# 6. ШТРИХОВІ КОДИ

**6.1. Теоретичні положення**

Штрихові коди ( ШК ) широко використовуються в медицині, торгівлі, промисловості тощо. ШК – це послідовність штрихів і пробілів, що розташовані у напрямку уявленої прямої. Інформацію у ШК можуть нести як штрихи і пробіли різної ширини, так і штрихи різної висоти.

Існує багато ШК які в основному мають вузькоспеціальне призначення. Найбільш поширеними ШК є коди, що рекомендовані Міжнародною асоціацією EAN. Це коди EAN ( European Article Numbering ) та  UPC  ( Uniform Product  Code ) .

**Штрихові  коди  EAN**  призначені для кодування 10 цифр (0. . .9) і додаткових символів ( СТАРТ, СТОП та розділові знаки ). Код може мати довжину кодового слова 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13 і 14 знаків. Але існує два основні різновиди коду EAN: EAN-13 і EAN-8, де цифрою позначена довжина коду ( кількість знаків у кодовому слові ). Так наприклад, код EAN-13 має структуру, яка наведена на рис. 6.1.

 Код Код товаро-

 країни виробника

 Код Код Код товару Конт-

 країни товаровиробника (найменування, рольний

 характеристика) символ

 Рис. 6.1. Структура штрихового коду EAN-13

 *u*12  *u*11 *u* 10 *u* 9*u* 8  *u*7 *u*6 *u*5 *u*4 *u*3*u*2*u*1  *u*К

Як видно з рисунка 6.1, код країни ( див. табл. додатка *В* ) може мати не два, а три знаки. У цьому разі код товаровиробника має не 5, а 4 знаки.

Контрольний символ визначається за таким алгоритмом:

*1- ий крок*: знаходять суму цифр, розташованих на непарних позиціях кодового слова ( перегляд виконується справа наліво ), і помножують одержаний результат на 3;

*2 - ий крок*: знаходять суму цифр, розташованих на парних позиціях кодового слова;

*3 - ій крок*: визначають добуток сум, знайдених при 1-му та 2-му кроках;

*4 - ий  крок*: обчислюють контрольну цифру, яка дорівнює найменшому числу, що не перевищує 9, яке, якщо його додати до результату, одержаному на 3-му кроці, дає кратне 10 число.

Для кодування інформації у ШК EAN використовуються чотири набори знаків: *A*, *B*, *C* та *D*( табл.6.1 ) для кодування десяткових цифр, а також знаків СТАРТ, СТОП ( *Н*1, *Н*2, *Н*3 ), та розділових зна-ків ( *Н*4 та *Н*5 ). Кожний знак містить у собі два штрихи і два пробіли. Довжина кожного знака для кодування цифр дорівнює 7 модулям ( 7-ми  елементам зображення ), а допоміжні знаки мають довжину 3, 5 і 6 модулів. Як знак СТАРТ використовуються набори *Н*1 та *Н*3, а знак СТОП – *Н*1 та *Н*2 у залежності від символів початку і кінця кодового слова ( табл.6.2,  де 0 – пробіл, 1 – штрих ).

Таблиця 6.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сим-воли | Набір *А* | Набір *В* | Набір *С* | Набір *D* |
| Двійковий еквівалент | Двійковий еквівалент | Двійковий еквівалент | Двійковий еквівалент |
| 0 | 0001101 | 0100111 | 1110010 | 1011000 |
| 1 | 0011001 | 0110011 | 1100110 | 1001100 |
| 2 | 0010011 | 0011011 | 1101100 | 1100100 |
| 3 | 0111101 | 0100001 | 1000010 | 1011110 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | 0100011 | 0011101 | 1011100 | 1100010 |
| 5 | 0110001 | 0111001 | 1001110 | 1000110 |
| 6 | 0101111 | 0000101 | 1010000 | 1111010 |
| 7 | 0111011 | 0010001 | 1000100 | 1101110 |
| 8 | 0110111 | 0001001 | 1001000 | 1110110 |
| 9 | 0001011 | 0010111 | 1110100 | 1101000 |
| *Н*1 | 101 | Обмежувальнізнаки СТАРТі СТОП |
| *Н*2 | 010101 |
| *Н*3 | 101010 |
| *Н*4 | 01010 | Розділові знаки |
| *Н*5 | 10101 |

Примітка: При зображенні кодового слова у штриховому коді , згідно табл. 6.1, подають: 0 – одним, 00 – двома, 000 – трьома і 0000 – чотирма інтервалами, а 1 – тонким штрихом ( ) **,**  11 – штрихом ( ), 111 – штрихом (  ) і 1111 – штрихом (  ) **.**

 Таблиця 6.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Знак СТАРТ | Кодове слово | Знак СТОП |
| *Н*1 | 0 . . . . . . . . . . 0 | *Н*1 |
| *Н*3 | 1 . . . . . . . . . . .1 | *Н*2 |
| *Н*1 | 0 . . . . . . . . . . .1 | *Н*2 |
| *Н*3 | 1 . . . . . . . . . . .0 | *Н*1 |

У штрихових кодах EAN довжиною 4, 5, 6, 7 знаків для кодування цифр використовується набір *А* ( табл.6.1 ),  а обмежувальних знаків – *Н*1 ( СТАРТ ) та *Н*2 ( СТОП ). У ШК довжиною 8, 10, 12 і 14 зна-ків кодові слова діляться на дві частини з однаковим числом знаків у кожній, які розділяються розділовим знаком *Н*4. Для зображенн

я знаків лівої частини кодового слова використовуються набори *А* і *В*, а правої – *С* і *D* ( див. табл.6.1 ). Такі кодові слова мають обмежу-вальні знаки СТАРТ і СТОП типу *Н*1.

У коді EAN-13 штрихове зображення складається з двох частин по шість знаків у кожній, які розділені знаком *Н*4, і має зліва та справа обмежувальні знаки *Н*1 ( СТАРТ і СТОП ). Першу зліва цифру ( 12-а цифра )  товарного номера не кодують у вигляді штрихів і пробілів, а тільки пишуть зліва внизу. Ця цифра визначає спосіб кодування цифр, які розташовані у лівій частині кодового слова між знаками *Н*1 та *Н*4 ( табл.6.3 ). Літерами *А* і *В* у табл. 6.3 позначені набори з табл..6.1, якими кодують відповідні знаки лівої частини кодового слова. Цифри, які розташовані у правій частині кодового слова між знаками *Н*4 і *Н*1, кодують набором *С* ( див. табл.6.1 ). Обмежувальні і розділовий знаки зображають більш довшими по висоті штрихами.

Таблиця 6.3

|  |  |
| --- | --- |
| *u*12  | *u*11 *u*10 *u*9 *u*8 *u*7 *u*6 |
| 0 |  *А А А А А А* |
| 1 |  *А А В А В В* |
| 2 |  *А А В В А В* |
| 3 |  *А А В В В А* |
| 4 |  *А В А А В В* |
| 5 |  *А В В А А В* |
| 6 |  *А В В В А А* |
| 7 |  *А В А В А А* |
| 8 |  *А В А В В А* |
| 9 |  *А В В А В А* |

Деякі товари можуть мати короткий номер, що має 7 цифр. Після доповнення його контрольною цифрою, що виконується за наведеним вище алгоритмом для коду EAN-13, одержують 8 цифр, які ко

дують кодом EAN-8. Кодове слово EAN-8 складається зі знака СТАРТ – *Н*1, чотирьох знаків набору *А*, розділового знака *Н*4, трьох знаків набору *С*, знака контрольної цифри у наборі *С*, а також знака СТОП – *Н*1. У коді EAN-8 перша цифра *u*7  не визначає неявне кодування, а кодується як і наступні цифри *u*6, *u*5, *u*4 набором *А* ( див. табл.6.1 ).

**Штрихові коди UPC** використовуються у США та Канаді для ідентифікації товарів і також призначені для кодування 10 цифр та п’яти додаткових знаків. Коди UPC сумісні з кодами EAN з огляду на те, що використовують одну і ту ж таблицю наборів знаків ( табл.6.1 ).

Існує декілька різновидів ШК UPC, з яких найбільше поширення набули коди UPC-А і UPC-Е. Кодове слово ШК UPC-А має 12 цифр ( 12-а – контрольна ), тобто на одну цифру менше ніж у EAN-13. Це викликано тим, що код країни ( США і Канада ) має тільки дві цифри. Відмінними ознаками коду UPC-А від коду EAN-13 є:

– старша цифра ( *u*11) товарного номера у штриховому зображенні кодується явно;

– штрихове зображення кодового слова у коді UPC-А містить знак СТАРТ ( *Н*1 ), 6 знаків набору *А*, розділовий знак ( *Н*4 ), 5 знаків набору *С*, знак контрольної суми набору *С* і знак СТОП ( *Н*1 ) ( див. табл.6.1 );

– у штриховому зображенні знаки цифр *u*11  і *u*К  виконуються висотою, однаковою з висотою зображення знаків *Н*1 і *Н*4, причому значення цифр під цими знаками не позначають;

– зліва від штрихового зображення друкують цифру 0, що іденти-фікує код UPC-А.

Контрольна цифра визначається за тим же алгоритмом, що використовується і у коді EAN-13.

Товарний номер у коді UPC-Е містить 6 цифр і також поділяється на дві частини по 3 цифри у кожній. Перша частина ( ліва ) кодуєть

ся набором *А*, а друга ( права ) – набором *С* ( у тому числі і контрольний знак ) ( див. табл.6.1 ).

При декодуванні ШК EAN та UPC перш за все визначається контрольний знак, який повинен співпадати з переданим. Крім того, сума всіх цифр кодового слова, що подається на приймальний пристрій, повинна бути кратною 10. У цьому разі помилки нема. Якщо ж сума буде не кратною 10, це вказує на наявність помилки. Помилка виявля-ється і при неправильному прийомі знаків, що не відповідають наборам, встановленим неявним кодуванням по старшому знаку в ШК EAN-13 цифр лівої половини кодового слова, тому що набори *А* і *В* ( див. табл.6.1 ) не збігаються.

**6.2. Приклади розв’язання задач**

**Задача 6.2.1**

 Побудувати кодове слово у коді EAN-13, якщо країна товаровиробник – Україна, код товаровиробника –1229, код товару – 03458.

***Розв’язання.*** 12 цифр кодового слова, яке треба закодувати кодом EAN-13, мають вигляд: 482122903458 ( код країни –  482 ). Необхідно доповнити це кодове слово контрольною цифрою *u*K, яку визначаємо згідно з алгоритмом для коду EAN:

*а*) визначаємо суму цифр, які розміщені на непарних місцях кодового слова  (справа наліво ):  8 + 4 + 0 + 2 + 1 + 8 = 23;

*б*) помножимо одержану суму на 3:  23 × 3 = 69;

*в*) визначаємо суму цифр, які розташовані на непарних місцях кодового слова:  5 + 3 + 9 + 2 + 2 + 4 = 25;

*г*) визначаємо суму двох результатів за п. п. *б*  та *в*:

 69 + 25 = 84;

*д*) визначаємо контрольну цифру як різницю між числом кратним 10, що є найближчим більшим за одержаний результат у п. *г*, і числом одержаним у п. *г*: 90 – 84 = 6,  тобто *u*K= 6.

У коді EAN-13 штрихове зображення має дві частини, по 6 знаків у кожній, які розділені знаком *Н*4, і має зліва і справа обмежувальні з

наки *Н*1 ( СТАРТ і СТОП ). За першою зліва цифрою визначаємо набори кодових комбінацій, якими кодуються цифри першої частини кодового слова ( табл.6.3 ). У зв’язку з тим, що *u*12= 4, згідно табл. 6.3 маємо: *u*11, *u*9 та *u*8 – кодуються набором *А*, а *u*10, *u*7 та *u*6 – набором *В*. Цифри *u*5, . . . , *u*1, а також контрольна цифра *u*К, кодуються відповідними знаками набору *С* ( табл.6.1 ). Таким чином, кодове слово EAN-13 у двійковому еквіваленті має такий вигляд:

1. 0110111 0011011  0011001  0010011  0011011  0010111 01010

*Н*1  8   2      1    2    2    9 *Н*4

 1110010 1000010  1011100  1001110  1001000  1010000 101

 0     3   4     5       8   6    *Н*1.

**Задача 6.2.2**

Зчитувальним пристроєм фіксується кодове слово у коді EAN-13: 4821223034586, у якому міститься помилка. Показати процес виявлення помилки.

***Розв’язання.***  Для виявлення помилки у кодовому слові коду EAN-13 виконуємо перевірку на відповідність контрольної цифри ( *u*К = 6 ) цифрам кодового слова, що надійшло до декодера зчитувального пристрою. Для цього знаходимо контрольну цифру *u*K\*для прийнятого кодового слова 482122303458 ( без *u*K) згідно з алгоритмом для коду  EAN-13 та порівнюємо  її  з *u*K:

8 + 4 + 0 + 2 + 1 + 8 = 23;

23 × 3 = 69;

5 + 3 + 3 + 2 + 2 + 4 = 19;

69 + 19 = 88;

90 – 88 = 2     *u*K\*= 2,   *u*K\* *u*K.

Таким чином, контрольні цифри у прийнятому кодовому слові і обчислені декодером не збігаються. Це вказує на наявність помилки у прийнятому кодовому слові.

**6.3. Задачі**

**6.3.1.** Побудувати, згідно заданого варіанту (таблиця 6.3.1), кодове слово у коді EAN-13 або UPC-A, якщо задані: країна товаровиробник, код товаровиробника та код товару. Запис виконати у двій-ковому еквіваленті. Відзначити особливості штрихового зображення одержаного коду.

Таблиця 6.3.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варі-анта | Країна | Код товаро-виробника | Код товару | Штриховий код |
| 1 | Японія | 04734 | 22029 | EAN-13 |
| 2 | Китай | 1144 | 03220 | EAN-13 |
| 3 | Україна | 3539 | 11027 | EAN-13 |
| 4 | Білорусія | 2535 | 45391 | EAN-13 |
| 5 | Польща | 4335 | 67820 | EAN-13 |
| 6 | Туреччина | 7390 | 22029 | EAN-13 |
| 7 | Угорщина | 0897 | 77194 | EAN-13 |
| 8 | Італія | 44900 | 10272 | EAN-13 |
| 9 | Португалія | 12491 | 23479 | EAN-13 |
| 10 | Великобританія | 78013 | 05537 | EAN-13 |
| 11 | Німеччина | 34650 | 77112 | EAN-13 |
| 12 | Бразилія | 9945 | 00202 | EAN-13 |
| 13 | Румунія | 8750 | 55339 | EAN-13 |
| 14 | Чехія | 1521 | 70027 | EAN-13 |
| 15 | Словаччина | 0033 | 12020 | EAN-13 |
| 16 | США | 1007 | 20122 | UPC-A |
| 17 | США | 2190 | 81076 | UPC-A |
| 18 | США | 0733 | 56520 | UPC-A |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 19 | Канада | 7688 | 31327 | UPC-A |
| 20 | Канада | 0457 | 90142 | UPC-A |
| 21 | США | 2880 | 00110 | UPC-A |
| 22 | США | 1100 | 34541 | UPC-A |
| 23 | США | 3155 | 55120 | UPC-A |
| 24 | Канада | 4410 | 87807 | UPC-A |
| 25 | Канада | 9191 | 03225 | UPC-A |

**6.3.2.** Зчитувальним пристроєм фіксується кодове слово у штриховому коді, у якому міститься помилка. Штриховий код заданий таблицею варіантів 6.3.2. Показати процес виявлення помилки.

Таблиця 6.3.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № варіанта | Штриховий код | Кодове слово ШК |
| 1 | EAN-13 | 5600412100724 |
| 2 | EAN-13 | 4821300223640 |
| 3 | EAN-13 | 8313747410049 |
| 4 | EAN-13 | 4401110022212 |
| 5 | EAN-13 | 4501110021110 |
| 6 | EAN-13 | 4901110022223 |
| 7 | EAN-13 | 4810002344207 |
| 8 | EAN-13 | 6010011003335 |
| 9 | EAN-13 | 4601110022216 |
| 10 | EAN-13 | 7790401110650 |
| 11 | UPC-A | 001043316088 |
| 12 | UPC-A | 016630112028 |
| 13 | UPC-A | 030395509184 |
| 14 | UPC-A | 042236081024 |
| 15 | UPC-A | 068801702446 |