Глава 11. ОБЪЕКТЫ

- Описание классов, создание объектов
- Ограничение доступа к полям и методам
- Создание библиотек классов
- Реализация принципа наследования
- Полиморфизм
- Раннее связывание
- Позднее связывание, виртуальные методы

ОПИСАНИЕ КЛАССА

Класс – это структурный тип данных, который включает описание полей данных, а также процедур и функций (методы), работающих с этими полями.

```
Type
   PMouse = ^TMouse;
   TMouse = object          {class}
      Visible : Boolean;    {признак включен/выключен}
      Keys : Byte;          {количество кнопок}
      constructor Init;     {конструктор}
      destructor Done;      {деструктор}
      procedure On;         {включить указатель мыши}
      procedure Off;        {выключить указатель мыши}
   end;;
```

Метод Init создает и инициализирует объект – конструктор (описание начинается со слова constructor). Любой класс должен иметь как минимум один конструктор (если у класса есть виртуальные методы).

Обратным конструктору является метод уничтожения объекта Done – деструктор (описывается словом destructor). Класс не может иметь более одного деструктора.

Если объект динамический, то конструктор выделяет память для него в куче, а деструктор – освобождает память.

СОЗДАНИЕ ОБЪЕКТА

Объект – это экземпляр класса (переменная типа object или class). Подобно записи, объект используется с префиксной частью в виде имени этого объекта.

Статический объект:

```
Var
   Mouse : TMouse;
Begin
   Mouse.Init;      {инициализация объекта}
   Mouse.On;        {включить указатель мыши}
   ...
End.
```

Динамический объект:

```
Var
   Mouse : PMouse;      {тип – указатель на TMouse}
Begin
   New(Mouse,Init);       {инициализация объекта}
   Mouse^.On;             {включить указатель мыши}
   ...
   Dispose(Mouse,Done); {уничтожить объект}
End.
```

ОГРАНИЧЕНИЕ ДОСТУПА К ПОЛЯМ И МЕТОДАМ

```
if Mouse^.Keys > 0 then
   begin
      Mouse^.On;
      ...
      Mouse^.Off;
   end;
```

Фрагмент ошибочен с точки зрения объектного подхода, поскольку нарушен принцип **инкапсуляции**. Получать информацию об объекте следует только при помощи операции селектора, т.е. специальным методом.

ОГРАНИЧЕНИЕ ДОСТУПА К ПОЛЯМ И МЕТОДАМ

```
Type
   PMouse = ^TMouse;
   TMouse = object
      constructor Init;
      destructor Done;
      procedure On;
      procedure Off;
      function GetKeys : Byte; {число кнопок у мыши}
      function IsVisible : Boolean; {видна мышь или нет}
   private
      Visible : Boolean;
      Keys : Byte;
   end;
```

Введены два метода-селектора GetKeys, IsVisible для определения состояния объекта.

Сами поля Visible и Keys убраны в специальную частную секцию private. Эта секция делает недоступными для непосредственного использования в программе поля и методы, расположенные в ней.

БИБЛИОТЕКИ КЛАССОВ

При создании библиотек классов они описываются в отдельных модулях, которые могут подключаться к основной программе для использования этих классов. Для соблюдения принципа инкапсуляции, класс описывают в разделе Interface, а его методы – в разделе Implementation, что позволяет "скрыть" внутреннее содержание методов.

```
Unit UMouse;
Interface                    {секция интерфейса}
   Type
      PMouse = ^TMouse;
      TMouse = object
         constructor Init;
         destructor Done;
         procedure On;
         procedure Off;
         function GetKeys : Byte;
         function IsVisible : Boolean;
      private
         Visible : Boolean;
         Keys : Byte;
      end;
```

```
Implementation          {секция реализации}
   constructor TMouse.Init;
      begin
      ...
      end;
   ...
   function TMouse.IsVisible : Boolean;
      begin
      ...
      end;
...
End.
```

```
   Program Example;
      Uses UMouse;    {подключение модуля с классом}
      Var Mouse : PMouse;
      Begin
      ...
      End.
```

НАСЛЕДОВАНИЕ

При наследовании объекты класса-потомка получают возможность использования ("наследуют") полей и методов класса-родителя, что позволяет повторно не определять эти компоненты класса.

```
Program NewMouseDemo;
  Uses UMouse;  {подключаем созданный ранее модуль}
   Type
      PNewMouse = ^TNewMouse;
      TNewMouse = object(TMouse)    {предок - TMouse}
         function GetClick(Var X,Y : Word) : Byte;
      end;
  Var
      Mouse : PNewMouse;
      A,B : Word;
      Button : Byte;
  Function TNewMouse.GetClick(Var X,Y : Word): Byte;
      begin                {функция возвращает номер нажатой
      ...                  кнопки в своем значении и текущие
                           координаты мыши в параметрах-
      end;                 переменных};
```

```
Begin
   New(Mouse,Init);
   if Mouse^.GetKeys > 0 then
      begin                    {проверка, подключена ли мышь}
         Mouse^.On;
         repeat
            Button := Mouse^.GetClick(A,B);
            if Button > 0 then
               Writeln(Button,A,B);
         until Button = 3;
         Mouse^.Off;
      end;
   Dispose(Mouse,Done);
End.
```

Новый класс TMouseNew унаследовал все свойства класса TMouse, т.к. является его потомком. Соответственно, класс TMouse для класса TMouseNew является предком, или родителем. В новом классе описан только один новый метод GetClick для получения информации о нажатой кнопке. При этом все методы класса TMouse становятся доступными для экземпляров класса TMouseNew.

```
Var M1 : PMouse; M2 : PNewMouse; ... M1 := M2 {допустимо}
```

ПОЛИМОРФИЗМ

В объектно-ориентированном программировании полиморфизм проявляется в возможности переопределять методы класса-предка, т.е. расширять свойства объекта путем "перестраивания" его методов.

```
Type
   PPoint = ^TPoint;          {объект – точка на экране}
   TPoint = object
      X, Y : Word;
      Color : Byte;
      constructor Init (InitX, InitY : Word;
                        InitColor : Byte);
      destructor Done;
      procedure Draw;
   end;
   PCircle = ^TCircle;  {объект - окружность на экране}
   TCircle = object(TPoint)  {производный от TPoint}
      Radius : Word;
      constructor Init (InitX,InitY,InitRadius:Word;
                        InitColor : Byte);
      procedure Draw;
   end;
```

ПОЛИМОРФИЗМ

```
Constructor TPoint.Init;    {при создании объекта
   begin                    задаются координаты точки и
      X := InitX;           ее цвет через параметры
      Y := InitY;           конструктора}
      Color := InitColor;
   end;
Destructor TPoint.Done;     {нет операторов, объект
   begin end;          уничтожается с помощью Dispose}
Procedure TPoint.Draw;
   begin
     Writeln('Рисуем точку x,y=',x,y,'Цвет=',Color);
   end;
Constructor TCircle.Init;
   begin
      Radius := InitRadius;
      TPoint.Init(InitX,InitY,InitColor);
   end;
Procedure TCircle.Draw;
   begin
     Writeln('Рисуем окружность x,y,R=',x,y,Radius,
                                        'Цвет=',Color);
   end;
```

ПОЛИМОРФИЗМ

В программе описаны два класса: TCircle и его потомок TPoint. Деструктор Done наследуется, а методы Init и Draw на основе полиморфизма перекрываются.

В конструкторе класса TCircle не только инициализируется новое поле Radius, но и вызывается в явном виде конструктор "родителя". Это делается для того, чтобы проинициализировать те поля, которые "перешли по наследству" этому классу.

Метод Draw класса TCircle описан заново – рисование окружности отличается от рисования точки.

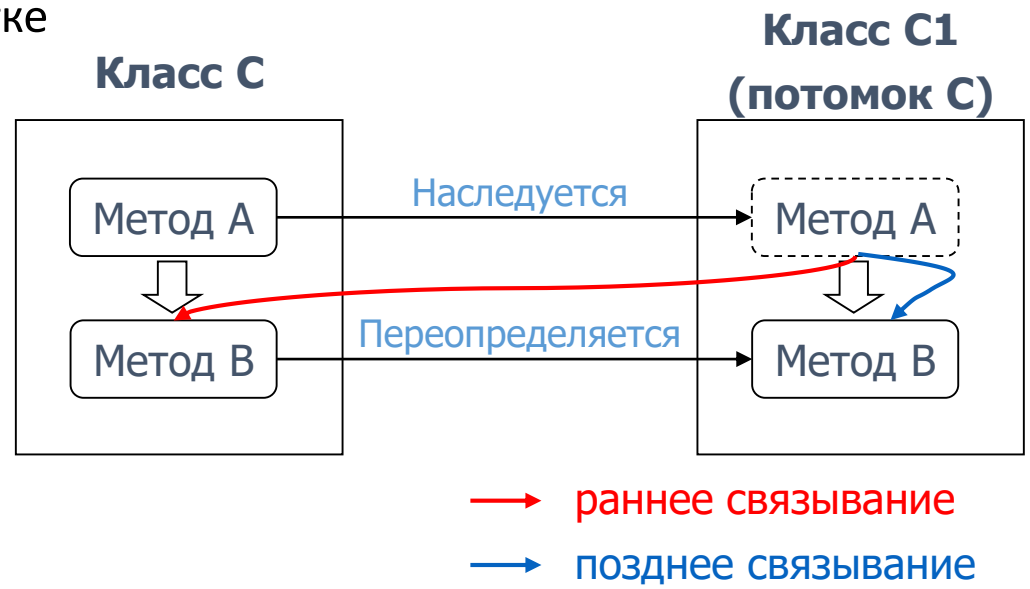
Приведенный пример относится к случаю **простого полиморфизма**, когда при вызове переопределенного метода тип объекта (класс), для которого вызывается данный метод, точно известен. При этом адреса методов-процедур, которые ассоциируются с именем Draw, и где размещаются команды этих методов, подставляются в вызовы данных методов на этапе компиляции. Такой процесс называется **ранним связыванием** – т.е. включением в машинный код точных адресов на те точки программы, с которых начинается размещение кода метода (такой метод называется **статическим**).

```
Var
   Point : PPoint;  Circle : PCircle;
Begin
... Point^.Draw; Circle^.Draw; ...
End.
```

ПОЛИМОРФИЗМ

Действия компилятора при обработке статических методов объектов, связанных иерархически:

1. При вызове метода компилятор устанавливает тип объекта, вызывающего метод.
2. Установив тип, компилятор ищет метод в пределах типа объекта. Найдя его, компилятор назначает вызов этого метода.



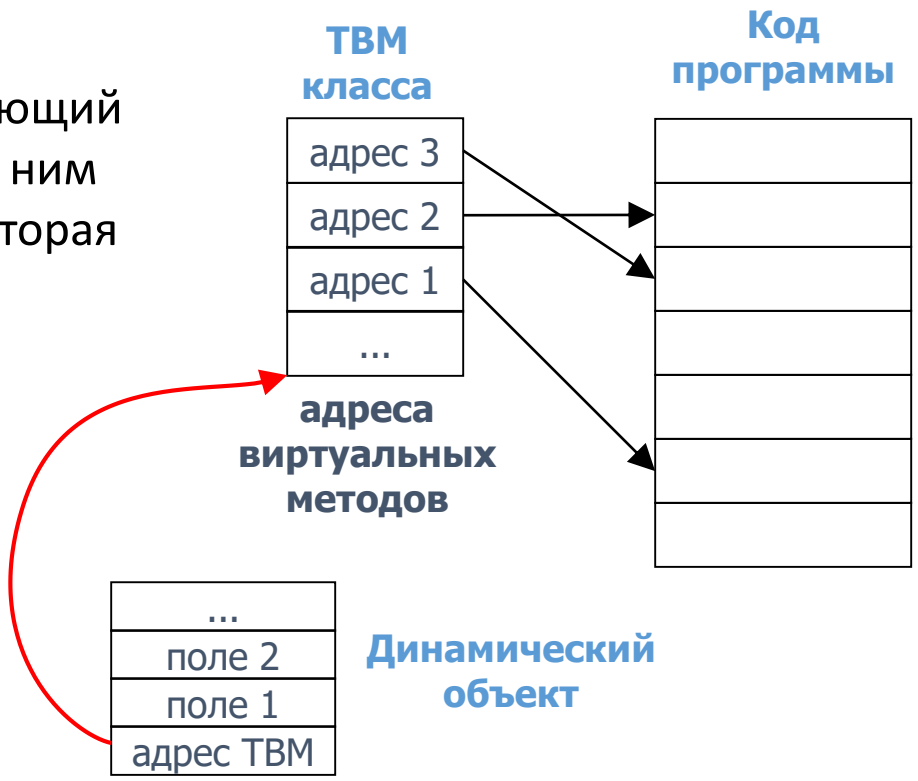
3. Если метод не найден, то компилятор начинает рассматривать тип непосредственного прародителя и ищет метод, имя которого вызвано, в пределах родительского типа. Если он найден, то вызов заменяется на вызов метода родителя. Если нет, то компилятор "поднимается" еще на один уровень и т.д. При этом, если метод родителя вызывает другие методы, то последние также будут методами родителя, даже если потомки имеют свои собственные методы.

Для стандартизации работы с объектами, имеющими полиморфные методы, введено понятие **позднего связывания**, когда компилятор формирует косвенное обращение к адресу ТВМ. Реальный адрес нужного метода не известен до момента выполнения программы. Этот метод подключается в процессе выполнения программы, когда однозначно определен тип объекта (класс).

ПОЛИМОРФИЗМ

Замещаемые (полиморфные) методы объектов, для которых необходимо реализовать механизм позднего связывания, называют **виртуальными** и отмечают в описании объекта стандартной директивой virtual. Одни и те же виртуальные методы должны иметь одинаковые заголовки у всех объектов данной иерархии. Метод, объявленный виртуальным в некотором классе, обязан быть виртуальным и во всех его наследниках. Использование механизмов позднего связывания возможно как для статических, так и динамических объектов (размещенных в динамической памяти).

Каждый класс, содержащий или наследующий виртуальные методы, имеет связанную с ним **таблицу виртуальных методов** (ТВМ), которая размещается в статической памяти.
В этой таблице содержится, в частности, информация об явных адресах всех виртуальных методов данного класса.
При создании объекта (после выполнения метода-конструктора) в него добавляется специальное поле – указатель на ТВМ данного класса.

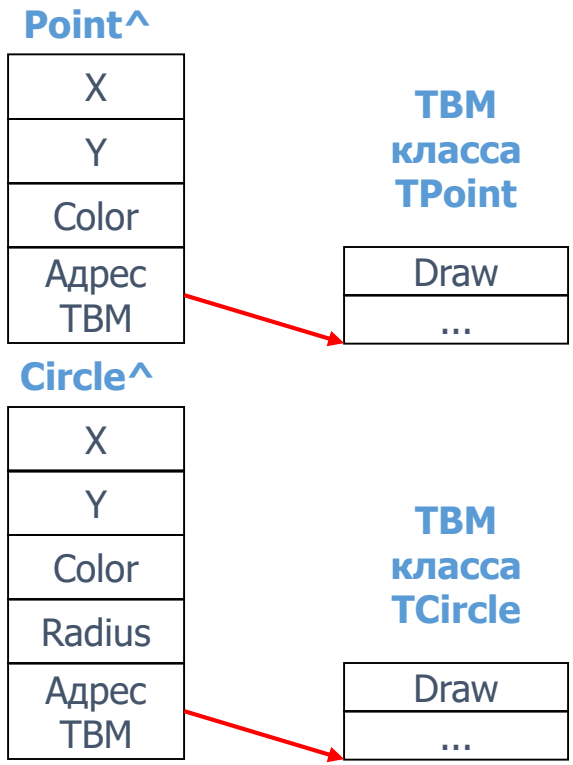


ВИРТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

```
Type
   PPoint = ^TPoint;
   TPoint = object
      X, Y : Word;
      Color : Byte;
      constructor Init (InitX, InitY : Word;
                        InitColor : Byte);
      destructor Done;
      procedure Draw; virtual;
   end;
   PCircle = ^TCircle;
   TCircle = object(TPoint)
      Radius : Word;
      constructor Init (InitX,InitY,InitRadius:Word;
                        InitColor : Byte);
      procedure Draw; virtual;
   end;
   ...
   {описания методов - прежние}
   ...
```

ВИРТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

```
Var
    Point : PPoint;
    Circle : PCircle;
    P : array[1..2] of PPoint;
    i : Byte;
Begin
    New(Point,Init(…));
    New(Circle,Init(…));
    P[1] := Point;
    P[2] := Circle;
    for i := 1 to 2 do P[I]^.Draw;
End.
```



Тип обеих переменных Point и Circle – указатель, поэтому можно ввести массив указателей. Присваивание P[2] := Circle корректно с точки зрения совместимости типов – все объекты-потомки совместимы со своими предками (обратное не верно).

Если бы метод Draw был статическим, то для рисования окружности потребовался бы, например, вызов: PCircle(P[2])^.Draw

Удобство использования виртуальных методов становится более заметно при увеличении числа и усложнении иерархии объектов.