-a’zocini chaqiradi;
- Asosiy sinf funksiya-a’zocining prototipida Yordamchi sinf turidagi parametrlar qatnashadi.

Misol uchun, Uchburchak sinfida uchburchak tomonining uzunligini hisoblaydigan funksiya-a’zosi e’lonida Nuqta sinfi turidagi parametrlar qatnashadi:

```
double Uchburchak::Masofa(Nuqta a, Nuqta b);
```

Vorislik. Vorislik (“*is a*”) sinf ostining (hosilaviy sinfning) bir yoki bir nechta *supersinflarda* (*tayanch sinflarda*) aniqlangan atribut va amallarni birgalikda ishlatadi. Masalan, Ko_pBurchak sinfinng vorisi bo‘lgan Uchburchak sinfi Ko_pBurchak tayanch sinfi a’zolarini ishlatishi mumkin (qayta aniqlamasdan).

4.2. Oddiy vorislik

C++ tili sinfga bir yoki bir nechta sinfning berilganlar-a’zolari va funksiyalar-a’zolarini vorislik bilan olishga imkon beradi. Bu holda yangi sinfni *hosilaviy sinf* (*avlod sinf*) deyiladi. Elementlari vorislik bo‘yicha olinadigan sinfga uning vorisiga nisbatan tayanch sinf (*ajdod sinf*) deyiladi.

Vorislik sinflarning umumiy xususiyatlarini yagona bitta tayanch sinfda abstraksiyalash imkonini beradi. Voris sinflar esa umumiy xususiyatlarni vorislik bilan olgan holda, ayrim funksiyalar-a’zolarni qayta aniqlash orqali yoki qo‘shimcha berilganlar-a’zolar va funksiyalar-a’zolarni kiritish orqali tayanch sinfga ma’lum bir o‘zgartirish kiritishlari mumkin. Shu sababli, hosilaviy sinflarni aniqlash sezilarli ravishda kamayadi, chunki unga faqat tayanch sinfdan farqli elementlar qo‘shiladi.

Hosilaviy sinfni e’lon qilish sintaksisi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

class <*hosilaviy sinf nomi*> : < *murojaat xossasi*> <*tayanch sinf*$_1$>,
< *murojaat xossasi*> <*tayanch sinf*$_2$>,
...
<*murojaat xossasi*> <*tayanch sinf*$_n$>
{

// hosilaviy sinf tarkibi

};

Bu erda *<murojaat xossasi>* - public, protected yoki private, u bo'lishi shart emas. Agar *<murojaat xossasi>* bo'lmasa kelishuv bo'yicha sinflar uchun private, struktura uchun public hisoblanadi. *<tayanch sinf*$_i$*>*- oldindan aniqlangan tayanch sinflarning nomlari.

Murojaat xossasi tayanch sinf elementlarining vorislik bo'yicha olish darajasini aniqlaydi. 4.1-jadvalda vorislik variantlari keltirilgan.

4.1-jadval bilan tanishish shuni ko'rsatadiki, vorislikning murojaat xossasi tayanch sinfda o'rnatilgan murojaat darajasini qanday darajagacha tushganligini ko'rsatadi (ochiq a'zolarga nisbatan).

4.1-jadval. Sinflarning vorislik variantlari

Murojaat xossasi	Tayanch sinfdagi murojaat turi	Voris sinfdagi mos murojaat turi
public	public protected private	public protected murojaat yo'q
protected	public protected private	protected protected murojaat yo'q
private	public protected private	private private murojaat yo'q

Agar tayanch sinfdagi a'zolarga hosilaviy sinflarda murojaat qilish zarur bo'lsa ularni public deb e'lon qilish kerak bo'ladi.

Misol.

```
class Tayanch
{
 int x,y;
public:
Tayanch(int _x=5,int _y=10){x=_x; y=_y;}
 int X_Qiymati(){return x;}
int Y_Qiymati(){return y;}
};
class Hosila : private Tayanch
{
```

```
 public:
 Tayanch::X_Qiymati;
};
main()
{
 int X,Y;
 Hosila ob;
 X=ob.X_Qiymati();
 Y=ob.Y_Qiymati(); // Bu murojaat xato, chunki private funksiya – a'zoga murojaat bo'lmoqda
 cout<<"X="<<X<<", Y="<<Y<<endl;
 return 0;
}
```

Programmada Hosilaviy hosilaviy sinfi tayanch sinfdagi X_Qiymati() va Y_Qiymati() funksiyalarini private darajasidagi murojaat bilan vorislik bo'yicha oladi va ekranga

```
X=5, Y=10
```

ifodalari chop qilinadi.

Shuni qayd etish kerakki, hosilaviy sinf tayanch sinfning faqat public yoki protected a'zolariga murojaat qilishi mumkin. Tayanch sinfning yopiq a'zolari har qanday vorislikda ham yopiqligicha qoladi.

Tayanch sinfning quyidagi elementlari vorislik bilan o'tmaydi:

- konstruktorlar;
- nusxalash konstruktorlari;
- destruktorlar;
- programma tuzuvchi tomonidan aniqlangan qiymat berish operatori;
- sinfning do'stlari.

Hosilaviy sinf bitta tayanch sinfga ega bo'lsa, bunday vorislikni *oddiy (yakka) vorislik* deyiladi.

Quyidagi misolda oddiy vorislik amalga oshirilgan.

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
 Nuqta(int _x, int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
```

```
 int X_Qiymati(){return x;}
 int Y_Qiymati(){return y;}
 void Qiymat_X(int _x){x= _x;}
 void Qiymat_Y(int _y){y= _y;}
};
class Dekart : public Nuqta
{
 public:
 Dekart (int _x, int _y): Nuqta(2*_x, 2*_y){};
 void Qiymat_XX(){cout<<X_Qiymat_X()<<' ';}
 void Qiymat_YY(){cout<<Y_Qiymat_X()<<' ';}
};
main()
{
 Dekart * dkt;
 dkt=new Dekart(10,15);      // Ob'ektni uyumda yaratish
 dkt->Qiymat_XX();
 dkt->Qiymat_YY();
 delete dkt;                 // Ob'ektni uyumdan o'chirish
 return 0;
}
```

Ushbu programmada Dekart hosilaviy sinfi yagona Nuqta tayanch sinfiga ega. Konstruktor vorislik bo'yicha o'tmaganligi sababli, voris sinfda konstruktor sintaksisi o'zgargan. Ma'lumki, voris sinf tayanch sinfning barcha berilganlarini vorislik bo'yicha oladi (garchi tayanch sinfning ayrim a'zolariga to'g'ridan-to'g'ri murojaat qila olmasa ham) va sinf ob'ekti aniqlanishida bu berilganlar initsializatsiya qilinishi kerak. Chunki, voris sinfda bu berilganlar ishlatilishi mumkin. Shu sababli hosilaviy sinf konstruktori quyidagi tuzilma ko'rinishida aniqlanadi:

<hosilaviy sinf konstruktori>(<parametrlar ro'yxati>) :
<tayanch sinf konstruktori>(<argumentlar ro'yxati>)
{<konstruktor tanasi>}

Konstruktorda tayanch sinf konstruktoriga ko'rsatuvchi elementlarni initsializatsiyalash ro'yxatidan foydalanilgan. Voris sinf konstruktoriga uzatilgan argumentlarning ma'lum bir qismi tayanch sinf konstruktoriga argument sifatida uzatiladi. Keyin voris sinf konstruktori tanasida ayni shu sinf uchun zarur initsializatsiya amallarini bajarilishi mumkin. Yuqorida keltirilgan misolda Dekart voris sinfi konstruktori

```
Dekart(int _x,int _y):Nuqta(2*_x,2*_y){};
```

ko‘rinishida aniqlangan. Voris sinf ob’ektini initsializatsiya uchun uzatilgan argumentlar ikkiga ko‘paytirilgan holda tayanch sinf berilganlar-a’zolarini initsializatsiyalash uchun ishlatimoqda. Konstruktor tanasi bo‘sh, chunki bu sinf o‘z berilganlariga ega emas.

Agar voris sinf konstuktori parametrsiz aniqlangan bo‘lsa, ya’ni kelishuv bo‘yicha konstruktor bo‘lsa, hosilaviy sinf ob’ekti yaratilishida tayanch sinf konstruktori avtomatik ravishda chaqiriladi.

Hosilaviy sinf destruktoriga nisbatan quyidagi qoida amal qiladi: hosilaviy sinf destruktori tayanch sinf destruktoridan oldin ishlashi kerak. Aks holda tayanch sinf destruktori ayni paytda ishlatilayotgan hosilaviy sinf berilganlar-a’zolarini o‘chirishi mumkin. Destruktorlar to‘g‘ri ishlashini kompilyator o‘z zimmasiga oladi.

Quyida keltirilgan programmada tayanch va voris sinflar konstruktorlari va destruktorlarining ishlash ketma-ketligi ko‘rsatilgan.

```
#include <iostream.h>
class Tayanch
{
 public:
  Tayanch() { cout<<"Tayanch sinf konstruktori ishladi.\n"; }
~Tayanch() { cout<<"Tayanch sinf destruktori ishladi.\n"; }
};
class Hosila:public Tayanch
{
 public:
  Hosila() {cout<<"Hosila sinf konstruktori ishladi.\n";}
~Hosila() {cout<<"Hosila sinf destruktori ishladi.\n";}
};
int main()
{
 Hosila ob;
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagi xabarlar chiqadi:

```
Tayanch sinf konstruktori ishladi.
Hosila sinf konstruktori ishladi.
```

```
Hosila sinf destruktori ishladi.
Tayanch sinf destruktori ishladi.
```

Ko‘p hollarda hosilaviy sinfda tayanch sinf a’zolari qatoriga yangi a’zolar qo‘shiladi. Biroq tayanch sinf a’zolarini *qayta aniqlash* imkoniyati mavjud. Odatda tayanch sinf funksiya-a’zolari qayta aniqlanadi. Buning uchun tayanch sinf funksiya-a’zosini hosilaviy sinf e’loni prototipini berish va keyin uni aniqlash etarli. Misol tariqasida Nuqta tayanch sinfda aniqlangan X_Qiymati() va Y_Qiymati() funksiyalarini qayta aniqlashni qaraylik:

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 protected:
  int x,y;
 public:
  Nuqta(int _x, int _y){x=_x; y=_y;}
  Nuqta(){x=0; y=0;}
  int X_Qiymati(){return x;}
  int Y_Qiymati(){return y;}
  void Qiymat_X(int _x){x= _x;}
  void Qiymat_Y(int _y){y= _y;}
};
class Dekart : public Nuqta
{
 public:
  Dekart (int _x, int _y):Nuqta(_x, _y){};
  int X_Qiymati(){return ++x;}
  int Y_Qiymati(){return ++y;}
  void Qiymat_XX(){cout<<X_Qiymat_X()<<' ';}
  void Qiymat_YY(){cout<<Y_Qiymat_X()<<' ';}
};
main()
{
 Dekart * dkt;
 dkt=new Dekart(10,15);      // Ob’ektni uyumda yaratish
 dkt-> Qiymat_XX();
 dkt-> Qiymat_YY();
 delete dkt;                 // Ob’ektni uyumdan o‘chirish
```

```
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga berilgan koordinatalarning bittaga oshirilgan qiymatlari chop etiladi.

Garchi programmada tayanch sinfning X_Qiymati() va Y_Qiymati() funksiyalarini qayta aniqlangan bo'lsa ham ularning oldingi variantlariga murojaat qilish mumkin. Buning uchun *"ko'rinish sohasiga ruxsat berish"* amalidan foydalanish zarur bo'ladi. Yuqoridagi misolda keltirilgan programma matniga

```
...
void Qiymat_XX(){cout<<Nuqta::X_Qiymat_X()<<' ';}
void Qiymat_YY(){cout<<Nuqta::Y_Qiymat_X()<<' ';}
...
```

o'zgartirish orqali qayta aniqlangan funksiyaning tayanch sinfdagi aniqlanishini chaqirish mumkin.

Hosilaviy sinf o'z navbatida boshqa uchinchi bir sinf uchun tayanch bo'lishi mumkin. Bunda tayanch sinf uchinchi sinf uchun *vositali tayanch sinf* bo'ladi.

4.3. To'plamli vorislik

Agar hosilaviy sinf bir nechta tayanch sinflarga ega bo'lsa, bunday vorislikka *to'plamli vorislik* deyiladi. To'plamli vorislik bitta sinfda bir nechta sinf xossalari va amallarini jamlash imkonini beradi.

Quyidagi misol to'plamli vorislikni namoyish qiladi:

```
#include <iostream.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
public:
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 int X_Qiymati(){return x;}
 int Y_Qiymati(){return y;}
 void Qiymat_X(int _x){x=_x;}
 void Qiymat_Y(int _y){y=_y;}
};
class Xabar_Qabul_Qilish
```

```
{
 char Xabar[80];
public:
 Xabar_Qabul_Qilish(char * xbr){Xabarni_Saqlash(xbr);}
 void Xabarni_Saqlash(char * xabar) { strcpy(Xabar,xabar); }
 void Xabar_Berish() {cout<<Xabar;}
};
class Xabarni_Chop_Qilish: public Nuqta,
                           public Xabar_Qabul_Qilish
{
public:
  Xabarni_Chop_Qilish(int _x,int _y,char * xbr): Nuqta(_x,_y),Xabar_Qabul_Qilish(xbr){}
  void Chop_Qilish();
};
void Xabarni_Chop_Qilish::Chop_Qilish()
{
 gotoxy(X_Qiymati(),Y_Qiymati()); // Kursor xabar chiqarish nuqtasiga
 Xabar_Berish();
}
int main()
{
Xabarni_Chop_Qilish * xbr_adress;
xbr_adress=new Xabarni_Chop_Qilish(10,5,"To'plamli ");
xbr_adress->Chop_Qilish();
xbr_adress->Qiymat_X(10);
xbr_adress->Qiymat_Y(6);
xbr_adress->Xabarni_Saqlash("vorislik! ");
xbr_adress->Chop_Qilish();
delete xbr_adress;
return 0;
}
```

Ushbu misolda Nuqta sinfi ekrandagi belgi o'rni koordinatasini o'rnatish va saqlashga, Xabar_Olish sinfi xabarni qabul qilish va saqlashga xizmat qiladi. Ularning vorisi bo'lgan Xabarni_Chop_Qilish sinfi esa xabarni ekranning ko'rsatilgan koordinatada chop qiladi. Misol tayanch va voris sinflar konstruktorlarini qanday ishlashi kerakligini namoyon etadi. To'plamli vorislikda, xuddi oddiy vorislikdagidek, oldin tayanch sinflar konstruktorlari, keyinchalik voris sinf konstruktori

ishlashi kerak. Tayanch sinf konstruktorlarining qanday ketma-ketlikda ishlashi, ularning voris sinfi e'lonining initsializatsiya ro'yxatidagi o'rni bilan aniqlanadi. Misolda Xabarni_Chop_Qilish sinfi vorislik haqida quyidagi e'longa ega:

```
class Xabarni_Chop_Qilish: public Nuqta, public Xabar_Qabul_Qilish
```

Bu e'longa quyidagi konstruktor mos keladi:

```
Xabarni_Chop_Qilish(int _x,int _y,char * xbr): Nuqta(_x,_y), Xabar_Qabul_Qilish(xbr){}
```

Programmaning bosh funksiyasidan Xabarni_Chop_Qilish sinfini e'loni orqali konstruktoriga argumentlar uzatiladi:

```
xbr_adress=new Xabarni_Chop_Qilish(10,5,"To'plamli ");
```

Keyingi qatordagi Chop_Qilish() funksiyasi ekranning (10,5) koordinatasida "To'plamli" satrini chop qiladi. Qiymat_X(10), Qiymat_Y(6) va Xabarni_Saqlash("vorislik!") funksiyalarini chaqirish orqali yangi berilganlar o'zlashtiriladi. Ikkinchi marta Chop_Qilish() funksiyasini chaqirish orqali ko'rsatilgan koordinatada boshqa xabar chiqadi.

Programma ishlashi natijasida ekranga

```
To'plamli
vorislik!
```

xabari chop etiladi.

To'plamli vorislikda konstruktor va destruktorlarni amal qilish ketma-ketligini quyidagi programma misolida ko'rishimiz mumkin.

```
#include <iostream.h>
class Tayanch1
{
 public:
  Tayanch1() {cout<<"Tayanch1 sinf konstruktori ishladi.\n" }
~Tayanch1() {cout<<"Tayanch1 sinf destruktori ishladi.\n" }
};
class Tayanch2
{
 public:
  Tayanch2() {cout<<"Tayanch2 sinf konstruktori ishladi.\n";}
~Tayanch2() {cout<<"Tayanch2 sinf destruktori ishladi.\n";}
};
class Hosila : public Tayanch1, public Tayanch2
```

```
{
 public:
  Hosila() {cout<<"Hosila sinf konstruktori ishladi.\n";}
~Hosila() {cout<<"Hosila sinf destruktori ishladi.\n";}
};
int main()
{
 Hosila ob;
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagi xabarlar chiqadi:

```
Tayanch1 sinf konstruktori ishladi.
Tayanch2 sinf konstruktori ishladi.
Hosila sinf konstruktori ishladi.
Hosila sinf destruktori ishladi.
Tayanch2 sinf destruktori ishladi.
Tayanch1 sinf destruktori ishladi.
```

Misol shuni ko'rsatadiki, konstruktorlar ularning e'londagi tartibiga mos ravishda, destruktorlar esa teskari ravishda ishga tushadi.

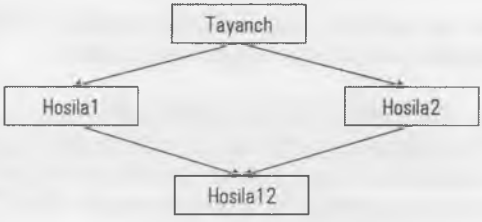
4.4. Virtual tayanch sinflar

To'plamli vorislikning sinflarning nisbatan murakkab shajarasida hosilaviy sinf vositali ravishda bitta sinf ikki yoki undan ortiq nusxasini vorislik orqali olishi mumkin. Quyida keltirilgan misol bu holatni namoyish etadi:

```
#include <iostream.h>
class Tayanch
{
 int x;
public:
 int X_Qiymati(){return x;}
 void Qiymat_X(int _x){x= _x;}
 double y;
};
class Hosila1 public Tayanch
{
//...
};
```

```
class Hosila2 public Tayanch
{
//...
};
class Hosila12 public Hosila1, public Hosila2;
{ //...};
main()
{
 Hosila12 ob;
 ob.y=5.0;
 ob.Qiymat_X(10);
 int z=ob.X_Qiymat();
 return 0;
}
```

Bu misolda Hosila12 sinfi o'zining tayanch sinflari - Hosila1 va Hosila2 sinflari orqali vositali ravishda Tayanch sinfini vorislik bo'yicha oladi. Bu holatning grafik shakli 4.1-rasmda keltirilgan.



4.1-rasm. Vositali vorislik

Vorislikning bunday ko'rinishida Hosila12 sinfida Tayanch sinfining ikkita nusxasi paydo bo'ladi va Taynch sinfining y va Qiymat_X() a'zolariga

```
ob.y=5.0;
ob.Qiymat_X(10);
int z=ob.X_Qiymat();
```

ko'rinishidagi murojaatlarga kompilyasiya xatosi yuzaga keladi. Chunki kompilyator bu ajdod sinflarining funksiya-a'zolarning qaysi nusxasiga murojaat bo'layotganligini aniqlay olmaydi. Bu o'rinda *"ko'rish sohasiga ruxsat berish"* amali yordamida qaysi tayanch sinf orqali ajdod sinfga murojaat bo'layotganligini ko'rsatish mumkin:

```
ob.Hosila1::y=5.0;
ob.Hosila1::Qiymat_X(10);
int z=ob.Hosila1::X_Qiymat();
```

Garchi "::" amalidan foydalanish noaniqlikni yo'qotgsa ham, Hosila12 sinfida Tayanch sinfining ikkita nusxasi paydo bo'lishini yo'q qilmaydi. Bu muammoni hal qilish uchun kompilyatorga *virtual tayanch sinfni* ishlatish haqida ko'rsatma berish kerak bo'ladi. Virtual tayanch sinfni ko'rsatish uchun vorislik ko'rsatildigan joyda murojaat xossasidan oldin yoki keyin virtual kalit so'zini yozish kerak bo'ladi. Yuqoridagi misolda Hosila1 va Hosila2 sinflar e'loniga quyidagi o'zgartirishlar qilish orqali Hosila12 sinfida Tayanch sinfining ikkita nusxasi paydo bo'lishining oldi olinadi:

```
...
class Hosila1 virtual public Tayanch
...
class Hosila2 virtual public Tayanch
...
```

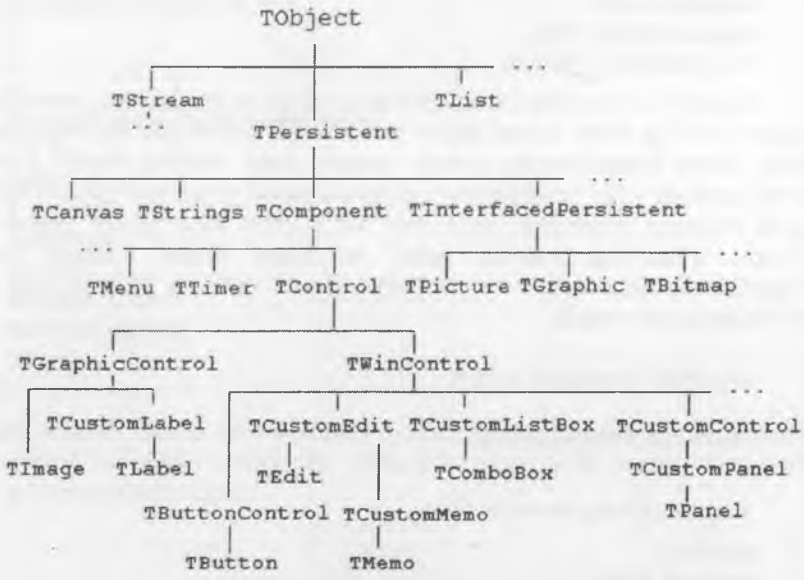
Programmaning bu variantida

```
ob.y=5.0;
ob.Qiymat_X(10);
int z= ob.X_Qiymat();
```

murojaatlar kompilyasiya xatoligiga olib kelmaydi.

Shuni qayd qilish kerakki, sinflar shajarasida virtual sinflar bo'lganda konstruktorlar bajarilishi ketma-ketligi o'zgaradi: oldin virtual sinflar konstruktorlari ishga tushadi, keyinchalik novirtual ajdod sinflar konstruktorlari va oxirida hosila sinf konstruktori ishlaydi. Destruktorlar ishlashi shu ketma-ketlikka teskari ravishda amal qiladi.

Sinflar vorisligi samarali qo'llanishiga misol tariqasida C++ Builder muhitidagi vizual kompoentalar kutubxonasi - VCL tuzilishini keltirish mumkin (4.2-rasm).



4.2-rasm. VCL sinflari shajarasi

TObject sinfi barcha VCL komponentalar sinflarining ajdodi hisoblanadi. Undan keyin TPersistent sinfi bo'lib, u komponentalarning fayllarda, xotirada saqlanishi va shunga o'xshash quyi darajadagi ishlarni bajarish bilan bog'liq xususiyatlarini aniqlab beradi. TComponent sinfi komponentalarning bevosita tayanch sinfi hisoblanadi. U barcha komponentalarning amal qilishini ta'minlaydi. TComponent sinfidan vizual va novizual komponentalar sinflari vorislik orqali yuzaga keladi. Vizual komponentalar uchun tayanch sinf - TControl sinfi bo'lib, unda vizual komponentalardan talab qilinadigan qo'shimcha funksiyalar aniqlangan. Foydalanuvchi ishlatadigan vizual komponentalar TControl sinfining vorislari TGraphicControl va TWinControl sinflarning avlodlari hisoblanadi.

4. Funksiyalarni qayta yuklash

4.1. Funksiyalarni qayta yuklashning afzalligi

Funksiyalarni qayta yuklash - bu C++ tili tomonidan qo'llab-quvvatlanadigan polimorfizm ko'rinishilaridan biridir. C++ tilida bir nechta funksiya bir xil nomga ega bo'lgan funksiyalarga *qayta yuklanuvchi funksiya* deyiladi. Argumentlarining turlari yoki soni bilan farqlanadigan funksiyalargina qayta yuklanishi mumkin. Qaytaruvchi qiymat turi bilan farq qiladigan funksiyalarni qayta yuklab bo'lmaydi. Funksiyalarni qayta yuklash orqali mazmunan har xil amal bajaruvchi funksiyalarni bir xil nomlash bilan programmani soddalashtirish mumkin.

Funksiyalarni qayta yuklash uchun uni e'lonini berish va keyin zarur bo'lgan barcha chaqirish variantlarini aniqlash kerak bo'ladi. Kompilyatorning o'zi argumentlar soni va turiga mos ravishda funksiyaning kerakli variantini tanlaydi. Misol:

```
include <iostream.h>
// abs() funksiyasini qayta yuklash
int abs(int n);
long abs(long l);
double abs(double d);
main()
{
 int n=125; long l=-26L; double d=-15.0L;
 cout<<n<<" sonining absolyut qiymati="<<abs(n)<<endl;
 cout<<l<<" sonining absolyut qiymati="<<abs(l)<<endl;
 cout<<d<<" sonining absolyut qiymati="<<abs(d)<<endl;
 return 0;
}
int abs(int n){return n<0?-n:n;};
long abs(long l){return l<0?-l:l;};
double abs(double d){return d<0?-d:d;};
```

Ma'lumki, C++ tili kutubxonasida sonning absolyut qiymatini hisoblash uchun argument turiga mos ravishda abs(), labs() va fabs() funksiyalari aniqlangan. Yuqorida keltirilgan misolda sonning qanday turda bo'lishidan qat'iy nazar bitta abs() funksiyasi chaqirilgan va shuning hisobiga programma matni soddalashgan.

4.2. Sinfning funksiya-a'zolarini qayta yuklash

Funksiyalarni qayta yuklashda quyidagi holatlarga e'tibor berish kerak:

1) argumentlari turli xil initsializatorlarga ega funksiyalar har xil funksiya hisoblanadi va ularni qayta yuklash mumkin;

2) ikkita funksiya parametrlari ro'yxatida biror turdagi parametr bo'lib, ikkinchisida mos o'rinda shu turdagi adres oluvchi parametr bo'lsa, bunday funksiyalar qayta yuklash nuqtai-nazaridan aynan bir xil ko'rinish deb hisoblanadi va ularni qayta yuklanmaydi. Masalan, e'lonlari

```
int func(int,int);
```

va

```
int func(int&,int&);
```

kompilyasiya xatosiga olib keladi, chunki ular qayta yuklash shartlari bo'yicha bir xil hisoblanadi.

3) funksiyalarning qandaydir turga tegishli argumentlari bir-biridan const va volatile modifikatorlari bilan farqlansa, qayta yuklash nuqtai-nazaridan ular bir xil e'lon hisoblanadi va bu farq bilan funksiyalarni qayta yuklash mumkin emas;

4) funksiya parametrlar ro'yxatidagi adres oluvchi parametr bo'lgan holda ikkinchi funksiyadagi mos o'rindagi adres oluvchi parametr const va volatile modifikatori bilan berilgan bo'lsa, qayta yuklash nuqtai-nazaridan bu funksiyalar farqlanadi va ularni qayta yuklash mumkin. Masalan, quyidagi qayta yuklashlar o'rinli.

```
#include <iostream.h>
class Sinf
{
 Sinf() {cout<<"Sinf uchun kelishuv bo'yicha konstruktor\n";}
 Sinf(Sinf& ob) {cout<<"Sinf uchun nusxalash konstruktori\n"; }
 Sinf(const Sinf& ob) {cout<<"Sinf uchun nusxalash konstruktori\n"; }
};
int main()
{
 Sinf ob1;          // Kelishuv bo'yicha konstruktor amal qiladi
 Sinf ob2(ob1);     // Nusxalash konstruktori amal qiladi
 const Sinf ob3;
 Sinf ob4(ob3);     // Konstanta ob'ektni nusxalash konstruktori ishladi
 return 0;
}
```

5) har qanday ikkita qayta yuklanuvchi funksiyalar turli xil parametrlar ro'yxatiga ega bo'lishi kerak;

6) funksiya-a'zolar faqat ularning biri static, ikkinchisi yo'qligi asosida qayta yuklanishi mumkin emas;

7) typedef-aniqlashlar qayta yuklash mexanizmiga ta'sir qilmaydi, chunki ular yangi turni yaratmaydi, ular mavjud turlarning sinonimi hisoblanadi. Masalan, quyidagi

```
typedef char * PSTR;
```

aniqlash, kompilyatorga

```
void Satr(char * s);
```

va

```
void Satr(PSTR s);
```

ko'rinishdagi funksiya e'lonlarini har xil deb hisoblashga asos bermaydi va ular qayta yuklanmaydi;

8) barcha enum turlari har xil hisoblanadi va ulardan funksiyalarni qayta yuklashda foydalanish mumkin;

9) massiv va ko'rsatkichlar qayta yuklash nuqtai-nazaridan bir xil e'lon deb qaraladi. Lekin bu fikr faqat bir o'lchamli massivlar uchun o'rinli. Shu sababli,

```
void Satr(char * s);
void Satr(char s[ ]);
```

ko'rinishidagi funksiyalarni qayta yuklashga urinish kompilyasiya xatosiga olib keladi;

10) ko'p o'lchamli massivlarda ikkinchi va undan keyingi o'lchamlar berilganlar turining alohida bir qismi deb qaraladi va bu holat qayta yuklash uchun asos bo'ladi. Quyidagi funksiyalar qayta yuklanishi mumkin:

```
void Satr(char s[ ]);
void Satr(char s[ ][5]);
```

Qayta yuklanuvchi funksiyalar e'lon qilinganda kompilyator bu funksiyalarning ko'rinish sohalarini tahlil qiladi. Masalan, hosilaviy sinfda tayanch sinfdagi funksiya-a'zo bilan bir nomdagi funksiya e'lon qilingan bo'lsa, u tayanch sinf funksiyasini yashiradi va kompilyator bu funksiyalarni qayta yuklash o'rniga qayta aniqlaydi, chunki ular turli ko'rinish sohalariga ega. Xuddi shunday kompilyator boshqa ko'rinish sohalarini ham kuzatib boradi. Agar funksiya fayl (boshlang'ich matn) ko'rinishi sohasida e'lon qilingan va u blokda e'lon qilingan

funksiya bilan bitta ko'rinish sohasida bo'lsa ham ular kompilyator tomonidan qayta yuklanmaydi. Funksiyaning lokal e'loni uning global e'lonini qoplaydi (yashiradi). Masalan:

```
#include <iostream.h>
void func(int i) { cout<<"\nGlobal e`lon qilingan funksiya: "<<i; }
void func(char*s) { cout<<"\nLokal e`lon qilingan funksiya: "<<s; }
int main()
{
 void func(char*);      // Funksiyaning lokal e'loni.
 func(100);          // Kompilyasiya xatosi, chunki blokda funksiya qayta aniqlangan.
 func("\nQayta aniqlash ro'y berdi!");     // O'rinli.
 return 0;
}
```

Qayta yuklanuvchi funksiya-a'zolar turli xil murojaat spetsifikatori bilan e'lon qilingan bo'lishi mumkin. Ular bitta ko'rinish sohasiga ega (sinf ichida) va shu sababli ular kompilyator tomonidan bitta funksiya deb qaraladi va qayta yuklanadi.

```
#include <iostream.h>
class Sinf
{
 public:
  void Sinf_Azosi(double,char*);
  void Qayta_Yuklash1();
  void Qayta_Yuklash2();
 private:
  void Sinf_Azosi(int);
};
void Sinf::Sinf_Azosi(double d,char*s)
{ cout<<"\ndouble= "<<d<<'\t'<<"satr= "<<s; }
void Sinf::Sinf_Azosi(int i) { cout<<"\nint= "<<i<<endl; }
void Sinf::Qayta_Yuklash1() { Sinf_Azosi(10.5,"Qayta yuklash!"); }
void Sinf::Qayta_Yuklash2() { Sinf_Azosi(10); }
int main()
{
 Sinf sinf;
 sinf.Sinf_Azosi(100);                  // Xato. private - funksiya chaqirilmoqda
 sinf.Sinf_Azosi(12.5,"Satr qiymat");   // O'rinli qayta yuklash
```

```
sinf.Qayta_Yuklash1();
sinf.Qayta_Yuklash2();
return 0;
}
```

Amalda sinfning statik funksiya-a'zolarini ham qayta yuklash mumkin, lekin bu ishdan mazmuniy samaraga erishib bo'lmaydi.

4.3. Konstruktorlarni qayta yuklash

Aksariyat hollarda qayta yuklash mexanizmidan konstruktorlarni qayta yuklashda foydalaniladi (destruktorni qayta yuklash mumkin emas). Qayta yuklash qo'llanishidan maqsad foydalanuvchiga sinf vakilining (ob'ektning) turli variantlari bilan ishlashga imkon berishdir. E'tibor berilgan bo'lsa, oldin ham konstruktorlarning qayta yuklash uchragandi, lekin unda qayta yuklash haqida gapirilmagan edi.

Konstruktorni qayta yuklashga zarurat foydalanuvchiga konstruktor yordamida turlarni almashtirish imkonini berishdir. Masalan, argumentida Sinf sinf ob'ektiga murojaat bo'lgan funksiyani e'loni berilgan bo'lsin:

```
void func(Sinf * ob_k);
```

Ushbu funksiyani boshqa turdagi argument bilan chaqirish kompilyasiya xatosiga olib keladi, chunki kompilyator turlarni qanday ravishda moslashtirishni aniqlay olmaydi. Kompilyatorga qandaydir T turni Sinf turiga olib kelish zarurligi haqida ko'rsatmani berish uchun Sinf sinfida

```
Sinf(T t);
```

konstruktorini e'lon qilish kerak. Bu holda kompilyator

```
func(t);
```

chaqirishni

```
func(Sinf(t));
```

mazmunida qabul qiladi va xatolik ro'y bermaydi.

```
class Sinf
{
 int x;
public:
 Sinf();
 Sinf(int);        // int turini Sinf turiga o'zgartirish
```

```
  Sinf(long);          // long turini Sinf turiga o'zgartirish
  Sinf(double);        // double turini Sinf turiga o'zgartirish
  int x_qiymati();
};
Sinf::Sinf(){x=0;}
Sinf::Sinf(int _x){x=_x;}
Sinf::Sinf(long _x){x=int(_x);}
Sinf::Sinf(double _x){x=_x;}
int Sinf::x_qiymati(){return x;}
void func(Sinf & ob_k) {cout<<ob_k.x_qiymati()<<endl;}
int main()
{
 func(10);
 func(11L);
 func(12.15);
 Sinf sinf;
 func(sinf);     // Argument turini o'zgarishga hojat yo'q
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga

```
10
11
12
0
```

qiymatlari chop etiladi.

Bu usuldan birorta berilganni bir sinf turidan ikkinchi sinf turiga o'tkazishda foydalanish mumkin. Quyida keltirilgan misol buni namoyon etadi.

```
#include <iostream.h>
class Sinf1
{
 int x;
public:
 Sinf1(){x=5;};
 int qiymat(){return x;};
};
class Sinf2
{
 int z;
```

```
 public:
  Sinf2(){z=10;};
  Sinf2(Sinf1 & ob_k);     // O'zgartirish konstruktori
  int qiymat(){return z;}
};
Sinf2::Sinf2(Sinf1 & ob1) { z=ob1.qiymat();}
void func(Sinf2 & ob2) {cout<<ob2.qiymat()<<endl;}
int main()
{
 Sinf1 sinf1;
 func(sinf1);    //Sinf1 turi Sinf2 turiga o'zgartiriladi.
 Sinf2 sinf2;
 func(sinf2);    // Tur o'zgartirishga hojat yo'q.
 return 0;
}
```

Shuni qayd etish kerakki, konstruktorlarni qayta yuklashning turli variantlarni ishlatish mumkin, lekin ularning samarasi programma tuzuvchi zimmasida bo'ladi.

Umuman olganda, shuni inobatga olish kerakki, foydalanuvchi tomonidan ko'rsatiladigan turlarni o'zgartirishlar kompilyator tomonidan quyidagi holatlardagina amalga oshirada:

- ob'ektlarni initsializatsiya qilishda;
- funksiyalarni chaqirishda;
- funksiya qiymat qaytarishida.

Turni o'zgartirish konstruktoridan turlarni oshkor ravishda keltirishda foydalanish mumkin:

```
...
void main()
{
 Sinf1 sinf1;
 Sinf2 sinf12=(Sinf1) sinf1;   // Oshkor ravishda turga keltirish
 ...
}
```

Quyida nusxalash konstruktorini qayta yuklashga misol keltirilgan. Programmada to'rtburchak soha bilan ishlash uchun sinflar ishlatilgan.

```
#include <iostream.h>
```

```
class TurtBurchak
{
 public:
  TurtBurchak();
  TurtBurchak(int,int);
  TurtBurchak(int,int,int,int);
  TurtBurchak(const TurtBurchak &);
  TurtBurchak(const TurtBurchak &,int,int);
 private:
  int x,y,w,h;
};
TurtBurchak::TurtBurchak(){x=y=w=h=0;}
TurtBurchak::TurtBurchak(int _x,int _y) {x=_x; y=_y; w=h=100;}
TurtBurchak::TurtBurchak(int _x,int _y,int _w,int _h) {x=_x; y=_y; w=_w; h=_h;}
TurtBurchak::TurtBurchak(const TurtBurchak & tb)  {x= tb.x; y=tb.y; w=tb.w; h=tb.h;}
TurtBurchak::TurtBurchak(const TurtBurchak & tb, int _x,int _y)
{
  x= _x; y=_y; w=tb.w; h=tb.h;
}
int main()
{
 TurtBurchak tburchak1(5,10,10,100);
 TurtBurchak tburchak2(tburchak1,15,200);
 TurtBurchak tburchak3(50,50);
 TurtBurchak tburchak4(tburchak3);
 return 0;
}
```

Ushbu programmada TurtBurchak sinfi bir nechta konstruktorga ega bo‘lib, to‘rtburchak sohani yaratishda u foydalanuvchi talabiga moslashuvchanlik xususiyatiga ega. Qayta yuklanuvchi konstruktor variantlari ichidagi TurtBurchak (const TurtBurchak &) va TurtBurchak(const TurtBurchak &,int,int) konstruktorlari *nusxalash konstruktorlari* hisoblanadi. Bu imkoniyat, qo‘yilgan masala mazmunidan kelib chiqqan holda turli xil nusxalash konstruktorlarini yaratishda qo‘l keladi.

5. Operatorlarni qayta yuklash

5.1. Operatorlarni qayta yuklash tushunchasi

C++ tilida o‘rnatilgan operatorlarni qayta yuklash imkoniyati mavjud. Operatorlar global ravishda yoki sinf chegarasida qayta yuklanishi mumkin. Qayta yuklangan operatorlar operator kalit so‘zi yordamida funksiya ko‘rinishida amalga oshiriladi. Qayta yuklanuvchi funksiya *operator funksiya* nomlanadi va nomi operatorX ko‘rinishida bo‘lishi kerak, bu erda X - qayta yuklanuvchi operator. C++ tilida qayta yuklanishi mumkin bo‘lgan operatorlar ro‘yxati 5.1-jadvalida keltirilgan. Masalan, qo‘shish operatorini qayta yuklash uchun operator+ nomli funksiyani aniqlash kerak bo‘ladi. Agar qo‘shish qiymat berish amali bilan kelgan holini qayta yuklash uchun operator+= ko‘rinishida funksiya aniqlash zarur bo‘ladi. Odatda kompilyator programma kodida qayta yuklangan operatorlar uchraganda ularni oshkormas ravishda qo‘llaydi. Zarur bo‘lganda ularni oshkor chaqirish mumkin:

```
Nuqta nuqta1, nuqta2, nuqta3;
// Qayta yuklangan qo'shish operatorini oshkor chaqirish
nuqta3=nuqta1.operator+(nuqta2);
```

5.1-jadval. Qayta yuklanuvchi operatorlar

Operator	Tavsifi	Toifasi
,	vergul	binar
!	mantiqiy inkor	unar
!=	teng emas	binar
%	bo‘lish qoldig‘i	binar
%=	modulli bo‘lish qiymat berish bilan	binar
&	razryadli va	binar
&	adresni olish	unar
&&	mantiqiy va	binar
&=	razryadli va qiymat berish bilan	binar
( )	funksiyani chaqirish	-
*	ko‘paytirish	binar
*	vositali murojaat	binar
*=	ko‘paytirish qiymat berish bilan	binar
+	qo‘shish	binar
+	unar plyus	unar

++	inkrement	unar
+=	qo‘shish qiymat berish bilan	binar
-	ayirish	binar
-	unar minus	unar
- -	dekrement	unar
- =	ayirish qiymat berish bilan	binar
->	elementini tanlash	binar
->*	elementini ko‘rsatkich orqali tanlash	binar
/	bo‘lish	binar
/=	bo‘lish qiymat berish bilan	binar
<	kichik	binar
<=	kichik yoki teng	binar
<<	razryad bo‘yicha chapga surish	binar
<<=	chapga surish qiymat berish bilan	binar
=	qiymat berish	binar
= =	teng	binar
>	katta	binar
>=	katta yoki teng	binar
>>	razryad bo‘yicha o‘ngga surish	binar
>>=	o‘ngga surish qiymat berish bilan	binar
[ ]	massiv indeksi	-
^	razryadli istisno qiluvchi YOKI	binar
^=	razryadli istisno qiluvchi YOKI qiymat berish bilan	binar
|	razryadli YOKI	binar
|=	razryadli YOKI qiymat berish bilan	binar
||	mantiqiy YOKI	binar
~	bitli mantiqiy inkor	binar
delete	dinamik ob’ektni yo‘qotish	-
new	dinamik ob’ektni yaratish	-

5.2-jadvalda keltirilgan operatorlar qayta yuklanmaydigan operatorlar hisoblanadi.

5.2-jadval. Qayta yuklanmaydigan operatorlar

Operator	Tavsifi
.	a’zoni tanlash
::	ko‘rinish sohasiga ruxsat berish operatori

.*	ko‘rsatkich bo‘yicha a’zoni tanlash
?:	shart amali
#	preprotsessor belgilari
##	preprotsessor belgilari

Qayta yuklanadigan operatorlarning operator funksiyalari, new va delete operatorlaridan tashqari, quyidagi qoidalarga bo‘ysunishi kerak:

1) operator-funksiya sinfning static bo‘lmagan funksiya-a’zosi bo‘lishi kerak yoki

operator-funksiya sinf yoki sanab o‘tiladigan toifaga kiruvchi (int) turdagi argument qabul qilishi mumkin

yoki

operator-funksiya sinf yoki sanab o‘tiladigan toifaga kiruvchi turga ko‘rsatkich yoki murojaat bo‘lgan argumentlarni qabul qilishi mumkin.

Masalan,

```
class Nuqta
{
 public:
 Nuqta operator < (Nuqta&); //'<' operatori uchun operator funksiyani e'lon qilish
 ....
 // Qo'shish operatorlarini e'lon qilish
 friend Nuqta operator + (Nuqta&,int);
 friend Nuqta operator + (int,Nuqta&);
};
```

Bu misolda ‘<’ operatori sinfning funksiya-a’zosi sifatida e’lon qilingan, qo‘shish operatori esa sinfning do‘sti sifatida e’lon qilingan va u bitta operatorni qayta yuklashning bir nechta varianti bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi;

2) operator funksiya operatorning argumentlar (operandlar) sonini, ularning ustunligi va bajarilish tartibini o‘zgartira olmaydi;

3) sinf funksiya a’zosi sifatida e’lon qilingan unar operatorning operator funksiyasi parametrga ega bo‘lmasligi kerak. Agar operator funksiya global funksiya bo‘lsa, u faqat bitta parametrga ega bo‘ladi;

4) sinf funksiya a’zosi sifatida e’lon qilingan binar operatorning operator funksiyasi bitta parametrga ega bo‘lishi kerak. Agar operator funksiya global funksiya bo‘lsa, u faqat ikkita parametrga ega bo‘ladi;

5) operator funksiya kelishuv bo‘yicha qiymat qabul qiluvchi parametrlarga ega bo‘lmasligi kerak;

6) sinf funksiya a'zosi sifatida e'lon qilingan operator funksiyaning birinchi parametri (agar u bo'lsa) sinf turida bo'lishi kerak. Chunki aynan shu sinf ob'ekti uchun mazkur operator chaqiriladi. Birinchi argument ustida hech qanday turga keltirish amali bajarilmasligi kerak;

7) qiymat berish operatorining operator funksiyasidan tashqari barcha operator funksiyalar vorislik bilan o'tadi;

8)' = ', "( )", "[ ]" va "->" operatorlarning operator funksiyalari sinfning static bo'lmagan funksiya a'zolari bo'lishi kerak (va ular global funksiya bo'la olmaydi).

Operatorlarni qayta yuklash orqali, sinf chegarasida operatorning mohiyatini tubdan o'zgartirib yuborish mumkin. Lekin bu ishni zarurat bo'lgandagina amalga oshirgan ma'qul. Aks holda bajariladigan amallarda mazmuniy xatolar yuzaga kelishi mumkin.

5.2. Binar operatorlarni qayta yuklash

Binar operatorning operator funksiyasi sinfning statik bo'lmagan funksiya-a'zosi sifatida e'lon qilinganda u quyidagi sintaksisga ega bo'lishi kerak:

*<qaytariladigan qiymat turi>*operatorX(*<parametr turi><parametr>*);

Bu erda *<qaytariladigan qiymat turi>* - funksiya qaytaradigan qiymat turi, X- qayta yuklanadigan operator, *<parametr turi>* - parametr turi va *<parametr>* - funksiya parametri.

Funksiya parametriga operatorning o'ng tomonidagi ob'ekt uzatiladi, operatorning chap tomonidagi ob'ekt esa oshkormas ravishda this ko'rsatkichi bilan uzatiladi.

Agar operator funksiya global deb e'lon qilinsa, u quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

*<qaytariladigan qiymat turi>*operatorX(*<parametr turi*$_1$*><parametr*$_1$*>*,
<parametr turi$_2$*><parametr*$_2$*>*);

Bu erda funksiya parametrlarining kamida bittasi operator qayta yuklanayotgan sinf turida bo'lishi kerak.

Garchi operator funksiya qaytaradigan qiymat turiga hech qanday cheklov bo'lmasa ham, odatda u sinf turida yoki sinfga ko'rsatkich bo'ladi.

Operator funksiyalarni yozishning bir nechta misollarini keltiramiz. Bu misollar operatorlarni qayta yuklashning to'liq imkoniyatlarini ochib bermasa ham, uning muhim qirralarini ko'rsatadi.

Birinchi navbatda operator funksiyaning sinfning funksiya-a'zosi ko'rinishida aniqlashni ko'ramiz.

Quyidagi programmada Nuqta sinfi uchun qo‘shish va ayirish operatorlarini qayta yuklash amalga oshirilgan.

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 void Nuqta_Qiymati(int & _x,int & _y){_x=x; _y=y;}
 Nuqta operator+(Nuqta& ob);
 Nuqta operator-(Nuqta& ob);
};
Nuqta Nuqta::operator+(Nuqta& ob)
{
 Nuqta OraliqOb;
 OraliqOb.x=x+ob.x;
 OraliqOb.y=y+ob.y;
 return OraliqOb;
}
Nuqta Nuqta::operator-(Nuqta& ob)
{
 Nuqta OraliqOb;
 OraliqOb.x=x-ob.x;
 OraliqOb.y=y-ob.y;
 return OraliqOb;
}

int main()
{
 int x,y;
 Nuqta A(100,200), B(50,100),C;
 C=A+B;              // Qayta yuklangan qo‘shish operatori amal qiladi.
 C.Nuqta_Qiymati(x,y);
 cout<<" C=A+B: "<<"C.x="<<x<<" C.y="<<y<<endl;
 A=A-B;              // Qayta yuklangan ayirish operatori amal qiladi.
 A.Nuqta_Qiymati(x,y);
 cout<<" A=A-B: "<<"A.x="<<x<<" A.y="<<y<<endl;
```

```
return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagi ko‘rinishidagi natijalar chop etiladi:

```
C = A + B amali natijasi: C.x = 150 C.y = 300
A = A-B amali natijasi: A.x = 50 A.y = 100
```

Programmada shu narsaga e’tibor berish kerakki, operator funksiya parametri sinf ob’ektiga murojaat ko‘rinishida aniqlangan. Umuman olganda argument sifatida ob’ektni o‘zini ham chaqirish mumkin, lekin funksiyadan chiqishda bu ob’ekt destruktor yordamida yo‘qotiladi. Funksiya parametri sinf ob’ektiga murojaat ko‘rinishida bo‘lishining afzalligi shundaki, funksiya chaqiril-ganda unga ob’ekt emas, balki ob’ektga ko‘rsatkich uzatiladi va sinf nusxasi uchun chaqiriladigan destruktor unga ta’sir ыilmaydi. Operator funksiyalarning qaytaruvchi qiymati ayni shu sinf turida bo‘lib, bu hol ob’ektlarni nisbatan murakkab ifodalarda qo‘llash imkonini beradi. Masalan, quyidagi amallar programma uchun ruxsat etilgan til ko‘rsatmasi hisoblanadi:

```
C = A + B-C;
```

Ikkinchi tomondan, quyidagi ifoda ham o‘rinli:

```
(A + B).Nuqta_Qiymati(x,y);
```

Bu ifodada qo‘shish operatoring operator funksiyasidagi vaqtincha (OraliqOb) ob’ektning Nuqta_Qiymati() funksiyasi ishlatiladi.

Keyingi misol operator funksiya parametri sifatida butun turdagi berilgan kelgan holatini namoyon qiladi. Bu berilgan operatorning o‘ng tomonida kelishiga e’tibor berish kerak.

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
  Nuqta(){x = 0; y = 0;}
  Nuqta(int _x,int _y){x = _x; y = _y;}
  void Nuqta_Qiymati(int & _x,int & _y){_x = x; _y = y;}
  Nuqta operator + (Nuqta& ob);
  Nuqta operator + (int n);
};
```

```
Nuqta Nuqta::operator+(Nuqta& ob)
{
 Nuqta OraliqOb;
 OraliqOb.x=x+ob.x;
 OraliqOb.y=y+ob.y;
 return OraliqOb;
}
Nuqta Nuqta::operator+(int n)
{
 Nuqta OraliqOb;
 OraliqOb.x=x+n;
 OraliqOb.y=y+n;
 return OraliqOb;
}
int main()
{
 int x,y;
 Nuqta A(100,200), B(50,100),C;
 C=A+B;      // Parametri sinf turidagi ob'ekt bo'lgan qayta yuklangan qo'shish
             // operatori amal qiladi.
 C.Nuqta_Qiymati(x,y);
 cout<<" C=A+B: "<<"C.x="<<x<<" C.y="<<y<<endl;
 C=A+30;     // Parametri sanab o'tiladigan turidagi ob'ekt bo'lgan qayta
             // yuklangan qo'shish operatori amal qiladi.
 C.Nuqta_Qiymati(x,y);
 cout<<" C=A+30: "<<"C.x="<<x<<" C.y="<<y<<endl;
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagi ko'rinishidagi natijalar chop etiladi:

```
C=A+B amali natijasi: C.x=150 C.y=300
C=A+30 amali natijasi: C.x=130 C.y=230
```

Operator funksiya parametri operatorning o'ng tomonidagi operand ekanligi sababli kompilyator quyidagi ko'rsatmalarni to'g'ri "*tushunadi*":

```
C=A+30;
```

Lekin kompilyator

```
C=30+A;
```

ko‘rsatmasini qabul qilmaydi.

Bu muammoni operator funksiyaning “*ichki*” imkoniyatlari bilan hal qilib bo‘lmaydi. Muammoni do‘st operator funksiyalardan foydalanish orqali echish mumkin. Ma’lumki, do‘st funksiyalarga yashiringan this ko‘rsatkichi uzatilmaydi. Shuning uchun binar operator funksiyasi ikkita argumentga ega bo‘lishi kerak - birinchisi chap operand uchun, ikkinchisi o‘ng operand uchun.

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 void Nuqta_Qiymati(int & _x,int & _y){_x=x; _y=y;}
 friend class Nuqta operator+(Nuqta& ob1, Nuqta& ob2);
 friend class Nuqta operator+(Nuqta& ob,int n);
 friend class Nuqta operator+(int n, Nuqta& ob);
};
Nuqta operator+(Nuqta& ob1,Nuqta& ob2)
{
 Nuqta OraliqOb;
 OraliqOb.x=ob1.x+ob2.x;
 OraliqOb.y=ob1.y+ob2.y;
 return OraliqOb;
}
Nuqta operator+(Nuqta& ob,int n)
{
 Nuqta OraliqOb;
 OraliqOb.x=ob.x+n;
 OraliqOb.y=ob.y+n;
 return OraliqOb;
}
Nuqta operator+(int n, Nuqta& ob)
{
 Nuqta OraliqOb;
 OraliqOb.x=ob.x+n;
```

```
 OraliqOb.y=ob.y+n;
 return OraliqOb;
}
int main()
{
 int x,y;
 Nuqta A(100,200),B(50,100),C;
 C=A+B;
 C.Nuqta_Qiymati(x,y);
 cout<<" C=A+B: "<<"C.x="<<x<<" C.y="<<y<<endl;
 C=A+30;
 C.Nuqta_Qiymati(x,y);
 cout<<" C=A+30: "<<"C.x="<<x<<" C.y="<<y<<endl;
 C=30+A;
 C.Nuqta_Qiymati(x,y);
 cout<<" C=30+A: "<<"C.x="<<x<<" C.y="<<y<<endl;
 return 0;
}
```

Do‘st funksiyalarni qayta yuklash hisobiga

```
C=A+30;
C=30+A;
```

til ko‘rsatmalarini bajarish imkoniyati yuzaga keldi.

5.3. Taqqoslash va mantiqiy operatorlarni qayta yuklash

Taqqoslash va mantiqiy operatorlari, garchi binar operatorlar bo‘lsa ham ular alohida qaraladi. Chunki ularga mos keluvchi operator-funksiyalar o‘zlari aniqlangan sinf turini emas, balki mantiqiy qiymatlarni qaytarishi kerak (yoki true va false sifatida qabul qilinuvchi butun son qiymatini). Misol tariqasida, “==” va “&&” operatorlarini qayta yuklashni ko‘raylik.

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
public:
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
```

```
  Qiymat_xy(int & _x, int & _y){_x=x; _y=y;}
  bool operator==(Nuqta ob);
  bool operator&&(Nuqta ob);
};
bool Nuqta::operator==(Nuqta ob)  {return (x==ob.x && y==ob.y);}
bool Nuqta::operator&&(Nuqta ob)  {return (x && ob.x) && (y && ob.y);}
int main()
{
 Nuqta nuqta1(10,20),nuqta2(10,25), nuqta3(10,20),nuqta4;
 if(nuqta1==nuqta2)  cout<<"nuqta1 va nuqta2 o'zaro teng.\n";
 else cout<<"nuqta1 va nuqta2 o'zaro teng emas.\n";
 if(nuqta1==nuqta3)  cout<<"nuqta1 va nuqta3 o'zaro teng.\n";
 else cout<<"nuqta1 va nuqta3 o'zaro teng emas.\n";
 if(nuqta1 && nuqta2) cout<<"nuqta1 && nuqta2 rost.\n";
 else cout<<"nuqta1 && nuqta2 yolg'on.\n";
 if(nuqta1 && nuqta4) cout<<"nuqta1 && nuqta4 rost.\n";
 else cout<<"nuqta1 && nuqta4 yolg'on.\n";
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagilar chop etiladi:

```
nuqta1 va nuqta2 o'zaro teng emas.
nuqta1 va nuqta3 o'zaro teng.
nuqta1 && nuqta2 rost.
nuqta1 && nuqta4 yolg'on.
```

Operatorlarni qayta yuklash orqali koordinata nuqtalari orasidagi yangi mazmundagi munosabatlar aniqlandi.

5.4. Qiymat berish operatorini qayta yuklash

Qiymat berish operatori ham binar operator hisoblanadi, lekin uni qayta yuklash bir qator o'ziga xosliklarga ega:

- qiymat berish operatorining operator funksiyasi global ravishda e'lon qilinishi mumkin emas, ya'ni u faqat sinfning funksiya-a'zosi bo'lishi kerak;
- qiymat berish operatorining operator funksiyasi hosilaviy sinfga vorislik bilan o'tmaydi;
- kompilyator qiymat berish operatorining operator funksiyasini hosil qilishi mumkin, agar u sinfda aniqlanmagan bo'lsa.

Kompilyator tomonidan kelishuv bo‘yicha hosil qilingan qiymat berish operatori sinfning har bir statik bo‘lmagan a’zolariga qiymat berish amalini bajaradi. Lekin, agar sinfda ko‘rsatkichlar bo‘ladigan bo‘lsa, ularga bunday qiymat berish operatori ishlamaydi.

Qayd etish kerakki, qiymat berish operatori bajarilgandan keyin chap tomondagi operand o‘zgaradi, chunki unga yangi qiymat beriladi. Shu sababli qiymat berish operatorining operator-funksiyasi uni chaqirilgan ob’ektga ko‘rsatkichni qaytarishi shart. Buning uchun funksiya nooshkor ravishda sinf funksiyalariga birinchi parametr sifatida uzatiladigan this ko‘rsatkichini qaytarishi etarli. O‘z navbatida funksiyaning this ko‘rsatkichini qaytarishi quyidagi ko‘rinishdagi qiymat berish amallarini “*tushunish*” imkonini beradi:

```
nuqta1=nuqta2=nuqta3;
```

Quyidagi misol qiymat berish operatorini qayta yuklashni namoyon qiladi:

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 Qiymat_xy(int & _x,int & _y){_x=x; _y=y;}
 bool operator==(Nuqta ob);
 Nuqta & operator=(Nuqta & ob);
};
bool Nuqta::operator==(Nuqta ob) { return (x==ob.x && y==ob.y);}
Nuqta & Nuqta::operator=(Nuqta & ob)
{
 if (this==&ob) return *this;
 x=ob.x;
 y=ob.y;
 return *this;
}
int main()
{
 int a,b;
 Nuqta nuqta1(10,20),nuqta2(20,25),nuqta3;
 nuqta3=nuqta2;
```

```
if(nuqta2==nuqta3)
 cout<<"nuqta2 va nuqta3 o'zaro teng.\n";
else cout<<"nuqta2 va nuqta3 o'zaro teng emas.\n";
nuqta3=nuqta2=nuqta1;
if(nuqta1==nuqta3)
 cout<<"nuqta1 va nuqta3 o'zaro teng.\n";
else cout<<"nuqta1 va nuqta3 o'zaro teng emas.\n";
nuqta3.Qiymat_xy(a,b);
cout<<"nuqta3.x="<<a<<" nuqta3.y="<<b<<endl;
return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga

```
nuqta2 va nuqta3 o'zaro teng.
nuqta1 va nuqta3 o'zaro teng.
nuqta3.x=10 nuqta3.y=20
```

xabarlari chop etiladi.

Qiymat berish amalini qayta yuklashda mazmunan xatoga olib keladigan

```
nuqta1=nuqta1;
```

ko‘rinishdagi o‘zini o‘ziga yuklash holati alohida nazorat qilinishi kerak bo‘ladi. Chunki qiymat berish operatori bajarilishida oldin chap tarafdagi operand xotirasi tozalanadi va keyinchalik shu joyga o‘ng tomondagi operandning haqiqatga to‘g‘ri kelmaydigan qiymatini joylashtiradi. Shu sababli, yuqoridagi misolda `operator=()` funksiyasi

```
if (this==&ob) return *this;
```

nazorat ko‘rsatmasiga ega va u xatolik ro‘y berishiga yo‘l qo‘ymaydi.

5.5. Unar operatorlarni qayta yuklash

Unar operatorlar uchun faqat bitta operand kerak bo‘ladi. Unar operatorni sinfning funksiya-a’zosi ko‘rinishida qayta yuklashda bu yagona operand bu amalni chaqirgan ob’ektning o‘zi hisoblanadi. Shu sababli, unar operatorning operator funksiyasi statik bo‘lmagan funksiya-a’zo sifatida e’lon qilinadi va u quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

<qaytaruvchi qiymat turi > `operatorX();`

bu erda *<qaytaruvchi qiymat turi >* funksiya qaytaradigan qiymat turi, X- qayta yuklanayotgan unar operator.

Agar operator funksiya global ravishda e'lon qilinganda, u quyidagi sintaksisga javob berishi kerak:

<qaytaruvchi qiymat turi > operatorX(*<parametr turi> <parametr>*);

bu erda *<parametr turi>* - parametr turi va *<parametr>* - funksiya parametri.

Qo'shish va ayrish unar operatorlarni qayta yuklashga misol ko'raylik:

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 Qiymat_xy(int & _x,int & _y){_x=x; _y=y;}
 Nuqta operator+();
 Nuqta operator-();
};
Nuqta & Nuqta::operator+() { x=+x; y=+y; return *this; }
Nuqta & Nuqta::operator+() { x=-x; y=-y; return *this; }
int main()
{
 int a,b;
 Nuqta n1(-10,20);
 n1=+n1;              // Qayta yuklangan qo'shish operatorini chaqirish
 n1.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"n1.x="<<a<<" n1.y="<<b<<endl;
 n1=-n1;              // Qayta yuklangan ayirish operatorini chaqirish
 n1.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"n1.x="<<a<<" n.y="<<b<<endl;
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranda

```
n1.x=-10 n1.y=20
n1.x=10 n1.y=-20
```

satrlari paydo bo'ladi.

Xuddi shu natijalarga global operator funksiyalarni sinfning do‘st funksiyalari ko‘rinishida e’lon qilish orqali erishish mumkin:

```
friend Nuqta operator+(Nuqta & ob);
friend Nuqta operator-(Nuqta & ob);
```

Bu funksiyalar aniqlanishi

```
friend Nuqta operator+(Nuqta & ob) { ob.x=+ob.x; ob.y=+ob.y; return ob; }
friend Nuqta operator-(Nuqta & ob) { ob.x=-ob.x; ob.y=-ob.y; return ob; }
```

Ushbu funksiyalarni chaqirish natijalari yuqoridagi funksiyalar bilan bir xil bo‘ladi.

5.6. Inkrement va dekrement operatorlarini qayta yuklash

Inkrement va dekrement operatorlari, ularning prefiks va postfiks ko‘rinishlari bo‘lishi hisobiga qayta yuklash nuqtai-nazaridan alohida kategoriyaga tushadi. Prefiks va postfiks ko‘rinishlarni farqlash uchun quyidagi qoidalarga amal qilinadi: prefiks ko‘rinishni qayta yuklash, odatdagi unar operatorni qayta yuklash bilan bir xil; postfiks ko‘rinish uchun operator funksiya qo‘shimcha int turidagi parametrga ega bo‘ladi. Amalda bu parametr ishlatilmaydi va funksiyani chaqirishda uning qiymati 0 bo‘ladi (zarurat bo‘lganda ishlatilishi mumkin). Bu parametrning vazifasi - kompilyatorga operatorni postfiks ko‘rinish uchun ishlatilishini bildirishdir. Quyidagi misolda Nuqta sinfi uchun inkrement va dekrement operatorlarini qayta yuklash ko‘rsatilgan:

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
public:
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 Qiymat_xy(int & _x,int & _y){_x=x; _y=y;}
 Nuqta & operator++();      // Prefiks inkrement uchun
 Nuqta operator++(int);     // Postfiks inkrement uchun
 Nuqta & operator--();      // Prefiks dekrement uchun
 Nuqta operator--(int);     // Postfiks dekrement uchun
};
Nuqta & Nuqta::operator++() { x++; y++; return *this; }
Nuqta Nuqta::operator++(int) { Nuqta Oraliq=*this; ++*this; return Oraliq; }
```

```
Nuqta & Nuqta::operator--() { x--; y--; return *this; }
Nuqta Nuqta::operator--(int) { Nuqta Oraliq=*this; --*this; return Oraliq; }
int main()
{
 int a,b;
 Nuqta n1(-10,20);n2(15,25),n3;
 ++n1;                    // Prefiks inkrement operatorini chaqirish
 n1.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"(++n1).x="<<a<<"\t (++n1).y="<<b<<endl;
 n1++;                    // Postfiks inkrement operatorini chaqirish
 n1.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"(n1++).x="<<a<<"\t (n1++).y="<<b<<endl;
 n3=--n2;                 // Prefiks dekrement operatorini chaqirish
 n3.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"n3=--n2; => n3.x="<<a<<"\t n3.y="<<b<<endl;
 (n3=n1--). Qiymat_xy(a,b);   // Postfiks dekrement operatorini chaqirish
 cout<<"(n3=n1--).x="<<a<<" \t (n3=n1--).y="<<b<<endl;
 n1.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"n1.x="<<a<<"\t n1.y="<<b<<endl;
 n2.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"n2.x="<<a<<"\t n2.y="<<b<<endl;
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga

```
(++n1).x=11 (++n1).y=21
(N1++).x=12 (n1++).y=22
n3=--n2; =>n3.x=14      n3.y=24
(n3=n1--).x=12     (n3=n1--).y=22
n1.x=11       n1.y=22
n2.x=14       n2.y=24
```

xabarlari chiqadi.

Programmada inkrement va dekrement operatorlarining prefiks va postfiks ko‘rinishlarini qayta yuklashni amalga oshirishda o‘ziga xos yo‘l tanlangan. Masalan, inkrement operatorining prefiks ko‘rinishi uchun aniqlangan operator-funksiyaning qaytaradigan qiymati sinf ob’ektiga murojaat, chunki inkrement operatorining postfiks ko‘rinish uchun aniqlangan operator-funksiya shu

funksiyani chaqiradi va o‘zgargan ob’ektni qaytarib olishi kerak. Umuman olganda, bu funksiyalarni bir-biriga bog‘liqmas ravishda aniqlash mumkin:

```
Nuqta Nuqta::operator++() { x++; y++; return *this; }
Nuqta Nuqta::operator++(int) { x++; y++; return *this; }
```

Lekin bu variantda bir xil amallar ketma-ketligini takror yoziladi va inkrement operatorini turlicha talqin qilish bilan bog‘liq xatolarni yuzaga kelishiga zamin bo‘ladi. Ma’qul variant - bu operatorning prefiks ko‘rinishining operator-funksiyasida operator mazmuni aniqlanadi va postfiks ko‘rinishni qayta yuklash unga tayanadi.

Endi inkrement va dekrement operatorlarini do‘st funksiyalar orqali qayta yuklashni ko‘ramiz. Shunga e’tibor berish kerakki, do‘st funksiyaga murojaat ko‘rinishidagi argument uzatilishi va u o‘zgartirilib funksiya tomonidan qaytarilishi kerak bo‘ladi.

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 Qiymat_xy(int & _x,int & _y){_x=x; _y=y;}
 friend Nuqta & operator++(Nuqta &);      // Prefiks inkrement
 friend Nuqta operator++(Nuqta&, int);    // Postfiks inkremen.
 friend Nuqta & operator--(Nuqta&);       // Prefiks dekrement
 friend Nuqta operator--(Nuqta&, int);    // Postfiks dekrement
};
Nuqta & operator++(Nuqta & ob) { ob.x++; ob.y++; return ob; }
Nuqta operator++(Nuqta & ob,int) { Nuqta Oraliq=ob; ++ob; return Oraliq; }
Nuqta & operator--(Nuqta & ob) { ob.x--; ob.y--; return ob; }
Nuqta operator--(Nuqta & ob,int) { Nuqta Oraliq=ob; --ob; return Oraliq; }
int main()
{
int a,b;
Nuqta n1(-10,20);n2(15,25),n3;
++n1;        //Prefiks inkrement operatorini chaqirish
n1.Qiymat_xy(a,b);
cout<<"(++n1).x="<<a<<"\t (++n1).y="<<b<<endl;
```

```
 n1++;          // Postfiks inkrement operatorini chaqirish
 n1.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"(n1++).x="<<a<<"\t (n1++).y="<<b<<endl;
 n3=--n2;       // Prefiks dekrement operatorini chaqirish
 n3.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"n3=--n2; => n3.x="<<a<<"\t n3.y="<<b<<endl;
(n3=n1--).Qiymat_xy(a,b); // Postfiks dekrement operatorini chaqirish
 cout<<"(n3=n1--).x="<<a<<"\t (n3=n1--).y="<<b<<endl;
 n1.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"n1.x="<<a<<"\t n1.y="<<b<<endl;
 n2.Qiymat_xy(a,b);
 cout<<"n2.x="<<a<<"\t n2.y="<<b<<endl;
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga xuddi oldingi misoldagidek xabarlar chop etiladi.

Yuqorida qayd qilingandek, int turidagi argument odatda ishlatishmaydi, lekin zarur bo'lganda ishlatishi mumkin. Bu argumentni ishlatishga misol:

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 Qiymat_xy(int & _x,int & _y){_x=x; _y=y;}
 Nuqta & operator++(int);
};
Nuqta & Nuqta::operator++(int n)
{
 if (n!=0) { x+=n;  y+=n; }
 else { x++;  y++; }
 return *this;
}
int main()
{
 Nuqta n1(10,20);
```

```
n1.operator++(100);    // 100 soniga inkrement
return 0;
}
```

Bu holatning o'ziga xosligi shundaki, postfiks inkrement operatorining operator funksiyasini oshkor ravishda chaqirishga to'g'ri keladi. Chunki kompilyator "n1++(100);" ko'rsatmasining operatorgacha bo'lgan qismini alohida ajratib "n1++;" ko'rsatmasi deb tushunadi.

5.7. Indekslash operatorini qayta yuklash

Kvadrat qavslar ('[',']') bilan yoziladigan indekslash operatori binar operator hisoblanadi va u qayta yuklanishida operator funksiya sinfning bitta argumentli statik bo'lmagan funksiya-a'zosi sifatida aniqlanishi kerak. Funksiya argumenti ixtiyoriy turda bo'lishi va u sinf ob'ektlari massivining indeksi deb qabul qilinadi. Quyidagi misol buni namoyon qiladi:

```
#include <iostream.h>
class BS_Massiv
{
 int max_index;
 int * k_butun;
public:
 BS_Massiv(int elem_soni);
 ~BS_Massiv(){delete k_butun;}
 int & operator[](int index);
};
BS_Massiv::BS_Massiv(int elem_soni)
{
 k_butun=new int[elem_soni];
 max_index=elem_soni;
}
int & BS_Massiv::operator[](int index)
{
 static int index_xato=-1;
 if(index>=0 && index<max_index)
  return k_butun[index];
 else
 {
  cout<<"Xato: Massiv chegarasidan chiqildi!";
```

```
 cout<<endl;
 return index_xato;
 }
}
main()
{
 BS_Massiv vector(5);
 for(int i=0;i<5;i++)vector[i]=i;
for(int i=0;i<=5;i++)
 cout<<" vector["<<i<<"]="<<vector[i]<<endl;
return 0;
}
```

Programmada 5 ta butun son turidagi elementlardan tashkil topgan vector massivi BS_Massiv sinfining ob'ekti sifatida e'lon qilingan va unga qiymatlar berilib, keyin chop qilingan. Indeks argumenti i=5 bo'lganda xatolik haqida xabar beriladi. Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagilar chiqadi:

```
vector[0]=0
vector[1]=1
vector[2]=2
vector[3]=3
vector[4]=4
Xato: Massiv chegarasidan chiqildi!
vector[5]=-1
```

Shunga e'tibor berish kerakki, operator[] funksiyasi murojaat qaytaradi (son qiymatini emas) va shu sababli bu funksiyani qiymat berish operatorining ikki tomonida ham qo'llash imkoni yuzaga keladi.

5.8. Funksiyalarni chaqirish operatorini qayta yuklash

Qavslar vositasida amalga oshiriladigan funksiyani chaqirish operatori quyidagi sintaksisga ega bo'lgan binar operator hisoblanadi:

<ifoda>(<ifodalar ro'yxati>)

Bu erda *<ifoda>* - birinchi operand, hamda *<ifodalar ro'yxati>* - majburiy bo'lmagan ikkinchi operanddir. Funksiyani chaqirish operatorining operator funksiyasi sinfning statik bo'lmagan funksiya - a'zo ko'rinishida e'lon qilinishi kerak. Funksiyani chaqirish operatorini qayta yuklashga zarurat, odatda ko'p parametrni talab qiladigan amallarni bajarishda yuzaga keladi.

Funksiyani qayta yuklash operatori qayta yuklanganda, u faqat qavs ichidagi o'zi e'lon qilingan sinf ob'ektlariga bo'lgan murojaatni o'zgartiradi, lekin funksiya chaqirilish jarayoniga ta'sir qilmaydi.

Funksiyani chaqirish operatorini qayta yuklashga misol ko'raylik:

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 Qiymat_xy(int & _x,int & _y){_x=x; _y=y;}
 Nuqta & operator()(int dx, int dy)
 {
  x+=dx;
  y+=dy;
  return *this;
 }
};
int main()
{
 int x,y;
 Nuqta n1,n2;
 n2=n1(5,10);          // Operator funksiyasini chaqirish
 n2.Qiymat_xy(x,y);
 cout<<"1-chaqirishda: N2.x="<<x<<" N2.y="<<y<<endl;
 n2=n2(1,2);           // Qayta yuklangan funksiyani chaqirish operatori
 n2.Qiymat_xy(x,y);
 cout<<"2-chaqirishda: N2.x="<<x<<" N2.y="<<y<<endl;
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagi satrlar chiqadi:

```
1-chaqirishda: n2.x=5 n2.y=10
2-chaqirishda: n2.x=6 n2.y=12
```

Keltirilgan misol uchun «Nuqta n1(5,10);» va «n1(5,10);» ifodalarini chalkashtirmaslik kerak. Birinchi ifoda sinfning parametrli konstruktoriga murojaatni

anglatsa, ikkinchisi - qayta yuklangan operator funksiya-ni chaqirish kerakligini bildiradi. Misol shuni ko'rsatadiki, funksiyani chaqirish operatorini qayta yuklash amalga oshirilgan sinf ob'ektiga funksiya vositasida murojaat qilish mumkin.

5.9. Sinf a'zolariga murojaat operatorlarini qayta yuklash

Sinf a'zolariga murojaat operatorlarini qayta yuklash a'zolariga murojaat operatorini (->) qayta yuklash orqali amalga oshiriladi ('.' operatori qayta yuklanmaydi). Bu operator unar hisoblanadi va uning operator funksiyasi sinfning statik bo'lmagan a'zosi qilib e'lon qilinishi kerak. Mos operator funksiyaning ko'rinishi quyidagicha:

<sinf nomi> * operator->() {*<til ko'rsatmalari>*};

Bu erda *<sinf nomi>* - operator tegishli bo'lgan sinf nomi. Sinf a'zolarini tanlash operatorini qayta yuklash, odatda qo'llanishi ayni paytda o'rinlimi yoki yo'qligini nazorat qiluvchi "*ongli*" ko'rsatkichlarni amalga oshirishda ishlatiladi.

Sinf a'zolarini tanlash operatorini qayta yuklashga misol keltiramiz:

```
#include <iostream.h>
class Nuqta
{
 int x,y;
public:
 Nuqta(int _x,int _y){x=_x; y=_y;}
 Nuqta(){x=0; y=0;}
 Qiymat_X(){return x;}
 Qiymat_Y(){return y;}
 Nuqta & operator->();
};
Nuqta * Nuqta::operator->()
{
 cout<<"Ob'ekt elementiga murojaat: ";
 return this;
}
int main()
{
 Nuqta n(5,10);
 // Sinf a'zolariga murojaat operatorining operator funksiyasini chaqirish
 cout<<"n->x = "<<n->Qiymat_X()<<endl;
 cout<<"n->y = "<<n->Qiymat_Y()<<endl;
```

```
return 0;
}
```

Programma bajarilganda, ekranga quyidagi satrlar chop etiladi:

```
Ob'ekt elementiga murojaat: n->x = 5
Ob'ekt elementiga murojaat: n->y = 10
```

Kompilyator tomonidan "*n->Qiymat_X()*" ko'rsatmasini

```
(n.operator->()).->Qiymat_X()
```

ko'rinishida talqin qilinishi operator funksiyani qanday bajarilishining ichki mohiyatini ochib beradi.

5.10. new va delete operatorlarini qayta yuklash

Xotirani dinamik ravishda ajratish va tozalash (qaytarish) vazifasini bajaruvchi new va delete operatorlari bajarilganda mos ravishda standart aniqlangan operator new() (yoki operator new []() - massiv uchun qo'llanilganda) va operator delete() (yoki operator delete []() - massiv uchun qo'llanilganda) maxsus funksiyalari chaqiriladi.

Bundan keyin alohida zarurat bo'lmasa, bu funksiyalarning massiv varianti qaralmaydi va bittasi uchun aytilgan fikrlar ikkinchisi uchun ham o'rinli deb hisoblanadi.

Umuman olganda, new va delete operatorlari ikki xil variantda qayta yuklanishi mumkin:

::operator new() - global (standart);
::operator delete() - global (standart);
<sinf nomi>:: operator new() - sinf funksiyasi;
<sinf nomi>:: operator delete() - sinf funksiyasi.

Sinfda aniqlangan operator new() operator funksiya sinfning statik a'zosi bo'lib, u sinf ob'ektlari uchun global ::operator new() funksiyasini yashiradi (berkitadi).

Global ::operator new() - operator funksiyaning o'zi ham qayta yuklanishi (sinfdan tashqarida) va qayta yuklanuvchi funksiyalarning turli prototipga ega bir nechta variantlari bo'lishi mumkin.

Foydalanuvchi tomonidan aniqlanadigan new operatorning operator funksiyasi void* qiymatini qaytarishi kerak va birinchi parametr sifatida size_t turidagi parametrga ega bo'lishi kerak. Oxirgi parametr <stddef.h> sarlavha

faylida unsigned int ko'rinishida aniqlangan. new operatorini qayta yuklash uchun quyidagi prototipdan foydalaniladi:

```
void * operator new(size_t size);  // ob'ekt
void * operator new[](size_t size); //ob'ektlar massivi
```

Bu prototiplar <new.h> sarlavha faylida joylashgan. Shu sababli, agar new va delete operatorlarni qayta yuklash zarur bo'lganda bu faylni programmaga qo'shish kerak.

Shunga e'tibor berish kerakki, new operator funksiyasidagi size parametrining baytlardagi o'lchamini (sizeof(size)), ya'ni xotiradan ajratilishi kerak sohaning baytlardagi o'lchamini operator funksiya uchun kompilyatorning o'zi hisoblab beradi. Operator funksiyaga bu parametrning qo'yilishiga sabab shundaki, hosilaviy sinflar operator new() va operator new[]() funksiyalarini vorislik bilan oladi va hosilaviy sinf ob'ektlarining o'lchami tayanch sinf ob'ektlari o'lchamidan farq qilishi mumkin.

Agar xotiradagi oldin ajratilgan joyni qaytadan "*taqsimlash*" zarur bo'lsa, new operatorining qo'shimcha parametrga ega bo'lgan *joylashuvchi shaklidan* foydalanishi mumkin. Mos operator funksiya sintaksisi quyidagi ko'rinishiga ega:

```
void* operator new(size_t size, void* p);          // Ob'ektlar uchun
void* operator new(size_t Type_size, void* p);  // Ob'ektlar massivi uchun
```

Odatda new operatorining joylashuvchi shaklidan global ob'ektlar uchun, turga keltirish amali bajarilgan holda qo'llaniladi. Bu variantda absolyut adres bo'yicha oldindan ajratilgan joyga ob'ektni joylashtirish amalga oshiriladi. Ko'rsatilgan adres uyumdan bo'lishi shart emas. Joylashadigan ob'ekt o'lchami ko'rsatilgan sohada o'lchamidan kichik bo'lgan hollarda ajratilgan sohani korrekt ravishda tozalash foydalanuvchi zimmasiga yuklatiladi, chunki delete operatori to'g'ri ishlashiga kafolat yo'q.

Qayta yuklangan new operatorini chaqirish sintaksisi quyidagicha:

<::> new <*tur uzunligi*> <*tur nomi*> <(<*initsializator*>)>

yoki

<::> new <*tur uzunligi*> (<*tur nomi*>) <(<*initsializator*>)> .

Bu erda

<::> - shart bo'lmagan, ko'rinish sohasiga ruxsat berish operatori;

<*tur uzunligi*> - operator new() funksiyasining size parametri, ko'rsatilmasligi mumkin;

<*tur nomi*> - xotira ajratiladigan berilganning turi;

(<initsializator>) - *<tur nomi>* turining konstruktori uchun uzatiladigan boshlang'ich qiymatlar ro'yxati. Ro'yxat ko'rsatilmasligi mumkin.

Sintaksis shuni ko'rsatadiki, new operatorini ob'ektga boshlang'ich qiymat berish bilan chaqirish mumkin. Lekin, bu operatorni ob'ektlar massivi uchun chaqirilganda initsializatsiyani ishlatib bo'lmaydi va ob'ektlarning boshlang'ich qiymatlari noaniq bo'ladi.

Global new va delete operatorlarini qayta aniqlash va qayta yuklashga misol keltiramiz:

```
void* operator new(size_t size)        // Global new operatorini qayta aniqlash
{
 cout<<"Xotiradan "<<size;
 cout<<" bayt ajratishga so'rov bo'ldi\n";
 return malloc(size);
}
void  operator delete(void *p)
{
 cout<<"Xotirani bo'shatish!\n";
 free(p);
}
// Global new operatorini qayta yuklash
void* operator new(size_t size, char * fname, int line)
{
 cout<<fname<<" faylining "<<line<<"-qatorida \n";
 cout<<size<<" bayt ajratishga so'rov bo'ldi!\n";
 return malloc(size);
}
int main()
{
 char fayl_nomi[]="new_quyk.cpp";
 int qator=5;
 long * plnt = new long;  // Global new operatorini chaqirish
 delete plnt;             // Global delete operatorini chaqirish
 plnt = new(fayl_nomi, qator) long;  // Qayta yuklangan new operatorini chaqirish
 delete plnt;             // Global delete operatorini chaqirish
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagi satrlar chop etiladi:

```
Xotiradan 4 bayt ajratishga so'rov bo'ldi
Xotira bo'shatildi!
new_quyk.cpp faylining 5-qatorida
4 bayt ajratishga so'rov bo'ldi!
Xotira bo'shatildi!
```

Navbatdagi misolda new operatorining joylashuvchi shaklidan foydalanish ko‘rsatilgan.

```
void* operator new(size_t sizeb void * krst) // Global new operatorini qayta aniqlash
{
 cout<<"Ob'ekt ko'rstatilgan adresga joylandi\n";
 return krst;
}
void  Tizimni_tekshirish() {cout<<"Tizim normal ishlaypti!\n"; }
class Nuqta
{
 int x,y;
 public:
  Nuqta(int _x,int _y)
  {
   x=_x; y=_y;
   cout<<" Ob'ektlar berilgan qiymatlar bilan inisializasiyalandi.\n";
   cout<<" x="<<x<<" y="<<y<<"\n";
  }
  Nuqta()
  {
   x=0; y=0;
   cout<<" Ob'ektlar kelishuv bo'yicha inisializasiyalandi.\n";
   cout<<" x="<<x<<" y="<<y<<"\n";
  }
  ~Nuqta() { cout<<"Nuqta::~Nuqta() ishladi\n";}
}

Nuqta nuqta;            // Global ob'ekt
int main()
{

 Tizimni_tekshirish(); // Qandaydir ishni bajarish
```

```
 Nuqta * krst=new(nuqta) Nuqta(10,20); // Endi ob'ektni initsializatsiyalash mumkin!
 krst->Nuqta::~Nuqta();
 return 0;
}
```

Programma natijasi quyidagi xabarlar bo'ladi:

```
Ob'ektlarni kelishuv bo'yicha inisializasiyalandi.
x=0 y=0
Tizim normal ishlaypti!
Ob'ekt ko'rstatilgan adresga joylandi
Ob'ektlar berilgan qiymatlar bilan inisializasiyalandi.
x=10 y=20
Nuqta::~Nuqta() ishladi
Nuqta::~Nuqta() ishladi
```

Keyingi programma new operatorini qayta yuklashni sinf ichida joylashuvchi shaklidan foydalangan holda amalga oshirishga misol:

```
class Satr
{
 union
 {
  char ch;
  char buf[81];
 };
public:
 Satr(char c='\0'): ch(c) {  cout<<"Satr sinfining belgili konstruktori\n"; }
 Satr(char * s) {cout<<"Satr sinfining satrli konstruktori\n";  strcpy(buf,s); }
  ~Satr(){ cout<<"Satr::~Satr()"<<endl; }
  // new operatorining joylashuvchi sintaksisi
  void* operator new(size_t, void * buffer) { return buffer; }
};
char satr_buffer[sizeof(Satr)];     // Xotira buferi
int main()
{
 Satr * krst=new(satr_buffer) Satr("C++"); // Satrni buferga joylashtirish
 cout<<"satr_buffer"<<satr_buffer<<endl;
 krst->Satr::~Satr();    // Destruktorni oshkor ravishda chaqirish
 krst=new(satr_buffer)Satr('c');     // 'c' belgisini satr boshiga joylashtirish
```

```
cout<<"satr_buffer[0]="<<satr_buffer[0]<<endl;
cout<<"Buferning yangi qiymati"<<endl;
cout<<"satr_buffer="<<satr_buffer<<endl;
krst->Satr::~Satr();  // Destruktorni oshkor ravishda chaqirish
return 0;
}
```

Programmada global ob'ekt satr_buffer satri yaratiladi va shu xotira sohasiga Satr sinfi ob'ekti "*C++*" qiymati bilan joylashtiriladi. Oshkor ravishda sinf destruktori chaqirish orkali sinf ob'ekti yo'qotiladi. Keyin, xuddi shu adresda Satr sinfining ikkinchi ob'ektni 'c' belgisi bilan yaratiladi, xotiraning satr_buffer adresli sohasida satr qiymat chop etiladi va sinf ob'ekti yo'qotiladi.

Programma ishlashi natijasida ekranda

```
Satr sinfining satrli konstruktori
satr_buffer=C++
Satr::~Satr()
Satr sinfining belgili konstruktori
satr_buffer[0]=c
Bufferning yangi qiymati
satr_buffer=c++
Satr::~Satr()
```

xabarlar chop etiladi.

6. Polimorfizm va virtual funksiyalar

6.1. Vaqtli va kechiktirilgan bog'lanishlar. Dinamik polimorfizm

C++ tilida polimorfizm ikki usulda qo'llab-quvvatlanadi. Birinchisi, funksiya va operatorlarni qayta yuklash vositasi bilan kompilyasiya paytida. Polimorfizmning bu ko'rinishiga *statik polimorfizm* deyiladi, chunki u programma bajarilishidan oldin, ya'ni kompilyasiya va komponovka paytida funksiya identifikatorlarini fizik adreslar bilan *vaqtli bog'lash* orqali amalga oshiriladi. Ikkinchisida, programma bajarilishida virtual funksiyalar vositasida. Programma kodida virtual funksiyaga murojaatni uchratgan kompilyator, bu chaqirishni faqat belgilab qo'yadi, funksiya identifikatorini adres bilan bog'lashni programmani bajarish bosqichiga qoldiradi. Bu jarayonga *kechiktirilgan bog'lanish* deyiladi. *Virtual funksiya* - bu shunday funksiyaki, uni chaqirish va mos amallarni bajarish, uni chaqirgan ob'ekt turiga bog'liq bo'ladi. Ob'ekt programma bajarilish

jarayonida qaysi funksiyani chaqirish kerakligini aniqlaydi. Polimorfizmning bu ko‘rinishiga *dinamik polimorfizm* deyiladi. Dinamik polimorfizmni amalga oshirishning asosi sifatida C++ tilidagi tayanch sinfga ko‘rsatkichni aniqlanishidir. O‘z navbatida, bu ko‘rsatkich nafaqat tayanch sinfga, balki shu sinfning vorisi bo‘lgan ixtiyoriy sinf ob’ektiga ko‘rsatishi mumkin. Sinflarning bu xossasi vorislikdan kelib chiqadi, chunki har qanday voris sinf ob’ekti tayanch sinf turida bo‘ladi. Programmani yig‘ish paytida (komponovka paytida) tayanch sinfga ko‘rsatkich egasi bo‘lgan foydalanuvchi tomonidan qaysi sinf ob’ekti yaratilishi noma’lum bo‘ladi. Shu sababli, ko‘rsatkich o‘z ob’ekti bilan faqat programma ishlashi paytidagini, ya’ni dinamik ravishda bog‘lanishi mumkin. Tarkibida hech bo‘lmaganda bitta virtual funksiyasi bo‘lgan sinf *polimorfm sinf* deyiladi. Har bir polimorf turdagi berilganlar uchun kompilyator *virtual funksiyalar jadvalini* yaratadi va shu jadvalga sinfning har bir ob’ektiga yashiringan ko‘rsatkichni joylashtiradi. Kompilyator virtual funksiyalar jadvaliga ko‘rsatkichni initsializatsiya qiluvchi kod bo‘lagini polimorf sinf konstruktori boshlanishiga joylashtiradi. Virtual funksiya chaqirilganda ushbu kod virtual funksiyalar jadvaliga ko‘rsatkichni topadi, keyin jadvaldan mos funksiya adresini oladi. Keyin ko‘rsatilgan adresga o‘tish bilan funksiya chaqirishi ro‘y beradi.

Ma’lumki, hosilaviy sinf ob’ekti yaratilishida tayanch sinf konstruktori chaqiriladi. Ayni shu bosqichda virtual funksiyalar jadvali va unga ko‘rsatkich hosil bo‘ladi. Hosilaviy sinf konstruktori chaqirilgandan keyin virtual funksiyalar jadvaliga ko‘rsatkich, shu sinf ob’ekti uchun qayta aniqlangan virtual funksiya variantini ko‘rsatish uchun moslanadi (agar u mavjud bo‘lsa).

Ko‘rinib turibdiki, kechiktirilgan bog‘lanishni amalga oshirish muayyan bir resurslar sarflashni taqoza etadi va undan oqilona foydalanish zarur bo‘ladi.

6.2. Virtual funksiyalar

Mazmunidan kelib chiqqan holda virtual funksiyaga boshqa tavsiflarni berish mumkin:

1) Chaqirish interfeysi (prototipi) ma’lum, amalga oshirilishi umumiy ko‘rinishda berilishi mumkin bo‘lmasdan, faqat konkret holatlardagini aniqlanadigan funksiyalarga *virtual funksiyalar* deyiladi;

2)*Virtual funksiya* - bu chaqirilishi uchun qanday ifoda ishlatilishidan qat’iy nazar ob’ekt uchun to‘g‘ri (mos) funksiya chaqirilishini kafolatlaydigan funksiyadir.

Faraz qilaylik, tayanch sinfda funksiyaning virtual e’loni, hosilaviy sinfda ham xuddi shu funksiya e’loni bo‘lsin. U holda hosilaviy sinf ob’ektlari uchun

hosilaviy sinf funksiyasi chaqiriladi, agar ular chaqirilishida tayanch sinfga ko'rsatkich yoki murojaat ishlatilgan bo'lsa ham.

```
class Tayanch
{
 public:
  Tayanch(int _x) {x=_x;}
  virtual int Qiymat_X(){return x;}
  virtual void Chop_X();
 private:
  int x;
};
void Tayanch:: Chop_X() {cout<<"Tayanch::x="<<Qiymat_X()<<'\n'; }
class Hosila1: public Tayanch
{
 public:
  Hosila1(int _x): Tayanch(_x){}
  void Chop_X();
};
void Hosila1:: Chop_X() {cout<<"Hosila1::x="<<Qiymat_X()<<'\n';}
class Hosila2: public Tayanch
{
 public:
  Hosila2(int _x): Tayanch(_x){}
  void Chop_X();
};
void Hosila2:: Chop_X() {cout<<"Hosila2::x="<<Qiymat_X()<<'\n'; }
int main(int argc, char* argv[])
{
 Tayanch * tayanch=new Tayanch(10);
 Hosila1 * hos1=new Hosila1(20);
 Hosila2 * hos2=new Hosila2(30);
 tayanch->Chop_X();
 tayanch=hos1;
 tayanch->Chop_X();
 tayanch=hos2;
 tayanch->Chop_X();
 return 0;
}
```

Hosilaviy sinflardagi Chop_X() funksiyalari virtual hisoblanadi, chunki u Tayanch tayanch sinfida virtual deb e'lon qilingan. Virtual funksiyalarni chaqirish uchun quyidagi kodlar ishlatilgan:

```
tayanch=hos1;
tayanch->Chop_X();
tayanch=hos2;
tayanch->Chop_X();
```

Chop_X() funksiyalari virtual bo'lganligi uchun har bir ob'ektning o'z funksiyasi chaqiriladi. Hosila1 va Hosila2 sinflarida Chop_X() funksiyalar Tayanch tayanch sinfidagi Chop_X() funksiyasini qayta aniqlaydi. Agar hosilaviy sinfda Chop_X() funksiyasi qayta aniqlanmasa, kelishuv bo'yicha tayanch sinfdagi Chop_X() funksiyasi amal qiladi.

Yuqoridagi programma ishlashi natijasida ekranga

```
Tayanch::x=10
Hosila1::x=20
Hosila2::x=30
```

natijalar chop etiladi:

Funksiyalarni ko'rsatkich va adresni olish amallari yordamida chaqirishda quyidagi qoidalarga amal qilinadi:

- virtual funksiyani chaqirish uni chaqirayotgan ob'ekt turiga mos ravishda hal qilinadi;
- virtual bo'lmagan funksiyalarni chaqirish ko'rsatkich turiga mos ravishda amalga oshiriladi.

Virtual funksiyalar faqat qandaydir sinfga tegishli ob'ektlar uchun chaqirilishini inobatga oladigan bo'lsak, global yoki statik funksiyalarni virtual deb e'lon qilish mumkin emas. virtual kalit so'zi hosilaviy sinfda funksiyani qayta aniqlashda ishlatilishi mumkin, lekin majburiy emas.

Tayanch sinfdagi virtual funksiyalar shu sinfda aniqlanishi kerak, agar ular sof virtual deb e'lon qilingan bo'lmasa. Hosilaviy sinfda e'lon qilingan funksiya tayanch sinfdagi virtual funksiyani qayta aniqlaydi, agar uning nomi virtual funksiya nomi bilan mos tushsa, ular bir xil miqdordagi va turlari mos kelgan parametrlarga ega bo'lsa. Agar funksiya virtual funksiyadan hattoki bitta parametri bilan farq qilsa, u holda hosilaviy sinfdagi bu funksiya yangi hisoblanadi va qayta aniqlash ro'y bermaydi. Hosilaviy sinfdagi funksiya virtual funksiyadan faqat qaytaruvchi qiymati bilan farqlanmaydi, ularning parametrlar ro'yxati turlicha bo'lishi kerak.

Quyidagi misolda virtual funksiya tayanch sinfdagi o‘zi bilan bir xil prototipga ega virtual funksiyani qayta aniqlaydi.

```
#include <iostream.h>
class Tayanch
{
 int x;
 public:
 virtual void Qiymat(int _x) { x=_x; cout<<"Tayanch::x = "<<x<<'\n'; }
 virtual void Chop_Qilish(Tayanch * pOb) { Qiymat(10); }
};
class Hosila: public Tayanch
{
 int x,y;
 public:
 virtual void Qiymat(int _x,int _y)
 {
  x=_x; y=_y;
  cout<<"Hosila::x = "<<x<<" Hosila::y = "<<y<<'\n';
 }
 virtual void Chop_Qilish(Tayanch * pOb) { Qiymat(15,20); }
};
int main()
{
 Tayanch * pOb1=new Tayanch;
 Tayanch * pOb2=new Hosila;
 // Tayanch sinfidan virtual Chop_Qilish() funksiyasini chaqirish
 pOb1->Chop_Qilish(pOb1);
 // Hosila sinfidan virtual Chop_Qilish() funksiyasini chaqirish
 pOb2->Chop_Qilish(pOb1);
 // Hosila sinfidan virtual Chop_Qilish() funksiyasini chaqirish
 pOb2->Chop_Qilish(pOb2);
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagilarni chop etadi:

```
Tayanch::x = 10
Hosila::x =15 Hosila::y = 20
Hosila::x =15 Hosila::y = 20
```

Keltirilgan misolda tayanch va hosilaviy sinflar ikkita bir xil nomdagi virtual funksiyalarga ega. Lekin kompilyator ularni turlicha talqin qiladi. Qiymat() funksiyasining prototipi hosilaviy sinfda o'zgarganligi sababli, u mutlaqo boshqa virtual funksiya deb qaraladi. Ikkinchi tomondan, hosilaviy sinfdagi Chop_Qilish() funksiyasi tayanch sinfdagi mos virtual funksiyani qayta aniqlanishi deb qaraladi.

6.2. Virtual va novirtual funksiyalar

Quyidagi misol, ko'rsatkich orqali chaqirilganda virtual va novirtual funksiyalar o'zini qanday tutishi ko'rsatilgan:

```
#include <iostream.h>
class Tayanch
{
 public:
  virtual void Virtual_Fun()  { cout<<"Tayanch::Virtual_Fun()\n"; }
  void NoVirtual_Fun() { cout<<"Tayanch::NoVirtual_Fun()\n"; }
};
class Hosila: public Tayanch
{
 public:
  virtual void Virtual_Fun() { cout<<"Hosila::Virtual_Fun()\n"; }
  void NoVirtual_Fun() { cout<<"Hosila::NoVirtual_Fun()\n"; }
};
int main()
{
 Hosila hosila;
 Hosila * pHosila = &hosila;
 Tayanch * pTayanch = &hosila;
 // Hosila sinfidan Virtual_Fun() funksiyasini chaqirish
 pTayanch->Virtual_Fun();
 //Tayanch sinfidan NoVirtual_Fun() funksiyasini chaqirish
 pTayanch->NoVirtual_Fun();
 //Hosila sinfidan Virtual_Fun() funksiyasini chaqirish
 pHosila->Virtual_Fun();
 //Hosila sinfidan NoVirtual_Fun() funksiyasini chaqirish
 pHosila->NoVirtual_Fun();
 return 0;
}
```

Programma bajarilishi natijasida ekranga

```
Hosila::Virtual_Fun()
Tayanch::NoVirtual_Fun()
Hosila::Virtual_Fun()
Hosila::NoVirtual_Fun()
```

Shunga e'tibor berish kerakki, Virtual_Fun() funksiyasi qaysi sinfga - Tayanch yoki Hosila ko'rsatkich orqali chaqirilishidan qat'iy nazar Hosila sinfidan Virtual_Fun() funksiyasi chaqiriladi. Bunga sabab - Virtual_Fun() funksiyasi virtual va pTayanch hamda pHosila ko'rsatkichlari Hosila turidagi ob'ektga ko'rsatadi. Ikkinchi tomondan, tayanch sinfga ko'rsatkichi pTayanch garchi novirtual funksiyalarga ega hosilaviy sinf ob'ektiga ko'rsatsa ham, tayanch sinfdagi mos funksiyani chaqiradi.

Ko'rish sohasiga ruxsat berish operatori vositasida kechiktirilgan bog'lanishni man qilish mumkin:

```
#include <iostream.h>
class Tayanch
{
 public:
  virtual void Virtual_Fun() { cout<<"Tayanch::Virtual_Fun()\n"; }
};
class Hosila: public Tayanch
{
 public:
 virtual void Virtual_Fun() { cout<<"Hosila::Virtual_Fun()\n"; }
};
int main()
{
  Tayanch * pTayanch =new Hosila;
 // Hosila sinfidan Virtual_Fun() funksiyasini chaqirish
 pTayanch->Virtual_Fun();
 //Tayanch sinfidan Virtual_Fun() funksiyasini chaqirish
 pTayanch->Tayanch::Virtual_Fun();
 return 0;
}
```

Programma ekranga

```
Hosila::Virtual_Fun()
Tayanch::Virtual_Fun()
```

xabarlarini chop etadi.

Ko‘rinib turibdiki,

```
pTayanch->Tayanch::Virtual_Fun();
```

ko‘rsatmasi kechiktirilgan bog‘lanishni yo‘qqa chiqaradi.

Sinflar shajarasida virtual funksiyalar nomi bilan bir xil qayta yuklanuvchi funksiyalarni e’lon qilish mumkin. Lekin, bunday novirtual funksiyalar yashirin-gan bo‘ladi.

Yuqoridagi fikrlarni tasdiqlaydigan misol keltiramiz:

```
#include <iostream.h>
#include <string.h>
class Tayanch
{
 public:
  Tayanch(char * nom){strcpy(Nom,nom);}
   virtual void Fun(char c)
   {
    cout<<"Virtual "<<Nom<<"::Fun "  <<c<<" parametrini qabul qildi.\n";
   }
 protected:
  char Nom[20];
};

class Hosila1: public Tayanch
{
 public:
  Hosila1(char * nom):Tayanch(nom){}
  void Fun(const char * s) { cout<<Nom<<"::Fun "<<s <<" parametrini qabul qildi.\n"; }
  void Fun(int n) { cout<<Nom<<"::Fun "<<n <<" parametrini qabul qildi.\n"; }
  virtual void Fun(char c)
  {
    cout<<"Virtual "<<Nom<<"::Fun "  <<c<<" parametrini qabul qildi.\n";
  }
};
class Hosila11: public Hosila1
{
 public:
  Hosila11(char * nom):Hosila1(nom){}
```

```
  void Fun(const char * s) { cout<<Nom<<"::Fun "<<s <<" parametrini qabul qildi.\n"; }
  void Fun(double d) { cout<<Nom<<"::Fun "<<d <<" parametrini qabul qildi.\n";}
  virtual void Fun(char c)
  {
    cout<<"Virtual "<<Nom<<"::Fun " <<c<<" parametrini qabul qildi.\n";
  }
};
int main()
{
 Tayanch tayanch("Tayanch");
 Hosila1 hosila1("Hosila1");
 Hosila11 hosila11("Hosila11");
 tayanch.Fun('X');
 hosila1.Fun('Y');
 hosila1.Fun(10);
 hosila1.Fun("Hos1");
 hosila11.Fun('Z');
 hosila11.Fun(10.1234);
 hosila11.Fun("Hos11");
 return 0;
}
```

Programma bajarilgandan keyin ekranda quyidagi satrlar paydo bo‘ladi:

```
Virtual Tayanch::Fun X parametrini qabul qildi.
Virtual Hosila1::Fun Y parametrini qabul qildi.
Hosila1::Fun 10 parametrini qabul qildi.
Hosila1::Fun Hos1 parametrini qabul qildi.
Virtual Hosila11::Fun Z parametrini qabul qildi.
Hosila11::Fun 10.1234 parametrini qabul qildi.
Hosila11::Fun Hos11 parametrini qabul qildi.
```

Keltirilgan misolda chiziqli vorislikni hosil qiluvchi uchta sinf aniqlangan. Tayanch sinfida Fun(char) virtual funksiya e’lon qilingan. Hosila1 sinfi Fun(char) virtual funksiyasining o‘z variantini va ikkita qayta yuklanuvchi novirtual Fun(const char*) va Fun(int) funksiyalarni e’lon qilgan. O‘z navbatida, Hosila11 sinfi Fun(char) virtual funksiyasining o‘z variantini va ikkita qayta yuklanuvchi novirtual Fun(const char*) va Fun(double) funksiyalarni e’lon qilgan. Garchi, Fun(const char*) funksiyasi Hosila1 sinfidagi analog bilan to‘la ustma-ust tushsa ham, u Hosila11 sinfida qayta e’lon qilingan. Chunki, Hosila1 sinfida xuddi shu nomdagi virtual va novirtual funksiyalar

mavjudligi sababli, Fun(const char*) funksiyasi yashiringan bo‘ladi. Xuddi shunday, Fun (char) virtual funksiyasi Hosila1 va Hosila11 sinflarida qaytadan e’lon qilishga to‘g‘ri keladi, chunki ular ham sinflarda xuddi shu nomdagi qayta yuklanuvchi funksiyalarni mavjudligi sababli yashiringan bo‘ladi.

Agar voris sinflardagi virtual funksiyalar e’lonlari o‘chirilsa, funksiyaning belgi argumentli chaqirishda, amalda Hosila1 sinfidigi Fun(int) funksiyasini chaqirish ro‘y beradi. Tayanch sinfidagi virtual funksiyani chaqirish zarur bo‘lsa, ko‘rish sohasiga ruxsat berish amalidan foydalanish mumkin:

```
Hosila1.Tayanch::Fun('Y');
```

6.3. Dinamik polimorfizmni qo‘llash

Dinamik polimorfizm vositasida programma bajarilishini boshqarishning moslanuvchan boshqarishni amalga oshirish mumkin. Quyida, butun sonlarning bog‘langan ro‘yxati ko‘rinishida amalga oshirilgan stek va navbat tuzilmalari ustida ishlash qaralgan. Ma’lumki, navbat - *“birinchi kelgan - birinchi ketadi”*, stek - *“oxirda kelgan - birinchi ketadi”* tamoyili bo‘yicha berilganlarni saqlash va qayta ishlashni amalga oshiruvchi tuzilmalar hisolanadi. Programmada bog‘langan ro‘yxatni yaratish, unga qiymat joylashtirish va o‘chirishni amalga oshiruvchi Ruyxat tayanch sinfi va uning vorislari sifatida navbat hosil qiluvchi mos ravishda Navbat va Stek sinflari yaratiladi. Garchi bu tuzilmalar bilan ishlash turlicha amalga oshirilsa ham, ularni ishlatishda yagona interfeysdan foydalaniladi.

```
#include <iostream.h>
#include <stdlib.h>
#include <ctype.h>
class Ruyxat
{
 public:
  Ruyxat(){Boshi=Oxiri=Keyingi=0;}
  virtual void Joylash(int n)=0;
  virtual bool Olish(int& n)=0;
  void Qiymat_n(int n){Son=n;}
  int n_Qiymat(){return Son;}
  Ruyxat * Boshi;
  Ruyxat * Oxiri;
  Ruyxat * Keyingi;
 private:
  int Son;
```

```
};
class Navbat: public Ruyxat
{
 public:
  void Joylash(int n);
  bool Olish(int& n);
};
void Navbat::Joylash(int n)
{
 Ruyxat * Yangi;
 Yangi=new Navbat;   // Navbatning yangi elementini yaratish
 Yangi->Qiymat_n(n);
 Yangi->Keyingi=NULL;
 if(Oxiri) Oxiri->Keyingi=Yangi;  // Elementni navbatning oxiriga joylash
 Oxiri=Yangi;
 if(!Boshi) Boshi=Yangi;
}
bool Navbat::Olish(int& n)
{
 Ruyxat * Element;
 if(!Boshi){n=0; return false;}
 n=Boshi->n_Qiymat();
 Element=Boshi;
 Boshi=Boshi->Keyingi;
 delete Element;
 return true;
}
class Stek: public Ruyxat
{
 public:
  void Joylash(int n);
  bool Olish(int& n);
};
void Stek::Joylash(int n)
{
 Ruyxat * Yangi;
 Yangi=new Stek;     // Stekning yangi elementini yaratish
 Yangi->Qiymat_n(n);
```

```
 Yangi->Keyingi=NULL;
 if(Boshi) Yangi->Keyingi=Boshi;   // Elementni stek boshiga joylash
 Boshi=Yangi;
 if(!Oxiri) Oxiri=Yangi;
}
bool Stek::Olish(int& n)
{
 Ruyxat * Element;
 if(!Boshi){n=0; return false;}
 n=Boshi->n_Qiymat();
 Element=Boshi;
 Boshi=Boshi->Keyingi;
 delete Element;
 return true;
}
int main()
{
 Ruyxat * ruyxat;
 Navbat navbat;
 Stek stek;
 int son;
 char stek_navbat;
 cout<<"Sonlarni navbat va stekka joylash:\n";
 do
 {
  cout<<"Sonni kiriting(0-tamom): ";
  cin>>son;
  if(son)
  {
   do
   {
    cout<<"Joylshtirish? Stekka(S) yoki Navbatga(N):";
    cin>>stek_navbat;
   }
   while (stek_navbat!='S' && stek_navbat!='s' && stek_navbat!='N' && stek_navbat!='n');
  switch(stek_navbat)
  {
    case 'S': case 's': ruyxat=&stek; break;
```

```
  case 'N': case 'n': ruyxat=&navbat;
 }
  ruyxat->Joylash(son);
 }
}
 while (son);
for(;;)
{
 do
 {
 cout<<"O'qish?  Stekdan(S) yoki Navbatdan(N):\n";
 cout<<"Programmadan chiqish (Q):\n";
 cin>>stek_navbat;
 }
 while(stek_navbat!='S' && stek_navbat!='s' &&
stek_navbat!='N' && stek_navbat!='n' &&
stek_navbat!='Q' && stek_navbat!='q');
 switch(stek_navbat)
 {
 case 'S':
 case 's': ruyxat=&stek; break;
 case 'N': case 'n': ruyxat=&navbat; break;
 case 'Q': case 'q': return 0;
 }
 If(ruyxat->Olish(son)) cout<<son<<endl;
  else cout<<"Ro'yxat bo'sh!"<<endl;
}
}
```

Programma kirish oqimidan butun sonlarni o‘qiydi va foydalanuvchi tanlagan ro‘yxatga - navbat yoki stekka joylashtiradi. Sonlarni kiritish jarayoni navbatdagi son tariqasida 0 soni kiritilganda to‘xtaydi. Keyinchalik, foydalanuvchi ko‘rsatgan ro‘yxatdan son qiymatlari o‘qiladi va ekranga chop qilinadi. Dinamik polimorfizm ruyxat ko‘rsatkichi navbat yoki stek ob’ektlariga ko‘rsatishiga mos ravishda virtual Olish() va Joylash() funksiyalarini chaqirishida namoyon bo‘ladi.

6.4. Virtual destruktorlar

Konstruktorlar virtual bo‘lmaydi, lekin destruktorlar virtual bo‘lishi mumkin va aksariyat holatlarda shunday bo‘ladi. Tayanch sinfiga ko‘rsatkich hosilaviy sinf ob’ektiga ko‘rsatib turganda, agar destruktor virtual qilib e’lon qilingan bo‘lsa, hosilaviy sinf destruktori chaqiriladi. Hosilaviy sinf destruktori o‘z navbatida tayanch sinf destruktorini chaqiradi va ob’ekt to‘g‘ri (to‘laligicha) o‘chiriladi. Aks holda ko‘rsatkich turiga mos ravishda tayanch sinf destruktori chaqiriladi, hosilaviy sinf uchun ajratilgan xotira bo‘shatilmay qoladi - xotirada band qilingan, lekin qayta ishlatish imkoni bo‘lmagan xotira bo‘lagi - *“xotira axlati”* paydo bo‘ladi.

Misol ko‘raylik:

```
#include <iostream.h>
class Tayanch
{
 int * px;
 public:
  Tayanch(int _x) {px=new int; *px=_x; }
/* virtual*/~Tayanch()  { cout<<"Tayanch sinf destruktori ishladi!\n"; delete px; }
};
class Hosila: public Tayanch
{
 int * pxx;
 public:
 Hosila (int n):Tayanch(n) { pxx=new int; *pxx=n*n;  }
  ~Hosila() { cout<<"Hosila sinf destruktori ishladi!\n";  delete pxx; }
};
int main()
{
 Tayanch * pTayanch=new Hosila(5);
 delete pTayanch;
 return 0;
}
```

Hosilaviy sinf - Hosila sinfida destruktor virtual deb e’lon qilinmagan va

```
delete pTayanch;
```

til ko‘rsatmasi bajarilishi natijasida ekranga

```
Tayanch sinf destruktori ishladi!
```

xabari chiqadi. Bu holat xotiradagi Hosila sinf ob'ekti uchun ajratilgan xotira bo'shatilmaganligini bildiradi. Agar tayanch sinf destruktorini virtual deb e'lon qilinsa, ob'ektni o'chirish to'g'ri ro'y beradi - oldin hosilaviy sinf destruktori, keyin tayanch sinf destruktori bajariladi. Programmaning ekranga chiqargan

```
Hosila sinf destruktori ishladi!
Tayanch sinf destruktori ishladi!
```

xabarlari buni isbotlaydi.

6.5. Abstrakt sinflar va sof virtual funksiyalar

Sinflar, shu turga tegishli bo'lgan ob'ektlarni o'zaro bajaradigan amallar qoidasini oldindan aniqlab berish uchun yaratilishi mumkin. Bunday sinflarga *abstrakt sinflar* deyiladi. Abstrakt sinflarning ob'ektlarini yaratib bo'lmaydi. Ular faqat hosilaviy sinflarni yaratish uchun xizmat qiladi.

Abstrakt sinf kamida bitta virtual funksiyaga ega bo'lishi kerak. Tayanch sinfning sof virtual funksiyalari hosilaviy sinflarda albatta aniqlanishi kerak, aks holda hosilaviy sinf ham virtual hisoblanadi.

Sof virtual funksiya quyidagi sintaksis bilan e'lon qilinadi:

virtual <*funksiya nomi*>(<*parametrlar ro'yxati*>)=0;

Misol ko'raylik. Faraz qilaylik, sinflar shajarisini yaratish zarur bo'lsin va tayanch sinf umumiy funksional imkoniyatlarni ta'minlashi kerak. Lekin, tayanch sinfi shu darajada umumlashgan bo'lib, undagi ayrim funksiyalarni konkretlashtirish imkoni bo'lmasligi mumkin. Bunday tayanch sinfi abstrakt sinf uchun eng yaxshi nomzod hisoblanadi:

Misol uchun jonivorlar shajarasini tavsiflovchi Jonivor abstrakt tayanch sinf va uning vorislari Kuchuk va Mushuk sinflarini e'lon qilishni ko'raylik.

```
class Jonivor
{
 public:
  Jonivor(char * nomi)
  {
    Nomi=new char[15];
    strcpy(Nomi,nomi);
  };
  virtual void Ovozi()=0;
  virtual void Ozuqasi()=0;
 protected:
```

```
  char * Nomi;
};
class Kuchuk: public Jonivor
{
 public:
  Kuchuk(char * nomi):Jonivor(nomi){};
  void Ovozi(){cout<<Nomi<<" ovozi: Vov"<<endl;}
  void Ozuqasi(){cout<<Nomi<<" ozuqasi: Go'sht"<<endl;}
};
class Mushuk: public Jonivor
{
 public:
  Mushuk(char * nomi):Jonivor(nomi){};
  void Ovozi() {cout<<Nomi<<" ovozi: Miyov"<<endl;}
  void Ozuqasi() {cout<< Nomi<<" ozuqasi: Sut"<<endl;}
};
int main()
{
 Mushuk mushuk("Baroq");
 Kuchuk kuchuk("Tuzik");
 mushuk.Ovozi();
 mushuk.Ozuqasi();
 kuchuk.Ovozi();
 kuchuk.Ozuqasi();
}
```

Bu misolning e'tiborli tomoni shundaki, Jonivor sinfida e'lon qilingan ovozi() va ozuqasi() funksiya-a'zolar abstrakt funksiyalardir. Bu funksiyalarni konkretlashtirishning imkoni yo'q, chunki Jonivor sinfi hayvonlar shajarasini aniqlab beruvchi, umumlashtiruvchi sinf va konkret hayvon aniqlanmaguncha ovozining qanday bo'lishi va nima bilan oziqlanishini bilib bo'lmaydi. Lekin, aksariyat hayvonlar ovoz chiqaradi va albatta oziqlanadi. Shu sababli, ovozi() va oziqasi() funksiyalar umumiy bo'lib, u Jonivor sinfida mavhum holda e'lon qilingan. Bu funksiyalar Kuchuk va Mushuk sinflarida konkretlashtirilgan (majburiy ravishda).

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagi xabarlar chiqadi:

```
Baroq ovozi: Miyov
Baroq ozuqasi: Sut
Tuzik ovozi: Vov
```

Tuzik ozuqasi: Go'sht

Abstrakt sinf bilan bog'liq yana bir o'ziga xos holat shundan iboratki, agar abstrakt sinf konstruktori bevosita yoki bilvosita sof abstrakt funksiyani chaqirsa, nima ro'y berishini oldindan aytishning iloji yo'q.

Sof abstrakt funksiyalar tavsifiga *"zid"* ravishda bunday funksiyalar abstrakt sinfda nafaьiat e'lon qilinishi, balkim aniqlanishi ham mumkin. Ular quyidagi sintaksis asosida bevosita chaqirilishi mumkin:

<abstrakt sinf nomi>::<abstrakt funksiya nomi> (*<parametrlar ro'yxati>*)

Odatda bu sintaksisdan sof virtual destruktorga ega sinflar shajarasini yaratishda foydalaniladi:

```
#include <iostream.h>
class Tayanch
{
 public:
  Tayanch(){};
  virtual ~Tayanch()=0;   // Sof virtual destruktor
};
Tayanch::~Tayanch(){}   // Destruktorni aniqlash
class Hosila: public Tayanch
{
 public:
 Hosila(){};
  ~Hosila(){};
};
void main()
{
 Hosila * pHosila = new Hosila;
 delete pHosila;
}
```

Ma'lumki, destruktor virtual bo'lganda, oldin hosilaviy sinf destruktori, keyin tayanch sinf destruktori bajariladi. Sof virtual destruktorining aynan tayanch sinfda aniqlanishi, uning qandaydir amalga oshirilgan variantini yaratadiki, u destruktorlar ketma-ketligini to'g'ri bajarilishini ta'minlaydi.

Xulosa sifatida abstrakt sinflarga qo'llaniladigan qoidalarni keltiramiz:

-abstrakt sinfni funksiyaga uzatiladigan argumentning turi sifatida ishlatib bo'lmaydi;

- abstrakt sinfni funksiya qaytaradigan qiymatning turi sifatida ishlatib bo‘lmaydi;
- ob’ekt turini oshkor ravishda abstrakt sinf turiga keltirish mumkin emas;
- abstrakt sinf ob’ektini yaratib bo‘lmaydi;
- abstrakt sinfga ko‘rsatkich yoki adres olish amalini e’lon qilish mumkin.

7. Istisno holatlar

7.1. Istisno holatlarni qayta ishlash

Istisno - bu programmaning normal bajarilishini uzadigan holatdir. C++ tilida istisno holatni qayta ishlashning *yakuniy model* deb nomlanuvchi varianti amalga oshirilgan: istisno holat ro'y berib, u qayta ishlangandan keyin boshqaruv istisno ro'y bergan kodga qaytib kelmaydi, ya'ni programmaning aynan uzilish ro'y bergan joydan davom etishi ta'minlanmaydi. Ikkinchi tomondan, C++ tilida apparat qurilmalardan keladigan ististnolar (uzilishlar) qayta ishlanmaydi, faqat qandaydir funksiya tomonidan yuzaga keltirilgan istisnolar qayta ishlanadi. Istisnolarni boshqarish uchun C++ tilida uchta kalit so'z ishlatiladi: try, catch va throw.

Istisno holatni yuzaga keltirishi mumkin bo'lgan kod bloki try kalit so'zi bilan belgilanadi. Bu blok figurali qavsga olinadi va *himoyalangan* yoki *try-blok* deyiladi:

```
try
{
  // Himoyalangan soha
}
```

try-blok ichida chaqiriladigan funksiyalar ham himoyalangan sohaga tegishli bo'ladi. Himoyalangan sohadagi funksiya yoki til ko'rsatmasi istisno yuzaga keltirishi mumkin. Agar istisno ro'y bersa, mos funksiya yoki til ko'rsatmasining bajarilishi to'xtatiladi, try-blok qolgan ko'rsatmalari chetlab o'tiladi (bajarilmaydi) va boshqaruv blokdan tashqariga uzatiladi.

catch kalit so'zi bevosita try-blokdan keyin keladi va istisno ro'y berganda boshqaruv o'tishi kerak bo'lgan kod bo'lagini belgilaydi. Kod bo'lagi figurali qavsga olinadi va *catch-blok* yoki istisnoni *qayta ishlovchisi* deyiladi. catch kalit so'zidan keyin qavs ichiga olingan istisno turining nomi va o'zgaruvchidan tashkil topgan *istisno tavsifi* keladi.

```
catch (<istisno turi><istisno o'zgaruvchisi>)
{
  // Istisnoni qayta ishlash
}
```

Istisno turining nomida qayta ishlanadigan istisno turi ko'rsatiladi va catch-blok aynan shu turdagi istisnoni *"ilib"* oladi. Agar istisno ilib olingan bo'lsa,

istisno o‘zgaruvchisi istisno turi haqidagi qiymatni qabul qiladi. Agar istisno haqidagi ma’lumotga zarurat bo‘lmasa, istisno o‘zgaruvchisi ishlatilmasligi mumkin. Istisno o‘zgaruvchisi ixtiyoriy turda bo‘lishi mumkin. Bunga foydalanuvchi yaratgan sinf turi ham kiradi.

Bitta try-blokdan keyin bir nechta catch-blok kelishi mumkin. Istisno turining nomida nuqtalar bo‘lgan catch-blok ixtiyoriy turdagi istisnolarni ilib oladi va u try-blokdan keyin keluvchi catch operatorlar ro‘yxatining oxirida kelishi kerak.

Istisno holatni qayta ishlovchi misolni ko‘raylik:

```
#include <iostream.h>
#include <exception.h>
using std::cout;
int AdivB(int A, int B)   // Xato ro'y berishi mumkin bo'lgan funksiya
{
// Istisno yuzaga keladigan joy
}
int main()
{
 int a,b,c;
 cout<<"a="; cin>>a;
 cout<<"b="; cin>>b;
 try
 {
  c=AdivB(a,b);
  cout<<"Istisno ro'y bermadu!\n";
  cout<<"c="<<c;
  return 0;
 }
 catch (int)
 {
  cout<<" int turidagi istisno ro'y berdi!\n";
  return 1;
 }
 catch(...)
 {
  cout<<"Qandydir istisno ro'y berdi!\n";
  return 2;
 }
```

}

Programmadagi AdivB() funksiyasi ististno holatni yuzaga keltirishi mumkin, masalan nolga bo'lish. Funksiyada yuzaga keladigan istisnoni qayta ishlash uchun ikkita catch-blok aniqlangan. Birinchisida int turidagi istisno ilib olinadi. Agar boshqa turdagi istisno ro'y bersa uni catch(...) operatori qayta ishlaydi.

7.2. Istisnolarni yuzaga keltirish

Programmadagi yuzaga keladigan istisno va uning turini ko'rsatish uchun quyida keltirilgan sintaksisga ega throw kalit so'zi ishlatiladi:

throw <*ifoda*>;

bu erda <*ifoda*> - hisoblangan qiymati, shu ifoda turi bilan aniqlangan vaqtinchalik ob'ektni initsializatsiya qiluvchi ifodadir.

throw operandi bo'lmasligi mumkin. Bu ko'rinish ayni paytda qayta ishlanayotgan istisno turidagi istisnoni qayta yuzaga keltirish uchun ishlatiladi va u faqat catch-blok ichida ishlatilishi mumkin.

Programmaning throw operandi joylashgan joyiga "*istisnoni yuzaga keltirish nuqtasi*" deyiladi.

Istisnoni yuzaga keltirishga misol keltiramiz.

```
#include <iostream.h>
#include <exception.h>
using std::cout;
class Xato1{};
class Xato2{};
int AdivB(int a, int b) // Xato ro'y berishi mumkin bo'lgan funksiya
{
 if(!b)throw Xato1();
 if(!a)throw Xato2();
 return a/b;
}
int main()
{
 int a,b,c;
 cout<<"a="; cin>>a;
 cout<<"b="; cin>>b;
 try
 {
  c=AdivB(a,b);
```

```
 cout<<"Istisno ro'y bermadu!\n";
 cout<<"c="<<c;
 return 0;
 }
 catch (Xato1 & xato1)
 {
 cout<<" Xato1 turidagi istisno ro'y berdi!\n";
 return 1;
 }
 catch (...)
 {
 cout<<"Qandydir istisno ro'y berdi!\n";
 return 2;
 }
}
```

Programma ishlashida, bosh funksiyadan AdivB() funksiya chaqirilganda, agar:

- b argument qiymati 0 bo'lsa, Xato1 turidagi istisno yuzaga keltiriladi va catch(Xato1 & xato1) blok tomonidan qayta ishlanadi;
- a argument qiymati 0 bo'lsa, Xato1 turidagi istisno yuzaga keltiriladi va catch (...) blok tomonidan qayta ishlanadi;
- a va b argumentlar noldan farqli bo'lsa, istisno holati ro'y bermaydi, hamda programma o'z ishini normal tugatadi.

throw kalit so'zini nafaqat istisno yuzaga keltirish uchun, balki birorta funksiya tomonidan yuzaga keltirishi mumkin bo'lgan *istisnolarni tasniflash* uchun ishlatish mumkin. Istisnolarni tasniflash quyidagi formatda beriladi:

throw (<*tur*$_1$><*tur*$_2$>,...)

Istisnolarni tasniflash funksiya parametrlari ro'yxatidan keyin keladi va u funksiya qanday turdagi istisno yuzaga keltirishi mumkinligi ko'rsatadi. Lekin bu holat funksiya boshqa turdagi istisnolarni yuzaga keltirmaydi degani emas. Ko'rsatilgan turdan farqli yuzaga kelgan istisnolarga *kutilmagan istisnolar* deyiladi va ular ham alohida yo'l bilan qayta ishlanadi. Agar funksiyaga birorta istisnoni yuzaga keltirishni man qilish uchun turi ko'rsatilmagan istisno tasnifidan foydalaniladi. Ikkinchi tomondan, istisno tasnifiga bo'lmagan funksiya har qanday istisnoni yuzaga keltirishi mumkin.

Misol keltiraylik.

```
#include <stdio.h>
```

```
bool test;
class Xato1{};
void Func1(bool bul) throw(Xato1) { if (bul) throw Xato1(); }
void Func2() throw()
{
 try
 {
  Func1(true);
 }
  catch (Xato1 & xato)
{
  puts("Xato1 turidagi istisno qayta ishlandi!");
 test=true;
}
}
int main()
{
 try
 {
  test=false;
  Func2();
  test? puts("Func2() funksiyasi istisnoni qayta ishladi"):
        puts("Hech qanday istisno holat ro'y bermadi");
 }
 catch(...) { puts("Func2()funksiyasi istisnoni yuzaga keltirdi!"); }
 return 0;
}
```

Ushbu misol istisno tasnifi istisno holatni funksiyadan tashqariga chiqishga yo‘l qo‘ymasligini ko‘rsatadi. Shu sababli, bosh funksiyadagi `catch(...)` bloki hech qachon ishlamaydi. Funksiya ichida yuzaga keladigan istisnoni funksiya ichida qayta ishlashni mumkin. Agar `Func1()` funksiyasi `Xato1` turidan farqli istisnoni yuzaga keltirsa, u kutilmagan istisno bo‘ladi.

7.3. Istisnolarni ilib olish

Programmaning birorta nuqtasida istisno yuzaga kelsa, programma bajarilishi uziladi va quyidagilar ro‘y beradi:

- agar asos turdagi o‘zgaruvchi yoki qiymat bo‘yicha sinf ob’ekti paydo qilingan bo‘lsa, o‘zgaruvchisining nusxasi yaratiladi (ob’ekt uchun nusxalash konstruktori ishlatiladi);

- agar murojaat bo‘yicha o‘zgaruvchi paydo qilingan bo‘lsa, nusxalash ro‘y bermaydi;

- paydo qilingan o‘zgaruvchi bilan mos keluvchi parametrni qabul qila oladigan eng yaqin qayta ishlash bloki izlanadi;

- agar qayta ishlash bloki topilgan bo‘lsa, stek shu nuqtagacha *“bo‘shatiladi”*, bunda ko‘rinish sohasidan chiqqan lokal ob’ektlar destruktorlari chaqiriladi;

- boshqaruv topilgan qayta ishlash blokiga uzatiladi;

- agar istisnoni qayta ishlaydigan blok topilmagan holat uchun programma tuzuvchisi programmani tugatish qayta ishlovchisi - set_terminate() funksiyasini chaqirish orqali programmani tugatishi mumkin, aks holda tizimning o‘zi tugatish funksiyasini chaqiradi.

Istisnoga mos qayta ishlash blokini izlashda kompilyator quyidagi qoidalarga rioya qiladi. Istisnoga qayta ishlovchi mos hisoblanadi:

- paydo qilingan o‘zgaruvchi turi qayta ishlovchi kutayotgan tur bo‘lsa. Boshqacha aytganda, agar paydo bo‘lgan o‘zgaruvchi turi T bo‘lsa, parametrlari T, const T, T& va const T& turida bo‘lsa;

- paydo bo‘lgan o‘zgaruvchi ko‘rsatkich bo‘lib, uning turini qayta ishlovchining turiga keltirish mumkin bo‘lsa;

- paydo bo‘lgan o‘zgaruvchi qandaydir voris sinf ob’ekti bo‘lib, qayta ishlovchi turi unga nisbatan tayanch sinf turida va vorislik public murojaat xossasi bo‘yicha hosil qilingan bo‘lsa.

Shuni qayd qilish kerakki, kompilyator paydo bo‘lgan o‘zgaruvchi turi bilan mos keluvchi parametrni qabul qiladigan eng yaqin qayta ishlovchini qidiradi. Shu sababli, mazkur try-blok uchun aniqlangan catch-bloklar ketma-ketligiga e’tibor berish zarur bo‘ladi. Tayanch sinf istisnosini kutayotgan qayta ishlovchi voris sinf qayta ishlovchilarini berkitadi. Xuddi shunday void * turidagi ko‘rsatkich uchun aniqlangan qayta ishlovchi ixtiyoriy turdagi ko‘rsatkich turidagi qayta ishlovchilarini yashiradi.

Misol ko‘raylik.

```
#include <iostream.h>
class Tayanch { };
class Hosila: public Tayanch { };
void Fun_Hosila_Istisnosi() { Hosila hosila; throw hosila; }
```

```
void Fun_Istisno() { throw "Fun_Istisno() funksiyasida xato!\n"; }
int main()
{
 try
 {
  Fun_Hosila_Istisnosi();
 }
 catch (Hosila &) { cout<<"Hosila& istisnosi ilib olindi!\n"; }
 catch (Tayanch &) {  cout<<"Tayanch& istisnosi ilib olindi!\n";  }
 try
 {
  Fun_Istisno();
 }
 catch (const char * s)
 {
   cout<<"const char * istisnosi ilib olindi!\n";
    cout<<"Istisno manzili: "<<s<<'\n';
 }
 catch (void *)  { cout<<"void* istisnosi ilib olindi!\n";  }
 return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagi satrlar chiqadi:

```
Hosila& istisnosi ilib olindi!
const char * istisnosi ilib olindi!
Istisno manzili: Fun_Istisno() funksiyasida xato!
```

Agar programmada catch(Tayanch&) bloki catch(Hosila&) blokidan oldin yozilsa, u Hosila sinfi turidagi qayta ishlovchisini yashiradi va shu turdagi istisnoni o‘zi ilib oladi. Xuddi shunday, catch(void*) bloki catch(const char*s) blokdan oldin kelsa, ko‘rsatkich turidagi barcha istisnolarni ilib oladi, xususan, const char* turidagi istisnoni ham. Yuqoridagi programmada bunday o‘rin almashtirishlar qilinsa, ekranga

```
Tayanch& istisnosi ilib olindi!
void* istisnosi ilib olindi!
```

xabarlari chop etiladi.

7.4. Ichma-ich joylashgan try-catch bloklar

C++ tili ichma-ich joylashgan try-catch bloklarni ishlatishga imkon beradi. Bunday ko'rinishlar uchun yagona talab - har bir try-blokdan keyin albatta catch-blok kelishi kerak.

Misol:

```
#include <iostream.h>
class Tayanch {};
class Hosila: public Tayanch{};
void Fun_Hosila_Istisnosi() { Hosila hosila; throw hosila; }
int main()
{
 try
 {
  //...
  try
  {
   Fun_Hosila_Istisnosi();
  }
  catch (Hosila &) { cout<<"Hosila& istisnosi ilib olindi!\n"; }
  //...
  Tayanch tayanch;
  //...
  throw tayanch;
 }
 catch (Tayanch &) { cout<<"Tayanch& istisnosi ilib olindi!\n"; }
 return 0;
}
```

Programma bajarilganda ekranga quyidagi natijalar chiqadi:

```
Hosila& istisnosi ilib olindi!
Tayanch& istisnosi ilib olindi!
```

Aksariyat hollarda ichma-ich joylashgan try-catch bloklar nooshkor ravishda yuzaga keladi: himoyaga olingan funksiyaning tanasida himoyalangan bloklar bo'lganda. Quyidagi misolda aynan shunday holat ko'rsatilgan:

```
#include <iostream.h>
void Fun_Istisno()
{
 //...
```

```
 throw "Fun_Istisno() funksiysida xato!\n";
}
void Fun_Fun_Istisno()
{
 //...
 char* XatoSatr="Fun_Fun_Istisno()funksiysida xato!\n";
 try
 {
  throw XatoSatr;
 }
 catch(char *s) { cout<<s; }
 Fun_Istisno();
}
void main()
{
 try
 {
  Fun_Fun_Istisno();
 }
 catch(char *s)  { cout<<s; }
}
```

Programma ekranga quyidagi satrlarni chop etadi.

```
Fun_Fun_Istisno()funksiysida xato!
Fun_Istisno() funksiysida xato
main() funksiyasida ilib olindi!"
```

Ichma-ich try-catch bloklar ishlatishga qandaydir funksiyaning kutilmaganda istisnoni yuzaga keltirish mumkinligi sabab bo‘ladi. Bunday holatlarda istisnoni hal qilishning yo‘llaridan biri - bosh funksiya tanasini to‘laligicha himoyaga olish va uning qayta ishlovchisi sifatida catch(...) ko‘rinishi ishlatishdir.

7.5. Kutilmagan istisnolar va tugatishni qayta ishlash

Programma bajarilishida funksiya, uning istisno tasnifida ko‘rsatilmagan istisnoni yuzaga keltirsa, *kutilmagan istisno yuzaga keldi* deyiladi. Bu holda unexpected() funksiyasi chaqiriladi. U o‘z navbatida kutilmagan istisnoning qayta ishlovchisini chaqiradi. Kelishuv bo‘yicha bu terminate() funksiyasi hisoblanadi. terminate() funksiyasini chaqirilishi programma bajarilish jarayonini tugatishga olib keladi.

unexpected() funksiyasining quyidagi sintaksisga ega:

```
void unexpected();
```

set_unexpected() funksiyasi yordamida programma tuzuvchining o'zi kutilmagan ististnolarni qayta ishlovchi funksiyani aniqlashi mumkin. Bu funksiyaning prototipi quyidagi ko'rinishga ega:

```
unexpected_handler set_unexpected(unexpected_handler ph) throw();
```

bu erda unexpected_handler kutilmagan istisnoni qayta ishlovchi funksiyaga ko'rsatkich:

```
typedef void(*unexpected_handler)();
```

set_unexpected() funksiyasi ph parametri ko'rsatib turgan funksiyani kutilmagan istisnoni yangi qayta ishlovchisi qilib o'rnatadi va oldingi qayta ishlovchining adresini qaytaradi. Yangi qayta ishlovchi parametrga ega bo'lmasligi kerak va u hech qanday qiymat qaytarmaydi. Bu funksiya uni chaqirgan kodga boshqaruvni qaytarmaydi va u quyidagi yo'llarning biri bilan programmani bajarish jarayonini tugatadi:

- kutilmagan istisnoni yuzaga keltirlgan funksiyaning istisnolar tasnifida keltirilgan turdagi istisnoni yuzaga keltirish orqali;
- bad_expection turidagi istisnoni yuzaga keltirish orqali;
- terminate(), abort() yoki exit(1) funksiyalardan birini chaqirish orqali.

Yuqorida qayd qilingandek, istisno qayta ishlovchisi terminate() funksiyasini chaqiradi.

bad_expection istisnosi

```
class bad_expection: public exception{};
```

ko'rinishida aniqlangan bo'lib, u unexpected_handler tomonidan yuzaga keltirilishi mumkin bo'lgan istisnolarni tavsiflaydi.

Kutilmagan ististnoni qayta ishlashga misol keltiramiz:

```
#include <iostream>
#include <exception>
using namespace std;
void f() throw()       //Istisno yuzaga keltirmaydigan funksiya
{
 throw "Kutilmagan istisno!";    // Kutilmagan istisnoni yuzaga keltirish
 }
void Shaxsiy_Qayta_Ishlovchi()
```

```
{
 cout<<"Kutilmagan istisnoni qayta ishlandi!";
 exit(-1);
}
int main()
{
 set_unexpected(Shaxsiy_Qayta_Ishlovchi);
 f();
 cout<<"Bu satr hech qachon chop qilinmaydi!";
 return 0;
}
```

Programma ekranga

```
Kutilmagan istisnoni qayta ishlandi!
```

xabarini chop etadi.

Endi yuzaga kelgan istisnoga mos qayta ishlovchi topilmaganda nima holat ro'y berishini ko'ramiz. Bunday holatlarda kelishuv bo'yicha terminate() funksiyasi chaqiriladi. O'z navbatida terminate() funksiyasi, programmani favqulotda to'xtashiga olib keluvchi abort() funksiyasini chaqiradi. Programma tuzuvchisining programmani tugashini qayta ishlovchisini set_terminate() funksiyasi vositasida o'rnatish orqali programmani to'xtatish jarayoniga o'zgartirish kiritish mumkin.

set_terminate() funksiyasi quyidagi prototipga ega:

```
terminate_function set_terminate(terminate_function term_func);
```

bu erda terminate_function programmani tugatuvchi funksiyaga ko'rsatkich:

```
typedef void(*terminate_function)();
```

Tugatish funksiya adresi - term_func parametri set_terminate() funksiyasining yagona kiruvchi parametri hisoblanadi va oldingi tugatish funksiya adresi uning qaytaruvchi qiymati bo'ladi. Agar funksiyani chaqirish set_terminate(NULL) ko'rinishida bo'lsa, kelishuv bo'yicha tugatish funksiyasi chaqirish holati tiklanadi.

terminate() funksiyasi prototipi

```
void terminate();
```

ko'rinishida va taqdim qilanayotgan tugatish funksiyalari ham xuddi shunday prototipga ega bo'lishi shart.

Xotirani tozalash bilan bog'liq zarur amallar bajarilgandan keyin terminate() funksiyasi programmadan chiqish uchun exit() funksiyasini chaqirishi kerak bo'ladi

(uni chaqirgan funksiyaga yoki istisno yuzaga kelgan kodga qaytmaslik uchun). Aks holda abort() funksiyasi chaqiriladi.

Misol ko'raylik:

```
#include <iostream>
#include <exception.h>
using std::cout;
void Tugatish_Funksiyasi()
{
 cout<<"Tugatish_Funksiyasi() funksiyasi terminate() funksiyasi tomonidan chaqirildi.\n";
 exit(-1);
}
int main()
{
 int i=10, j=0, rez;
 set_terminate(Tugatish_Funksiyasi);
 try
 {
 if(j==0) throw "Nolga bo'lish";
 else rez=i/j;
 }
catch (int)
{
 cout<<"int turidagi istisno ilib olindi!\n";
}
cout<<"Bu satr hech qachon chop qilinmaydi!\n";
return 0;
}
```

Programma ishlagandan keyin ekranga quyidagi satr chop qilinadi:

```
Tugatish_Funksiyasi() funksiyasi terminate()funksiyasi tomonidan chaqirildi.
```

8. Qoliplar

8.1. Umumlashgan programmalash

Ma'lumki, ob'ektga yo'naltirilgan programmalashda e'tibor berilganlarga qaratiladi, ya'ni ob'ektni tavsiflovchi berilganlar va ular ustida bajariladigan metodlarni (funksiyalarni) aniqlaydi. Bunga qarama-qarshi *umumlashgan programmalashda* esa e'tibor algoitmlarga qaratiladi. Umumlashgan programmalash maqsadi berilganlar turlariga bog'liq bo'lmagan programma kodini yozishdir. C++ tilidagi qoliplar umumlashgan programmalashning vositasi hisoblanadi.

Qoliplar - berilganlar turlaridan, funksiyalar va sinflar aniqlanishlaridan foydalanish ma'nosida umumlashtirishga imkon beruvchi tushunchalardir. Shu sababli ularni parametrlashtirilgan funksiyalar yoki parametrlashtirilgan sinflar deyiladi. Aksariyat hollarda "*qolipli funksiyalar*" va "*qolipli sinflar*" terminlari ishlatiladi.

8.1. Funksiyalar qoliplari

Funksiya qolipi funksiyaning umumlashgan aniqlanishi bo'lib, uning asosida kompilyator foydalanuvchi tomonidan berilgan turdagi funksiya vakilini yaratadi.

Funksiya qolipini e'lonining sintaksisi quyidagi ko'rinishga ega:

```
template < class T1 | T1 <identifiktor1>,
           class T2 | T2 <identifiktor2>,
           ...
           class Tn | Tn <identifiktorn> >
<Qaytaruvchi qiymat turi> <funksiya nomi> (<parametrlar ro'yxati>)
{
 // funksiya tanasi
}
```

`template` kalit so'zidan keyin burchakli qavs ichida bir-biridan vergul bilan ajratilgan parametrlar ro'yxati keladi. Har bir parametr - `class` kalit so'zi yoki tur nomi va undan keyin identifikatordan iborat bo'ladi. Ayrim hollarda, berilganlarning parametrlashgan turini berish uchun `class` so'zi o'rniga `typename` kalit so'zi ishlatilishi mumkin.

E'londagi `class` yoki `typename` kalit so'zidan keyingi qolip parametrlariga *parametrlashgan turlar* deyiladi. Ular kompilyatorga qolipda parametr sifatida qanday berilganlar turi ishlatilayotganini bildiradi. Tur nomi va identifikatordan

iborat qolip parametri kompilyatorga qolip parametri ko‘rsatilgan turdagi konstanta ekanligini bildiradi.

Funksiya qolipini aniqlash va chaqirishga misol ko‘raylik.

```
#include <iostream.h>
template <class T>
T Kvadrat(T x){return x*x;}
template <class T>
T* Almashtirish(T * t, int ind1, int ind2)
{
 T Vaqtincha=t[ind1];
 t[ind1]=t[ind2];
 t[ind2]=Vaqtincha;
 return t;
}
template <typename T1,typename T2>
void Ekranga(T1 x,T2 y)
{
 cout<<x<<"\t"<<y<<endl;
}
template <class T,int siljish>
void Obect_Adresi(T * obj, unsigned int * pAdres)
{
 *pAdres=(unsigned int) & obj[0]+siljish*sizeof(T);
}
int main()
{
 int n=10,kv_n,i=1,j=3;
 double d=10.21, kv_d;
 char * satr="Qolip";
 kv_n=Kvadrat(n);
 kv_d=Kvadrat(d);
 int Massiv[10];
 unsigned int adres=0;
 cout<<"n="<<n<<" Qvadrat n="<<kv_n<<endl;
 cout<<"d="<<n<<" Qvadrat d="<<kv_d<<endl;
 cout<<"satr="<<satr<<" O'zgargan satr= "<< Almashtirish(satr,i,j)<<endl;
 cout<<"Son va uning qvadrati:\n";
```

```
Ekranga(n,d);
Ekranga(kv_n,kv_d);
Obect_Adresi<int,5>(Massiv, &adres);
cout<<"Arr[5] element adresi = " <<hex<<showbase<<adres;
return 0;
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagilar chop etiladi:

```
n=10 Qvadrat n=100
d=10 Qvadrat d=104.244
satr=Qolip O'zgargan satr=Qilop
Son va uning qvadrati:
10      10.21
100     104.244
Arr[5] element adresi = 0x12ff50
```

Xuddi oddiy funksiyalardek funksiyalar qolipining prototipini e'lon qilish mumkin. Masalan:

```
template <class T>
T Kvadrat(T x);
```

Funksiya qolipi va uning prototipidagi parametrlar nomi ustma-ust tushmasligi mumkin:

```
template <class T, class S>    // Funksiya qolipi prototipi
void Fun(T,S);
...
template <class U, class V>   // Funksiya qolipi aniqlanishi
void Fun(U,V)
{
 // Funksiya tanasi
}
```

Funksiya qolipining prototipidagi har bir parametr qolip aniqlanishida ishlatilishi kerak. Masalan, quyidagi holat xatolikka olib keladi:

```
template <class T,class S>
T Fun(S);
```

Funksiya qolipining parametrlarining nomlari bir xil bo'lmasligi kerak. Quyidagi e'lon xato hisoblanadi:

```
template <class T,class T>
T Fun(T,T);
```

Qolipli funksiya tashqi, statik va joylashuvchi deb e'lon qilinishi mumkin. Buning uchun mos kalit so'zlar template qatorining oxirida yozilishi kerak bo'ladi:

```
template <class T, class S> extern      // Tashqi qolipli funksiya prototipi
void Fun2(T,S);
template <class T> static               // Statik qolipli funksiya prototipi
T Fun2(T);
template <class T, class S> static      // Joylashuvchi qolipli funksiya prototipi
T* Fun3(T,S);
```

Qolipli funksiyaning har bir tur bilan birinchi chaqirilishida uning vakili yaratiladi va bu jarayonga *qolipli funksiyani konkretlash* deyiladi. Yuqorida keltirilgan programmadagi

```
kv_n=Kvadrat(n);
kv_d=Kvadrat(d);
```

chaqirishlar butun tur uchun Kvadrat() funksiyasini, ikkinchi ko'rsatmani bajarish uchun esa bu funksiyasining haqiqiy tur uchun vakilini yaratadi.

Funksiya qolipini konkretlashtirishda uning parametrlari uchun boshqa turdan oshkor ravishda kutilgan turga keltirish amalini bajarish mumkin.

Masalan:

```
template <class T>
void Fun1(T){...};
...
void Fun2(char ch) { Fun1<int>(ch); }
```

Ushbu misolda kompilyator char turidagi ch o'zgaruvchisini int turiga o'tkazadi.

8.2. Sinflar qolipi

C++ tilida sinflar qolipini yaratish ham qo'llab quvvatlanadi. Abstrakt turdagi sinf qolipi aniqlangandan keyin u konkret sinflarni yaratishda ishlatilishi mumkin. Kompilyator tomonidan sinf qolipi va qolip argumentlari bo'yicha konkret sinfni aniqlash jarayoniga *qolipni instansiyalash* deyiladi (template instantiation).

Misol uchun tekislikdagi nuqtani qaraylik. Nuqta koordinatasi double turida bo'lgan Nuqta sinfini yaratishimiz mumkin. Boshqa bir ilovada nuqtaning butun

sonlar koordinatalarida int turida aniqlash zarur bo‘lishi mumkin. Xuddi shunday koordinatalar turlari short, unsigned char turida talab qilinishi mumkin. Har bir holat uchun zarur turdagi koordinatalari bo‘lgan Nuqta sinfini aniqlash orqali masalalani echish mumkin. Bu albatta muammoning ma’qul echimi emas. To‘g‘ri echim - Nuqta sinfining qolipini yaratishdir.

Sinf qolipini aniqlash quyidagi ko‘rinishga ega:

template <*qolip parametrlari*> class <*sinf nomi*> {/*...*/}

Misol uchun Nuqta sinfining qolipi aniqlanishi

```
template <class T> class Nuqta
{
 public:
  Nuqta(T _x=0,T _y=0):x(_x),y(_y){}
  void Chop_Qilish() const { cout<<" ("<<x<<", "<<y<<")"<<endl;}
private:
  T x,y;
};
```

Bu erda T - qandaydir abstrakt tur bo‘lib, uning aniqlanishidagi class so‘zi sinfni emas, balki T - qolip parametri ekanligini bildiradi.

Qolip ichidagi funksiya-a’zolarning aniqlanishi xuddi oddiy sinflar aniqlanishidek. Agar funksiya-a’zolar aniqlanishi sinf aniqlanishidan tashqarida bo‘ladigan bo‘lsa, ularni sintaksisi biroz murakkablashadi. Masalan, Nuqta sinfining Chop_Qilish() funksiya-a’zosining sinfdan tashqaridagi aniqlanishi quyidagicha bo‘ladi:

```
template <class T> void class Nuqta<T>::Chop_Qilish() const
{
 cout<< " ("<<x<<", "<<y<<")"<<endl;
}
```

Programma tarkibiga sinf qolipi kiritilganda abstrakt tur (T) o‘rniga konkret bir tur ko‘rsatilib sinf nusxasi yaratilmaguncha birorta ham sinf yaratilmaydi. Abstrakt tur o‘rniga konkret tur qo‘yishga *qolipni aktuallash* deyiladi. Bu jarayon xuddi oddiy sinflar ob’ektini e’lon qilishdek amal oshiriladi, masalan:

```
Nuqta <int> nuqta_int(10,5);
```

yoki aktuallashtirilgan qolip turiga ko‘rsatkich e’loni qilish va unga new orqali adres berish paytida:

```
Nuqta <double*> nuqta_k=new Nuqta <double>(3.14,2.7);
```

Quyida sinf qolipi ishlatilgan programma matnini keltirilgan.

```
#include <iostream.h>
template <class T> class Nuqta
{
 public:
  Nuqta(T _x=0, T _y=0): x(_x),y(_y){}
  void Chop_Qilish() const  {cout<< " ("<<x<<", "<<y<<")"<<endl;}
private:
  T x,y;
};
int main()
{
 Nuqta <int> nuqta_i;
 Nuqta <double> nuqta_d(3.14,2.7);
 Nuqta <short> nuqta_s(3,2);
 nuqta_i.Chop_Qilish();
 nuqta_d.Chop_Qilish();
 nuqta_s.Chop_Qilish();
 return 0;
}
```

Shuni qayd qilish kerakki, sinf qoliplari sinflar konteynerlarining (boshqa ob'ektlarni saqlashga mo'ljallangan ob'ektlar) standart kutubxonalarini (STL) yaratishda keng qo'llanilgan. Konteynerlar vektorlar, ro'yxatlar, navbatlar, to'plamlar va shunga o'xshash standart tuzilmalar bilan ishlashga mo'ljallangan.

8.3. Qoliplarning standart kutubxonasi (STL)

8.3.1. STL asosiy konsepsiyasi

C++ tili tarkibiga kiruvchi STL kutubxonasi algoritmlarning umumlashgan holda tavsiflashga imkon beradi. Shuni qayd etish kerakki, STL kutubxonasi ob'ektga yo'naltirilgan programmalash namunasi emas, garchi u qolip sinflar vositasida aniqlangan bo'lsa ham. Boshqacha aytganda, STL kutubxonasi umumlashgan programmalash timsoli bo'lib, foydalanuvchiga "*u (STL kutubxonasi) qanday amallarni (funksiyalarni) bajara oladi va ular qanday amalga oshirilgan*" asnosida qiziqish uyg'otadi.

STL ikkita asosiy qismdan iborat: konteyner sinflar majmuasi va umumlashgan algoritmlar majmuasi.

Konteynerlar - bu boshqa bir guruxdagi ob'ektlarni o'z ichiga olgan ob'ektlardir. Konteyner sinflar qoliplar hisoblanadi, shu sababli ularda saqlanadigan ob'ektlar o'rnatilgan yoki foydalanuvchi tomonidan aniqlangan turlarda bo'lishi mumkin. Bu ob'ektlarga nisbatan nusxalash va qiymat berish amallarini qo'llash mumkin.

Konteyner sinflar berilganlarning namunaviy turlari - stek, ro'yxat, navbat va boshqa turlari ustidagi amallarni o'z chichga oladi. *Umumlashgan algoritmlar* - konteynerga qo'llanadigan ko'p sondagi amallarning, masalan, izlash, tartiblash, qo'shish va shu kabi amallarning bajarilishidir. Biroq ular konteyner sinflarning metodlari hisoblanmaydi. Ular STL kutubxonsidagi global qolip funksiyalar ko'rinishida bo'ladi va shuning hisobiga universallikka erishiladi: bu funksiyalar nafaqat turli konteyner sinflar ob'ektlariga qo'llanib qolmasdan, ularni turli toifadagi elementlarga ega massivlarga ham qo'llash mumkin. Algoritmlarning konteyner turlariga nisbatan bog'liq bo'lmasligi ularning konteynerlar bilan vositali bog'lanishi hisobiga bo'ladi: funksiyaga konteyner uzatilmaydi, balki qayta ishlanadigan elementning (diapazonni aniqlovchi first va last) adreslar juftligi uzatiladi. Bu o'zaro ta'sir mexanizmi iteratorlardan foydalanish hisobiga amalga oshiriladi.

Iteratorlar - bu ko'rsatkichlarni umumlashtirilgan konsepsiyasidir: ular konteyner elementlariga ko'rsatadi (murojaat qiladi). Ularga nisbatan oddiy ko'rsatkichlardagi inkrement amalini qo'llash mumkin (konteyner bo'ylab ketma-ket harakatlanish uchun), '•' amali bilan qiymatga murojaat qilish mumkin.

8.3.2. Konteynerlar

Konteynerlarni ikki toifaga bo'lish mumkin: *ketma - ket* va *assotsiativ*.

Ketma - ket konteynerlar bir turdagi chekli ob'ektlarni uzluksiz ketma-ketlik ko'rinishida saqlashni ta'minlaydi. Tayanch ketma-ket konteynerlarga vektorlar (vector), ro'yxatlar (list), va ikki tomonli navbatlar (deque). Bundan tashqari maxsus konteynerlar (konteynerlar adapterlari) steklar (stack), navbatlar (queue) va ustunlikli navbatlar (priorety_queue).

Programmada konteynerlardan foydalanish uchun mos sarlavha faylni qo'shish kerak. Konteynerlarda saqlanadigan ob'ektlar turi qolip argumenti yordamida beriladi. Masalan:

```
vector <int> Avec;      // int turidagi Avec vektori yaratiladi
list <Talaba> Guruh;    // Talaba turidagi ro'yxatni yaratish
```

Assotsiativ konteyner kalit bo‘yicha berilganlar murojaat qilishni ta’minlaydi. Bu konteynerlar balanslangan daraxtlar asosida qurilgan. Besh turda assotsiativ konteynerlar mavjud: lug‘atlar (map), dublikatli lug‘at (multimap), to‘plamlar (set), dublikatli to‘plamlar (multiset) va bitli to‘plamlar (bitset).

8.3.3. Iteratorlar

Konteyner elementlari turli xil ravishda xotirada joylashishi mumkin, masalan, massivlar xotirada ketma-ket joylashadi, unda bir elementdan ikkinchisiga o‘tish ko‘rsatkich arifmetikasi orqali amalga oshirilishi mumkin. Chiziqli ro‘yxat ko‘rinishida ob’ektlar uchun ko‘rsatkichlar arifmetikasini qo‘llab bo‘lmaydi, chunki ro‘yxatni navbatdagi element adresi xotiraning ixtiyoriy adresida bo‘lishi mumkin, ya’ni ro‘yxat elementlari xotirada uzluksiz joylashishi shart emas. Shu sababli har bir sinf uchun o‘zining iteratori bo‘lishi kerak. Barcha STL konteyner sinflari uchun iterator turi aniqlangan bo‘lib, lekin ularni amalga oshirish turlicha. Masalan, vector sinfi uchun undagi elementlar ketma-ket joylashganligi uchun iterator typedef T * iterator ko‘rinishida aniqlanadi, list sinfi uchun iterator alohida sinf ko‘rinishida amalga oshiriladi.

Har bir iterator tomonidan bajariladigan asosiy amallar:

- iterator qiymatini olish: p - iterator, *p - u murojaat qiladigan ob’ekt qiymati;
- bir iteratorni ikkinchisiga qiymat sifatida berish;
- iteratorlarni tenglik (==) va teng emaslikka tekshirish (!=);
- konteyner bo‘yicha harakatlanish - prefiks ravishda (++r), postfiks (r++).

Har bir sinf uchun iterator ko‘rish sohasiga ruxsat berish (“::”) orqali ko‘rsatiladi. Masalan,

```
vector <int>:: iterator iter1;
list <Talaba>:: iterator iter2;
```

Konteyner elementlarini “*aylanib chiqish*” uchun takrorlash operatori o‘ziga hos ko‘rinishda aniqlanadi: Agar i - qandaydir iterator bo‘lsa

```
for (i=0; i<n; i++)
```

o‘rniga

```
for (i=first; i! = last; ++i)
```

yoziladi. Bu erda first - konteyner birinchi elementiga ko‘rsatkich qiymati, last - konteyner oxirgi elementidan keyin mavhum elementga ko‘rsatkich qiymati, ‘<’ amali ‘!’ amali bilan almashtirilgan.

8.3.4. Konteynerlar umumiy xossalari

Quyida aksariyat konteyner sinflarda typedef yordamida aniqlanidan turlar ro'yxati keltirilgan.

STLda aniqlangan unifikatsiya qilingan turlar

Maydon	Izoh
value_type	Konteyner elemeni turi
size_type	Indekslar turi, elementlar hisoblagichi va haqozo (unsigned int)
iterator	Iterator
const_iterator	O'zgarmas iterator
reference	Elementga ko'rsatkich
const_reference	Elementga o'zgarmas ko'rsatkich
key_type	Kalit turi (assotsiativ konteynerlar uchun)
key_compare	Taqqoslash kriteriyasi turi (assotsiativ konteyner uchun)

Barcha konteynerlar uchun umumiy amallar va metodlar

Amal yoki metod	Izoh
= =, ! =	true yoki false qaytaradi
=(qiymat berish)	Bir konteynerni ikkinchisiga nusxalaydi
clear	Barcha elementlarni o'chiriladi
insert	Bitta elementni yoki elementlar diapazonini qo'shish
erase	Bitta elementni yoki elementlar diapazonini o'chirish
size_type size () const	Elementlar sonini qaytaradi
size_type max_size () const	Konteynerning mumkin bo'lgan maksimal o'lchamini qaytaradi
bool empty ()const	Konteyner bo'sh bo'lsa, true qaytaradi
iterator begin ()	Iteratorni konteyner boshiga qaytaradi
iterator end ()	Iteratorni konteyner oxiriga qaytaradi
reverse iterator begin ()	Reversiv iteratorni konteyner oxiriga qaytaradi (to'g'ri yo'nalishdagi iteratsiya tugatiladi)
reverse iterator end ()	Reversiv iteratorni konteyner boshiga qaytaradi (teskari yo'nalishdagi iteratsiya tugatiladi)

8.3.5. Algoritmlar

Algoritm - konteyner (konteynerlar) elementlari ustida qandaydir amallarni bajaradigan funksiya. Umumlashgan algoritmlarni programmada qo'llash uchun <algorithm> sarlavha faylini kiritish kerak.

STL algoritmlari (qisman)

Algoritm	Vazifasi
accumulate	Berilgan diapozondagi elementlar yig'indisini hisoblash
copy	Birinchi elementdan boshlab ketma-ketlikki nusxalash
count	Ketma-ketlikka kiruvchi qiymatlar miqdorini hisoblash
count_if	ketma-ketlikdagi shart bajariluvchi elementlar soni
equal	Ikkita ketma-ketlikning mos elementlari juftligining tengligini tekshirish
fill	Ketma-ketlikning barcha elementlarini berilgan qiymat bilan almashtirish
find	Qiymatning qetma-ketlikka birinchi kirishini topish
find_first_of	Bir ketma-ketlikning ikkinchi ketma-ketlikdagi birinchi kirishini topish
find_if	Ketma-ketlikdagi berilgan shartga mos keluvchi birini elementini topish
for_each	Ketma-ketlikning har bir elementi uchun funksiyani chaqirish
merge	Tartiblangan ketma-ketliklarni qo'shish
remove	Berilgan qiymatli elementlarni ko'chirish
replace	Berilgan qiymatli elementlarni almashtirish
search	Bir ketma-ketlikni ikkinchi ketma-ketlikka birinchi kirishini topish
sort	Tartiblash
swap	Ikkita elementlarni o'zaro almashtirish
transform	Ketma-ketlikning har bir elementi ustida berilgan amalni bajarish

Ro'yxatda keltirilgan algoritmlarning boshdagi ikkita parametrlari qayta ishlanadigan elementlarning [first, last) - yarim interval ko'rinishidagi diapazonini beradi, bu erda first - diapazon boshini ko'rsatuvchi iterator, last - diapazondan tashqariga chiqqanlikni ko'rsatuvchi iterator.

Masalan, agar sonlar massivi

```
int massiv[7]={5,9,-3,6,1,3,2}
```

ko'rinishida aniqlangan bo'lsa, uni sort algoritmi bilan tartiblash quyidagi ko'rinishda amalga oshiriladi:

```
sort(massiv,massiv+7);
```

Bu erda massiv iterator sifatida ishlatiluvchi int* turidagi ko'rsatkich.

Misol.

```
#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <vector.h>
#include <algorithm.h>
int main()
{
 ifstream in("sonlar.txt");
 if (!in) {cerr << "Fayl topilmadi!"; exit(1);}
 vector <int> v;
 int x;
 while (in >> x)  v.push_back(x);
 sort(v.begin(), v.end());
 vector<int>:: const_iterator i;
 for(i=v.begin(); i!=v.end(); ++i)
 cout << *i << " ";
 return 0;
}
```

8.3.6. Konteynerlar adapterlari

Maxsus ketma-ket konteynerlar - stek, navbat va ustunli navbat mustaqil konteyner sinflari bo'lmasdan, yuqorida qaralgan sinflar asosida amalga oshirilgan va shu sababli *konteynerlar adapterlari* deyiladi.

Stek- stack qolip sinfi (< stack >sarlavha fayli) quyidagicha aniqlangan:

```
Template <class T, class Container = deque <T> > class stack {/*...*/},
```

bu erda Container parametri prototip sinfni aniqlaydi. Kelishuv bo'yicha stek uchun deque prototip sinf hisoblanadi.

stack sinfi interfeysi

stack sinf metodlari	Prototip sinf metodlar
push()	push_back()
pop()	pop_back()
top()	back()

empty() size()	empty() size()

Shuni qayd etish kerakki, pop() metodi o'chirilgan qiymatni qaytarmaydi. Shu sababli, stek uchida qiymatni o'qish (olish) uchun top() metodi qo'llaniladi. Stek bilan ishlashga misol.

```
int main ()
{
 ifstream in ("sonlar.txt");
stack <int> s;
int x;
while (in >>x) s.push (x);
while ( !s.empty () )
 {
  cout << s.top () << ' ';
  s.pop ();
 }
 return 0;
}
```

Agar stek elementi nisbatan murakkab turdagi qiymat bo'lishi kerak bo'lsa masalan, ro'yxat asosida u quyidagicha e'lon qilinadi.

```
stack<int, list<int> > s;
```

Navbat - qolip sinfi (sarlavha fayli) adapter bo'lib, unda ikki tomonlama navbat yoki ro'yxat amalga oshirilgan. Navbat berilganlarni bir tomondan joylash, ikkinchi tomondan olish uchun ishlatiladi.

queque sinf metodlari	Prototip sinf metodlar
push ( )	push_back()
pop( )	pop_front ()
front( )	front( )
back( )	back( )
empty( )	empty( )
size( )	size( )

Ustunli navbat - priority queque qolip sinfi (<queque > sarlavha fayli) qo'llab-quvvatlaydigan amallar oddiy sinfidan farqli ravishda qiymat olishda konteynerdan maksimal qiymatli element olinadi. Shu sababli har bir o'qishdan keyin maksimal qiymatli element konteynner boshiga suriladi. Agar ustunli navbat

elementi murakkab bo‘lsa. xususan, sinf ob’ektlari uchun tashkil qilinsa, sinfda ‘<’ amali aniqlangan bo‘lishi kerak. Ustunli navbat bilan ishlash bo‘yicha misol:

```
int main()
{
 priority_queque <int> P;
P.push (17); P.push (5); P.push (400); P.push (17); P.push (1);
while (! P.empty ())
{
 cout << P.top () << " " << ;
 P.pop ();
}
 return 0;
}
```

Programma ishlash natijasida quyidagilar chop etiladi:

```
2500 400  17  5  1
```

8.3.7. Funksional ob’ektlar

Qandaydir sinf ob’ekti *funksional ob’ekt* deyiladi, agar uning uchun yagona operator () funksiyani chaqirilishi aniqlangan bo‘lsa.

Standart kutubxonada C++ tilidagi taqqoslash amali uchun funksional ob’ektlarning qoliplari aniqlangan bo‘lib, u bool turidagi qiymatini qaytaradi.

Amal	Ekvivalent predikat (funksional ob’ekt)
==	equal_to
! =	not equal_to
>	greater
<	less
> =	greater_equal
< =	less_equal

Algoritm argumenti sifatida qo‘yilganda bu qoliplarni instalyasiyalash kerak bo‘ladi. Masalan, oldingi keltirilgan misoldagi V vektorni tartiblashda sort() algoritmini chaqirishni quyidagicha almashtirish mumkin:

```
sort (V. begin, V.end (), greater < double > ());
```

Teskari iterator - bu iterator konteynerda oxiridan boshiga harakatlanish uchun mo‘ljallangandir. Masalan, vector < double > V konteyner aniqlangan bo‘lsa, unda teskari harakatlanish uchun quyidagi programma fragmentini yozish mumkin:

```
vector < dovble > :: reverse  iterator ri;
ri=V. R begin ( );
while (ri=V. Rend ( )) cout < < *ri+ + < < '';
```

Shunga e'tibor berish kerakki, iterator uchun qo'llanilgan inkrement amali konteynerdagi ko'rsatkichini ayni paytda u ko'rsatib turgan elementidan oldingisiga o'tishini anglatadi.

8.3.7. Assotsiativ konteynerlardan foydalanish

Assotsiativ konteynerlarda elementlar chiziqli ketma-ketlikda joylashmagan bo'ladi. Ular nisbatan murakkab tuzilmalar ko'rinishida tashkil qilingan bo'lib, izlashda katta yutuqlarni beradi. Izlash bitta son yoki satr ko'rinishidagi kalitlar yordamida amalga oshiriladi.

Quyida STLdagi assotsiativ konteynerlarning ikkita asosiy kategoriyasi qaraladi: to'plamlar va lug'atlar. To'plamda (set) ob'ektlar, ularning atributi hisoblangan qandaydir kalit bo'yicha tartiblanadi. Masalan, to'plam "*Talaba*" sinfi ob'ektlarini talabaning familiya, ismi va sharifi maydoni bo'yicha tartiblangan ketma-ketligini saqlash mumkin.

Lug'atga (map) ikkita ustundan iborat jadval deb qarash mumkin. Birinchi ustunda o'z ichida kalit bo'lgan ob'ekt, ikkinchida qiymat - ob'ektlar joylashadi. To'plam va lug'atlarda barcha kalitlar unikal hisoblanadi (kalitga faqat bitta qiymat mos keladi).

Multito'plam (multiset)va multilug'atlarda (multimap) bitta kalitga bir nechta qiymat mos kelishi mumkin.

To'plam qolipi ikkita parametrga ega: kalit turi va "*kichik*" munosabatini aniqlovchi funksional ob'ekt turi:

```
template < class key, class compare = less < key > > class set {/*...*/}
```

To'plam qolipi (set) turidagi konteynerlarni ishlatish uchun <set> sarlavha faylini qo'shish kerak bo'ladi.

Uch xil usulda set turidagi ob'ektni aniqlash mumkin:

```
set < int > set1;                    // Bo'sh tuplamni yaratish
int[5] = {1,2,3,4,5};
set < int > set2 (a,a+5);    // Massivni nusxalash orqali to'plam hosil qilish
set < int > set3 (set2 );            // Boshqa to'plamdan nusxalash
```

To'plamga elementni qo'shish uchun insert() metodini, o'chirish uchun erase() metodini qo'llash mumkin.

Barcha assotsiativ konteynerlarda count() metodi bo'lib, ular berilgan kalitli elementlar sonini qaytaradi. To'plamlar va lug'atlarda kalitlar yagona bo'lgani uchun count() metodi element topilsa 1, topilmasa 0 qaytaradi.

To'plam uchun to'plamlar nazariyasidagi quyidagi amallar aniqlangan:

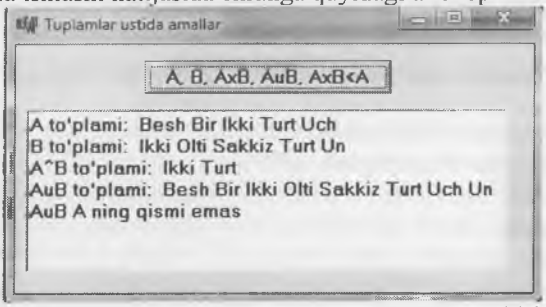
- includes algoritmi bitta ketma-ketlikni ikkinchisining ichida kirishini aniqlaydi. Natija true bo'ladi, agar [first2,last2) ketma-ketligining har bir elementi [first1, last1) ketma-ketlikda mavjud bo'lsa;
- set_intersection algoritmi bir paytda birinchi va ikkinchi to'plamga kiruvchi tartiblangan to'plamlar kesishmasini hosil qiladi;
- set_union algoritmi birinchi va ikkinchi to'plamlarning elementlari takrorlanmaydigan birlashmasini qaytaradi.

Yuqorida keltirilgan algoritmlardan foydalanishga misol:

```
#include <vcl.h>
#include <set.h>
#include <algorithm.h>
#include "Unit1.h"
...
typedef set <String> setS;
void print(String s, setS S, TMemo* memo)
{
setS:: iterator i;
for (i=S.begin(); i! = S.end(); ++i) s+=" "+*i;
memo->Lines->Add(s);
}
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
const int N=5;
String S1[N]={"Bir","Ikki","Uch","Turt","Besh"};
String S2[N]={"Ikki","Turt","Olti","Sakkiz","Un"};
setS A(S1,S1+N);
setS B(S2,S2+N);
print("A to'plam: ",A, Memo1);
print("B to'plam: ",B, Memo1);
setS AxB,AuB;
set_intersection(A.begin(),A.end (),B.begin(),B.end(),inserter(AxB,AxB.begin()));
print("A^B to'plami: ",AxB,Memo1);
set_union(A.begin(), A.end (), B.begin(), B.end(), inserter(AuB, AuB. begin () ));
print("AuB to'plami: ",AuB, Memo1);
```

```
  if(includes(A.begin(),A.end(),AuB.begin(),AuB.end()))Memo1->Lines->Add("AuB A ning qismi");
  else Memo1->Lines->Add("AuB A ning qismi emas");
}
```

Programma ishlashi natijasida ekranga quyidagilar chop etiladi:



Kalit bo'yicha elementga murojaat [] amali orqali amalga oshiriladi:

```
T& operator [ ] (const Key &x);
```

Uning yordamida nafaqat element qiymatini olish mumkin, balki lug'atga yangi element ko'shish mumkin.

map turidagi konteynerni ishlatish uchun <map> sarlavha fayli qo'shilishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Б. Страуструп. Язык программирования С++. Специальное издание.- М.:ООО «Бином-Пресс», 2006.-1104 с.

2. Глушаков С.В., Коваль А.В., Смирнов С.В. Язык программирования С++: Учебный курс.- Харьков: Фолио; М.: ООО «Издательство АСТ», 2001.- 500с.

3. Павловская Т.А. С++. Программирование на языке высокого уровня - СПб.: Питер. 2005.- 461 с.

4. Шильт Г. Полный справочник по С++.4е-изд.-М.:Издательский дом "Вильямс", 2003. 800 с.

5. Подбельский В.В. Язык СИ++.- М.; Финансы и статистика- 2003 562с.

6. Павловская Т.С. Щупак Ю.С. С/С++. Структурное программирование. Практикум.-СПб.: Питер,2002-240с

7. Павловская Т.С. Щупак Ю.С. С++. Объектно-ориентированное программирование. Практикум.-СПб.: Питер,2005-265с

8. Иванова Г.С., Ничушкина Т.Н., Пугачев Е.К. Объектно-ориентированное программирование: Учеб. для вузов/Под редакцией Г.С. Ивановой.-М.: Из-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2001.-302с.

9. Калверт Ч., Рейсдорф К. Borland C++ Builder 5. Энциклопедия программиста: К.: - Издательство «Диасофт», 2001.-944с.

10. Мадрахимов Ш.Ф.,Гайназаров С.М. С++ тилида программалаш асослари. Услубий қўлланма. ЎзМУ, 2009 й, 196 бет.

11. A.A.Xaldjigitov, Sh.F.Madraximov, U.E.Adamboev Informatika va programmalash. O'quv qo'llanma, O'zMU, 2005 yil, 145 bet.

12. A.A.Xaldjigitov, Sh.F.Madraximov, A.M.Ikromov, S.I.Rasulov Pascal tilida programmalash bo'yicha masalalar to'plami. O'quv qo'llanma, O'zMU, 2005 yil, 94 bet.

13. Sh.F.Madraximov, A.M.Ikromov, M.Babajanov C++ tilida programmalash bo'yicha masalalar to'plami. O'quv qo'llanma, O'zMU, 2014 yil, 164 bet.