

§ 11. Уяўленне даных

11.1. Інфармацыя і даныя

З курса фізікі вам вядома, што фізічныя аб'екты ў нашым свеце знаходзяцца ў стане бесперапыннага руху і ва ўзаемадзеянні, якое суправаджаецца з'яўленнем сігналаў. Узаемадзеянне сігналаў з фізічнымі цэламі можа змяняць уласцівасці цел. Змяненні, якія можна вымяраць ці рэгістраваць, утвараюць даныя. **Даныя** — зарэгістраваныя сігналы.

Даныя нясуць у сабе інфармацыю пра падзеі, якія адбыліся ў матэрыяльным свеце, паколькі яны адлюстроўваюць зарэгістраваныя сігналы, што ўзніклі ў выніку гэтых падзей. Аднак даныя не тое, што інфармацыя (прыклады 11.1—11.3). Для чалавека інфармацыя — змест атрыманых ім паведамленняў. Пры атрыманні інфармацыі памяншаецца няпэўнасць ведаў. Веды вызначаюць паводзіны чалавека, дазваляюць яму прымаць рашэнні, будаваць адносіны з іншымі людзьмі.

Любая інфармацыя нематэрыяльная, яна не мае формы, памераў, масы. Такім чынам, для існавання і распаўсюджвання ў нашым матэрыяльным свеце яна павінна быць абавязкова звязана з якім-небудзь матэрыяльным аб'ектам — **носьбітам інфармацыі**.

Матэрыяльным носьбітам інфармацыі можа быць папера, метал, пластык, паветра, электрамагнітнае поле і інш. Сігналы таксама з'яўляюцца матэрыяльнымі носьбітамі інфармацыі. Захоўванне інфармацыі звязана з

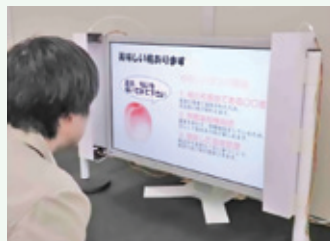
Прыклад 11.1. Адкрыўшы кнігу з тэкстам на замежнай мове, чалавек атрымае даныя, але не атрымае інфармацыю, паколькі яму не вядомы спосаб пераўтварэння даных, запісаных з дапамогай невядомых знакаў у вядомыя яму паняцці.

Прыклад 11.2. У вас ёсць файл з данымі, але вы не ведаеце, у якой праграме ён быў створаны. У гэтым выпадку вы маеце даныя, але не зможаце атрымаць інфармацыю датуль, пакуль не ўстановеце адпаведную праграму.

Прыклад 11.3. За тысячагоддзі эвалюцыі пах не паддаваўся вядомым спосабам фіксацыі і перадачы інфармацыі. Зразумець ці ўявіць незнаёмы пах вельмі цяжка. Аднак чалавек атрымлівае інфармацыю, адчуўшы пах. Работы па атрыманні даных пра пах вядуцца, але пра канчатковы вынік пакуль гаварыць рана. На сённяшні дзень пах — інфармацыя, але не даныя.

У 2013 г. вучоныя з Такійскага аграрна-тэхнічнага ўніверсітэта вынайшлі «экран, які можа мець пах». Пах зыходзіць з вобласці на экране, якая адпавядае крыніцы водару. Напрыклад, калі з'яўляецца малюнак персіка, адпаведны вугал экрана пахне фруктам.

На дадзены момант сістэма адначасова можа перадаваць толькі адзін пах.



Прыклад 11.4. Характарыстыкай носьбіта, якая не змяняецца з цягам часу, можа быць, напрыклад, намагнічанасць вобласці паверхні дыска ці літара на паперы. Характарыстыка носьбіта, якая змяняецца з цягам часу, — гэта, напрыклад, амплітуда ваганняў гукавой хвалі ці напружанне ў правадах.

Прыклад 11.5. Прыклады сігналаў: электрамагнітныя хвалі, змяненне электрычнага напружання, гукавая хваля, ваганні зямной кары, перадача даных па канале сувязі і інш.

У 1989 г. амерыканскі вучоны ў галіне даследавання аперацыі і тэорыі сістэм Расэл Акоф (1919—2009) прапанаваў іерархічную мадэль DIKW (англ. *data, information, knowledge, wisdom* — даныя, інфармацыя, веды, мудрасць).



Кожны ўзровень дабаўляе пэўныя ўласцівасці да папярэдняга:

- у аснове знаходзіцца ўзровень даных — знакі і сігналы;
- інфармацыя дабаўляе кантэкст — даныя падаюцца ў выглядзе фактаў, ідэй, тэорый;
- веды дабаўляюць механізм выкарыстання інфармацыі, вызначаюць, як чалавек будзе яе ўжываць;
- мудрасць дабаўляе ўмовы выкарыстання ведаў, накіраваныя на дасягненне пастаўленых мэт.

фіксацыяй стану носьбіта, а распаўсюджванне — з працэсам, які працякае ў носьбіце (прыклад 11.4).

Інфармацыя не існуе сама па сабе. Заўсёды маецца **крыніца**, якая перадае інфармацыю, і **прыёмнік**, які яе ўспрымае. У ролі крыніцы ці прыёмніка можа быць любы аб'ект матэрыяльнага свету: чалавек, устройства, жывёла, расліна. Гэта значыць, што інфармацыя заўсёды прызначана для пэўнага аб'екта.

Інфармацыя становіцца данымі тады, калі знаходзіцца спосаб зафіксаваць інфармацыю на матэрыяльным носьбіце з дапамогай якой-небудзь фармальнай мовы.

Даныя ператвараюцца ў інфармацыю толькі тады, калі імі зацікавіцца чалавек. Чалавек здабывае інфармацыю з даных, ацэньвае, аналізуе яе.

Дзеянні, якія выконваюцца над інфармацыяй, называюць **інфармацыйнымі працэсамі**. Да іх залічваюць працэсы атрымання, стварэння, збору, пошуку, апрацоўкі, запашання, захоўвання, распаўсюджвання і выкарыстання інфармацыі.

У інфарматыцы паняцце «інфармацыя» часта атаясамліваецца з паняццем «даныя», паколькі асноўным інструментам для вывучэння і ажыццяўлення інфармацыйных працэсаў з'яўляюцца камп'ютарныя тэхналогіі. У якасці фармальнай мовы для ўяўлення даных у інфарматыцы з'яўляецца двайковы код. З дапамогай двайковага кода сёння можна прадстаўляць лікі, тэксты, відарысы, гук, відэа.

11.2. Аналагавае і лічбавае ўяўленне даных

Сігналы нясуць у сабе інфармацыю, паказаную ў выглядзе даных. Атрымліваючы значэнні сігнала, чалавек атрымлівае даныя, з якіх шляхам апрацоўкі здабываецца інфармацыя. Большасць сігналаў уяўляюць сабой фізічныя велічыні, якія змяняюцца ў часе (прыклад 11.5).

Сігнал можа быць прадстаўлены ў **аналагавай** (бесперапыннай) ці **дыскрэтнай**¹ форме.

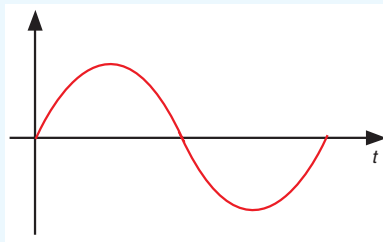
Аналагавы сігнал апісваецца функцыяй часу і бесперапынным мноствам магчымых значэнняў. **Дыскрэтны сігнал** з'яўляецца перарывістым (прыклады 11.6 і 11.7).

Дзякуючы сваім органам пачуццяў чалавек прывык мець справу з аналагавай інфармацыяй. Нашы зрок і слых, а таксама ўсе астатнія органы пачуццяў успрымаюць інфармацыю, што да нас паступае, у аналагавай форме, г. зн. бесперапынна ў часе.

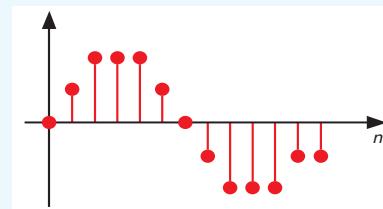
У камп'ютары інфармацыя пададзена ў лічбавым выглядзе. **Лічбавы сігнал** — сігнал, які можна паказаць у выглядзе паслядоўнасці лікавых значэнняў, запісаных з дапамогай лічбаў. У цяперашні час найбольш распаўсюджаны двайковыя лічбавыя сігналы. Гэта звязана з іх выкарыстаннем у камп'ютарных устравках і прастатой кадыравання.

Для атрымання лічбавага ўяўлення якога-небудзь аб'екта яго дыскрэтызуюць: атрымліваюць набор лікавых

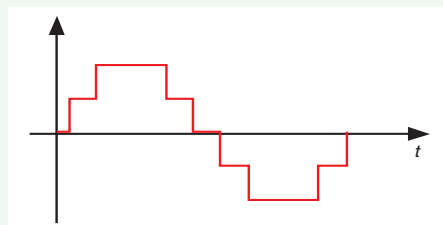
Прыклад 11.6. Аналагавы сігнал.



Прыклад 11.7. Дыскрэтны сігнал.



Каб паказаць аналагавы сігнал як паслядоўнасць лікаў, яго неабходна спачатку ператварыць у дыскрэтны сігнал, а затым выканаць квантаванне (сігнал, значэнні якога дыскрэтныя, а час бесперапынны).



У выніку сігнал будзе паказаны так, што на кожным прамежку часу апынецца вядома набліжанае (квантаванае) значэнне сігналу, якое можна запісаць лікам. Калі запісаць гэтыя цэлыя лікі ў двайковай сістэме, атрымаецца паслядоўнасць нулёў і адзінак, якая і будзе з'яўляцца лічбавым сігналам.

¹ Дыскрэтнасць — уласцівасць, якая супрацьпастаўляецца бесперапыннасці; перапыннасць.

Зыходнай велічынёй АЛП можа быць любая фізічная велічыня — напружанне, ток, супраціўленне, ёмістасць, частата паслядоўнасці імпульсаў, вугал павароту вала і інш.

Частата дыскрэтызацыі (або частата семпліравання, англ. *sample rate*) — частата ўзяцця адлікаў бесперапыннага па часе сігнала пры яго дыскрэтызацыі (вызначае, колькі разоў у секунду будзе вымераны зыходны сігнал). Вымяраецца ў герцах.

Прыклад 11.8. Сканеры.



Планшэтны сканер



Кніжны сканер



Сканер штрых-кода



Партатыўны сканер документаў



3D-сканер



Сканер кінаплёнкі

значэнняў, якія можна захаваць на электронным носьбіце. Гэтыя данныя з'яўляюцца лічбавай мадэллю аб'екта.

Працэс пераводу аналагавага ўяўлення аб'екта ў лічбавае называюць **алічбоўваннем (або аналага-лічбавым пераўтварэннем, АЛП)**.

Алічбоўванне даных выконваецца на спецыяльным абсталяванні, якое дазваляе пераўтварыць аналагавае сігнал у лічбавы. Такія ўстройства называюць аналага-лічбавымі пераўтваральнікамі.

У далейшым алічбаваньня даныя могуць выкарыстоўвацца для апрацоўкі на камп'ютары, перадачы па камп'ютарных сетках. Алічбаваць можна тэкст, фатаграфіі, малюнкi, гук, відэа, кіна- і фотаплёнкі.

Пры сканіраванні відарыса з фізічных аб'ектаў (тэкст, фатаграфіі, малюнкi) дыскрэтызацыя характарызуецца **разрашэннем** (колькасцю пікселяў на адзінку даўжыні па кожным з вымярэнняў) і **глыбінёй колеру**.

Для алічбоўвання тэксту ці графічных відарысаў ужываюцца розныя сканеры (прыклад 11.8). Сёння існуюць 3D-сканеры — ўстройства, якія аналізуюць форму прадмета і ствараюць на аснове атрыманых даных яго 3D-мадэль. Сканеры кінаплёнкі дазваляюць пераўтварыць відарысы на кінаплёнцы ў лічбавыя відэафайлы. Праграмнае забеспячэнне для работы са сканерамі дазваляе наладжваць параметры сканіравання.

Пры вывадзе лічбавага відарыса на прынтар ці 3D-прынтар адбываецца адваротнае пераўтварэн-

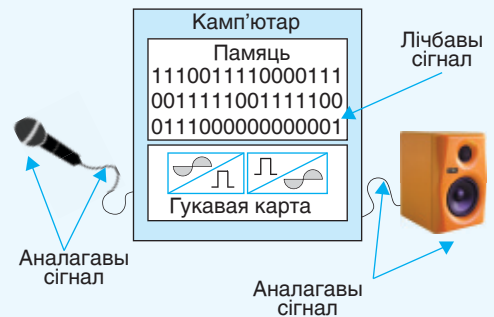
не — з лічбавай формы ў аналагавую. У выніку мы атрымліваем аналагавае ўяўленне аб'екта: малюнак на паперы ці матэрыяльны аб'ект.

Пры алічбоўванні сігнала, прывязанага да часу (гук, відэа), асноўнымі параметрамі з'яўляюцца **частата дыскрэтызацыі** (частата вымярэння) і **разраднасць** колькасці біт, якія вылучаюцца для запісу вынікаў вымярэння.

Гук у камп'ютар можна ўвесці з мікрафона ці з любога аўдыяўстройства, падключанага да камп'ютара. Аналага-лічбавы пераўтваральнік убудаваны ў гукавую карту. Алічбоўванне выконваецца спецыяльным праграмным забеспячэннем (напрыклад, Audacity). Пры вывадзе гуку адбываецца адваротнае пераўтварэнне сігнала з лічбавага ў аналагавы (прыклад 11.9). Для гэтага на гукавой карце маецца лічба-аналагавы пераўтваральнік.

У сучасныя смартфоны ўбудаваны лічбавы фотаапарат. Відарысы, атрыманыя з яго дапамогай, захоўваюцца ў лічбавай форме. Затым яны могуць быць загрузаны ў камп'ютар для апрацоўкі, перадачы па вылічальных сетках ці для захоўвання. Відарысы можна прагледзець на экране манітора ці надрукаваць на прынтары.

Прыклад 11.9. Пераўтварэнне гуку:



1. У чым адрозненне інфармацыі і даных? Прывядзіце прыклады.
2. Што такое носьбіт інфармацыі?
3. Што разумеюць пад інфармацыйнымі працэсамі?
4. У чым адрозненне аналагавага сігнала ад лічбавага?
5. Што разумеюць пад алічбоўваннем?
6. Якія ўстройства выкарыстоўваюць пры алічбоўванні?



Практыкаванні

- 1 Косця вучыцца ў мастацкай школе і піша карціны акварэллю. Мікіце спадабалася апошняя Косцева карціна, і ён сфатаграфавалі яе з дапамогай смартфона. Косця таксама вырашыў захаваць карціну ў лічбавым фармаце і адсканіраваў яе. Ці будуць аднолькавымі файлы ў Косці і Мікіты? Правядзіце сваё даследаванне па алічбоўванні відарысаў з дапамогай сканера і смартфона (лічбавага фотаапарата). Зрабіце вывады.
- 2 Падрыхтуйце паведамленні на адну з пералічаных тэм.
 1. Лічбавы і аналагавы гук. Перавагі і недахопы.
 2. Правыя аспекты алічбоўвання кніг.
 3. Тэхналогіі алічбоўвання відэа.

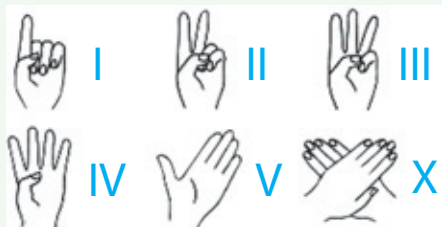


§ 12. Кадзіраванне лікавых даных

Прыклад 12.1. Спосабы запісу лікаў:

| | | |
|----------------------------|---------------|----------|
| Сучасныя | 1 2 3 4 | 10 20 30 |
| Егіпецкія | I II III IIII | ∧ ∩∩ ∩∩∩ |
| Грэчаскія (стары стыль) | I II III IIII | Δ ΔΔ ΔΔΔ |
| Грэчаскія (новы стыль) | α β γ δ | τ κ λ |
| Рымскія | I II III IV | X XX XXX |

У першабытнага чалавека прыладай лічэння былі пераважна пальцы. З іх дапамогай можна было лічыць да 5, а калі ўзяць дзве рукі, то і да 10. У старажытныя часы людзі хадзілі басанож. Таму яны маглі карыстацца для лічэння пальцамі як рук, так і ног.



Вядомыя народы, у якіх адзінкамі лічэння былі не пальцы, а іх фалангі.



Непазіцыйнай сістэмай лічэння з'яўляецца славянская, у якой замест лічбаў выкарыстоўваліся літары алфавіту. Каб адрозніваць літары ад лічбаў, над літарамі з лікавым значэннем пісаўся спецыяльны знак — цітла.

12.1. Паняцце сістэмы лічэння

Першыя камп'ютары называлі ЭВМ — электронна-вылічальная машына. Іх асноўным прызначэннем было выкананне разлікаў, для якіх неабходны лікавыя даныя. Існуе вялікая колькасць спосабаў уяўлення лікавых даных (прыклад 12.1). Са старажытных часоў людзі выкарыстоўвалі спецыяльныя значкі для абазначэння лікаў. Такія значкі называюць лічбамі.

Сістэма лічэння — спосаб запісу ліку з дапамогай набору ўмоўных знакаў, якія называюцца лічбамі.

Сістэмы лічэння бываюць пазіцыйнымі і непазіцыйнымі. У пазіцыйнай сістэме лічэння лікавае значэнне лічбы залежыць ад той пазіцыі, якую лічба займае ў запісе ліку. У непазіцыйнай сістэме лічэння лічба заўсёды мае адно і тое ж значэнне.

У цяперашні час чалавецтва выкарыстоўвае ў асноўным дзесятковую сістэму лічэння. У ёй для запісу лікаў выкарыстоўваецца 10 лічбаў: 0, 1, ...9. Лік 10 з'яўляецца асновай дзесятковай сістэмы лічэння.

Любы лік у дзесятковай сістэме лічэння можна запісаць як суму разрадных складаемых (прыклад 12.2). Лікі 1, 10, 100... з'яўляюцца разраднымі адзінкамі. Кожная разрадная адзінка можа быць запісана ў выглядзе 10^n .

Аналагічны запіс ліку можна атрымаць, калі замест 10 як асновы

сістэмы лічэння ўзяць адвольны лік p ($p > 1$). Разраднымі адзінкамі становяцца ступені асновы сістэмы лічэння. Для запісу ліку ў сістэме лічэння з асновай p спатрэбіцца p лічбаў. Звычайна выкарыстоўваюць першыя p лічбаў дзесятковай сістэмы лічэння: $0, 1, \dots, (p - 1)$. Напрыклад, для чацвярычнай сістэмы лічэння гэта будуць лічбы $0, 1, 2, 3$ (прыклад 12.3).

У агульным выглядзе лік Z можна запісаць наступным чынам:

$$Zp = a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p^1 + a_0 p^0,$$

дзе лік p — аснова сістэмы лічэння, каэфіцыенты $a_n, a_{n-1}, \dots, a_1, a_0$ — лічбы ліку, значэнні $p^n, p^{n-1}, \dots, p^1, p^0$ — разрадныя адзінкі.

Аснову сістэмы лічэння прынята паказваць як ніжні індэкс у дзесятковай сістэме. Напрыклад, дзесятковы лік 1443 можна запісаць як 1443_{10} або як $5A3_{16}, 2643_8, 1011010001_2$ (прыклад 12.4). Для дзесятковага ліку індэкс 10 можна не паказваць.

Дзесятковая сістэма лічэння з'яўляецца прыкладам пазіцыйнай сістэмы лічэння (прыклад 12.5). Прыкладам непазіцыйнай сістэмы лічэння з'яўляецца рымская.

У цяперашні час выкарыстоўваюцца пазіцыйныя сістэмы лічэння з асновамі 2, 3, 8, 10, 16. Пры рабоце з камп'ютарамі часцей за ўсё выкарыстоўваюцца шаснаццацярычная, васьмярычная, двайковая сістэмы лічэння.

Двайковая сістэма лічэння дазваляе запісваць лікі з дапамогай дзвюх лічбаў — 0 і 1. Запіс ліку ў двайковай сістэме лічэння з'яўляецца двайковым кодам ліку.

Прыклад 12.2. Запіс ліку 5973 у выглядзе сумы разрадных складаемых у дзесятковай сістэме лічэння:

$$5973 = 5 \cdot 1000 + 9 \cdot 100 + 7 \cdot 10 + 3 = 5 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0.$$

Прыклад 12.3. Запіс ліку 12302_4 у выглядзе сумы разрадных складаемых у чацвярцічнай сістэме лічэння:

$$12302 = 1 \cdot 4^4 + 2 \cdot 4^3 + 3 \cdot 4^2 + 0 \cdot 4^1 + 2 \cdot 4^0.$$

Прыклад 12.4. Запіс ліку 1443_{10} у розных сістэмах лічэння:

$$5A3_{16} = 5 \cdot 16^2 + A \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 5 \cdot 256 + 10 \cdot 16 + 3 = 1280 + 160 + 3 = 1443$$

$$2643_8 = 2 \cdot 8^3 + 6 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 = 2 \cdot 512 + 6 \cdot 64 + 4 \cdot 8 + 3 = 1024 + 384 + 32 + 3 = 1443$$

$$1011010001_2 = 1 \cdot 2^{10} + 0 \cdot 2^9 + 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 1 \cdot 1024 + 0 + 1 \cdot 256 + 1 \cdot 128 + 0 + 1 \cdot 32 + 0 + 0 + 0 + 1 \cdot 2 + 1 = 1024 + 256 + 128 + 32 + 2 + 1 = 1443$$

Прыклад 12.5. Запіс ліку.

У запісе ліку 111 першая адзінка абазначае сотні, другая — дзясяткі, а трэцяя — адзінкі (лікавае значэнне — сто адзінаццаць).

У запісе ліку III кожная лічба I мае значэнне адзінкі (лікавае значэнне — тры).

З гісторыі вядома, што чалавек ужываў сістэмы лічэння з рознымі асновамі. У Кітаі доўга карысталіся пяцярчычнай сістэмай лічэння. Плямёны мая лічылі ў дваццацярычнай сістэме лічэння. Шасцідзесяцярычную сістэму лічэння выкарыстоўвалі ў Вавілоне. Напамінам пра гэту сістэму лічэння сёння з'яўляецца дзяленне минуты на 60 секунд, гадзіны — на 60 мінут, а вугла — на 360 градусаў.

У аснове лічэння тузінамі ляжыць дванаццацярочная сістэма лічэння, якая выкарыстоўваецца да гэтага часу: у годзе 12 месяцаў, на цыферблаце 12 гадзін. Для абазначэння лічбаў у дванаццацярочнай сістэме, акрамя 10 лічбаў дзесятковай сістэмы лічэння, выкарыстоўваліся яшчэ два значкі для абазначэння лікаў 10 і 11. У розных часы і ў розных краінах выкарыстоўвалі: для 10 — Т (англ. *ten*), D (лац. *decem*), X (рымскае 10); для 11 — Е (англ. *eleven*) ці О (фр. *onze*). Можна выкарыстоўваць літары лацінскага алфавіта — А(10) і В(11). Акрамя таго, часам для абазначэння 10 выкарыстоўваюць перавернутую двойку (Z), для 11 — перавернутую тройку (g).

Прыклад 12.6. Лікі ў шаснаццацярочнай сістэме лічэння:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, А, В, С, D, Е, F, 10, 11 ... 19, 1A, 1B ... 1F, 20 ... 29, 2A ... 2F, 20 ... 99, 9A, 9B, 9C, 9D, 9E, 9F, A0, A1 ... FE, FF, 100...

Прыклад 12.7. Запіс лікаў у розных сістэмах лічэння.

| Дзесятковая | Шаснаццацярочная | Двойковая |
|-------------|------------------|----------------|
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 10 |
| 7 | 7 | 111 |
| 24 | 18 | 11 000 |
| 127 | 7F | 1 111 111 |
| 256 | 100 | 100 000 000 |
| 1025 | 401 | 10 000 000 001 |

У васьмярычнай сістэме лічэння выкарыстоўваюцца лічбы ад 0 да 7. Яе ўжыванне для камп'ютараў абумоўлена тым фактам, што ў адным байце 8 біт. З дапамогай васьмярычных лікаў запісваюць коды лікаў і машынных каманд. Цяпер васьмярычную сістэму лічэння практычна цалкам выцесніла шаснаццацярочная.

У шаснаццацярочнай сістэме лічэння выкарыстоўваюцца 16 лічбаў: 10 лічбаў з дзесятковай сістэмы лічэння — 0...9 — і 6 літар лацінскага алфавіту — А, В, С, D, Е, F (прыклад 12.6). Сістэма лічэння з асновай 16 шырока выкарыстоўваецца ў камп'ютарнай дакументацыі і пры напісанні праграм непасрэдна ў машынным кодзе. Напрыклад, для запісу адрасоў каманд, колеравых канстант.

12.2. Перавод лікаў з адной пазіцыйнай сістэмы лічэння ў іншую

Любы лік мае значэнне і форму ўяўлення. Значэнне ліку задае колькасную меру і вызначаецца яго адносінамі да значэнняў іншых лікаў («больш», «менш», «роўна»). Форма ўяўлення ліку вызначае спосаб запісу ліку з дапамогай прызначаных для гэтага лічбаў. Значэнне ліку не залежыць ад спосабу яго ўяўлення: лік з адным і тым жа значэннем можа быць запісаны па-рознаму (прыклад 12.7). Сістэмы лічэння вызначаюць форму ўяўлення лікаў, а паколькі іх шмат, то ўзнікае пытанне пра магчымасць і спосабы пераходу ад адной формы ўяўлення ліку да іншай.

У далейшым будзем разглядаць толькі пазіцыйныя сістэмы лічэння.

Перавод ліку з сістэмы лічэння з асновай p у сістэму лічэння з асновай q абазначаюць як $Z_p \rightarrow Z_q$. Непасрэдны пераход выконваць няпроста, таму часцей за ўсё разглядаюць пераводы $Z_p \rightarrow Z_r \rightarrow Z_q$, дзе звычайна $r = 10$. Гэта значыць для выканання пераводаў трэба ўмець пераводзіць лікі ў дзесятковую сістэму лічэння і з дзесятковай у сістэму лічэння з іншай асновай.

Для атрымання алгарытму пераводу ліку з дзесятковай сістэмы лічэння ў сістэму лічэння з іншай асновай разгледзім запіс ліку ў выглядзе сумы разрадных складаемых:

$$Z_p = a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p^1 + a_0 p^0$$

У гэтай суме кожнае складаемае за выключэннем апошняга абавязкова дзеліцца на p . Тады атрымліваем, што апошняе складаемае a_0 з'яўляецца астачай ад дзялення зыходнага ліку на p . Падзелім лік на p , атрымаем суму разрадных складаемых са старшай ступенню, на 1 меншай. Знайшоўшы астачу яго дзялення на p , атрымаем значэнне a_1 . Працягваючы такім чынам, атрымаем усе значэнні a_i .

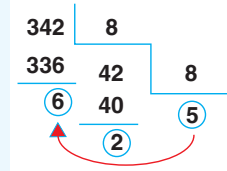
У прыкладзе 12.8 разгледжаны пераводы лікаў з дзесятковай сістэмы лічэння.

Алгарытм пераводу $Z_{10} \rightarrow Z_p$:

1. Падзяліць цалкам зыходны лік на аснову новай сістэмы лічэння p і знайсці астачу ад дзялення. Гэта будзе лічба a_0 .

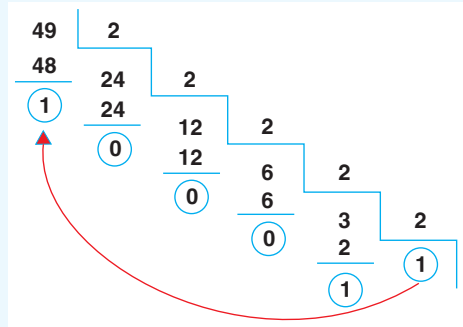
Прыклад 12.8. Перавод лікаў з дзесятковай сістэмы лічэння.

Дзеянні па алгарытме пераводу лікаў з дзесятковай сістэмы лічэння звычайна паказваюць «лесвічкай», г. зн. наступным чынам:



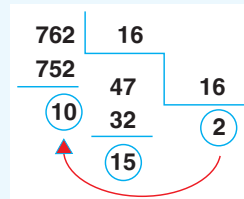
У прыкладзе рэалізаваны пераход ліку 342 у васьмярычную сістэму лічэння. Вынік — 526_8 .

1. Перавесці лік 49 у двайковую сістэму лічэння:



$$49 = 110001_2$$

2. Перавесці лік 762 у шаснаццацярэчную сістэму лічэння:



Для запісу выніку неабходна атрыманых астачы прадставіць шаснаццацярэчнымі лічбамі: $10 = A_{16}$, $15 = F_{16}$. Вынік $762 = 2FA_{16}$.

Прыклад 12.9. Перавод лікаў у дзесятковую сістэму лічэння:

$$11001_2 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 16 + 8 + 0 + 0 + 1 = 25_{10};$$

$$3045_8 = 3 \cdot 8^3 + 0 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 = 3 \cdot 512 + 0 + 32 + 5 = 1573_{10};$$

$$A3D_{16} = A \cdot 16^2 + 3 \cdot 16^1 + D \cdot 16^0 = 10 \cdot 256 + 3 \cdot 16 + 13 = 2621_{10}$$

Дробныя лікі можна пераводзіць аналагічна:

$$12,3_5 = 1 \cdot 5^1 + 2 \cdot 5^0 + 3 \cdot 5^{-1} = 5 + 2 + \frac{3}{5} = 7 + 0,6 = 7,6_{10}.$$

Прыклад 12.10. Табліца тэтрад, трыяда і двайковых пар.

| Лічба | Тэтрада | Трыяда | Пара |
|-------|---------|--------|------|
| 0 | 0000 | 000 | 00 |
| 1 | 0001 | 001 | 01 |
| 2 | 0010 | 010 | 10 |
| 3 | 0011 | 011 | 11 |
| 4 | 0100 | 100 | |
| 5 | 0101 | 101 | |
| 6 | 0110 | 110 | |
| 7 | 0111 | 111 | |
| 8 | 1000 | | |
| 9 | 1001 | | |
| A | 1010 | | |
| B | 1011 | | |
| C | 1100 | | |
| D | 1101 | | |
| E | 1110 | | |
| F | 1111 | | |

Прыклад 12.11. Перавод ліку з шаснаццацярэчнай сістэмы лічэння ў двайковую:

$$B27_{16} = \underbrace{B}_{1011} \underbrace{2}_{0010} \underbrace{7}_{0111} = 101100100111_2$$

2. Дзель ад дзялення зноў падзяліць цалкам на p з вылучэннем астачы. Працягваць да таго часу, пакуль дзель ад дзялення не стане меншай за p .

3. Атрыманыя астачы ад дзялення, запісаныя ў парадку, адваротным парадку іх атрымання, з'яўляюцца запісам ліку ў сістэме лічэння з асновай p .

Алгарытм пераводу $Z_p \rightarrow Z_{10}$ выцякае са спосабу ўяўлення ліку ў сістэме лічэння з асновай p :

1. Уявіць лік у выглядзе сумы разрадных складаемых па ступенях p .

2. Выканаць арыфметычныя аперацыі ў дзесятковай сістэме лічэння.

Асобна разглядаецца сітуацыя пераводаў $Z_p \rightarrow Z_q$, калі p і q з'яўляюцца ступенямі двойкі. У гэтым выпадку ў якасці прамежкавай сістэмы лічэння зручна выбіраць двайковую. Перавод з сістэмы лічэння з асновай ступені двойкі ў двайковую заснаваны на тым, што кожнай лічбе ў гэтай сістэме лічэння адпавядае група двайковых лічбаў:

- шаснаццацярэчнай лічбе адпавядае група з чатырох двайковых лічбаў ($16 = 2^4$), якая называецца тэтрадай;
- васьмярычнай лічбе адпавядае група з трох двайковых лічбаў ($8 = 2^3$), якая называецца трыядай;
- чацвярычнай лічбе адпавядае пара двайковых лічбаў ($4 = 2^2$).

У прыкладзе 12.9 прыведзены пераводы лікаў у дзесятковую сістэму лічэння.

Табліцы тэтрад, трыяда і двайковых пар прыведзены ў прыкладзе 12.10. Для пераводу ліку з сістэмы лічэння з асновай 16 у двайковую сістэму

лічэння кожную лічбу ліку замяняюць адпаведнай тэтрадай (прыклад 12.11). Пры пераводзе з васьмярычнай сістэмы лічэння лічбы замяняюцца трыядамі (прыклад 12.12), а з чацвярычнай — парамі (прыклад 12.13).

Пры пераводзе з двайковай сістэмы лічэння лік разбіваецца адпаведна на групы па 4, 3 або 2 лічбы справа налева. Пры неабходнасці злева да ліку можна прыпісаць нулі. Затым ажыццяўляецца замена тэтрады (трыяды або пары) на адпаведную лічбу (прыклад 12.14). Перавод $Z_{16} \rightarrow Z_8$ і $Z_4 \rightarrow Z_{16}$ паказаны ў прыкладах 12.15 і 12.16.

Калькулятар у AC Windows дазваляе выканаць пераводы лікаў з адной сістэмы лічэння ў іншую. Працуе калькулятар з сістэмамі лічэнняў, асновамі якіх з'яўляюцца 2, 8, 10 і 16. Для ажыццяўлення пераводаў калькулятар павінен быць у рэжыме **Программист** (прыклад 12.17). Абазначэнні для сістэм лічэння: *Hex* — шаснаццацярычная, *Dec* — дзесятковая, *Oct* — васьмярычная, *Bin* — двайковая. Для пераводу ліку з дапамогай калькулятара трэба:

1. Выбраць аснову сістэмы лічэння зыходнага ліку.
2. Набраць лік.
3. Вынік адлюструецца адразу для ўсіх сістэм лічэння.

У рэжыме **Программист** калькулятар можа працаваць толькі з цэлымі лікамі.

Прыклад 12.12. Перавод ліку 362_8 у двайковую сістэму лічэння:

$$362_8 = \underbrace{3}_{011} \underbrace{6}_{110} \underbrace{2}_{010} = 011110010_2$$

Нуль у пачатку запісу ліку можна прапусціць. Адказ: 11110010_2 .

Прыклад 12.13. Перавод ліку 3202_4 у двайковую сістэму лічэння:

$$3202_4 = \underbrace{3}_{11} \underbrace{2}_{10} \underbrace{0}_{00} \underbrace{2}_{10} = 11100010_2$$

Прыклад 12.14. Перавод лікаў з двайковай сістэмы лічэння (знак ' аддзяляе тэтрады, трыяды або пары).

У шаснаццацярычную:

$$110011010_2 = 0001'1001'1010 = 19A_{16}$$

У васьмярычную:

$$11011010111_2 = 01'011'010'111 = 3327_8$$

У чацвярычную:

$$10110111_2 = 10'11'01'11 = 2313_4$$

Прыклад 12.15. Перавод ліку $C36_{16}$ у васьмярычную сістэму лічэння.

Спачатку перавядзём лік у двайковую сістэму лічэння, затым разаб'ём яго на трыяды і атрымаем васьмярычны запіс: $C36_{16} = 1100\ 0101\ 0110_2 = 110'001'010'110 = 6126_8$.

Прыклад 12.16. Перавод ліку 23103_4 у шаснаццацярычную сістэму лічэння.

Перавядзём лік у двайковую сістэму лічэння, затым разаб'ём яго на тэтрады і атрымаем шаснаццацярычны запіс:

$$23103_4 = 10\ 11\ 01\ 00\ 11_2 = 0010'1101'0011 = 2D3_{16}$$

Прыклад 12.17. Перавод ліку 6122_8 з дапамогай калькулятара.

☰ Программист

6 122

| | |
|-----|----------------|
| HEX | C52 |
| DEC | 3 154 |
| ОСТ | 6 122 |
| BIN | 1100 0101 0010 |



1. Што такое сістэма лічэння?
2. Якімі бываюць сістэмы лічэння?
3. Як перавесці лік у дзесятковую сістэму лічэння?
4. Як перавесці лік з дзесятковай сістэмы лічэння?
5. Для чаго выкарыстоўваюцца трыяды і тэтрады пры пераводзе лікаў з адной сістэмы лічэння ў іншую?



Практыкаванні

1. Перавядзіце лікі ў дзесятковую сістэму лічэння.
 1. $1001_2, 1110101_2, 100001_2$.
 2. $2121_3, 2001_3, 2213_4, 2332_4$.
 3. $456_8, 302_8, 165_8$.
 4. $A54_{16}, 679_{16}, FDC_{16}$.
2. Перавядзіце лікі з дзесятковай сістэмы лічэння ў адзначаную.
 1. $345, 219, 50270 \rightarrow Z_{16}$.
 2. $234, 672, 1021 \rightarrow Z_8$.
 3. $92, 131 \rightarrow Z_4$.
 4. $85, 201 \rightarrow Z_3$.
 5. $85, 129, 311 \rightarrow Z_2$.
3. Выкананне пераводу «лесвічкай» можна ажыццявіць у Excel. Адкрыце файл з прыкладам 12.9. Неабходныя формулы можна паглядзець у рэжыме паказу формул (Ctrl + ~). Выкарыстаіце прыклад для пераводу лікаў з практыкавання 2.

| | A | B | C |
|---|--------|---------------|---------------|
| 1 | 342 | 8 | |
| 2 | =B2*B1 | =ЦЕЛОЕ(A1/B1) | 8 |
| 3 | =A1-A2 | =C3*C2 | =ЦЕЛОЕ(B2/C2) |
| 4 | | =B2-B3 | |

- 4* Знайдзіце ў Excel даведку па функцыях ДЕС, ДВ.В.ДЕС, ВОСЬМ.В.ДЕС і інш. Выкарыстоўвайце гэтыя функцыі для праверкі правільнасці выканання пераводу лікаў у практыкаваннях 1 і 2.
5. Ажыццявіце перавод лікаў паміж пералічанымі сістэмамі лічэння:
 1. $3201_4 \rightarrow Z_2 \rightarrow Z_8 \rightarrow Z_{16}$;
 2. $5612_8 \rightarrow Z_2 \rightarrow Z_4 \rightarrow Z_{16}$;
 3. $F1A_{16} \rightarrow Z_2 \rightarrow Z_4 \rightarrow Z_8$;
 4. $4567_8 \rightarrow Z_{16} \rightarrow Z_4$;
 5. $D91_{16} \rightarrow Z_8 \rightarrow Z_4$.
6. Вызначыце, у якім парадку трэба ажыццяўляць перавод ліку ў наступныя сістэмы лічэння: $Z_{10} \rightarrow Z_2 \rightarrow Z_8 \rightarrow Z_{16}$ і $Z_4 \rightarrow Z_{16} \rightarrow Z_{10}$. Адказ абгрунтуйце.
7. Запішыце мінімальны і максімальны.
 1. Пяцізначныя лікі ў чацвярычнай сістэме лічэння.
 2. Чатырохзначныя лікі ў васьмярычнай сістэме лічэння.

3*. Трохзначныя лікі ў дванаццацірычнай сістэме лічэння.

Атрымайце дзесятковыя ўяўленні запісаных лікаў. Зрабіце вывады.
8. Запішыце лік, які ідзе за $34_8, 22_3, 34_5, 1111_2, CF_{16}$.
9. Запішыце лік, які папярэднічае $54_7, 30_4, 100_{12}$.

10 Рашыце задачы.

1. Знайдзіце найменшы з лікаў A , B , C і D , запісаных у розных сістэмах лічэння, калі $A = 1023_4$, $B = 471_6$, $C = 69_{10}$, $D = 1001010_2$.

2. У сістэме лічэння з некаторай асновай p лік 58_{10} запісваецца як 213_p . Знайдзіце гэту аснову.

3. Вызначыце ўсе асновы сістэм лічэння, у якіх запіс ліку 17 заканчваецца на 2.

4. Да запісу натуральнага ліку ў васьмярычнай сістэме лічэння справа прыпісалі два нулі. У колькі разоў павялічыўся лік? Адказ запішыце ў дзесятковай сістэме лічэння.

5*. У садзе 100_p фруктовых дрэў. З іх 34_p яблыні, 25_p груш і 5_p вішань. Якая сістэма лічэння выкарыстоўваецца пры падліку колькасці дрэў?

11 Падрыхтуйце паведамленні на адну з пералічаных тэм.

1. Гісторыя лічэння.

2. Механічныя лічылныя прыстасаванні.

3. Выкарыстанне траічнай сістэмы лічэння.

§ 13. Кадзіраванне тэкставых даных

13.1. Уяўленне тэксту

Натуральнай для органаў пачуццяў чалавека з'яўляецца аналагавая форма ўяўлення інфармацыі, аднак дыскрэтная форма ўяўлення з дапамогай некаторага набору знакаў найбольш універсальная. Для запісу тэксту выкарыстоўваюць сімвалы алфавіту (прыклад 13.1).

Уяўленне інфармацыі ў алфавітнай (тэкставай) форме — самы распаўсюджаны спосаб з часоў вынаходства пісьменства. Інфармацыя перадаецца ў выглядзе тэксту, запісанага на якой-небудзь мове: рускай, беларускай і г. д. Для запісу тэксту на розных мовах можна выкарыстоўваць адзін алфавіт. Напрыклад, для запісу тэксту на рускай ці беларускай мовах выкарыстоўваюць кірыліцу, а для запісу тэксту на англійскай ці нямецкай мовах — лацінку.

Прыклад 13.1. Розныя алфавіты.

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Аа | Бб | Вв | Гг | Дд | Ее | Ёё | Жж | Зз |
| Ии | Йй | Кк | Лл | Мм | Нн | Оо | Пп | Рр |
| Сс | Тт | Уу | Фф | Хх | Цц | Чч | Шш | Щщ |
| Ъъ | Ыы | Ьь | Ээ | Юю | Яя | | | |

Кірылічны алфавіт

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Aa | Bb | Cc | Dd | Ee | Ff | Gg | Hh | Ii |
| Jj | Kk | Ll | Mm | Nn | Oo | Pp | Qq | Rr |
| Ss | Tt | Uu | Vv | Ww | Xx | Yy | Zz | |

Лацінскі алфавіт

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Αα | Ββ | Γγ | Δδ | Εε | Ζζ | Ηη | Θθ |
| Ιι | Κκ | Λλ | Μμ | Νν | Ξξ | Οο | Ππ |
| Ρρ | Σσ | Ττ | Υυ | Φφ | Χχ | Ψψ | Ωω |

Грэчаскі алфавіт