ЛЕКЦИЯ 10
ВЕЛИЧИНИ И ТИПОВЕ ДАННИ

- Понятието величина в ЕПВР
- Видове величини
- Понятието тип данни в ЕПВР
- Основни типове данни в ЕПВР
- Понятие за структура от данни
- Създаване на нови типове данни

ПОНЯТИЕТО ВЕЛИЧИНА

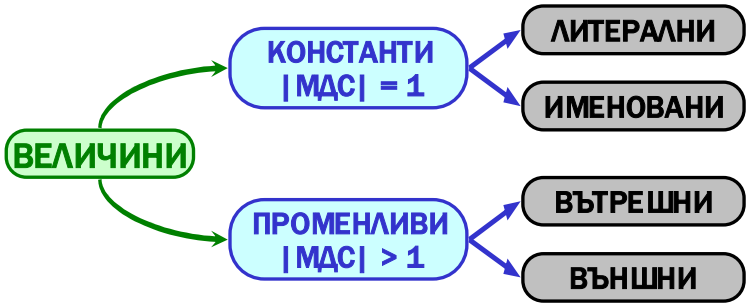
Определение: **Величините са** основно **средство за изразяване на стойностите**, с които се оперира в алгоритмите.

Характеристики на всяка величина са:

- **име** (за да ги **различаваме**);
- **множество от допустими стойности** (**каквито** дадена величина **може** изобщо **да получи**);
- **текуща стойност** (**във всеки определен момент** от времето).

ВИДОВЕ ВЕЛИЧИНИ

Величините се **различават** по **размера на** своето **множество от допустими стойности** и **по начина** за определяне **на** тяхната **текуща стойност**.



КОНСТАНТИ

1. Тяхното **множество от допустими стойности** се състои **от един единствен елемент**, който **винаги** е и **тяхна текуща стойност**.
2. **Имената на литералните** константи **и тяхната** единствена **стойност** се определят от **правилата на езика**.
3. **Имената на именованите** константи **се избират от програмиста**, **който** чрез възможностите на съответния език **посочва и тяхната единствена стойност**.

Последна редакция 29 Януари 2012 г.

ЗАБЕЛЕЖКИ

❶ Обичайни литерални константи: 1, 9, –0.1, 1E–1, 'a', "текст", true и др.

❷ Числата обикновено се записват в 10-ична ПБС, но често е разрешено да се използват още двоична, осмична и шестнайсетична ПБС.

❸ Името на именованата константа е идентификатор, който се свързва с литерална или определена по-рано именована константа.

ПРОГ_10 5/60

ПРИМЕР: ИМЕНОВАНИ КОНСТАНТИ

Паскал: в раздела за константи `CONST` чрез записи от следния вид

<име> = <стойност>;

Си: такива константи не са разрешени, но макроапаратът (част от езика) осигурява аналогична възможност.

Вижуъл Бейсик: в отделни редове

[`Public` | `Private`] `Const` <име> [`As` <тип>] = <израз>

ПРОГ_10 6/60

ПОЛЗАТА ОТ ИМЕНОВАНИ КОНСТАНТИ

Задачата: Аграрен предприемач ви поръчва да създадете програма за обслужване на неговото стопанство с до пет крави и до пет кокошки.

Анализът: Очевидно е, че максималният брой на кравите и кокошките не може да се променя.

Глупавото решение: Да използвате за своите цели литералните константи 5, където ви потрябват.

Защо е глупаво? Кое 5 какво е крави или кокошки?

Умното решение: Две именовани константи – Макс_Кокошки = 5 и Макс_Крави = 5.

Защо е умно? Утре ще смените само два реда, но ще поискате много ГОЛЯМА благодарност.

ПРОГ_10 7/60

ВЪНШНИ ПРОМЕНЛИВИ

❶ Тяхната текуща стойност не се определя от създадената програма.

❷ Техните имена са определени в самия език и не могат да се използват за друго.

❸ В създадената програма можем да използваме, но не можем да променяме техните текущи стойности.

❹ Примери:

INPUT в СНОБОЛ;

RND (от random = случаен) в много езици;

DATE и TIME в някои езици.

ПРОГ_10 8/60

ВЪТРЕШНИ ПРОМЕНЛИВИ

❶ Тяхното **множество от допустими стойности** се състои от **поне два елемента**.

❷ **Имената** им **са идентификатори**, които се **избират от програмиста**, доколкото му стига **акълът**.

❸ За тях **освен** избраното от него **име** програмистът **трябва да посочи и множеството от допустими стойности**.

ПРОГ_10 9/60

ПРОМЕНЛИВИ (прод.)

❹ За да бъде **етап** ❸ **по-прост** в ЕПВР **съществува** понятието **тип данни**.

❺ Тяхната **текуща стойност** е **изцяло под контрола на** (**определя се от**) създадената **програма**.

❻ За такива променливи в езика често се определят **две важни понятия**:

- ➲ **видимост** на имената (**област на д-е**);
- ➲ **време за живот** на променливата.

ПРОГ_10 10/60

ПОНЯТИЕ ЗА ТИП ДАННИ

Просто определение: **Посочва множеството** от **допустими стойности** за дадена величина.

Пълно определение: **Освен МДС** един тип данни **определя** още **и**:

- **операциите вътре** в типа;
- **операциите вън** от типа;
- **релациите над** такива данни;
- правилата за **запис на литералните константи** (= **МДС** за типа).

ПРОГ_10 11/60

ЗАБЕЛЕЖКИ

❶ В повечето езици **типовете данни** ***са подобни*** (**дори еднакви**), защото се определят **от прагматични съображения**:

- ➲ Какви данни **разпознават компютрите**?
- ➲ Кои данни са **удобни за алгоритмите**?

❷ Всъщност ***под тип данни*** можем да разбираме и **начина**, по който ще бъдат **интерпретирани поредиците от 0 и 1**, които в компютрите в действителност се явяват **стойности на величините** от даден тип.

ПРОГ_10 12/60

ЗАБЕЛЕЖКИ (прод.)

❸ Съществуват и *безтипови езици*, при които понятието тип данни липсва (APL).

❹ Много ЦП могат да обработват по един и същи начин различни по своята дължина поредици от битове.

❺ За да отразят това някои ЕП предлагат *съвместими типове данни*, при които МДС на единия тип е подмножество на МДС на другия, а операциите и релациите са еднакви.

СЪВМЕСТИМИ ТИПОВЕ

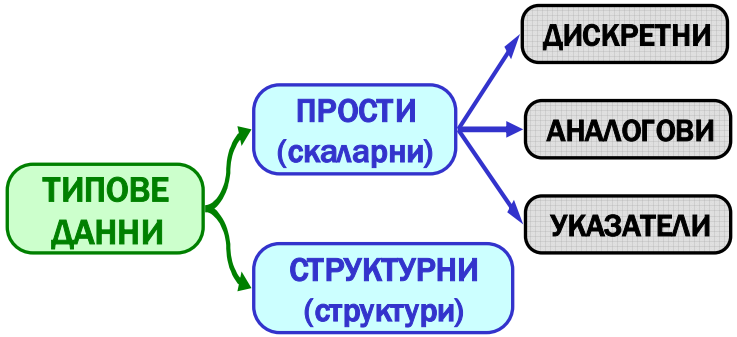
❶ Типът с по-малък брой допустими стойности обикновено се нарича *подтип* на другия (който често се нарича *надтип*).

❷ Литералните константи на един подтип са законни и за неговия надтип, което може да породи *двусмислие*.

❸ За да се избегне такова двусмислие в езиците със съвместими типове общите литерални константи могат да се пишат по два начина: *двусмислено* и като стойности *за по-общия тип* – 1 и 1L.

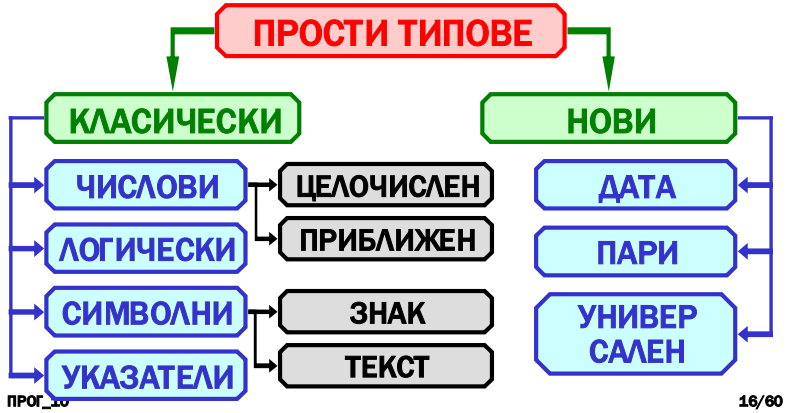
КЛАСИФИКАЦИЯ НА ТИПОВЕТЕ ДАННИ

Никлаус Вирт – създателят на Паскал, предлага следната класификация:



ДРУГА КЛАСИФИКАЦИЯ

Друга – компютърно-ориентирана, класификация на простите типове е:



ЦЕЛОЧИСЛЕН ТИП

1. *Литералните константи* се пишат с **цифри** и основата е **десет**: **1**, **+25**, **–37**, ...
2. Понякога *основата* може да бъде **две**, **осем** и **шестнайсет**. В тези случаи *преди или след числото* се записва **специален знак за** новата **основа**: **%**, **@**, **$**; ***B***, ***O***, ***H***.
3. *Операциите* са събиране, изваждане и др. и **се извършват точно**! **Литералните** константи **също** се представят **точно**!
4. *Релациите* са на **пълната наредба**.
5. *Всяка допустима стойност* има **точно определени** стойности **преди и след** себе си.
6. *Точно определени* са още **най-малката** и **най-голямата** допустими **стойности**.

ПРИБЛИЖЕН ЧИСЛОВ ТИП

1. *Неправилно* се нарича **реален тип**.
2. *Литералните константи* се пишат само в десетична БС с **цифри**, **знак за дробна** част (**.**) и **знак за основа** десет (**e**, **d**, **E**, **D**) **по два начина**: **–1.1**, **.2** (= 0,2), **3.** (= 3,0 и ≠ 3); и **–5.6e+2** (= $-5{,}6\times10^2 = -560$).
3. *Операциите* са събиране, изваждане и др. и **се извършват приближено** (т. е. **неточно**)! **Литералните** константи **също** се представят **приближено**!
4. *Релациите* са на **пълната наредба**.
5. *Не е ясно* нито **коя** стойност **е точно преди** и **след** дадена **допустима**, нито **кои са най-малката** и **най-голямата стойности**.

ПРИМЕР: ИМЕНА НА ЦЕЛОЧИСЛЕНИ ТИПОВЕ

Паскал: единствен тип `INTEGER`.

Си: множество съвместими типове `char`, `signed char`, `unsigned char`, `short [int]`, `unsigned short [int]`, `int`, `unsigned [int]`, `long` и `unsigned long`.

ВБ: три съвместими типа `Byte`, `Integer` и `Long`.

ЗАБЕЛЕЖКИ

1. Този тип е продиктуван от *необходимостта при* извършване на *математически изчисления* **едновременно** да се представят **много големи**, а също **и много малки по** своята **абсолютна стойност** числа: $ctg\ x \to \infty$ при $x \to 0$.
2. *Важни характеристики* на типа са **броят** на **верните цифри** (**точност**) **и диапазонът** на представяните числа (обхват на **порядъка**).
3. **ЦП разпознават и** могат да **оперират с числа** *с плаваща запетая*, представяни като **мантиса и порядък** (**степен на 2** или 16, а **не на 10**).
4. Поради *неточността на изчисленията* **няма смисъл стойностите** на две величини от типа **да бъдат сравнявани за равенство**. *По-правилно е* да приемем, че $a=b$ **когато** $|a-b|<\varepsilon$.

ПРИМЕР: ИМЕНА НА ПРИБЛИЖЕНИ ТИПОВЕ

Паскал: единствен тип `REAL`.

Си: **три** съвместими типа `float`, `double` и `long double`.

ВБ: **два** съвместими типа `Single` и `Double`.

При съвместимите типове в **Си** и **ВБ** **увеличеният брой верни** цифри се съпътства **с разширяване на диапазона** от представяни числа.

ЛОГИЧЕСКИ ТИП

1. ***Необходим*** е **за оценки** по време **на изпълнението** на програмата.
2. ***Литералните константи*** са само **две**: **true** (**ИСТИНА**) и **false** (**ЛЪЖА**).
3. ***Операциите*** са отрицание (**НЕ**), конюнкция (**И**), дизюнкция (**ИЛИ**) и др.
4. ***Основен генератор*** на логически стойности **са сравненията**, **породени от релациите** на другите типове от данни.
5. В повечето езици се приема, че ***двете*** допустими **стойности са наредени** като **истината е пряк наследник на лъжата**, т. е. **false < true**.

ПРИМЕР: ИМЕ НА ЛОГИЧЕСКИЯ ТИП

Паскал: `BOOLEAN`.

Си: **липсва** такъв тип, но има логически операции, при които **числова стойност =0** е **лъжа**, а **всички ≠ 0 числови** стойности са **истина** (**1**).

ВБ: `Boolean`, но се използват и правилата на Си (`True = -1`).

ЗНАКОВ ТИП

1. ***Допустима стойност*** на типа **е всеки единичен знак**, представян **чрез своя код** – **цяло число**, в използваната кодова таблица.
2. ***Литералните константи*** се записват като **с апострофи** се огради **графичен знак**: **'Z'**, **'я'**, **'$'**, ...; **името на непечатим знак**: **'\a'**, **'\n'**, ... и дори **кода на произволен знак**: **'\ooo'**, **'\xhh'**.
3. Типът ***няма операции***, но често се позволява трансформиране на **цяло число в знака** с такъв код и **знак в цялото число**, което е негов код.
4. ***Релациите*** на типа **унаследяват релациите на целите числа**, явяващи се кодове на знаците.
5. ***При всеки знаков код*** кодовете на **цифрите** (от 0 до 9) са **последователни цели числа**, а кодовете на **буквите** нарастват **по** техния **азбучен ред**.

ПРИМЕР: ИМЕ НА ЗНАКОВИЯ ТИП

Паскал: `CHAR`.

Си: **такъв тип липсва** – `char` е целочислен тип и това няма защо да се скрива, **но има литерални константи** (те са цели числа!).

ВБ: **такъв тип липсва**, защото той **може** да бъде заменен от **текст** (**знаков низ**) **с дължина 1** знак.

ТЕКСТОВ ТИП

1. ***Допустима стойност*** на типа е **всяка редица от знакове**, поради което е **известен и като** тип **знаков низ**.
2. ***Литералните константи*** се записват като **редицата** от знакове **се огради със** знака за **инч** ("), неправилно наричан кавичка: **"Zя\n"**.
3. Единствената ***операция*** е **конкатенация** (**слепване**) – **дописване на втория** низ **след първия**, но обикновено **езиците предлагат** като функции **редица други** полезни възможности.
4. ***Релациите*** на типа са продиктувани **от лексикографската наредба** на низове:
   - **със** и **без отчитане** на **рисунъка** (**A ≠ a**, **A ≡ a**);
   - **директно по кодовете** на знаците (**Ç > z**, **Ï > z**);
   - **със замяна** на букви (**ae ≡ æ**, **Ç ≡ C**, **Ï ≡ Î ≡ I**).

ПРИМЕР: ИМЕ НА ТЕКСТОВИЯ ТИП

Паскал: такъв тип **липсва** и той се моделира с **масив от** `CHAR`.

Си: такъв тип **липсва** и той се моделира с **масив от** `char`. За удобство има подобие на литерални константи.

ВБ: **два** текстови типа `String` и `String * <брой>`.

ПОНЯТИЕ ЗА УКАЗАТЕЛИ

При изпълнението на една програма от компютър **всяка** нейна **величина ще** трябва да **бъде моделирана в** неговата **ОП**.

При това моделиране **името** на величината ще се свърже **с конкретен адрес от ОП**, а **съдържанието на** съответната **клетка в ОП** ще **представя текущата стойност** на величината.

Адресите на клетките от ОП **са цели числа** и нищо не ни пречи да третираме **записаното в една** клетка **като адрес на друга** клетка от ОП.

Така стигаме до ***идеята за величини***, чието **МДС са адресите** на клетки **от ОП**, **в които** са моделирани (**има**) **величини от определен тип**.

Това е и понятието ***указател***, чрез който можем **косвено** да **използваме друга величина**.

ЗАБЕЛЕЖКИ

Събирането на указатели **е безсмислено** (какво е **сума на адреси** от ОП?), **но изваждането** има **разумна интерпретация** – **брой на клетките** между двата адреса **и** ако бъде **разделен на размера на** величина от **даден тип** ще се получи **броят** на такива **величини в ОП**.

Добавянето на цяло число **към указател** също **е смислено**, **особено когато числото се умножава по размера** на величините от даден тип.

Други смислени операции са **получаване на адреса на величина** за да стане той **стойност на указател** и **косвен достъп до стойност** на величина **чийто адрес е в** (**стойност на**) **указател**.

ЗАБЕЛЕЖКИ (прод.)

Единствената **смислена явна стойност** на указател **е адресът**, **на който** никога **не би могло да бъде моделирана** каквато и да е **величина** (**празен указател**).

Неумелото боравене с указатели може да доведе до **големи бели**, поради което **указателите липсват в повечето езици**.

Обратно, **разумното им използване** дава възможност за **елегантно записване на** множество **интересни алгоритми** (вкл. и **криминални по своята същност**).

ТИП УКАЗАТЕЛ

1. ***Допустимите стойности*** **не се уговарят явно** (всъщност **това са адресите от ОП**).
2. ***Винаги се уговаря*** **към какъв тип** величини **сочи даден тип указател** и **рядко** е разрешен **универсален** тип указател (**void *** в **Си**).
3. ***Явна литерална константа*** е само **празният указател** (**Nil**, **NULL**, **Nothing**), но понякога **неявно** са разрешени **някои константи на целочисления** тип (**явяващи се адреси**).
4. ***Операциите*** (когато има такива) са **изваждане на указатели** към еднакъв тип (**с делене** на размера) и **събиране на указател с цяло** число (**умножено** по размера).
5. ***Релациите*** са за **съвпадение на указатели към еднакъв тип** и **с празен указател** (**≡** и **≠**).

ПРИМЕР: ИМЕ НА ТИП УКАЗАТЕЛ КЪМ

Паскал: явен тип **липсва**, но т. нар. **динамични променливи** го заместват напълно.

Си: `<тип> *`, където <тип> е `void` или произволен тип на езика, **включително** и **указател към**.

ВБ: `<клас от обекти>`, т. нар. **обектови** променливи.

НОВИ ТИПОВЕ ДАННИ

Появяват се поради нарастващото приложение на компютрите в живота на хората, което **изисква създаването на все по-разнообразни програми**.

Обикновено **присъстват само в новите езици** за програмиране (**ВБ**, **SQL** и др.).

В повечето езици са свързани с **особено тълкуване на стойностите на традиционните типове** от данни и **собствени литерални** константи.

ПРОГ_10 33/60

ТИП ДАТА

Стойности на типа са **календарните дати**. Често датата се комбинира **с времето от денонощието**, макар че в някои езици **има отделни типове** за **дати** (**Date**), **времена** (**Time**), **и комбинация** от двете (**DateTimeStamp**).

Във **ВБ** типът **Date** е **комбиниран** и ***литералните константи*** представляват **правилно записани дати и времена**, заградени със знака **диез** (**#**): **#1 януари 2002 10:23:55#**. Във **ВБ** допустими са датите от 1.I.100 до 31.XII.9999 г.

Също във **ВБ** ***стойностите*** се представят **чрез приближения тип** като **цялата част** определя **броя на дните** спрямо 30.XII.1899 г., а **дробната** част – **часа от денонощието** (**0 = полунощ**, **½ = пладне**).

ПРОГ_10 34/60

ТИП ПАРИ (ВАЛУТА)

Парите са важен елемент в живота на хората. В повечето държави **паричните единици имат и подразделения**, което означава, че ***паричните стойности*** трябва да бъдат **дробни числа** с **вярно представяне и верни операции**.

Следователно, за представяне на парични стойности **не са подходящи обичайните числови типове** (**целочислен** и **приближен**).

Много езици правят ***опит за разрешаване*** на въпроса. В **Кобол** и **ПЛ–1** за целта се използват двоично-кодирани десетични числа. **ВБ** има тип **Currency** – цели числа, представящи **паричната стойност умножена по 10 000**. Така имаме ***15*** десетични ***цифри*** **цяла част** и ***4*** – ***дробна***.

ПРОГ_10 35/60

УНИВЕРСАЛЕН ТИП

ВБ предоставя ***интересен универсален тип*** данни, наречен **Variant**. Неговото **МДС е обединение от МДС** на всички останали типове и още **две специални стойности**: ***Липсваща*** (**Empty**) и ***Неизвестна*** (**Null**).

Променливите от този тип могат да получат **произволна текуща стойност**, която **временно** ги причислява **към типа**, на който **принадлежи**.

В последните версии на **ВБ** променливите от универсален тип **могат да получат** като своя текуща стойност **дори структура от данни**.

Неумелото използване на универсалния тип може да породи **много грешки**. Обратно, чрез ***разумното*** му ***използване*** **някои** интересни **задачи** могат да бъдат решени твърде **леко и елегантно**.

ПРОГ_10 36/60

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТИПА

За да използваме нова **променлива** в една програма **трябва да определим** нейните **име и тип**. ***Измислянето на име*** е въпрос на **творческо виждане**. ***Определянето на типа*** може да се осъществи **по два начина**:

❶ *неявно* чрез името на променливата:

- от неговата **първа буква** (**Фортран**: **I**, **J**, **K**, **L**, **M**, **N** – **целочислен**, друга – приближен);
- от **специален знак след** него (**ВБ**: **%** – **Integer**, **&** – **Long**, **$** – **String**, **@** – **Currency** и др.).

❷ *явно* чрез специална декларация за създаване на нова променлива **преди използването** на тази променлива.

СРАВНЯВАНЕ НА НАЧИНИТЕ

❶ *Неявно* определяне на типа:

- ☺ по-малко **писане**;
- ☺ разрешено е **на всяко място** в текста.
- ☹ **правописните грешки** са твърде скъпи;
- ☹ провокира **недисциплинираност**;
- ☹ **липсва яснота** за ролята на променливата.

❷ *Явно* деклариране на типа:

- ☺ избягват се глупави **правописни грешки**;
- ☺ налага **дисциплина** и дава **яснота**.
- ☹ повече и по-трудно **писане**;
- ☹ **липсата** на грешки **е измамна**.

ПОМНЕТЕ ВЗРИВЕНАТА АМЕРИКАНСКА РАКЕТА!

Полетите на космически ракети винаги са били управлявани от компютри.

В 60-те години на XX век в САЩ програмите се пишат на **Фортран** – първият ЕПВР, в който **интервалите се игнорират**!

В програма за управление на първата ракета към Марс е допусната **правописна грешка**: една ***запетая е заменена с точка***:

DO 100 I = 1,10 – оператор за цикъл

DO100I = 1.10 – оператор за присвояване

ПРИМЕР: ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТИП

Паскал: **само явно** в раздела за променливи `VAR` чрез записи от вида

```
<име> : <тип>;
```

Си: **само явно** чрез записи от вида

```
[<вид памет>] <тип> <име> [=<нач. ст-т>];
```

ВБ: има **и двата варианта** като **неявното** определяне може да бъде **забранено чрез** `Option Explicit`

```
[Dim | Public | Private] <име>
  [As <тип>]  [,<име> [As <тип>] ...]
```

ПОНЯТИЕ ЗА СТРУКТУРА

? **Може ли две** величини да имат **еднакви имена**?

Не, разбира се! Как ще ги различаваме?

? А **полезно ли е** да има **еднакви имена**?

Отговорът се вижда от следните **задачи**:

① Еднаква обработка на **3 числа**?

➢ **3 имена**, например **a**, **b** и **c**.

② Еднаква обработка на **300 числа**?

➢ **300 имена**, например **a001**, **a002**, ..., **a300**.

③ Еднаква обработка на **30 000 числа**?

➢ **30 000 имена**? Трудно, но **възможно**!

④ Еднаква обработка на **неизвестен брой**?

➢ Сега вече **мисията е невъзможна**!

СТРУКТУРИ ОТ ДАННИ

Вижда се, че **е полезно няколко величини** да имат **еднакво име**, което да използваме когато ги разглеждаме **като единно цяло**, какъвто е и смисълът на понятието ***структура от данни***.

Разбира се, ще трябва да уточним **механизъм за идентифициране на всяка** отделна **величина**, явяваща се **елемент на структурата**:

❶ чрез **наредена n-орка цели числа**, когато **смисълът** на елементите **е еднакъв** и следователно **те са от един и същи тип**;

❷ чрез **индивидуални** (под) **имена**, когато **смисълът** на елементите **е различен**, което **не е гаранция**, че и **типът** им **е различен**.

МАСИВИ

Структурите с **идентификация** ❶ се наричат ***масиви*** или **променливи с индекси**.

Числото n се нарича ***размерност на масива***.

Идентифициращото цяло число по ***i*-тото** измерение се нарича ***i*-ти индекс**.

Минималната и максималната стойности на *i*-тия индекс се наричат ***i*-та гранична двойка**.

Масивите изискват явно деклариране на:

① размерността n;

② граничните двойки min_i и max_i, i=1, 2, .., n;

③ еднаквия тип **на** всички **елементи**.

ЗАБЕЛЕЖКИ

❶ **Целите** числа са със **строго определено подреждане**. В някои езици **за по-голямо удобство** като **индекс** по дадено измерение може да се използва ***по-общо*** – ***произволен дискретен тип*** (**знак**, **логически** и др.).

❷ ***Параметрите*** на един масив трябва да бъдат **обявени до неговото използване**.

❸ За ***по-бързо деклариране*** в много езици **долната граница** на индексите **е фиксирана** и не се посочва: **0** (**Си**) или **1** (**Фортран**).

❹ ***Масивите*** биват **статични** (**Паскал**, **Си**) и по-рядко **динамични** (**ВБ**) – доста по-удобни.

(ЛОГИЧЕСКИ) ЗАПИСИ

Структурите с идентификация ❷ се наричат (логически) *записи* (Паскал), само *структури* (Си) или *променливи с полета*.

Записите изискват явно деклариране на имената и типовете на своите елементи. За удобство това може да се обяви и отделно.

Освен *записи*, съдържащи винаги всички свои именовани елементи, в Паскал има и *вариантни записи*, в които част от елементите присъстват само когато стойността на посочен елемент отговаря на определено условие.

ПРОГ_10 45/60

ЗАЩО СТРУКТУРИТЕ ОТ ДАННИ НЕ СА ТИП ДАННИ

❶ За тях липсват:

- литерални константи (но ВБ има за масив);
- операции (но в ПЛ–1 и ВБ частично има);
- релации.

❷ Кое е типът данни:

- масив, едномерен масив, двумерен масив?
- едномерен масив с 5, с 10, с 27 елемента?
- едномерен масив с 5 елемента и гранични двойки 1 и 5, 3 и 7, 0 и 4, –2 и 2, 'B' и 'F'?

ПРОГ_10 47/60

ЗАЩО СТРУКТУРИТЕ ОТ ДАННИ СЕ НАРИЧАТ ТИПОВЕ ДАННИ

❶ *Синтаксисът* (граматиката) *на езика* за деклариране на множество едноименни променливи (структура от данни) изисква характеристиките на структурата да бъдат записани там, където се записва типът на простите променливи.

❷ *Характеристиките* често се изнасят пред скоби и именоват.

ПРОГ_10 46/60

ЗАЩО СТРУКТУРИТЕ ОТ ДАННИ СА ПОЛЕЗНИ?

❶ *Моделират* често срещани житейски ситуации:

- *Масив* → важни математически понятия като вектор, матрица и др.
- *Запис* → характеристики на обект, ред от таблица и т. п.

❷ *Могат да се вграждат* една в друга, т. е. елементите на една структура също могат да бъдат структури от данни.

ПРОГ_10 48/60

ПРИМЕР: ДЕКЛАРИРАНЕ НА МАСИВ

Паскал: <име> : ARRAY [<гр. двойка1>
[,<гр. двойка2> ...]] OF <тип ел.>;

Си: разрешени са само едномерни масиви с долна граница на индекса 0:
<тип ел.> <име> [<брой ел-ти>];
и extern <тип ел.> <име>[];

ВБ: [Dim | Public | Private]
<име>(<гр. двойки>) [As <тип>]
<гр. двойки> е [<мин.> To] <макс.>
[,[<мин.> To] <макс.> ...]
и Dim <име>() [As <тип>]

ПРИМЕР: ЦИТИРАНЕ НА ЕЛЕМЕНТ НА МАСИВ

Паскал: <име>[<инд.1>[,<инд.2> ...]]
Масив['a',-5,true]

Си: <име>[<индекс>], но и
<име>[<индекс>][<индекс>] ...
Масив[7] и Масив_От_Масиви[7][16]

ВБ: <име>(<инд.1>[,<инд.2> ...]) и
<име>(<инд.1>...)(<инд.2>...), когато елемент на масив от тип Variant има за своя текуща стойност друг масив.
Масив(7,-5) и Вариант(6)(1,3)

ПРИМЕР: ДЕКЛАРИРАНЕ НА ЗАПИС

Паскал: <име> : RECORD <подиме1>:<тип1>;
<подиме2>:<тип2>; ... END;

Си: struct [<Мак.>] {<тип1> <подиме1>;
<тип2> <подиме2>; ... } <име>

ВБ: [Public | Private] Type <Макет>
<подиме1> [(<гр. дв.>)] As <тип1>
<подиме2> [(<гр. дв.>)] As <тип2>
...
End Type – предварително описание
и Dim <име>[(<гр. дв.>)] As <Макет>

ПРИМЕР: ЦИТИРАНЕ НА ЕЛЕМЕНТ НА ЗАПИС

Паскал: <име>.<подиме>
```
C: RECORD Re:REAL; Im:REAL; END;
C.Re C.Im и WITH C DO Re Im
```

Си: <име>.<подиме> <ук.> -> <подиме>
```
struct Cmpl {float Re; float Im} C;
struct Cmpl *CPtr;
C.Re  C.Im  CPtr -> Re  CPtr -> Im
```

ВБ: <име>.<подиме>
```
Type Complex ↵ Re As Single
Im As Single ↵ End Type
Dim C As Complex ↵  C.Re  C.Im
```

ЗА ТИПОВЕТЕ ОТ ДАННИ

? **Кой определя** типовете от данни?

Авторът на езика.

? **Може ли** програмистът да определя и **свои типове** от данни?

Уви, почти **не**, защото трябва да се посочат:

- всички литерални константи (=**МДС**).
- разрешените **операции**;
- съществуващите **релации**.

? **Какво се прави**, когато типовете не стигат?

Предполага се, че комбинирането на целочисления тип, структурите и деленето на програмни части **ще бъде достатъчно**.

ЗА ТИПОВЕТЕ (прод.)

? **Защо в ЕПВР** се говори за нови типове?

Декларацията на структура от данни:

- синтактично **прилича** на тип данни;
- може да бъде доста **обърквaща** (**Си**);
- за по-бързо писане и по-лесно възприемане е удобно да бъде **изнесена пред скоби и именована**.

? **И все пак** прави ли се нещо по въпроса?

Да, и то **доста**:

- **Алгол-68** разрешава **пълно създаване на нов тип**;
- ***клас от обекти* в обектното програмиране** (**ВБ**) и **ООП** (**Си++** и др.) **донякъде е обобщение на тип**, а обект (екземпляр) – на променлива;
- много езици (**Паскал**, **Си**, **ВБ** и др.) предоставят два **механизма за частично създаване на** нови (непълни) **типове** от данни: ***изброяване*** и ***ограничаване***.

МЕХАНИЗЪМ ИЗБРОЯВАНЕ

1. **Новият тип** се нарича ***изброим***.
2. ***Името* на новия тип** се определя от програмиста чрез идентификатор.
3. **Заедно с името** също чрез идентификатори се посочват ***литералните константи*** и техният ***ред на*** пряко ***следване***.
4. ***Операции* не са разрешени**. Има стандартни функции за трансформиране на **стойност в пореден номер и обратно**.
5. ***Релациите*** са на **пълната наредба**, породена от прякото следване.
6. **След определянето на новия дискретен тип** могат да се използват ***неговото име*** и ***имената на*** неговите литерални ***константи***.

ЗАБЕЛЕЖКИ

1. ***На пръв поглед механизмът*** за изброяване ***изглежда излишен***: **целите числа**, като универсална азбука за кодиране, **вършат същата работа**, **особено** когато е разрешено използването на **именовани константи**.
2. Всъщност нещата са доста ***по-сложни***:
   - **целочисленият тип има операции**, които може да са нежелани – какво е **понеделник + вторник**?
   - **чрез целите** числа може да се постигне **циклично следване**, което не е възможно при изброимите типове – последният ден **неделя е и преди** първия **понеделник**.

ПРИМЕР: ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НОВ ИЗБРОИМ ТИП

Паскал: в раздела за типове `TYPE` чрез

<Име Тип> = (<конст1> [,<конст2> ...]) ;

```
ДЕН = (ПОН,ВТО,СРЯ,ЧЕТ,ПЕТ,СЪБ,НЕД);
```

Си: `enum` [<Име Тип>] {<конст1> [= <цяло1>] [, <конст2> [= <цяло2>] ...]} [<Пром.>] ;

```
Enum Ден = {Пон=1,Вто,Сря,Чет,Пет,Съб,
  Нед} Днес; и Enum Ден Утре;
```

ВБ: [`Public` | `Private`] `Enum` <Име Тип>

<Име Конст1> [= <израз1>]

. . .

`End Enum`

```
Enum Ден ↵ Пон=0 ↵ ... ↵ End Enum
```


МЕХАНИЗЪМ ЗА ОГРАНИЧАВАНЕ НА ТИП

1. *Новият тип съдържа* краен *интервал от стойностите* на *съществуващ* дискретен тип и е *съвместим* с него.
2. *Името* на новия тип *и краищата на интервала* се определят *от програмиста*.
3. *Операциите и релациите* се наследяват от ограничавания базов тип.
4. *Не е необходим* в езиците, които предлагат *съвместими типове*.
5. *Повишава яснотата* на програмата и има *теоретично значение без* почти никаква *практическа полза*.

ПРИМЕР: ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОГРАНИЧЕН ТИП

Паскал: в раздела за типове `TYPE` чрез

<Име Тип> = <От> .. <До>;

```
ПЪРВА_ИНДЕКСНА_ДВОЙКА = -5 .. +7;
```

Единствената практическа **полза** от този механизъм **е** за **определяне на индексните двойки** на масиви.

Си: Поради наличие на съвместими типове такъв механизъм **липсва**.

ВБ: Поради наличие на съвместими типове такъв механизъм **липсва**.

БЛАГОДАРЯ ВИ ЗА ВНИМАНИЕТО!

БЪДЕТЕ С МЕН И В СЛЕДВАЩАТА ЛЕКЦИЯ, КОЯТО ЩЕ НИ ОТВЕДЕ В НЕВЕРОЯТНИЯ СВЯТ НА ОПЕРАЦИИТЕ И ИЗРАЗИТЕ