Щасливський навчально виховний комплекс

Остапець Володимир Степанович

З чого почати

(навчально-методичний посібник)

2017 рік

ЗМІСТ

ВСТУП

Людство завжди шукало шляхи вирішення проблем, тобто розв'язки задач. При цьому однією із таких проблем завжди була, є і в майбутньому буде проблема автоматизації знаходження розв'язків задач, тобто програмувати розв'яків. Адже мати програму завжди привабливіше, ніж шукати "вручну". Та все тече і все змінюється, як сказав античний мудрець. Галузь програмування за півстоліття дуже змінилась. Колись програмувати було дуже важко, довго і нудно. Сьогодні ж воно, так би мовити, візуалізувалось, менш обтяжене трудоємкими діями, частково автоматизоване. Поряд з цим з'явилась дуже велика кількість вузьких спеціалізацій програмування, які важко відслідковувати. В той же час зросла спокуса обминути труднощі.

На протязі чотирьох десятиліть педагогічної практики спостерігались хвилі прояву збільшення та послаблення інтересу в учнів до програмування. Сьогодні цей інтерес близький до критичного нуля. Ради справедливості варто зауважити, що й концепція і стандарти сучасної освіти сьогодні тільки допомагають зниженню актуалізації програмування, як важливого елемента інтелектуального розвитку школярів. У шкільній програмі з інформатики домінує інформаційно-технологічна складова, на рівні стандарту ознайомленню з моделюванням та формуванню уявлень про алгоритми відводиться лише 5 уроків. Це означає, що програмування в школі зовсім не розглядається. Правда, в нових програмах з інформатики в 5-8 класах заплановано вивчення алгоритмів, але перевага надається середовищам зразка Scratch, користь вивчення яких досить сумнівна, якщо не шкідлива. Не тільки програмування, навіть інформатики немає ні в ЗНО, ні вступних іспитах чи співбесідах. На перших курсах у вищих навчальних закладах програмування вивчається фактично з нуля. Дивним дисонансом цьому виглядять олімпіади з програмування, предмета, що не вивчається в загальноосвітніх щколах.

Але алгоритмічна складова при вивченні основ наук не менш важлива, ніж логічна. Без них навчання може бути чисто дилетантським. Виходячи з того, що систематичне програмування не передбачено загальноосвітніми програмами з інформатики, тут буде розглянуто підходи до формування культури програмування тільки у якості спеціальної, факультативної дисципліни. Виділимо кілька рівнів:

1) Ознайомлювальний рівень (формування уявлення про моделювання, алгоритмізацію та структурне програмування);
2) Рівень систематизації та формування техніки програмування;
3) Рівень проектування застосування спеціальних прийомів програмування.

Свого часу було опубліковано навчально-методичний посібник "Експрес-курс алгоритмізації та програмування" (ЕКАП), ряд методичних статей, зокрема, "Алгоритмічний підхід до розв'язування задач багаторозрядної арифмети-

ки”, ”Метод динамічного програмування в школі” та інші, тут основну увагу приділимо пункту 2), тобто виробленню техніки програмування.

Уроки (в наших умовах, про що було вище – це завжди заняття, адже одне заняття може містити кілька споріднених уроків, бути розбите на кілька уроків або бути комбінацією класного заняття і самостійної домашньої роботи) з програмування завжди передбачають міжпредметні зв’язки інформатики та математики.

Будемо застосовувати метод поступового та поетапного ”занурення” в тему, суть якого полягає у прив’язці всього дослідження до однієї задачі, яку можна буде розвивати ”в ширину” та ”в глибину”, поступо розширюючи діапазон аналогічних задач та ускладнюючи кожну до категорії нетривіальних. Таким чином з’являється можливість всебічно дослідити конкретну вибрану тему, одночасно маючи велику кількість матеріалу для закріплення, а саме головне – нагода ”відчути” всі етапи програмування.

Як приклад, для розгляду візьмемо задачу переведення чисел з однієї системи в іншу. Тема широко розроблена, сьогодні можна знайти дуже багато матеріалів по ній в тому числі у інтернеті. У сучасних версіях Windows є навіть розширення ПРОГРАМІСТ стандартного додатку КАЛЬКУЛЯТОР (малюнок 1):

мал. 1

Скориставшись ним, миттєво можемо перевести натуральне число між десятковою, двійковою, восьмірковою та шістнадцятковою системами числення.

Отже, наведемо необхідні тут деякі відомості про системи числення і зокрема про позиційні системи числення.

ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Як відомо, існує багато систем числення, в тому числі **непозиційні**, **позиційні** та **змішані**.

У **непозиційних** системах числення величина, яку позначає цифра, не залежить від позиції її у числі. При цьому система може накладати обмеження на позиції цифр, наприклад, щоб вони були розташовані по спаданню, чи згруповані за значенням. Проте це не є принциповою умовою для розуміння записаних такими системами чисел.

Типовим прикладом непозиційної системи числення є римська система числення, в якій як цифри використовуються латинські букви:

Римська цифра	**Десяткове значення**
I	1
V	5
X	10
L	50
C	100
D	500
M	1000

Наприклад, VII = 5 + 1 + 1 = 7. Тут символи V і I означають 5 і 1, відповідно, незалежно від місця їх у числі.

У **позиційних** системах числення одна і та ж цифра (числовий знак) у записі числа набуває різних значень залежно від своєї позиції (звідси назва). Таким чином, позиція цифри має вагу в числі. Здебільшого вага кожної позиції кратна деякому натуральному числу яке називається основою системи числення.

Винахід позиційної системи числення приписують шумерам і вавілонцям. Її було розвинуто індусами і вона отримала неоціненні наслідки для історії людської цивілізації.

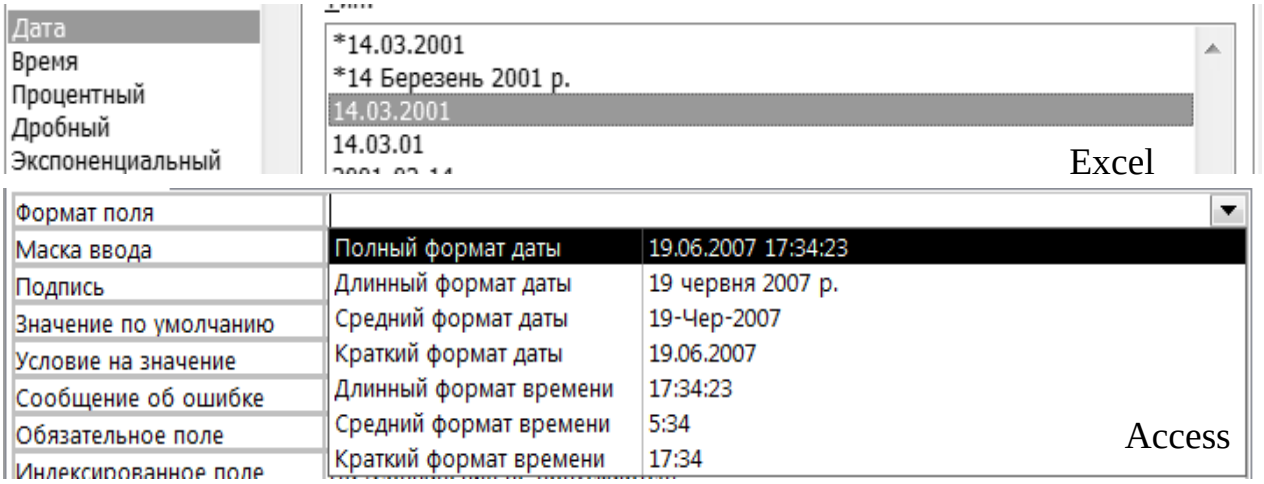
До числа таких систем належить сучасна десяткова система числення (з основою), виникнення якої пов'язують із лічбою на пальцях. У середньовічній Європі вона з'явилася через італійських купців, які у свою чергу запозичили її у мусульман.

Змішана система числення є узагальненням системи числення з основою і її часто відносять до позиційних систем числення. Основою змішаної системи є послідовність чисел, що зростає, кожне число представляється як лінійна комбінація.

Найвідомішим прикладом змішаної системи числення є представлення часу у вигляді кількості діб, годин, хвилин і секунд. При цьому величини *d* (днів), *h (*годин), *m* (хвилин), *s*

(секунд) відповідають значенням $d \cdot 24 \cdot 60^2 + h \cdot 60^2 + m \cdot 60 + s$ і розділяються між собою крапками, двокрапками, знаком "/" чи інакше, наприклад: $1 \cdot 24 \cdot 60^2 + h \cdot 60^2 + m \cdot 60 + s = 86400/50400/1500/12$, що означає перше січня, 14 годин, 25 хвилин і 12 секунд.

Розвиток змішаної системи числення застосовується в Excel або Access при форматуванні чисел у вигляді дати/часу (див. малюнок 2).



мал. 2

У даній роботі не ставилась мета детального розгляду різних систем числення, тут ідеться про так звану комп'ютерну арифметику, тобто застосування систем числення в комп'ютерній техніці, в першу чергу **позиційних систем числення.**

Як відомо в принципи реалізації комп'ютерної арифметики покладено позиційні системи числення: десяткова, двійкова, вісімкова та шістнадцяткова. Тим, хто вивчає комп'ютерні науки важливо розуміти правила та алгоритми переведення чисел між названими системами числення. Але узагальнення цих правил і алгоритмів може становити інтерес для програмістів-початківців, тобто бути окремою темою при вивченні програмування у школі.

У зв'язку з тим, що найчастіше здійснюється переведення десяткових чисел у систему з основою k (обмежимось $k \le 16$), переведення будемо проводити за схемою $k \leftrightarrow 10 \leftrightarrow m$, де k та m – основи систем числення ($k \le 16$, $m \le 16$). Тому спочатку зосередимось над складанням програм переведення чисел з десяткової системи у систему із основою k та навпаки, із системи числення з основою k в десяткову систему. Відповідні програми назвемо ***Num_D_k*** та ***Num_k_D***, де k – основа вибраної системи числення, а D – основа десяткової системи числення.

Така стратегія бачиться оптимальною, адже, як буде видно далі, програми ***Num_D_k*** та ***Num_k_D*** аналогічні, якщо змінювати k.

Зауважимо, що програми при $k < 10$ (першого виду) легко звести лише до опрацювання числових даних, а програми з основою $k = A$; B; C; D; E та F (другого виду) – до одночасного використання як числових, так і текстових даних. Але для повної аналогії в програмних кодах будемо використовувати опрацювання поряд з числовими даними і текстових даних у всіх програмах, тобто другого виду. Почнемо із програм ***Num_D_16*** та ***Num_16_D***.

Цікаві факти: Однією з відомих і поширених у старі часи систем числення була шестидесяткова. Вона виникла у шумерів в 3 тисячолітті до н. е., використовулась у стародавній Вавилонії. Зараз використовується в модифікованій формі для вимірювання часу, кутів, і географічних координат.

Нуль використовується лише всередині числа й ніколи не пишеться, коли в числі немає одиниць першого або першого й другого розрядів. Роль нуля відіграю пропуск.

мал. 3

Перший шістдесятковий знак після коми називається мінута (назва для часу: *хвилина*) ('), другий - секунда ("). Раніше використовувалися назви терція (‴) для третього знака, кварта (IV) для четвертого знака, квінта (V) для п'ятого знаку і т. д. Квадратний корінь з 2, – довжина діагоналі одиничного квадрату, апроксимували вавилоняни старого вавилонського періоду (1900 до н.е.–1650 до н.е.), як шістдесяткове число. Оскільки є ірраціональне число, то воно не може бути точно виражене в шістдесятковій системі числення, але його шістдесятковій запис починається так: 1;24,51,10,7,46,6,4,44…= $1+\frac{24}{60}+\frac{51}{60^2}+\frac{10}{60^3}=\frac{30547}{21600}\approx 1.414212\ldots$

1 радіан ≈ 57°17′45″ =$57+\frac{17}{60}+\frac{45}{60^2}$ градусів.

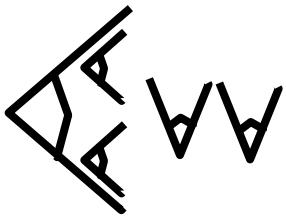
Приблизне значення періоду повного обертання Землі навколо Сонця дорівнює 365; 15'24 "10 ‴ днів, приблизно 365,25671 днів.

Запитання:

1. Що називається системою числення?
2. Що таке позицій на система числення?
3. Що таке “вага” розряду в позиційних системах числення?
4. Що таке алфавіт системи числення?
5. Що таке двійкова система числення?
6. Які є правила переводу чисел з однієї системи чисел в іншу?
7. Що таке вісімкова система числення?
8. Що називається тріадою?
9. Що таке шістнадцяткова система числення?
10. Що називається тетрадою?
11. Що таке двійково-десяткова система числення?
12. Які до цього часу використовуються відомі системи числення?
13. До яких систем числення належать іонічна та кирилична системи числення?
14. Який вклад у математику зробив Кирик Новгородський?
15. В якій позиційній системі числення відсутня цифра “0”?
16. Що означає поняття “непослідовна позиційна система числення”?
17. Звідки походить термін “дюжина”?

Завдання:

1. У шестидесятковій системі числення для позначення використовувались цифри 1 – 𒐕(стоячий клин) ; 10 – 𒌋(лежачий клин). Відповідно числа: 3 – 𒐕𒐕𒐕; 32 – 𒌋𒌋𒌋𒐕𒐕. Часто позначки цифр об'єднувались, наприклад, число 32 записувалось так:



Записати в шестидесятковій системі числення число 2017_{10}.

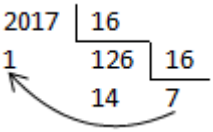
2. У сучасній науковій літературі для зручності використовується компактний запис вавилонського числа, наприклад: 4,2,10; 46,52. Розшифровується цей запис наступним чином: 4 × 3600 + 2 × 60 + 10 + 46/60 + 52/3600. **Записати це число традиційним для вавілонської (шестидесяткової) системи числення**.

П Е Р Е Т В О Р Е Н Н Я ДЕСЯТКОВОГО ЧИСЛА В ШІСТНАДЦЯТКОВЕ І НАВПАКИ

3.1 ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЕСЯТКОВОГО ЧИСЛА В ШІСТНАДЦЯТКОВЕ

АЛГОРИТМ Num_D_16 (переведення десяткового числа у шістнадцяткове**)**

1) перший етап:



2) другий етап:

$$2017_{10} = 7\cdot16^2 + 14\cdot16^1 + 1\cdot16^0 = 7\cdot16^2 + E\cdot16^1 + 1\cdot16^0 = 7E1_{16}$$

ПРОГРАМА:

```
program Num_D_16;uses Crt;
  var a16:string;aM,aD:integer;
begin
  Write('десяткове число?');Read(aD);a16:='';
  while aD>0 do                    begin      {1}
    aM:=aD mod 16;aD:=aD div 16;              {2}
    if aM=0  then a16:='0'+a16 else           {2}
    if aM=1  then a16:='1'+a16 else           {2}
    if aM=2  then a16:='2'+a16 else           {2}
    if aM=3  then a16:='3'+a16 else           {2}
    if aM=4  then a16:='4'+a16 else           {2}
    if aM=5  then a16:='5'+a16 else           {2}
    if aM=6  then a16:='6'+a16 else           {2}
    if aM=7  then a16:='7'+a16 else           {2}
    if aM=8  then a16:='8'+a16 else           {2}
    if aM=9  then a16:='9'+a16 else           {2}
    if aM=10 then a16:='A'+a16 else           {2}
    if aM=11 then a16:='B'+a16 else           {2}
    if aM=12 then a16:='C'+a16 else           {2}
    if aM=13 then a16:='D'+a16 else           {2}
    if aM=14 then a16:='E'+a16 else           {2}
    if aM=15 then a16:='F'+a16 end;           {2}
  WriteLn(a16)
end.
```

ПРИКЛАДИ:

N_{10}	N_{16}
2017	7E1
563	233
9278	243E
16777164	FFFFCC
13954855	D4EF27
2147483647	7FFFFFFF

3.2 ПЕРЕТВОРЕННЯ ШІСТНАДЦЯТКОВОГО ЧИСЛА В ДЕСЯТКОВЕ

АЛГОРИТМ **Num_16_D** (переведення шістнадцяткового числа у десяткове)

$$7E1_{16} = 7\cdot16^2 + E\cdot16^1 + 1\cdot16^0 = 7\cdot256 + 14\cdot16 + 1 = 2017_{10}$$

ПРОГРАМА:

```
program Num_16_D;uses Crt;
  var a16,a:string;i,n:integer;aD,j,j16:real;
begin
  Write('a16?');Read(a16);
  n:=Length(a16);aD:=0;j:=0;
  for i:=1 to n do begin                          {1}
    a:=Copy(a16,n-i+1,1);jH:=Power(16,j);
    if a='0' then aD:= aD+  0*j16 else            {2}
    if a='1' then aD:= aD+  1*j16 else            {2}
    if a='2' then aD:= aD+  2*j16 else            {2}
    if a='3' then aD:= aD+  3*j16 else            {2}
    if a='4' then aD:= aD+  4*j16 else            {2}
    if a='5' then aD:= aD+  5*j16 else            {2}
    if a='6' then aD:= aD+  6*j16 else            {2}
    if a='7' then aD:= aD+  7*j16 else            {2}
    if a='8' then aD:= aD+  8*j16 else            {2}
    if a='9' then aD:= aD+  9*j16 else            {2}
    if a='A' then aD:=aD+10*j16 else              {2}
    if a='B' then aD:=aD+11*j16 else              {2}
    if a='C' then aD:=aD+12*j16 else              {2}
    if a='D' then aD:=aD+13*j16 else              {2}
    if a='E' then aD:=aD+14*j16 else              {2}
    if a='F' then aD:=aD+15*j16 else              {2}
    j:=j+1          end;
  WriteLn(aD);
end.
```

ПРИКЛАДИ:

N_{16}	N_{10}
7E1	2017
233	563
243E	9278
FFFFCC	16777164
D4EE27	13954855
7FFFFFFF	2147483647

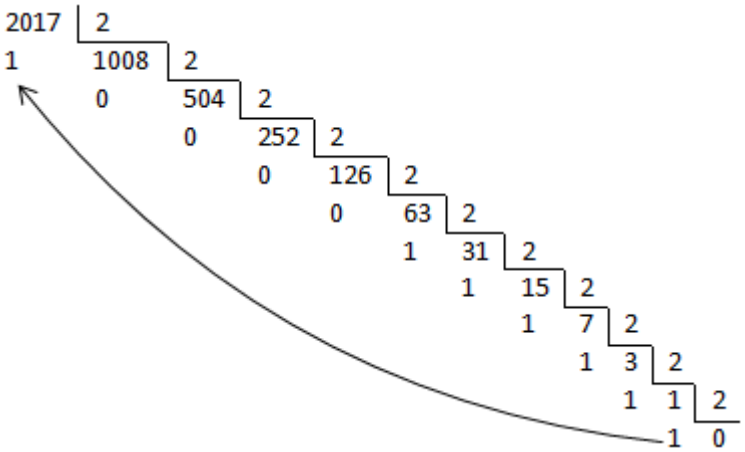
АНАЛІЗ:

Проаналізуємо наведені програми. Для зручності у них використовуються однакові наіменування величин: aD – значення в десятковій системі числення, a16 – значення в шістнадцятковій системі числення. У зв'язку з тим, що у якості цифр шістнадцяткових чисел використовуються великі літери латиниці A – 10; B – 11; C – 12; D – 13; E – 14; F – 15, у розглядуваних програмах необхідний блок команд, що перекодовують текстові символи в десяткові числа і навпаки (позначено коментарем {2}). Цикл {1} забезпечує сам процес перекодування.

Покажемо, як трансформуються програми ***Num_D_16*** та ***Num_16_D*** у програми ***Num_D_2*** та ***Num_2_D***. Програми працюють в числовому діапазоні типу integer (до 2147483647_{10} або $1111111111111111111111111111111_2$).

АЛГОРИТМ Num_D_2 (переведення десяткового числа у двійкове**)**

1) перший етап:



2) другий етап:

$2017_{10} = 1\cdot2^{10} + 1\cdot2^9 + 1\cdot2^8 + 1\cdot2^7 + 1\cdot2^6 + 1\cdot2^5 + 0\cdot2^4 + 0\cdot2^3 + 0\cdot2^2 + 0\cdot2^1 + 1\cdot2^0 =$
$= 1\cdot1024 + 1\cdot512 + 1\cdot256 + 1\cdot128 + 1\cdot64 + 1\cdot32 + 0\cdot16 + 0\cdot8 + 0\cdot4 + 0\cdot2 + 1 =$
$= 11111100001_2$.

ПРОГРАМА:

```
program Num_D_2;uses Crt;
  var a2:string;aM,aD:integer;
begin
  Write('десяткове число?');Read(aD);a2:='';
  while aD>0 do                begin {1}
```

```
    aM:=aD mod 2;aD:=aD div 2;
    if aM=0  then a2:='0'+a2 else
    if aM=1  then a2:='1'+a2 else
    if aM=2  then a2:='2'+a2 else
    if aM=3  then a2:='3'+a2 else
    if aM=4  then a2:='4'+a2 else
    if aM=5  then a2:='5'+a2 else
    if aM=6  then a2:='6'+a2 else
    if aM=7  then a2:='7'+a2 else
    if aM=8  then a2:='8'+a2 else
    if aM=9  then a2:='9'+a2 end;
  writeLn(a2);
end.
```

Корисно програму ***Num_2_D*** корисно співставити з наведеною вище програмою ***Num_16_D***.

АЛГОРИТМ Num_2_D (переведення двійкового числа у десяткове)

$11111100001_2 = 1\cdot2^{10} + 1\cdot2^9 + 1\cdot2^8 + 1\cdot2^7 + 1\cdot2^6 + 1\cdot2^5 + 0\cdot2^4 + 0\cdot2^3 + 0\cdot2^2 + 0\cdot2^1 + + 1\cdot2^0 = 2017_{10}$

ПРОГРАМА:
```
program Num_2_D;uses Crt;
  var a2,a:string;i,n:integer;aD,j,j2:real;
begin
  Write('a2?');Read(a2);
  n:=Length(a2);aD:=0;j:=0;
  for i:=1 to n do begin
    a:=Copy(a2,n-i+1,1);j2:=Power(2,j);
    if a='0' then aD:= aD+0*j2 else
    if a='1' then aD:= aD+1*j2 else
    if a='2' then aD:= aD+2*j2 else
    if a='3' then aD:= aD+3*j2 else
    if a='4' then aD:= aD+4*j2 else
    if a='5' then aD:= aD+5*j2 else
    if a='6' then aD:= aD+6*j2 else
    if a='7' then aD:= aD+7*j2 else
    if a='8' then aD:= aD+8*j2 else
    if a='9' then aD:= aD+9*j2;
    j:=j+1         end;
  WriteLn(aD) end.
```

Програма ***Num_D_2*** може виглядіти значно коротше і привабливіше (назвемо ***Num_D_2_Dubl***):

```
program Num_D_2_Dubl;uses Crt;
  var  a2:string;aD,i,aM:integer;
 begin
```

```
  Write('десяткове число?');Read(aD);
  while aD>0 do                    begin {1}
   aM:=aD mod 2;aD:=aD div 2;
   for i:=0 to 9 do                      {2}
     if c=i then a2:=IntToStr(c)+a2 end;
   WriteLn(a2);
end.
```

Проте, слід наголошувати учням на те, що коротша за виглядом програма не завжди більш ефективна, адже у програмі важливо намагатись дотримуватись мінімізації кількості величин, що використовуються та підвищення швидкодії. Інколи виграючи в одному доводиться програвати в іншому. Звернемо увагу, що програма ***Num_D_2*** містить тільки один цикл {1}, а програма ***Num_D_2_Dubl*** натомість два ({1} та {2}), причому, цикл {2} вкладений у цикл {1}. У достатньо громіздких програмах це може привести до виходу за часові рамки допустимого виконання програми. Крім того, програма ***Num_D_2_Dubl*** має додаткову величину i:integer, що може в окремих випадках збільшити обсяг використаної пам'яті. Для наших прикладів це несуттєві зауваження, адже програми прості і не вимагають великої кількості арифметичних та логічних операцій. Та саме на простих і наочних програмах (інакше кажучи, "прозорих") саме й час та нагода формувати дуже потрібні юному програмісту так звані "правила хорошого тону в програмування". Нарешті, у програмі ***Num_D_2_Dubl*** використовується стандартна функція ***IntToStr***, яка може бути відсутня в інших версіях мови програмування ***Pascal***.

У програмі ***Num_D_2*** є ще дві, на перший погляд непомітні й дріб'язкові переваги. Якщо в ній замінити команди розгалуження скороченою формою (без *else*), то за рахунок повного перебору всіх команд розгалуження (тоді вони перестають бути вкладеними одна в одну) залежно від значення величини *aM* може бути суттєве збільшення часу виконання програми за рахунок збільшення довжини ітерацій.

Легко помітити, що програму ***Num_2_D*** теж можна скоротити з точки зору довжини програмного коду (пропонується виконати це самостійно).

Підводячи проміжний підсумок, зауважимо, що з огляду на наведені вище міркування тут свідомо вибрано варіант програми ***Num_D_2***.

В аналізі до програм ***Num_D_16*** та ***Num_16_D*** вже наголошувалося, що у всіх програмах зразка ***Num_D_N*** та ***Num_N_D***, не залежно від того, в якому буде діапазоні основа системи числення ($n \leq 10$ чи ні) програми можуть бути віднесені до одного виду (використовуються і числові і текстові дані), що дає значні дидактичні переваги при вивченні даної теми.

Вище розглядались програми на переведення чисел із десяткової системи числення у шістнадцяткову та навпаки, із шістнадцяткової системи в десяткову, а також із десяткової системи числення у двійкову і також навпаки, в десчтково. Аналогічно можна створити ще ряд програм для переведення чисел із десяткової системи числення у систему числення із основою k (k – довільне натура-

льне число). Щоб краще відпрацювання навички на техніку програмування варто запропонувати для самостійного виконання учням завдання (див. табл.1).

Такі завдання не мають практичного застосування, зате вони дозволять довести до рівня автоматизації навички техніки програмування. Їх можна використовувати при роботі в групах і при створенні і застосуванні тестів, що завжди важливо при роботі з такими групами. Якщо для створення тестів при переведенні чисел між системами з основами 2, 8, 10 та 16 легко скористатись стандартним додатком Windows **КАЛЬКУЛЯТОР** в режимі **ПРОГРАМІСТ**, то створення тестів для чисел з іншими основами викличуть труднощі.

Робота по складанню та тестуванню програм вищеописаного типу наштовхує ще на два типи задач технічного характеру:

а) засвоєння методу **низхідного проектування програм**, тобто, створення підпрограм (процедур і функцій користувача) та конструювання програми із їх використанням.

б) **переведення чисел між системами з основами числення *k* і *n*** (*k* та *m* – довільні натуральні числа), наприклад, переведення натурального числа із трійкової системи числення в дев'яткову систему числення;

таблиця 1

тип переведення	
10→3	3→10
10→4	4→10
10→5	5→10
10→6	6→10
10→7	7→10
10→8	8→10
10→9	9→10
10→11	11→10
10→12	12→10
10→13	13→10
10→14	14→10
10→15	15→10
10→17	17→10
. . .	. . .

В основу методу низхідного проектування покладено поділ задачі на дрібніші підзадачі, які можна розв'язувати окремо. Алгоритми розв'язання підзадач розглядаються як підпрограми, іменами яких можна оперувати при розв'язанні загальної задачі. Отже, програма, що розв'язує загальну задачу, яка викликає підпрограми (декомпонування). Процес декомлозиції триває доти, доки не будуть отримані блоки, що є достатньо малими для їх безпосереднього кодування. При цьому керуючу програму проектують раніше, ніж реалізують її складові частини. Таким чином, програма ієрархічно структурується і розробляється шляхом послідовного уточнення на кожному рівні ієрархії. В основу цього процесу, принципи ієрархічності, абстрагування, специфікації інтерфейсів і модульності.

Цікаві факти:

HTML-кольори RGB (Red – Червоний, Green – Зелений, Blue – Синій) записується як 3 двозначні числа hex від 0 до FF(255_{10}) з попереднім знаком #, наприклад рожевий – **#FF8080**, сірий – **#808080**, чорний – **#000000**. Цей запис стосується 24-бітного кольору, який приписують тому чи іншому графічному елементу документу HTML.

Традиційні китайські одиниці ваги базувалися на 16. Наприклад, один Чжин (斤) в старій системі становить шістнадцять Таеля. Суаньпань (китайська абака) може бути використаний для виконання шістнадцяткових обчислень.

Запитання:

1. Чи можуть бути способи переведення чисел з однієї позиційної системи в іншу “напряму”, без використання десяткової системи числення в якості “транзитної”?
2. Між якими позиційними системами числення існує “прямий” логічний зв′язок?

Завдання:

1. Написати програму переведення “напряму”, тобто без використання, як проміжної, десяткової системи числення двійкового числа в *n*-у систему числення ($2 < n < 10$) і без використання нечислових типів величин.
2. Написати програму переведення n-го числа “напряму”, тобто без використання десяткової системи числення у якості “транзитної”.

ПЕРЕТВОРЕННЯ ДВІЙКОВОГО ЧИСЛА В ШІСТНАДЦЯДКОВУ СИСТЕМУ ЧИСЛЕННЯ І ШІСТНАДЦЯДКОВОГО ЧИСЛА У ДВІЙКОВУ СИСТЕМУ ЧИСЛЕННЯ

Щоб продемонструвати положення а) та б), розглянемо задачу представлення натурального числа, записаного в двійковій системі числення у вигляді числа, записаного в шістнадцятковій системі, тобто реалізацію схеми 2→16, яку, очевидно, можна трансформувати в схему: 2→10→16, одержавши програму ***Num_2_D_16***.

Для цього необхідно за правилами мови програмування ***Pascal*** представити програми ***Num_2_D*** та ***Num_D_16*** у вигляді функцій користувача. Ось їх ній вигляд:

Функція *Num_2_D*

```
function Num_2_D(a2:string):real;
begin
  n:=Length(a2);aD:=0;j:=0;
  for i:=1 to n do begin
   a:=Copy(a2,n-i+1,1);j2:=Power(2,j);
   if a='0' then aD:= aD+0*j2 else
   if a='1' then aD:= aD+1*j2 else
   if a='2' then aD:= aD+2*j2 else
   if a='3' then aD:= aD+3*j2 else
   if a='4' then aD:= aD+4*j2 else
   if a='5' then aD:= aD+5*j2 else
   if a='6' then aD:= aD+6*j2 else
   if a='7' then aD:= aD+7*j2 else
   if a='8' then aD:= aD+7*j2 else
   if a='9' then aD:= aD+7*j2;
   j:=j+1        end;
  Num_2_D:=aD
end;
```

Функція *Num_2_D*

```
function Num_D_16(aD:integer):string;
begin
  a16:='';
  while aD>0 do            begin
   aM:=aD mod 16;aD:=aD div 16;
   if aM=0  then a16:='0'+a16 else
   if aM=1  then a16:='1'+a16 else
   if aM=2  then a16:='2'+a16 else
   if aM=3  then a16:='3'+a16 else
   if aM=4  then a16:='4'+a16 else
   if aM=5  then a16:='5'+a16 else
   if aM=6  then a16:='6'+a16 else
   if aM=7  then a16:='7'+a16 else
   if aM=8  then a16:='8'+a16 else
   if aM=9  then a16:='9'+a16 else
   if aM=10 then a16:='A'+a16 else
   if aM=11 then a16:='B'+a16 else
   if aM=12 then a16:='C'+a16 else
   if aM=13 then a16:='D'+a16 else
   if aM=14 then a16:='E'+a16 else
   if aM=15 then a16:='F'+a16 end;
  Num_D_16:=a16
end;
```

Тоді програма ***Num_2_D_16*** матиме вигляд:

```
program Num_2_D_16;
  uses Crt;
  var i,j,j2,n,aM,aD:integer;j1:real;
      a2,a,a16:string;
 function
Num_2_D(a2:string):integer;
 begin
   n:=Length(a2);aD:=0;j:=0;
   for i:=1 to n do begin
     a:=Copy(a2,n-i+1,1);
     j1:=Power(2,j);j2:=Trunc(j1);
     if a='0' then aD:= aD+0*j2 else
     if a='1' then aD:= aD+1*j2 else
     if a='2' then aD:= aD+2*j2 else
     if a='3' then aD:= aD+3*j2 else
     if a='4' then aD:= aD+4*j2 else
     if a='5' then aD:= aD+5*j2 else
     if a='6' then aD:= aD+6*j2 else
     if a='7' then aD:= aD+7*j2 else
```

```
    if a='8' then aD:= aD+7*j2 else
    if a='9' then aD:= aD+7*j2;
    j:=j+1        end;
   Num_2_D:=aD
end;

function Num_D_16(aD:integer):string;
begin
  a16:='';
  while aD>0 do          begin
   aM:=aD mod 16;aD:=aD div 16;
    if aM=0  then a16:='0'+a16 else
    if aM=1  then a16:='1'+a16 else
    if aM=2  then a16:='2'+a16 else
    if aM=3  then a16:='3'+a16 else
    if aM=4  then a16:='4'+a16 else
    if aM=5  then a16:='5'+a16 else
    if aM=6  then a16:='6'+a16 else
    if aM=7  then a16:='7'+a16 else
    if aM=8  then a16:='8'+a16 else
    if aM=9  then a16:='9'+a16 else
    if aM=10 then a16:='A'+a16 else
    if aM=11 then a16:='B'+a16 else
    if aM=12 then a16:='C'+a16 else
    if aM=13 then a16:='D'+a16 else
    if aM=14 then a16:='E'+a16 else
    if aM=15 then a16:='F'+a16 end;
    Num_D_16:=a16
end;
begin
   Write('a2?');Read(a2);
   aD:=Num_2_D(a2);
   a16:=Num_D_16(aD);
   WriteLn(a16)
end.
```

Сама програма ***Num_2_D_16*** виділена напівжирним курсивом, а її тіло рамкою. Код програми можна скопіювати у вікно системи програмування ***Pascal*** (програма написана для ***PascalABC***, як найбільш сучасної, доступної та зручної версії в умовах загальноосвітніх шкіл).

Тепер наведемо коди функцій ***Num_16_D*** та ***Num_D_2***, які дозволять створити програму ***Num_16_D_2***, яка буде перетворювати шістнадцяткове число у двійкову систему числення:

```
program Num_16_D_2;
  uses Crt;
```

```
var i,j,j2,n,aM,aD:integer;j1:real;
    a2,a,a16:string;
function
Num_16_D(a16:string):integer;
begin
  n:=Length(a16);aD:=0;j:=0;
  for i:=1 to n do begin
    a:=Copy(a16,n-i+1,1);
    j1:=Power(16,j);j2:=Trunc(j1);
    if a='0' then aD:= aD+0*j2 else
    if a='1' then aD:= aD+1*j2 else
    if a='2' then aD:= aD+2*j2 else
    if a='3' then aD:= aD+3*j2 else
    if a='4' then aD:= aD+4*j2 else
    if a='5' then aD:= aD+5*j2 else
    if a='6' then aD:= aD+6*j2 else
    if a='7' then aD:= aD+7*j2 else
    if a='8' then aD:= aD+8*j2 else
    if a='9' then aD:= aD+9*j2 else
    if a='A' then aD:= aD+10*j2 else
    if a='B' then aD:= aD+11*j2 else
    if a='C' then aD:= aD+12*j2 else
    if a='D' then aD:= aD+13*j2 else
    if a='E' then aD:= aD+14*j2 else
    if a='F' then aD:= aD+15*j2;
    j:=j+1        end;
   Num_16_D:=aD
end;
```

```
function
Num_D_2(aD:integer):string;
begin
   a2:='';
   while aD>0 do            begin
     aM:=aD mod 2;aD:=aD div 2;
     if aM=0  then a2:='0'+a2 else
     if aM=1  then a2:='1'+a2 else
     if aM=2  then a2:='2'+a2 else
     if aM=3  then a2:='3'+a2 else
     if aM=4  then a2:='4'+a2 else
     if aM=5  then a2:='5'+a2 else
     if aM=6  then a2:='6'+a2 else
     if aM=7  then a2:='7'+a2 else
     if aM=8  then a2:='8'+a2 else
```

```
    if aM=9  then a2:='9'+a2 else
    if aM=10 then a2:='A'+a2 else
    if aM=11 then a2:='B'+a2 else
    if aM=12 then a2:='C'+a2 else
    if aM=13 then a2:='D'+a2 else
    if aM=14 then a2:='E'+a2 else
    if aM=15 then a2:='F'+a2 end;
    Num_D_2:=a2
end;
begin
  Write('a16?');Read(a16);
  aD:=Num_16_D(a16);
  a2:=Num_D_2(aD);
  WriteLn(a2)
end.
```

В програмах ***Num_16_D_2*** та ***Num_2_D_16*** для зручності сприйняття збережено імена всіх використаних змінних, крім того, також використано ті ж самі імена та типи формальних величин у функціях та у командах їх виклику в основних програмах. Це дасть можливість легше відслідковувати трасування програм із входом у підпрограми. Коди функцій у обох програмах для зручності порівняння взято також в рамки. У якості тренувальної вправи можна спробувати, маючи перед очима код програми ***Num_2_D_16***, написати код та виконати програму ***Num_16_D_2***.

В програмі ***Num_16_D_2*** її основний код виділено напівжирним курсивом. Корисно цю частину порівняти із відповідною частиною програми ***Num_2_D_16*** (для зручності нижче наведено в таблиці 2):

таблиця 2

Num_16_D_2	***Num_2_D_16***
program Num_2_D_16;	*program Num_16_D_2;*
uses Crt;	*uses Crt;*
var i,j,j2,n,aM,aD:integer;j1:real;	*var i,j,j2,n,aM,aD:integer;j1:real;*
a2,a,a16:string;	*a2,a,a16:string;*
{опис функції Num_2_D}	*{опис функції Num_16_D}*
{опис функції Num_D_16}	*{опис функції Num_D_2}*
begin	*begin*
Write('a2?');Read(a2);	*Write('a16?');Read(a16);*
aD:=Num_2_D(a2);	*aD:=Num_16_D(a16);*
a16:=Num_D_16(aD);	*a2:=Num_D_2(aD);*
WriteLn(a16)	*WriteLn(a2)*
end.	*end.*

Цікаві факти:

Кожна шістнадцяткова цифра представляється чотирма бінарними цифрами (бітами), і основне застосування шістнадцяткового запису — це зручний запис двійкового коду. Одна шістнадцяткова цифра є ніблом, який є половиною з октету або байту (8 біт). Наприклад, значення байт лежить в діапазоні від 0 до 255 (в десяткових числах), але може бути більш зручно представити у вигляді двох шістнадцяткових цифр в діапазоні від 00 до FF.

Для переведення багатозначного двійкового числа у шістнадцяткову систему треба розбити його на тетради справа наліво та замінити кожну тетраду відповідною шістнадцятковою цифрою. Для переведення числа з шістнадцяткової системи у двійкову треба замінити кожну його цифру на відповідну тетраду з наведеної нижче таблиці переведення.

Наприклад:

$010110100011_2 = 0101\ 1010\ 0011 = 5A3_{16}$;

$0110\ 1000\ 0001\ 0111_2 = 6817_{16}$;

$1111\ 1111\ 1101\ 1111\ 1111\ 1011\ 1111\ 1111_2 = FFDFFBFF_{16}$;

$111\ 1111\ 1111\ 1101\ 0111\ 1110\ 0000\ 0011\ 0111\ 1111\ 1111_2 = 0111\ 1111\ 1111\ 1101\ 0111\ 1110\ 0000\ 0011\ 0111\ 1111\ 1111_2 = 7FFD7E037FF_{16}$.

Такий метод далі називатимемо ”**методом тетрад**”.

Запитання:

1. Чи можна застосувати спосіб переведення чисел з двійкової системи у шістнадцяткову і навпаки для переведення чисел між двійковою та червірковою і між двійковою та восьмірковою системами числення?
2. Чи придатний подібний спосіб переведення між системами з іншими парами розрядних одиниць?

Завдання:

1. Написати програму переведення двійкового числа в шістнадцяткову систему числення з використанням тетрад.
2. Написати програму переведення щістнадцяткового числа в двійкову систему числення з використанням тетрад.

СПОСОБИ ВВОДУ/ВИВОДУ ПАРАМЕТРІВ У ПАСКАЛЬ-ПРОГРАМАХ

При вивченні програмування не можна обійти способів вводу та виводу значень даних та результатів. На початкових етапах використовується виключно консольний спосіб, з допомогою стандартних процедур вводу та виводу. Необхідно виробити міцні навички виводу текстових, числових та формульних значень параметрів. Особливу увагу необхідно зосередити на форматованому виводі числових даних.

Окремим видом вводу/виводу є передача формальним параметрам фактичних параметрів при використанні підпрограм.

Буває зручним і доречним спосіб вводу параметрів, як констант. Зразок такого вводу є рядок ***const d : string[16] = '0123456789ABCDEF'*** у програмах ***N_D_M_C*** та ***N_D_M_F***, описаних нижче:

const d : string[16] = '0123456789ABCDEF'.

Після опрацювання названих способів вводу/виводу слід перейти від консольного до файлового вводу/виводу значень аргументів та результатів. Цю роботу необхідно розпочати із вивчення основних стандартних процедур роботи з файлами (див. таблицю 3).

таблиця 3

№	*формат*	*Виконання*
1	***Assign(f:text,name:string)***	Процедура, яка зв'язує файлову змінну *f* із файлом з іменем *name*
2	***Reset(f:text)***	Процедура, яка відкриває файл, раніше пов'язаний з файловою змінною *f* за допомогою процедури *Assign*. Файл повинен існувати на диску, в іншому випадку відбувається помилка часу виконання. Текстові файли відкриваються тільки на читання
3	***Rewrite(f:text)***	Процедура створює і відкриває новий файл, раніше пов'язаний з файловою змінною *f* за допомогою процедури *Assign*. Якщо файл з вказаним ім'ям вже існує, то замість нього створюється новий файл. Текстові файли відкриваються тільки на запис, типізовані файли - на читання і запис
4	***Append(f:text)***	Процедура відкриває текстовий файл на запис для додавання. Файловий покажчик встановлюється в кінець файлу
5	***Close(f:text)***	Процедура закриває відкритий для читання чи доповнення файл
6	***Read(f,a,b,...:змінні простого типу, рядкові або вказівники)***	Процедура зчитує значення з файлу *f* в змінні *a*, *b*... Якщо файл збірний, то типи змінних *a*, *b*... повинні збігатися з базовим

		типом файлу, а їх значення зчитуються з файлу в двійковому вигляді. Якщо файл текстовий, то значення змінних *a*, *b*... повинні зберігатися в файлі в текстовому вигляді
7	***Readln(f,a,b,...,...:змінні простого типу, рядкові або вказівники)***	Процедура зчитує значення з текстового файлу *f* в змінні *a*, *b* ..., після чого пропускає символи до кінця рядка. Виклик *ReadLn (f)* просто пропускає символи до кінця рядка
8	***Write(f,a,b,...,...:змінні простого типу, рядкові або вказівники)***	Процедура записує значення *a*, *b* ... в файл *f*. Якщо файл збірний, то типи значень *a*, *b*... повинні бути сумісними з базовим типом файлу. Якщо файл текстовий, то значення *a*, *b* ... виводяться в текстовому вигляді
9	***Writeln(f,a,b,...,...:змінні простого типу, рядкові або вказівники)***	Записує значення *a*, *b* ... в текстовий файл *f*, після чого записує в нього символ кінця рядка. Значення *a*, *b* ... записуються в файл у текстовому вигляді, . Виклик *riteLn (f)* просто записує в файл символ кінця рядка
10	***EoLn(f)***	Повертає *True*, якщо файловий вказівник стоїть в конці радку, і *False* в іншому випадку
11	***Eof(f)***	Повертає *True*, якщо файловий вказівник стоїть в конці файлу, і *False* в іншому випадку

Слід додати, що наведені процедури доцільно використовувати в основній програмі, тому їх параметри також описуються в основній програмі, тобто є глобальними. Якщо слід ввод/вивод забезпечувати для структурованих типів величин, наприклад, масивів, а також коли дані у вхідному файлі записані в кількох рядках, то процедури ***Read/ReadLn*** та ***Write/WriteLn*** їх необхідно використовувати циклічно. Щоб це було зрозуміліше наведемо приклади програм із вводом масивів.

Приклад 1:

```
{програма створює масив випадкових чисел за
  введеними кількостями рядків (n) та стовпців (m)}
program RW_MAS;
  var fp:text;
      j,i,m,n:integer;
      a:array[1..100,1..100] of integer;
begin
   Write('ввести n:');Read(n);
   Write('ввести m:');Read(m);
   Assign(fp,'f.txt');Rewrite(fp);
   for i:=1 to n do          begin
    WriteLn(fp);
```

```
    for j:=1 to m do      begin
      a[i,j]:=Random(12);
      Write(fp,a[i,j],' ')   end;end;
  Close(fp);
```

```
 Assign(fp,'f.txt');Reset(fp);
  for i:=1 to n do           begin
     WriteLn;
     for j:=1 to m do   begin
       Read(fp,a[i,j]);
       Write(a[i,j],' ')    end;end;
  Close(fp);
end.
```

Цей приклад ілюструє ввод циклами з параметром прямокутного масиву введених із клавіатури значень *n* та *m*.

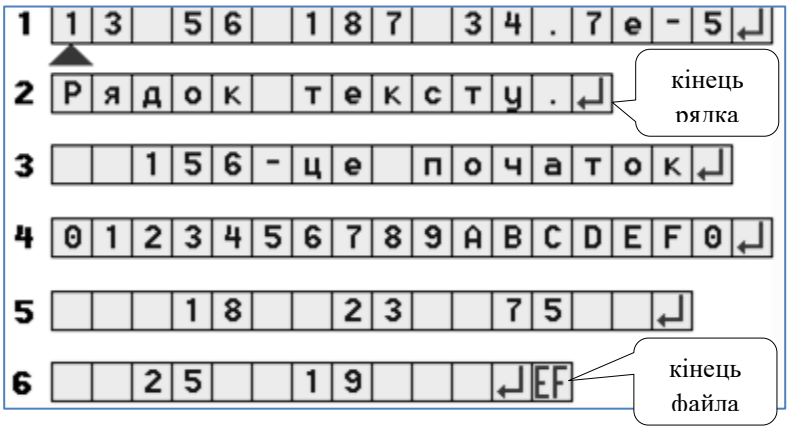
Часто виникає потреба ввести із файлу кількість рядків та стовпців прямокутного масиву, тоді зручно буде використати цикли з післяумовою:

Приклад 2.

```
program RESET_MAS;
  var fp:text;i,j,m,n,s:integer;
      a:array[1..5,1..5] of integer;
begin
  Assign(fp,'f.dat');Reset(fp);
  Read(fp,n); Read(fp,m); i:=1;j:=1;
  repeat
    repeat
      Read(fp,a[i,j]);
      i:=i+1
    until EoLn(fp);
    j:=j+1;i:=1
  until Eof(fp);Close(fp);
 s:=0;
 for i:=1 to n do
   for j:=1 to m do
     s:=s+a[i,j];
 WriteLn(s);
end.
```

У цій програмі з допомогою одного звертання про відкриття файлу для читання вводяться кілька рядків, указаних в першому рядку, а вкладені цикли з післяумовою читають із текстового файлу числа, виділені в прикладі напівжирним шрифтом та рамкою. Звернемо увагу на умови циклів ***EoLn(fp)*** та ***EoF(fp)***. Це логічні (особливі!) функції, які можуть мати значення ***True*** або ***False***.

У текстовому файлі в кінці кожного рядка розміщений символ “кінець рядка”, а кожен файл закінчується символом “кінець файла” (див. малюнок 3). Умові Паскаль для відслідковування цих символів є логічні функції EoLn (End of Line – кінець рядка), EoF(End of File – кінець файла).



мал.4

У програмі ***RESET_MAS*** виконується повне читання усіх шести рядків, але знаходиться сума лише виділеного фрагмента. Щоб зрозуміти роботу цієї програми, потрібно виконати її покроково із відображенням проміжних значень у вікні відлагодження.

3 4
1 2 3 4 5
1 2 3 4 5
1 2 3 4 5
5 5 5 5 5
5 5 5 5 5

Після того, як у програмах ***Num_2_D_16*** та ***Num_16_D_2*** , виконано заміну консольного вводу/виводу на файловий, вони матимуть такий вигляд:

```
program Num_2_D_16;
  var i,j,j2,n,aM,aD:integer;j1:real;
      a2,a,a16:string;f:text;
procedure Inpt;
begin
   Assign(f,'Num_2_D_16.dat');Reset(f);
   Read(f,a2);Close(f);
end;
procedure Outp;
begin
   Assign(f,'Num_2_D_16.res');ReWrite(f);
   Write(f,a16);Close(f);
end;
function Num_2_D(a2:string):integer;
begin
   n:=Length(a2);aD:=0;j:=0;
  for i:=1 to n do begin
    a:=Copy(a2,n-i+1,1);
    j1:=Power(2,j);j2:=Trunc(j1);
    if a='0' then aD:= aD+0*j2 else
```

```
    if a='1' then aD:= aD+1*j2 else
    if a='2' then aD:= aD+2*j2 else
    if a='3' then aD:= aD+3*j2 else
    if a='4' then aD:= aD+4*j2 else
    if a='5' then aD:= aD+5*j2 else
    if a='6' then aD:= aD+6*j2 else
    if a='7' then aD:= aD+7*j2 else
    if a='8' then aD:= aD+7*j2 else
    if a='9' then aD:= aD+7*j2;
    j:=j+1            end;
  Num_2_D:=aD
end;
function Num_D_16(aD:integer):string;
begin
  a16:='';
  while aD>0 do            begin
   aM:=aD mod 16;aD:=aD div 16;
   if aM=0  then a16:='0'+a16 else
   if aM=1  then a16:='1'+a16 else
   if aM=2  then a16:='2'+a16 else
   if aM=3  then a16:='3'+a16 else
   if aM=4  then a16:='4'+a16 else
   if aM=5  then a16:='5'+a16 else
   if aM=6  then a16:='6'+a16 else
   if aM=7  then a16:='7'+a16 else
   if aM=8  then a16:='8'+a16 else
   if aM=9  then a16:='9'+a16 else
   if aM=10 then a16:='A'+a16 else
   if aM=11 then a16:='B'+a16 else
   if aM=12 then a16:='C'+a16 else
   if aM=13 then a16:='D'+a16 else
   if aM=14 then a16:='E'+a16 else
   if aM=15 then a16:='F'+a16 end;
  Num_D_16:=a16
end;
begin
  Inpt;{Write('a2?');Read(a2);}
  aD:=Num_2_D(a2);
  a16:=Num_D_16(aD);
  Outp;{WriteLn(a16)}
end.
program Num_16_D_2;
  var i,j,j2,n,aM,aD:integer;j1:real;
      a2,a,a16:string;f:text;
```

```
procedure Inpt;
begin
  Assign(f,'Num_16_D_2.dat');Reset(f);
  Read(f,a16);Close(f);
end;
procedure Outp;
begin
   Assign(f,'Num_16_D_2.res');ReWrite(f);
   Write(f,a2);Close(f);
end;
function Num_16_D(a16:string):integer;
begin
   n:=Length(a16);aD:=0;j:=0;
   for i:=1 to n do begin
      a:=Copy(a16,n-i+1,1);
      j1:=Power(16,j);j2:=Trunc(j1);
      if a='0' then aD:= aD+0*j2 else
      if a='1' then aD:= aD+1*j2 else
      if a='2' then aD:= aD+2*j2 else
      if a='3' then aD:= aD+3*j2 else
      if a='4' then aD:= aD+4*j2 else
      if a='5' then aD:= aD+5*j2 else
      if a='6' then aD:= aD+6*j2 else
      if a='7' then aD:= aD+7*j2 else
      if a='8' then aD:= aD+8*j2 else
      if a='9' then aD:= aD+9*j2 else
      if a='A' then aD:= aD+10*j2 else
      if a='B' then aD:= aD+11*j2 else
      if a='C' then aD:= aD+12*j2 else
      if a='D' then aD:= aD+13*j2 else
      if a='E' then aD:= aD+14*j2 else
      if a='F' then aD:= aD+15*j2;
      j:=j+1        end;
   Num_16_D:=aD
end;
function Num_D_2(aD:integer):string;
begin
  a2:='';
  while aD>0 do             begin
     aM:=aD mod 2;aD:=aD div 2;
     if aM=0  then a2:='0'+a2 else
     if aM=1  then a2:='1'+a2 else
     if aM=2  then a2:='2'+a2 else
     if aM=3  then a2:='3'+a2 else
```

```
      if aM=4  then a2:='4'+a2 else
      if aM=5  then a2:='5'+a2 else
      if aM=6  then a2:='6'+a2 else
      if aM=7  then a2:='7'+a2 else
      if aM=8  then a2:='8'+a2 else
      if aM=9  then a2:='9'+a2 else
      if aM=10 then a2:='A'+a2 else
      if aM=11 then a2:='B'+a2 else
      if aM=12 then a2:='C'+a2 else
      if aM=13 then a2:='D'+a2 else
      if aM=14 then a2:='E'+a2 else
      if aM=15 then a2:='F'+a2 end;
   Num_D_2:=a2
end;
begin
   Inpt;{Write('a16?');Read(a16);}
   aD:=Num_16_D(a16);
   a2:=Num_D_2(aD);
   Outp;{WriteLn(a2)}
end.
```

У наведених вище програмах ***Num_2_D_16*** та ***Num_16_D_2*** слід звернути увагу на на виділені рамкою та сірою штриховкою фрагменти. В рамках знаходяться процедури вводу та виводу з використанням текстових файлів. В обох програмах названо однаково процедури вводу ***Inpt*** (від *input*) та ***Outp*** (від *output*). Для максимального спрощення (адже описане адресоване учителям, які будуть проводити початкове ознайомлення із таким способом вводу/виводу) процедури не мають парвметрів. Команди виклику цих процедур в основних програмах мають також максимально спрощений вигляд (*Inpt*, *Outp*), а команди вводу/виводу через консоль для порівняння не вилучені, а закоментовані.

Якщо скористатись вхідними файлами ***Num_2_D_16.dat*** та ***Num_16_D_2.dat***, одержимо результуючі файли ***Num_2_D_16.res*** та ***Num_16_D_2.res***. Цікаво, що вміст файлів ***Num_2_D_16.dat*** та ***Num_16_D_2.res*** однакові, тобто:

таблиця 4

Num_{10}	Num_2_D_16.dat	Num_2_D_16.res	Num_16_D_2.dat	Num_16_D_2.res
2017	11111100001	7E1	7E1	11111100001
4095	111111111111	FFF	FFF	111111111111

Ця обставина дозволить створювати тестуючі файли для таких програм, які можемо назвати *взаємно оберненими*, або і, взагалі, виконувати обернені перетворення натуральних чисел між системати числення. Проте, в наведеному матеріалі існує обмеження для вхідних даних типом *integer*, тобто максимальним числом для цього типу 2147483647.

Цікаві факти:

Файл в **Pascal ABC** представляє собою послідовність елементів одного типа, що зберігаються на диску. В **Pascal ABC** доступні два типи файлів - *типізовані* та *текстові*. Текстові файли зберігають символи, розділені на рядки символами #13 та #10 (кінець рядка та кінець файлу). Для опису текстового файлу використовує стандартне ім'я типу text, а для описання типізованого файлу - конструкція **file of** тип елементів:

```
var
  f1: file of real;
  f2: text;
```

Файлові процедури та функції описуються в пункті "Процедури та функції для роботи з файлами".

При роботі з типізованими файлами, наприклад, запис у файл здійснюється з допомогою процедури ***WRITE***. При виконанні її виклику *Write(f, вираз-типу-компонентів-файлая)* обчислюється значення виразу та присвоюється доступному елементу файла, після чого вказівник доступного елемента зсувається на 1 елемент. Наприклад:

```
program ...
  var f : file of integer; x : integer
begin
  ...
 ReWrite(f); x:=2;
 Write(f, 1); Write(f, x);
  ...
end.
```

Запитання:

1. Чи можна прочитати із текстового файлу числові дані, записані в рядок без пропусків?
2. Яка різниця у виконанні процедур *Read*(*f*, ім'я файлу) та *ReadLn*(*f*, ім'я файлу)?
3. Яка різниця у виконанні процедур *ReWrite* та *Append*?

Завдання:

1. Написати програму, яка читає з текстового файлу рядок чисел, записаних через пропуск.
2. Написати програму, яка читає набір чисел, записаних в стовпчик і визначає кількість таких чисел.
3. Написати програму, яка читає із файлу текст, що містить понад 255 символів.

ПЕРЕВЕДЕННЯ ЧИСЕЛ МІЖ ДОВІЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ ЧИСЛЕННЯ

Вище описано єдиний підхід до структур програм переведення натуральних чисел із однієї позиційної системи в іншу. Поряд із кількома дидактичними перевагами такого підходу, є суттєвий недолік, який полягає в тому, що за зразком потрібно складати для кожної пари вибраних систем числення свої програми переведення чисел. У той же час хотілося б мати єдину універсальну програму, яка при заданні основ числення *n* та *m* і числа в *n*-ковій системі видавала б на виході число в *m*-ковій системі числення. Далі наведемо такі програми. У них застосовано той самий підхід до кількості, типах та назвах величин, що дасть додаткові дидактичні зручності у співставленні цих програм.

```
program N_D_M_C;
  uses Crt;
  const d : string[16]='0123456789ABCDEF';
  var   c1, c2, m, i : integer;
        t, s : string;
  function D_N(n,r:integer):string;
  begin
    s:='';
    repeat
      s:=d[(n mod r)+1]+s;
      n:=n div r;
    until n=0;
    D_N:=s;
  end;
  function N_D(n:string;r:integer):integer;
  begin
    m:=0;
    while n[1]='0' do
       Delete(n,1,1);
    for i:=1 to Length(n) do
       m:=m*r+pos(n[i],d)-1;
    N_D:=m;
  end;
begin
   WriteLn('вхідна система:');   ReadLn(c1);
   WriteLn('число:');ReadLn(t);
   WriteLn('вихідна система:'); ReadLn(c2);
   WriteLn(D_N (N_D (t, c1), c2)); {1}
end.
```

```
program N_D_M_F;
  const d : string[16] = '0123456789ABCDEF';
  var   c, c1, c2, i, m : integer;
        t, s, st : string; f:text;
  procedure Inpt;
  begin
    Assign(f,'N_D_M1.dat');Reset(f);
    ReadLn(f,c1);ReadLn(f,t);ReadLn(f,c2);
    Close(f)
  end;
  function D_N(n,k:integer):string;
  begin
    s:='';
    repeat
      s:=d[(n mod k)+1]+s;
      n:=n div k;
    until n=0;
    D_N:=s;
  end;
  function N_D(n:string;k:integer):integer;
  begin
    m:=0;
    while n[1]='0' do
      Delete(n,1,1);
    for i:=1 to Length(n) do
      m:=m*k+pos(n[i],d)-1;
    N_D:=m;
  end;
  procedure Outp;
  begin
    Assign(f,'N_D_M1.res');ReWrite(f);
    WriteLn(f, D_N (N_D (t, c1), c2));   {1}
    Close(f);
  end;
begin
  Inpt;
  Outp
end.
```

При перевагах, що полягає в універсальності програм ***N_D_M_C*** та ***N_D_M_F*** вони суттєво складніші за наведені раніше, тому не варто пропонувати їх учням, які не мають ще достатніх знань і навичок у програмуванні мовою Паскаль. Як показує практика, учням важко трасувати і аналізувати ці програми. Ми спеціально виділили позначкою {1} відповідні рядки, зокрема:

WriteLn(f, D_N (N_D (t, c1), c2)).

Тут одночасно викликаються дві функції *D_N* та *N_D*, причому остання вкладена в першу, що ускладнює аналіз фактичних параметрів та їх взаємозв'язки. Але ці програми дають можливість швидко створювати тести на переведення *n*-кових чисел у *m*-кові. Наведемо одержані результати:

таблиця 5

вхідна основа	*число*	*вихідна основа*	*Число*
10	1	7	1
10	1	12	1
10	1	15	1
10	1	16	1
10	2409	2	100101101001
10	2409	3	1022020
10	2409	4	211221
10	2409	5	34114
10	2409	6	15053
10	2409	7	10011
10	2409	8	4551
10	2409	9	3266
10	2409	11	18A0
10	2409	12	1489
10	2409	13	1134
10	2409	14	C41
10	2409	15	AA9
10	2409	16	969
10	2147483647	2	11111111111111111111111111111111
10	2147483647	3	12112122212110202101
10	2147483647	4	1333333333333333
10	2147483647	5	13344223434042
10	2147483647	6	553032005531
10	2147483647	7	104134211161
10	2147483647	8	17777777777
10	2147483647	9	5478773671
10	2147483647	11	A02220281
10	2147483647	12	4BB2308A7
10	2147483647	13	282BA4AAA
10	2147483647	14	1652CA931
10	2147483647	15	C87E66B7
10	2147483647	16	7FFFFFFF

З одержаної таблиці 5 можна складати тести для перевірки роботи програми ***N_D_M_F***, наприклад:

N_D_M.dat	***N_D_M.res***
5 13344223434042 12	4BB2308A7

На закінчення теми переведення числа з однієї позиційної системи в іншу-зауважимо, що вхідні дані обмежені десятковими числами в діапазоні від 1 до 2147483647 (потужність цілочисельного типу *integer*).

Цікаві факти:

Файл в **Pascal ABC** представляє собою послідовність элементів одного типа, що зберігаються на диску. В **Pascal ABC** доступні два типи файлів - *типізовані* та *текстові*. Текстові файли зберігають символи, разділені на рядки символами #13 та #10 (кінець рядка та кінець файлу). Для опису текстового файлу використовує стандартне ім'я типу *text*, а для описання типізованого файлу - конструкція ***file of*** тип элементів:

```
var
  f1: file of real;
  f2: text;
```

Файлові процедури та функції описуються в пункті "Процедури та функції для роботи з файлами".

При роботі з типізованими файлами, наприклад, запис у файл здійснюється з допомогою процедури ***WRITE***. При виконанні її виклику *Write(f, вираз-типу-компонентів-файлая)* обчислюється значення виразу та присвоюється доступному елементу файла, після чого вказівник доступного елемента зсувається на 1 елемент. Наприклад:

```
program ...
  var f : file of integer; x : integer
begin
  ...
 ReWrite(f); x:=2;
 Write(f, 1); Write(f, x);
  ...
end.
```

Запитання:

1. Чи можна однією процедурою *Read* читати змішані дані (наприклад, числові і рядкові)?
2. У таблиці 5 можна помітити цікавий факт: для десяткового числа 2147483647? Значення у двійковій, четвірковій, восьмірковій та шістнадцятковій системах числення записуються подібно, першою цифрою є одиниця, а решта цифр однакові, дорівнюють найбільшій цифрі в цій системічислення. Чи випадково та з чим це пов'язано?

Завдання:

1. (*задачу взято із колекції, запропонованих на тренувальному турі III етапу олімпіади з програмування в 2017 році*) Як відомо, в двійковій системі ній необхідно вміти виконувати різного роду операції зі степенями двійки. Пропонується гра, правили якої полягають в наступному. В рядку знаходяться числа – степені двійки. Гравець може обрати два довільних однакових числа, після чого ці числа зникають, а на полі з'являється інше число, що рівне сумі обраних чисел. Написати програму, що за початковим набором чисел на полі, знаходить найбільше число, що може з'явитися під час гри.

Вхідні дані:

У першому рядку записане одне число N ($1 \le N \le 216$) – кількість чисел. Другий рядок містить N цілих чисел Ai ($1 \le Ai \le 230$) – числа, що записані на полі на початку гри.

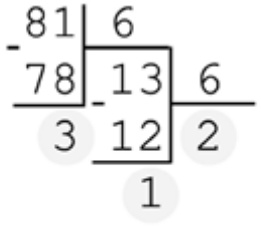
Результати:

У єдиному рядку виведіть одне число – найбільше число, що може з'явитися на полі під час гри.

Приклади:

Input in c.in	Output in c.out
4 2 4 4 8	16
9 4 4 4 4 4 4 4 4 4	32

2. **Цікаве число** (*задачу взято із колекції, запропонованих на тренувальному турі III етапу олімпіади з програмування в 2017 році*) На факультативі з програмування почали вивчити системи числення. На першому уроці вчитель розповів про систему числення з основою два, дуже популярною в комп'ютерному світі. На другому уроці учні дізналися про систему числення з основою три. І так далі: на кожному наступному уроці дізнавались про нові системи числення, так що на *i*-му уроці була розглянута система числення з основою *i* +1. Щоб краще запам'ятати, на кожному уроці брали одне і те ж число *x* і записували його в зошит в останній вивченій системі числення.



$81_{10} = 213_6$

мал.5

Приклад перекладу числа 81 в систему числення з основою 6 (малюнок 5). Помічено, що у записаному числі *x* в новій системі числення всі цифри однакові. Якщо уявити, що таке відбувається вперше, і ні на якому з попередніх уроків число, не виходило таким цікавим. Під враженням забулось, яка система числення в цей день розглядалась на уроці. Потрібно написати програму, що знаходить систему числення з мінімальною основою, в якій це число має однакові цифри.

Вхідні дані:

Єдиний рядок вхідного файлу містить одне ціле число X ($1 \leq X \leq 1012$) - число записане в десятковій системі числення.

Результати:

Вихідний файл повинен містити одне ціле число B ($2 \leq B$) - шукана система числення.

Пояснення до прикладів:

Перший приклад: "3" це "11" в системі числення з основою 2.

Другий приклад: "219" це "333" в системі числення з основою 8.

Третій приклад: "1009" це "11" в системі числення з основою 1008.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БАГАТОРОЗРЯДНОЇ АРИФМЕТИКИ В ПРОГРАМАХ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЧИСЕЛ МІЖ ПОЗИЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ ЧИСЛЕННЯ

7.1 (*Стандартний спосіб*) До цього моменту досліджувалось питання про переведення натуральних позиційних чисел в межах типу *integer*, але можуть становити інтерес розв'язування такої задачі для багаторозрядних натуральних чисел, наприклад, переведення даного натурального числа в 25-ковій системі числення у 35-кову систему числення. Для цього слід використовувати спеціальні методи опрацювання багаторозрядних чисел. Тут скористаємось стандартними процедурами і функціями виконання операцій над багаторозрядними десятковими числами на основі текстового представлення багаторозрядних чисел.

Нижче наведена програма ***D_2_LONG*** виконує переведення десяткових багатоцифрових чисел у двійкову систему числення. Видно, що вона досить громіздка за рахунок процедури ***LongMoDiv*** (визначення остачі від ділення та неповної частки при цілочисельному діленні багаторозрядних чисел) та функцій ***Comp*** (порівняння двох багатоцифрових чисел) та ***Sub*** (віднімання багатоцифрових чисел).

```
program D_2_LONG;
var i:integer;
   a,b,n,c,str1,str2,strMod,strDiv:string;
   q:boolean;f:text;
function Comp(s1,s2:string):boolean;
 var j,l1,l2:byte;st:string;
begin l1:=Length(s1);l2:=Length(s2);
 if l1<l2 then for j:=l2-l1 downto 1 do s1:='0'+s1
 else        for j:=l1-l2 downto 1 do s2:='0'+s2;
 if s1>=s2 then Comp:=true else Comp:=false
end;
function Sub(s1,s2:string):string;
 var j,l1,l2,pm:byte;code,s_1,s_2,s:integer;
begin
 l1:=Length(s1);l2:=Length(s2);pm:=0;
 if s1=s2 then Sub:='0'
 else                              begin
  for j:=l1-l2 downto 1 do s2:='0'+s2;
  for j:=l1 downto 1 do begin
   Val(s1[j],s_1,code);Val(s2[j],s_2,code);
   if s_1>=s_2+pm then begin s:=s_1-(s_2+pm);pm:=0 end
    else begin s:=(s_1+10)-(s_2+pm);pm:=1 end;
    s1[j]:=Chr(s+48)    end;
```

```
   while s1[1]='0' do Delete (s1,1,1);Sub:=s1 end
end;
procedure MoDiv(st1,st2:string;var stmod,stdiv:string);
 var i,l,k, j:integer;st_1:string;bZero: boolean;
begin
 st_1:='';stdiv:='';i:=1;l:=Length(st1);
 repeat
  k:=0;if st2='' then break;
  while not Comp(st_1,st2) do                    begin
   st_1:=st_1+st1[i];i:=i+1;stdiv:=stdiv+'0';
    if i>Length(st2) then break;bZero := true;
    if Length(st_1)>Length(st2) then            begin
     for j := 1 to Length(st_1)-1 do
      if st_1[j]<>'0' then bZero := false;
     if (st_1[Length(st_1)]<>str2[Length(str2)]) and bZero then
      begin Delete(st_1,Length(st_1),1);break end end end;
  Delete (stdiv,Length(stdiv),1);
  while st_1[1]='0' do                    begin
   If st_1 = '' then break; Delete (st_1,1,1) end;
  while Comp(st_1,st2) do     begin
   st_1:=Sub(st_1,st2);k:=k+1 end;
  stmod:=st_1;
  if st_1 = '' then stmod := '0';
   stdiv:=stdiv+Chr(k+48);
  while Length(stdiv)>Length(st1) do
  Delete(stdiv,Length(stdiv),1);
 until i>l;
 if (Length(stdiv)<>1) and (stdiv[1]='0') then
  while stdiv[1]='0' do Delete(stdiv,1,1);
end;
procedure Inpt;
begin
 Assign(f,'D2Lng5.dat');Reset(f);
 Read(f,a);Close(f);
end;
procedure Proc;
begin
 n:='2';q:=Comp(a,'0');
 if a='0' then q:=False;
 while q=True do          begin
  MoDiv(a,n,c,a);
  for i:=0 to 9 do
   if c=IntToStr(i) then b:=c+b;
    q:=Comp(a,'0');
```

```
    if a='0' then q:=False end;
end;
procedure Outp;
begin
 Assign(f,'D2Lng5.res');
 Rewrite(f);Write(f,b);Close(f);
end;
begin
 Inpt;
 Proc;
```

Програма ***D_2_LONG*** дає такі результати (таблиця 6):

таблиця 6

№	***D2Lng.dat***	***D2Lng.res***
1	1000000000000000000	11011110000010110110101100111010011101100100000000 0000000000
2	4000000000000000000	11011110000010110110101100111010011101100100000000 000000000000
3	4000000000000000001	11011110000010110110101100111010011101100100000000 000000000001
4	3106511852580896964	10101100011100100011000001001000100111101000000000 000011000100
5	1234567891234567891234567891234567891234567891 23456789	10110001001001101101110010100111101000100111001101 01111111011111010101110110010011010000011111100010 1010000101101101000010000000100010111110001010 1
6	9999999999999999999999999999999999999999999999999999999999999999	11110011000101100010011100011100011111111100001110 01000001000101010001011111011110100011001001110001 1 10010100010111101111011110100010010100110110000010 01111111111111111111111111111111111111111111111111 111111111111111
7	9999999999999999999999999999999999999999999999999999999999999998	11110011000101100010011100011100011111111100001110 01000001000101010001011111011110100011001001110001 1 10010100010111101111011110100010010100110110000010 01111111111111111111111111111111111111111111111111 111111111111111
8	999999999999999999999999999999999999999999999	10110011010111011011111111000001000011010111001001 1 11001110001011110111011010001010000000001011001000 10100111111111111111111111111111111111111111111001
9	999999999999999999999999999999999999999999999 4	10110011010111011011111111000001000011010111001001 1 11001110001011110111011010001010000000001011001000 10100111111111111111111111111111111111111111111010
10	9999999999999	10110011010111011011111111000001000011010111001001 1

	9999999999999 9999999999999 999995	11001110001011110111011010001010000000001011001000 10100111111111111111111111111111111111111111111011

Результати тестів перевірені. Вихідні результати в силу використання текстового способу опрацювання багатоціфрових чисел можуть містити не більше 255 знаків, що накладає свої обмеження і на вхідні дані, але і так видно, що програма дає можливість опрацьовувати астрономічні дані. Наприклад, п'ятий тест на виході дає 147 цифрове число, а вхідним 45-и цифрове число. Абсолютно точно визначити розмір найбільшого десяткового числа, яке опрацьлвує програма ***D_2_LONG*** да громіздко, але тут покажемо, як зробити таку "прикидку". У шостому тесті взято максимально можливе десяткове шестидесятип'яти цифрове число (10^{65}-1). Програма видає відповідне двійкове число, але велика кількість одиниць у кінці ставить під сумнів правильність переводу. Щоб підтвердити таке припущення, можна взяти десяткове число 10^{65}-2 (Теж 65 дев'яток, але замінено останню на цифру 8). Факт, що видає програма двійкове число, яке співпадає з попереднім результатом із шостого тесту, переконує, що чисел, близьких до 10^{65}-1 програма ***D_2_LONG*** опрацьовувати не може. Очевидно, слід зменшувати кількість дев'яток у вхідному тесті. Так можна визначити гарантовано кількість цифр *n* вхідного числа, але результат у такому випадку знаходитиметься в діапазоні (10^{n-1}-1; 10^{n}-1). Якщо пошуки продовжити, то можна звузити діапазон достовірності (див. тести 8-9 в таблиці 6). При значеннях десяткового числа 10^{44}+3 та 10^{44}+4 двійкові коди останньому розряді різні, це значить двійкові коди десяткових чисел 10^{44}+3 та 10^{44}+4 достовірні. Зробимо "контрольний постріл". В десятому рядку візьмемо десяткове число 10^{44}+5 і одержимодвійковий код цього числа. З трьох останніх рядків видно, що в останніх чотирьох розрядах коди: 1001, 1010, 1011, що відповідно дорівнює десятковим числам 9, 10 та 11. Якщо при збільшенні десяткового числа на 1 відповідний двійковий код також збільшується на 1, то всі останні тести (8-10) не тільки достовірні, а й правильні. Чи можна стверджувати, що число 10^{44}+5 для програми ***D_2_LONG*** граничне? Пропонується самостійно знайти відповідь на це питання.

З причини громіздкості подібних програм ми обмежились лише програмою ***D_2_LONG***, хоча, скориставшись продемонстрованим вище підходом цілком можливо було б навести коди програм ***2_D_LONG*** (переведення двійкового числа в десяткову систему), програми ***D_16_LONG*** і ***16_D_LONG***., що переводять шістнадцядкові багатоцифрові числа в десяткову систему і навпаки.

7.2 (***Економний спосіб***) Але згадаємо наведені вище відомості про "метод тетрад". Він дозволяє без використання громіздких і малозрозумілих багатьом методів опрацювання багаторозрядних чисел писати невеликі і схожі за ідеологією програмам з п. 3-4 програми переведення багаторозрядних двійкових, четвіркових, восьміркових, шістнадцяткових та інших чисел, розрядні одиниці яких є степенями двійки і програми для зворотного переведення. Цей метод дозволить напряму і без громіздких програмних кодів перетворювати між собою

четвіркові, восьміркові, шістнадцяткові та інші числа без використання двійкової системи числення.

Для прикладу наведемо програму ***2_H_Long*** (з двійкової системи в шістнадцяткову).

```
program B_H_Long;
var i,n,k,m:integer;
   a,a2,aH:string;
   f:text;
procedure Proc;
begin
 n:=Length(a2);k:=n mod 4;
 for i:=1 to 4-k do a2:='0'+a2;
 n:=Length(a2);k:=n div 4;aH:='';m:=1;
 for i:=1 to k do          begin
  a:=Copy(a2,m,4);m:=m+4;
  if a='0000' then aH:=aH+'0' else
  if a='0001' then aH:=aH+'1' else
  if a='0010' then aH:=aH+'2' else
  if a='0011' then aH:=aH+'3' else
  if a='0100' then aH:=aH+'4' else
  if a='0101' then aH:=aH+'5' else
  if a='0110' then aH:=aH+'6' else
  if a='0111' then aH:=aH+'7' else
  if a='1000' then aH:=aH+'8' else
  if a='1001' then aH:=aH+'9' else
  if a='1010' then aH:=aH+'A' else
  if a='1011' then aH:=aH+'B' else
  if a='1100' then aH:=aH+'C' else
  if a='1101' then aH:=aH+'D' else
  if a='1110' then aH:=aH+'E' else
  if a='1111' then aH:=aH+'F' end;
 end;
procedure Inpt;
begin
 Assign(f,'2_H_Long.dat');Reset(f);
 Read(f,a2);Close(f)
end;
procedure Outp;
begin
 Assign(f,'2_H_Long.res'); ReWrite(f);
 Write(f,aH);Close(f)
end;
begin
 Inpt;Proc;Outp end.
```

Тести:

2_H_Long.dat	*2_H_Long.res*
11111100001	7E1
101100010110110001	2C5B1
1011000101101100011	58B63
11111111101111111111111111111111111111111001111111111 11111111101111111111111111111111111100000000000001 1100111	7FDFFFFFFF9FF FFDFFFFFFE000 E7

З останнього тесту видно, що програма ***2_H_Long*** опрацьовує багаторозрядні двійкові числа, переводячи їх в шістнадцяткову систему числення.

Цікаві факти:

Вище кілька разів зверталась увага на особливості систем числення з основами два, чотири, вісім та шістнадцять. Наприклад, в цікавих фактах, запитаннях та завданнях до п. 4 ішлось про представлення двійкового коду вшістнадцяткове число з допомогою тетрад. Очевидно, що за цим методом легко представляти і багаторозрядні числа, наприклад:
11111111101111111111111111111111111111100111111111111111110111111
11111111111111111111000000000000011100111111111111111111111111111
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
11111111111111111111111111111111111110000111111111111111111111111
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
$11111111111111111111111111111111111110001110111_2$ =
=FFBFFFFFFF3FFFFBFFFFFFC001CFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
F87FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFC77$_{16}$ (близько 480 двійкових цифр, понад 110 шістнадцяткових цифр).
Це дуже економний спосіб і в програмному коді і в швидкодії програми опрацьовувати дуже багатоцифрові числа у відповідних системах числення (порівняймо хоча б із програмою ***D_2_LONG***).

Запитання:

Для яких систем числення з основою s<130 можливо застосувати метод переведення двійкових чисел у ці системи?

Завдання:

1. Дано 1000-цифрове двійкове число. Визначити кількість цифр цього числа у 16-й системі числення.
2. Написати програму, що визначає кількість цифр 8-го числа, переведеного в 4-у систему числення.
3. Написати програму переведення багатоцифрового шістнадцяткового числа у двійкову систему числення економним способом (методом тетрад).

ДЕЯКІ “СЕКРЕТИ” ДЛЯ ЮНИХ ПРОГРАМІСТІВ

Матеріали пропонованого навчально-методичного посібника націлені на розкриття особливостей початкового етапу серйозного навчання програмуванню школярів, яке не можна уявити без змагань. Такими змаганнями традиційно є різні етапи Всеукраїнської олімпіади з програмування для учнів. Тому крім навичок програмування необхідно знати і майстерно застосовувати найпростіші “секрети” таких змагань. Як відомо бали “не пахнуть”, подібно висловленню про гроші. Крім досвіду, ерудиції та інтуіції треба вміти набрати якомога більше балів, що підвищить рейтинг юного програміста і, неминуче, його позитивну мотивацію.

Серед задач, які пропонуються, завжди є одна-дві легких, які умовно можна назвати “втішальними” а також дуже складні, інакше – “непідйомними”. Отже потрібно вміти відсіяти “зерна” від “полови”. Для цього варто при ознайомленні із завданнями деякий, можливо значний, час виділити для дослідження умов задач та роботи над побудовою математичних моделей і опису та дослідження алгоритмів. Це допоможе спочатку всі зусилля присвятити задачам, які дозволять набрати можливий максимум балів. Решту часу цілком можна приділити важчим задачам.

Щоб досягти найбільшої кількості балів потрібно пильно дослідити умови задач, звернувши особливу увагу вхідним даним і результатам та наведеним прикладам тестів. Задачу варто самостійно перевірити на тестах. Але при їх відсутності потрібно навчитись самостійно складати найбільш вірогідні тести. Характер тестів випливає із нюансів, зазначених в початкових умовах, накладених на вхідні дані та результати). Тести можна поділити на ті, що легко і швидко опрацьовуються (схожі на наведені в прикладах і призначені для перевірки можливості компіляції програми), основні та екстремальні. Основні оцінюються, як правило, середностатистичними балами і призначені перевірити програму на стандартних ситуаціях. Екстремальні змушують виявити здатність швидкодію програми та можливі виходи за діапазони вхідних даних.

Так звані легкі тести дозволять набрати не більше кількох балів або до двох-п’яти процентів від загальної кількості. На середніх тестах вдається додати 20-40% балів. А екстремальні тести (їх може бути всього одиниці) часто “важать” від 50 до 80 процентів балів.

Проходження легких тестів можна передбачити практично завжди, при цьому набрати кілька процентів можливих балів. Для недосвідченого програміста це також вихід. Якщо пройти всі легкі тести всіх запропонованих задач, можна одержати цілком втішний результат. Наприклад, дано п’ять задач із загальною кількістю 400 500 балів. 5% від них становить 20-25 балів, що становить до половини балів задачі звичайної складності. Якщо “взяти” ще середні тести однієї із задач, це в сумі може становити до 10-15% загальної кількості

балів тобто 40-60 балів. І ці міркування зовсім не з категорії “дурень думкою багатіє”.

Оптимально було б вчасно і правильно визначити одну-дві реально посильні задачі, набравши на яких 20-30% балів, тоді з вище врахованими навіть 5% додаткових легких балів вони дозволили б ввійти до категорії учасників, недалеких від призового місця (часто дипломи І-ІІІ ступеня присуджуються до половини учасникам).

На такі результати можна сподіватись навіть на ІІІ-у (обласному) етапі. На жаль – це потолок для учасників олімпіади, які оволоділи поки-що стандартними, тобто технічними уміннями та навичками програмування. Більшого сподіватись можна тільки при міцному засвоєнні спеціальних прийомів програмування. Ось деякі з них:

a) Елементи дискретної математики;
b) Сортування та пошук;
c) Елементи теорії графів;
d) Оптимальні способи перебору;
e) Елементи обчислювальної геометрії;
f) Елементи теорії графів;
g) Методи опрацювання багатоцифрових чисел.

Ці методи та прийоми названі умовно, адже деякі з них мають спільні теоретичні засади та завдання. Напиклад, дискретна математика стосується не тільки комбінаторних задач, а й елементів теорії графів, суміжна із методами сортування та пошуку, способів перебору. Комбінаторні задачі поділяються на задачі підрахунку та задачі генерування множин елементів. Є також багато видів сортування та пошуку. Відомо багато методів оптимізації, виділимо окремо, наприклад, метод динамічного програмування. Щодо задач так званої “довгої арифметики”, то вони можуть базуватись на табличному, рядковому чи іншому принципі представлення багатоціфрових чисел.

І все це тільки елементи звичайної ерудиції, які, правда, часто виходять за межі елементарної математики. Окрім них варто назвати так звані евристичні алгоритми чи логічні методи опрацювання даних. При застосуванні названих методів структурного програмування потрібні, по-перше, неабиякі знання та практика в галузі програмування, по-друге, те, чого не додасть ні теорія, ні практика, тобто справжній програмістський талант.

На перший погляд, стандартна задача може виявитись надзвичайно складною, наприклад, якщо змінити діапазон даних,

Наведемо у якості ілюстрацій

ВИСНОВКИ

У запропонованому матеріалі розглянуто цілісний підхід до вводу в методи структурного програмування, яке в шкільних програмах рівня стандарту та академічного не розглядається, тому цей підхід на основі багаторічного досвіду може бути своєрідним містком між шкільним програмуванням та таким, що вивчається на перших курсах у вищих навчальних закладів. Цей матеріал і сам підхід будуть корисними для учителів, які намагаються зрозуміти з чого розпочати підготовку учнів до шкільних олімпіад з програмування.

У зв′язку з цим вибрано і з найменшими деталями розглянуто глобальну задачу опрацювання чисел в різних позиційних системах з екскурсами в методи вводу/виводу, зокрема з використанням зовнішніх текстових файлів, а також в методи розв′язування задач багаторозрядної арифметики.

Цей матеріал буде слушним додатком до навчально-методичного доробку автора, що вже у різні роки публікувався в, зокрема, фаховій періодичній пресі (див. літературу). Таким чином, всім бажаючим можна буде достатньо ґрунтовно розібратись в елементах структурного програмування мовою Паскаль, в методах опрацювання текстових (рядкових) величин, методах перебору і зокрема методі динамічного програмування, розібрати окремі задачі опрацювання графів та цілий ряд задач на програмування олімпіадного характеру.

Програмування органічно пов′язане з математикою, особливо з дискретною математикою. Воно виконує завдання формування математичних моделей задач та пошуку їх реалізації, допомагає розвивати до високого рівня логічне та алгоритмічне мислення.

У пропонованій роботі практично всі ідеї, дослідження та програмні розробки авторські, в той же час використано деякі загальновідомі та доступні матеріали з інтернету, що не порушує нічиїх авторських прав, а також дещо із літератури інших авторів, на які є посилання в авторських статтях, наведених у літературі. У зв’язку з цим у списку літератури наведено тільки власні друковані джерела. У роботі для економії часу не наведено прямих посилань на конкретні джерела та відповідні сторінки із них. Але тим, хто прочитає пропонований матеріал “діагональний” або більш детальний перегляд вказаних джерел обов’язково вкаже місця на логічно пов’язані фрагменти, адже весь кількадесятирічний педагогічний досвід автора можна розглядади, як єдине ціле, підпорядковане єдиним принципам.

В кінці кожного пункту є рубрика “Цікаві факти”, кілька запитань та завдань. Радимо обов’язково обміркувати їх, це додасть значні відсотки до розглянутого в кожному пункті.

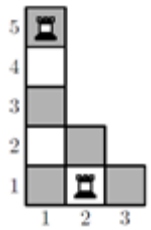
І все ж: з чого почати програмування, як поставлено питанням у назві? Дуже просто: **починати слід від моделі, через алгоритм та програму, від простого, до складного, від конкретної локальної задачі до її глобалізації, “накручуючи” все складніші та ефективніші прийоми, ідучи шляхом практики програмування**.

Про математичну постановку задачі, опис математичної моделі та опис і дослідження алгоритму ще не згадувалось, тому на закінчення цим питанням і присвятимо увагу. Для прикладу візьмемо дуже просту задачу, яка може здатись не такою тривіальною.

Задача ***Дивні шахи*** (*тренувальний тур олімпіади до ІІІ етапу олімпіади з програмування в 2017 р.*) Степан нещодавно придумав свою версію шахів, в якій гра відбувається на дошці, що має іншу форму. Його дошка складається з N стовпців, i-й з яких містить A_i клітин. Нижні клітини всіх стовпців утворюють один горизонтальний ряд, причому довжини стовпців впорядковані зліва направо по незростанню. На малюнку нижче наведений приклад дошки, в якій три стовпчика, містять 5, 2 і 1 клітинку, відповідно. Сьогодні Степана зацікавило питання: як розставити мінімальну кількість тур на його дошці так, щоб кожну клітинку поля била хоча б одна тура. Тура б'є ті клітини, які розташовані з нею на одній вертикалі або одній горизонталі. Допоможіть Степану розставити на його дошці мінімальне число тур потрібним чином.

Вхідні дані: Перший рядок вхідного файлу містить ціле число N ($1 \le N \le 1000$) – кількість стовпців дошки. Наступний рядок містить N чисел $A_1, A_2, \ldots, A_N$ – кількість клітинок в стовпцях ($1 \le A_i \le 1000$, $A_1 \ge A2 \ge \ldots \ge A_N$).

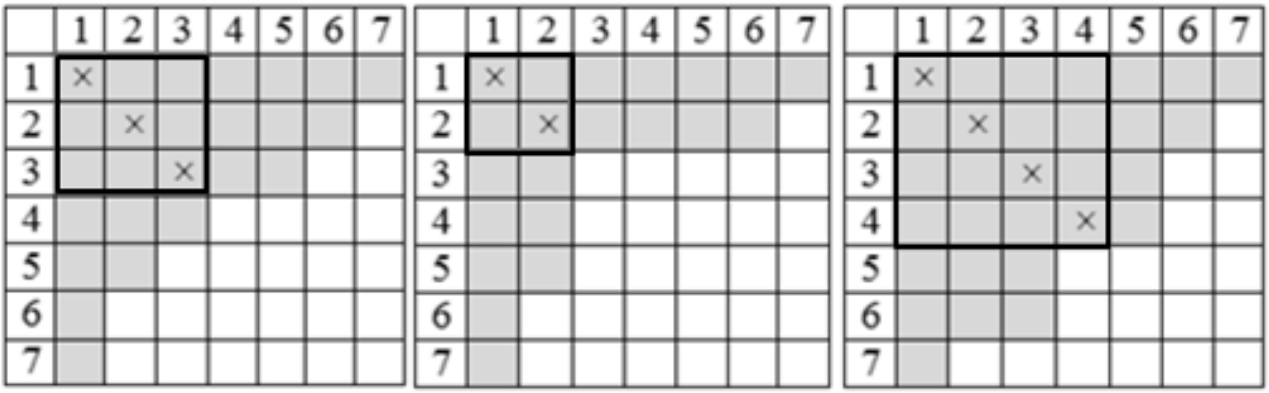
Результати: У першому рядку виведіть число K - мінімальна кількість тур, яку можна розставити на дошці так, щоб кожна клітинка дошки била хоча б одна тура. Наступні K рядків повинні містити опис позицій тур, по одній на кожному рядку. Позиція тури задається двома числами: номером стовпця, в якому стоїть тура, і номером клітинки в стовпці. Стовпці нумеруються, починаючи з 1, зліва направо, клітини в стовпцях нумеруються знизу вгору, також починаючи з 1. Якщо підходящих розстановок декілька, можна вивести будь-яку.



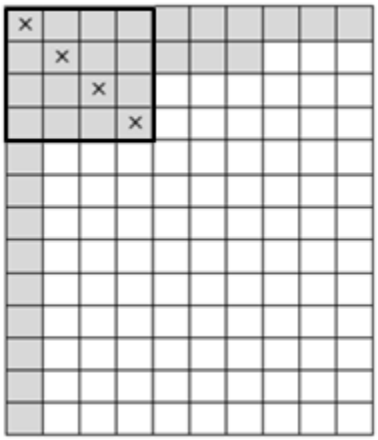
мал. 6

Приклад:

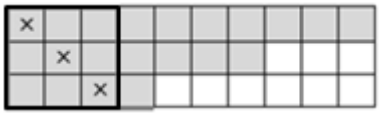
Input in a.in	*Output in a.out*
3 5 2 1	2 1 5 2 1



мал. 7



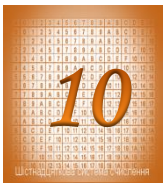
мал. 8



мал. 9

ЛІТЕРАТУРА:

1. В.С. Остапець, Комп’ютерне моделювання й основи алгоритмізації та програмування у формі експрес-курсу, “Інформатика“, № 10, 2009 р., с. 9-16, № 11, 2009 р., с. 3-13, № 13, 2009 р., с. 6-16, № 14, 2009 р., с. 9-18.
2. В.С. Остапець, Шкільні олімпіади з інформатики, “Світло”, № 1, 2001 р., с. 9-12.
3. В.С. Остапець, Використання багаторозрядної арифметики, “Інформатика“, № 17, 2005 р. с. 17-23.
4. В.С. Остапець, Від задачі до задачі, “Інформатика“, № 33-34, 2005 р., с. 34-41.
5. В.С. Остапець, Метод динамічного програмування у школі, “Інформатика“, №9, 2008 р., с. 3-17.
6. В.С. Остапець, Позакласна робота з програмування у школі, навчально-методичний посібник, “Ризографіка“, Бориспіль, 2007 р. с. 3-115.
7. В.С. Остапець, Сучасний бінарний урок як найвищий ступінь міжпредметних зв’язків, “Інформатика“, № 43, 2009 р., с. 11-16.
8. В.С. Остапець, Про планування курсу інформатики в 5-6 класах за новими програмами, “Комп’ютер у школі та сім’ї”, № 7, 2013 р.,
9. В.С. Остапець, Письмовий опис алгоритмів як невід′ємна складова розв′язку задачі сіз програмування у школі, “Комп′ютер в школі та сім′ї”, №7, 2003 р., с. 31-33.
10. В.С. Остапець, Комплексні електронні дидактичні засоби в системі ІТН, методичний посібник для вчителів, видано за сприяння Бориспільської Районної Ради та благодійного фонду “Борисове поле”, с. 3-70
11. Сучасний урок інформатики, збірник (за матеріалами роботи слухачів ОШППД Остапця В.С.), Біла церква 2012 р., с. 3-147.



ДОДАТКИ

Зразки програм мовою pascal для переведення чисел з однієї позиційної системи числення в іншу. Із заголовка програми легко зрозуміти з якої системи числення в яку буде переведене число, наприклад: *Num_2_D* - програма переводить двійкове число у десяткове, *D2N* – із застосуванням процедур та функцій та тспособів вводу/виводу, зокрема і з використанням текстових файлів.

Додатки призначені на допомогу вчителям інформатики для створення індивідуальних завдань та тестів для учнів при підготовці до олімпіад та поглибленого вивчення розділу “Алгоритмізація і програмування”, написання робіт МАН.

При бажанні і мінімуму креативу можна давати учням завдання до тем на математичну модель задачі з програмування, створення агналогічних програм мовами FreePascal, C++, як консольні додатки так і візуальні проекти, а також поняття макросу та тести засобами Microsoft Office з допомогою Visual Basic.

```
program Num_2_D;uses Crt;{двійкова - десяткова}
 var a2,a:string;i,n:integer;aD,j,j2:real;
begin
 Write('a2?');Read(a2);
 n:=Length(a2);aD:=0;j:=0;
 for i:=1 to n do begin
  a:=Copy(a2,n-i+1,1);j2:=Power(2,j);
  if a='0' then aD:= aD+0*j2 else
  if a='1' then aD:= aD+1*j2 else
  if a='2' then aD:= aD+2*j2 else
  if a='3' then aD:= aD+3*j2 else
  if a='4' then aD:= aD+4*j2 else
  if a='5' then aD:= aD+5*j2 else
  if a='6' then aD:= aD+6*j2 else
  if a='7' then aD:= aD+7*j2 else
  if a='8' then aD:= aD+8*j2 else
  if a='9' then aD:= aD+9*j2;
  j:=j+1         end;
 WriteLn(aD);
end.
```

```
program Num_2_D_Case;uses Crt;{двійкова-десяткова, з використанням оператора case}
 var a2,a:string;i,n:integer;aD,j,j2:real;b:char;
begin
```

```
 Write('a2?');Read(a2);
 n:=Length(a2);aD:=0;j:=0;
 for i:=1 to n do begin
  a:=Copy(a2,n-i+1,1);b:=a[1];j2:=Power(2,j);
  case b of
   '0':aD:= aD+0*j2;
   '1':aD:= aD+1*j2;
   '2':aD:= aD+2*j2;
   '3':aD:= aD+3*j2;
   '4':aD:= aD+4*j2;
   '5':aD:= aD+5*j2;
   '6':aD:= aD+6*j2;
   '7':aD:= aD+7*j2;
   '8':aD:= aD+8*j2;
   '9':aD:= aD+9*j2;
  end;
  j:=j+1         end;
 WriteLn(aD);
end.
```

```
program D2N;
 uses Crt;
 var aD,i,c,n:integer;
     a2:string;f:text;
{procedure Inpt;
begin
 Assign(f,'D2N1.dat');Reset(f);
 Read(f,aD);Close(f);
end;}
{procedure Proc;
begin
 n:=2;
 while aD>0 do                  begin
  c:=aD mod n;aD:=aD div n;
  for i:=0 to 9 do
   if c=i then a2:=IntToStr(c)+a2 end;
end;}
{procedure Outp;
begin
 Assign(f,'D2N1.res');Rewrite(f);
 Write(f,a2);Close(f);
end;}
begin
```

```
 Write('aD?');Read(aD);
 {Inpt;}
 n:=2;
 while aD>0 do                  begin
  c:=aD mod n;aD:=aD div n;
  for i:=0 to 9 do
   if c=i then a2:=IntToStr(c)+a2 end;
 {Proc;}
 {Outp;}
 WriteLn(a2);
end.
```

```
program Num_8_D;uses Crt;
 var a8,a:string;i,n:integer;aD,j,j8:real;
begin
 Write('a8?');Read(a8);
 n:=Length(a8);aD:=0;j:=0;
 for i:=1 to n do begin
  a:=Copy(a8,n-i+1,1);j8:=Power(8,j);
  if a='0' then aD:= aD+0*j8 else
  if a='1' then aD:= aD+1*j8 else
  if a='2' then aD:= aD+2*j8 else
  if a='3' then aD:= aD+3*j8 else
  if a='4' then aD:= aD+4*j8 else
  if a='5' then aD:= aD+5*j8 else
  if a='6' then aD:= aD+6*j8 else
  if a='7' then aD:= aD+7*j8;
  j:=j+1         end;
 WriteLn(aD);
end.
```

```
program Num_9_D;uses Crt;
 var a9,a:string;i,n:integer;aD,j,j9:real;
begin
 Write('a9?');Read(a9);
 n:=Length(a9);aD:=0;j:=0;
 for i:=1 to n do begin
  a:=Copy(a9,n-i+1,1);j9:=Power(9,j);
  if a='0' then aD:= aD+0*j9 else
  if a='1' then aD:= aD+1*j9 else
  if a='2' then aD:= aD+2*j9 else
  if a='3' then aD:= aD+3*j9 else
```

```
  if a='4' then aD:= aD+4*j9 else
  if a='5' then aD:= aD+5*j9 else
  if a='6' then aD:= aD+6*j9 else
  if a='7' then aD:= aD+7*j9 else
  if a='8' then aD:= aD+8*j9;
  j:=j+1          end;
 WriteLn(aD);
end.
```

```
program Num_16_D;uses Crt;
 var a16,a:string;i,n:integer;aD,j,j16:real;
begin
 Write('a16?');Read(a16);
 n:=Length(a16);aD:=0;j:=0;
 for i:=1 to n do begin
  a:=Copy(a16,n-i+1,1);j16:=Power(16,j);
  if a='0' then aD:= aD+0*j16 else
  if a='1' then aD:= aD+1*j16 else
  if a='2' then aD:= aD+2*j16 else
  if a='3' then aD:= aD+3*j16 else
  if a='4' then aD:= aD+4*j16 else
  if a='5' then aD:= aD+5*j16 else
  if a='6' then aD:= aD+6*j16 else
  if a='7' then aD:= aD+7*j16 else
  if a='8' then aD:= aD+8*j16 else
  if a='9' then aD:= aD+9*j16 else
  if a='A' then aD:=aD+10*j16 else
  if a='B' then aD:=aD+11*j16 else
  if a='C' then aD:=aD+12*j16 else
  if a='D' then aD:=aD+13*j16 else
  if a='E' then aD:=aD+14*j16 else
  if a='F' then aD:=aD+15*j16;
  j:=j+1          end;
 WriteLn(aD);
end.
```

Як видно із заголовка програми, вона мусить переводити число із 17-річної системи у десяткову. Перевіримо:

$1000_{17} = 1*17^3 + 0*17^2 + 0*17^1 + 0*17^0 = 17^3 = 4913_{10}$;

$1010_{17} = 1*17^3 + 0*17^2 + 1*17^1 + 0*17^0 = 17^3 = 4930_{10}$;

$1012_{17} = 1*17^3 + 0*17^2 + 1*17^1 + 1*17^0 = 17^3 = 4931_{10}$;

```
program Num_17_D;uses Crt;
 var a17,a:string;i,n:integer;aD,j,j17:real;
begin
 Write('a17?');Read(a17);
 n:=Length(a17);aD:=0;j:=0;
 for i:=1 to n do begin
  a:=Copy(a17,n-i+1,1);j17:=Power(17,j);
  if a='0' then aD:= aD+0*j17 else
  if a='1' then aD:= aD+1*j17 else
  if a='2' then aD:= aD+2*j17 else
  if a='3' then aD:= aD+3*j17 else
  if a='4' then aD:= aD+4*j17 else
  if a='5' then aD:= aD+5*j17 else
  if a='6' then aD:= aD+6*j17 else
  if a='7' then aD:= aD+7*j17 else
  if a='8' then aD:= aD+7*j17 else
  if a='9' then aD:= aD+7*j17;
  j:=j+1         end;
 WriteLn(aD);
end.
```

```
program Num_D_8;uses Crt;
 var a8:string;aM,aD:integer;
begin
 Write('десяткове число?');Read(aD);a8:='';
 while aD>0 do            begin
  aM:=aD mod 8;aD:=aD div 8;
  if aM=0  then a8:='0'+a8 else
  if aM=1  then a8:='1'+a8 else
  if aM=2  then a8:='2'+a8 else
  if aM=3  then a8:='3'+a8 else
  if aM=4  then a8:='4'+a8 else
  if aM=5  then a8:='5'+a8 else
  if aM=6  then a8:='6'+a8 else
  if aM=7  then a8:='7'+a8 end;
 WriteLn(a8);
end.
```

$100_{10} = 121_9 = 9^2 + 2*9^1 + 9^0 = 81 + 18 + 1 = 100_{10}$;

$110_{10} = 132_9 = 81 + 27 + 2 = 100_{10}$.

```
program Num_D_9;uses Crt;

 var a9:string;aM,aD:integer;
begin
 Write('десяткове число?');Read(aD);a9:='';
 while aD>0 do            begin
  aM:=aD mod 9;aD:=aD div 9;
  if aM=0  then a9:='0'+a9 else
  if aM=1  then a9:='1'+a9 else
  if aM=2  then a9:='2'+a9 else
  if aM=3  then a9:='3'+a9 else
  if aM=4  then a9:='4'+a9 else
  if aM=5  then a9:='5'+a9 else
  if aM=6  then a9:='6'+a9 else
  if aM=7  then a9:='7'+a9 else
  if aM=8  then a9:='8'+a9 end;
 WriteLn(a9);
end.
```

```
program Num_D_11;uses Crt;
 var a11:string;aM,aD:integer;
begin
 Write('десяткове число?');Read(aD);a11:='';
 while aD>0 do            begin
  aM:=aD mod 11;aD:=aD div 11;
  if aM=0  then a11:='0'+a11  else
  if aM=1  then a11:='1'+a11  else
  if aM=2  then a11:='2'+a11  else
  if aM=3  then a11:='3'+a11  else
  if aM=4  then a11:='4'+a11  else
  if aM=5  then a11:='5'+a11  else
  if aM=6  then a11:='6'+a11  else
  if aM=7  then a11:='7'+a11  else
  if aM=8  then a11:='8'+a11  else
  if aM=9  then a11:='9'+a11  else
  if aM=10  then a11:='10'+a11 else
  if aM=11  then a11:='11'+a11 end;
 WriteLn(a11);
end.
```

```
program Num_D_16;uses Crt;
 var a16:string;aM,aD:integer;
```

```
begin
 Write('десяткове число?');Read(aD);a16:='';
 while aD>0 do              begin
  aM:=aD mod 16;aD:=aD div 16;
  if aM=0  then a16:='0'+a16 else
  if aM=1  then a16:='1'+a16 else
  if aM=2  then a16:='2'+a16 else
  if aM=3  then a16:='3'+a16 else
  if aM=4  then a16:='4'+a16 else
  if aM=5  then a16:='5'+a16 else
  if aM=6  then a16:='6'+a16 else
  if aM=7  then a16:='7'+a16 else
  if aM=8  then a16:='8'+a16 else
  if aM=9  then a16:='9'+a16 else
  if aM=10 then a16:='A'+a16 else
  if aM=11 then a16:='B'+a16 else
  if aM=12 then a16:='C'+a16 else
  if aM=13 then a16:='D'+a16 else
  if aM=14 then a16:='E'+a16 else
  if aM=15 then a16:='F'+a16 end;
 WriteLn(a16);
end.
```

Ця програма переводить двійкове число у шіснадцяткову систему числення, використовуючи *Num_2_D* (переведення з двійкової системи числення у десяткову систему числення) та *Num_D_16* (переведення з десяткової системи числення у шіснадцяткову систему числення).

```
program Num_2_D_16;
 uses Crt;
 var i,j,j2,n,aM,aD:integer;j1:real;
     a2,a,a16:string;
function Num_2_D(a2:string):integer;
begin
 n:=Length(a2);aD:=0;j:=0;
 for i:=1 to n do begin
  a:=Copy(a2,n-i+1,1);
  j1:=Power(2,j);j2:=Trunc(j1);
  if a='0' then aD:= aD+0*j2 else
  if a='1' then aD:= aD+1*j2 else
  if a='2' then aD:= aD+2*j2 else
  if a='3' then aD:= aD+3*j2 else
  if a='4' then aD:= aD+4*j2 else
```

```
  if a='5' then aD:= aD+5*j2 else
  if a='6' then aD:= aD+6*j2 else
  if a='7' then aD:= aD+7*j2 else
  if a='8' then aD:= aD+7*j2 else
  if a='9' then aD:= aD+7*j2;
  j:=j+1         end;
 Num_2_D:=aD
end;
function Num_D_16(aD:integer):string;
begin
 a16:='';
 while aD>0 do              begin
  aM:=aD mod 16;aD:=aD div 16;
  if aM=0  then a16:='0'+a16 else
  if aM=1  then a16:='1'+a16 else
  if aM=2  then a16:='2'+a16 else
  if aM=3  then a16:='3'+a16 else
  if aM=4  then a16:='4'+a16 else
  if aM=5  then a16:='5'+a16 else
  if aM=6  then a16:='6'+a16 else
  if aM=7  then a16:='7'+a16 else
  if aM=8  then a16:='8'+a16 else
  if aM=9  then a16:='9'+a16 else
  if aM=10 then a16:='A'+a16 else
  if aM=11 then a16:='B'+a16 else
  if aM=12 then a16:='C'+a16 else
  if aM=13 then a16:='D'+a16 else
  if aM=14 then a16:='E'+a16 else
  if aM=15 then a16:='F'+a16 end;
 Num_D_16:=a16
end;
begin
 Write('a2?');Read(a2);
 aD:=Num_2_D(a2);
 a16:=Num_D_16(aD);
 WriteLn(a16)
end.
```

Ця задача рівня ІІІ (обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади зпрограмування.

```
program Syst_15_D;uses Crt;
 var a15,a:string;i,n:integer;aD,j,j15:real;
```

```
begin
 Write('a15?');Read(a15);
 n:=Length(a15);aD:=0;j:=0;
 for i:=1 to n do begin
  a:=Copy(a15,n-i+1,1);j15:=Power(15,j);
  if a='0' then aD:= aD+0*j15 else
  if a='1' then aD:= aD+1*j15 else
  if a='2' then aD:= aD+2*j15 else
  if a='3' then aD:= aD+3*j15 else
  if a='4' then aD:= aD+4*j15 else
  if a='5' then aD:= aD+5*j15 else
  if a='6' then aD:= aD+6*j15 else
  if a='7' then aD:= aD+7*j15 else
  if a='8' then aD:= aD+8*j15 else
  if a='9' then aD:= aD+9*j15 else
  if a='A' then aD:=aD+10*j15 else
  if a='B' then aD:=aD+11*j15 else
  if a='C' then aD:=aD+12*j15 else
  if a='D' then aD:=aD+13*j15 else
  if a='E' then aD:=aD+14*j15;
  j:=j+1         end;
 WriteLn(aD);
end.
```

На закінчення наводиться програма, яка переводить числа із багатоцифрових систем числення у інші багатоцифрові системи числення із використанням ввод/виводу через текстові файли.

Приклад:

Mrz.dat: 12 16 73296664102529 (*dat*-файл);

Mrz.res: 73296664102529(12) = 4C36280289C71(16) (файл.*res*).

У файл *Mrz.dat* записані через пропуск основи систем числення введеного числа (12) та числа-результату (16) та саме число 73296664102529 (12), а у результуючий файл *Mrz.res* містить введене число та число-результат 73296664102529 (12) = 4C36280289C71 (16).

```
Program Multi_Systems_Long;
  var i,u,r,j:integer;
  s,v,w:string;
  f:text;
function Add(st1,st2:string):string;{---------------------------- Add=st1+st2}
  var i,l1,l2,pm:byte;code,s,s1,s2:integer;st:string;
begin
```

```
  if st1[0]<st2[0] then begin st:=st1;st1:=st2;st2:=st end;
  st1:='0'+st1;l1:=Length(st1);l2:=Length(st2);pm:=0;
  for i:=l1-l2 downto 1 do st2:='0'+st2;
  for i:=l1 downto 1 do                    begin
    Val(st1[i],s1,code);Val(st2[i],s2,code);s:=s1+s2+pm;
    st1[i]:=Chr((s mod 10)+48);pm:=s div 10       end;
  if st1[1]='0' then Delete (st1,1,1);Add:=st1
end;{-------------------------------------------------------------end Add}

function Sub(s1,s2:string):string;{-------------------------Sub=abs(s1-s2)}
  var j,l1,l2,pm:byte;code,s_1,s_2,s:integer;
begin
  l1:=Length(s1);l2:=Length(s2);pm:=0;
  if s1=s2 then Sub:='0'
  else                                begin
    for j:=l1-l2 downto 1 do s2:='0'+s2;
    for j:=l1 downto 1 do begin
      Val(s1[j],s_1,code);Val(s2[j],s_2,code);
      if s_1>=s_2+pm then begin s:=s_1-(s_2+pm);pm:=0     end
      else          begin s:=(s_1+10)-(s_2+pm);pm:=1 end;
      s1[j]:=Chr(s+48)   end;
    while s1[1]='0' do Delete (s1,1,1);Sub:=s1 end
end;{-------------------------------------------------------------end Sub}
function Mult1(st1,st2:string):string;{-------------------------Mult1}
    var i,l1,l2,pm,s:byte;st:string;s1,s2,code:integer;
  begin
    st1:='0'+st1;l1:=Length(st1);l2:=Length(st2);pm:=0;
    for i:=l1 downto 1 do                    begin
      Val(st1[i],s1,code);Val(st2,s2,code);s:=s1*s2+pm;
      st1[i]:=Chr((s mod 10)+48);pm:=s div 10     end;
    if st1[1]='0' then Delete(st1,1,1);Mult1:=st1
end;{-------------------------------------------------------------end Mult1}
function Mult(st1,st2:string):string;{-------------------------Mult=st1*st2}
  var i,j,l:byte;st0,st:string;
begin
  st0:='';l:=Length(st2);
  for i:=l downto 1 do          begin
    st:=Mult1(st1,Copy(st2,i,1));
    for j:=1 to l-i do st:=st+'0';
    st0:=Add(st,st0)           end;
  Mult:=st0;
end;{-------------------------------------------------------------end Mult}
function Comp(s1,s2:string):boolean;{-----------------Ї®aiў-n--n st1 в  st2}
  var j,l1,l2:byte;st:string;
```

```
begin l1:=Length(s1);l2:=Length(s2);
  if l1<l2 then for j:=l2-l1 downto 1 do s1:='0'+s1
  else         for j:=l1-l2 downto 1 do s2:='0'+s2;
  if s1>=s2 then Comp:=true else Comp:=false
end;{-----------------------------------------------end Comp}
procedure MoDiv(st1,st2:string;var stmod,stdiv:string);{--------------mod,div}
  var i,l,k, j:integer;st_1:string;bZero: boolean;
begin
  st_1:='';stdiv:='';i:=1;l:=Length(st1);
  repeat
    k:=0;if st2='' then break;
    while not Comp(st_1,st2) do                    begin
      st_1:=st_1+st1[i];i:=i+1;stdiv:=stdiv+'0';
      if i>Length(st2) then break;bZero := true;
      if Length(st_1)>Length(st2) then             begin
        For j := 1 to Length(st_1)-1 do
          if st_1[j]<>'0' then bZero := false;
        if (st_1[Length(st_1)]<>st2[Length(st2)]) and bZero then
          begin Delete(st_1,Length(st_1),1);break end end end;
    Delete (stdiv,Length(stdiv),1);
    while st_1[1]='0' do                    begin
      If st_1 = '' then break; Delete (st_1,1,1) end;
    while Comp(st_1,st2) do       begin
      st_1:=Sub(st_1,st2);k:=k+1 end;
    stmod:=st_1;
    if st_1 = '' then stmod := '0';
    stdiv:=stdiv+Chr(k+48);
    while Length(stdiv)>Length(st1) do
      Delete(stdiv,Length(stdiv),1);
  until i>l;
  if (Length(stdiv)<>1) and (stdiv[1]='0') then
  while stdiv[1]='0' do Delete(stdiv,1,1);
end;{-----------------------------------------------------------------end MoDiv}
function Stepin(st1:string;st2:integer):string;
var st:string;i:integer;
begin
if st2>2 then st:=Mult(st1,st1);
for i:=3 to st2 do
st:=Mult(st,st1);
if st2=0 then st:='1';
if st2=2 then st:=Mult(st1,st1);
if st2=1 then st:=st1;
Stepin:=st;
end;
```

```
procedure Inpt;
begin
Assign(f,'mrz1.dat');
Reset(f);
Read(f,u,r,s);
Delete(s,1,1);
Close(f);
end;
function toD(b,n:string):string;
var k,i:integer; a,a1:string;
begin
k:=Length(b);
for i:=1 to k do
begin
for j:=1 to 9 do
if b[i]=IntToStr(j) then a1:=Add(a1,Mult(IntToStr(j),Stepin(n,(k-i))));
if b[i]='A' then a1:=Add(a1,Mult('10',Stepin(n,k-i)));
if b[i]='B' then a1:=Add(a1,Mult('11',Stepin(n,k-i)));
if b[i]='C' then a1:=Add(a1,Mult('12',Stepin(n,k-i)));
if b[i]='D' then a1:=Add(a1,Mult('13',Stepin(n,k-i)));
if b[i]='E' then a1:=Add(a1,Mult('14',Stepin(n,k-i)));
if b[i]='F' then a1:=Add(a1,Mult('15',Stepin(n,k-i)));
end;
toD:=a1;
a1:='';
end;
function Dto(p,n:string):string;
var a,i,code:integer; b,c:string;
begin
while p<>'0' do
begin
MoDiv(p,n,c,p);
for i:=0 to 9 do
if c=IntToStr(i) then b:=c+b;
if c='10' then b:='A'+b;
if c='11' then b:='B'+b;
if c='12' then b:='C'+b;
if c='13' then b:='D'+b;
if c='14' then b:='E'+b;
if c='15' then b:='F'+b;
end;
Dto:=b;
b:='';
end;
```

```
procedure mrz;
begin
if u<>10 then w:=toD(s,IntToStr(u))
else w:=s;
if r<>10 then v:=Dto(w,IntToStr(r))
else v:=w;
end;
procedure Outp;
begin
Assign(f,'mrz1.res');
Rewrite(f);
Write(f,s,'(',u,') = ',v,'(',r,')');
Close(f);
end;
begin
Inpt;
Mrz;
Outp;
end.
```

Ця програма рівня роботи МАН.