

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА
*(для студентів 3-го курсу денної та 4-го курсу заочної
форм навчання напряму підготовки
6.080101 – Геодезія, картографія та землеустрій)*

Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни „Дискретна математика” (для студентів 3-го курсу денної та 4-го курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.080101 – Геодезія, картографія та землеустрій) / Харк. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Н. О. Манакова, Н. В. Макогон;– Х.: ХНУМГ, 2013. – 26 с.

Укладачі: **Н.О. Манакова**
Н.В. Макогон

Рецензент: доцент кафедри прикладної математики і інформаційних технологій, канд. фіз.-мат. наук О.Б. Костенко

Затверджено на засіданні кафедри ПМ і ІТ,
протокол № 13 від «4» травня 2012 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
ТЕМА №1. СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ.....	4
Самостійна робота №1. Алгоритм перетворення цілих чисел між системами числення.....	4
Самостійна робота №2. Алгоритм перетворення цілих чисел між системами числення.....	6
Самостійна робота №3. Таблиці складання, віднімання і множення чисел в різних системах числення.....	7
ТЕМА №2. ЛОГІЧНА АЛГЕБРА.....	10
Самостійна робота №4. Булеві функції.....	10
Самостійна робота №5. Побудова досконалих нормальних форм булевих функцій.....	10
Самостійна робота №6. Мінімізація булевих функцій методами склеювання і Куайна.....	11
Самостійна робота №7. Мінімізація булевих функцій методами таблиці індексів і карт Карно.....	11
ТЕМА №3. ТЕОРІЯ ГРАФІВ.....	11
Самостійна робота №8. Представлення графів в пам'яті комп'ютера.....	11
Самостійна робота №9. Алгоритми Прима і Дейкстри.....	13
ТЕМА №4. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ПК І КОДУВАННЯ.....	14
Самостійна робота №10. Кодування символів в ПК.....	14
Самостійна робота №11. Кодування текстової інформації по методу Хаффмана.....	16
Самостійна робота №12. Кодування інформації по методу Фано.....	18
ДЖЕРЕЛА ДО САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ.....	19
Джерела до теми №1. Системи числення.....	19
Джерела до теми №2. Логічна алгебра.....	19
Джерела до теми №3. Теорія графів.....	19
Джерела до теми №4. Теорія кодування.....	19
ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ.....	20
Побудова блок-схем алгоритмів.....	20
Правила оформлення звітів до самостійних робіт.....	24

ПЕРЕДМОВА

В даних методичних вказівках представлені індивідуальні завдання до самостійних робіт. Завдання забезпечені поясненнями там, де це необхідно. Крім того, наприкінці даних методичних вказівок представлені деякі довідкові матеріали, а також посилання на літературу для глибшого вивчення матеріалу.

ТЕМА №1. СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ

Самостійна робота №1. Алгоритм перетворення цілих чисел між системами числення

Оскільки одне число може бути представлене в різних системах числення, виникає питання, як його перетворити з системи з основою p в систему з основою q .

Введемо позначення:

- ціле число в початковій системі числення з основою p позначимо як Z_p
- правильний дріб в початковій системі числення з основою q позначимо як Z_q
- перетворення між ними позначимо як $Z_p \rightarrow Z_q$.

Теоретично можливо провести його при будь-якому q і p . Але подібне перетворення ускладнюється тим, що доведеться виконувати операції в недесяткових системах числення. Тому з практичної точки зору зручні варіанти з проміжним перетворенням

$$Z_p \rightarrow Z_r \rightarrow Z_q.$$

у систему з основою r , для якої такі арифметичні операції виконуються легко. Такими зручними основами є: $r=1$, $r=10$, тобто перетворення здійснюється через унарну або десяткову систему числення. Найбільш практичним вважається перетворення $Z_p \rightarrow Z_{10} \rightarrow Z_q$. Вочевидь, що і перша і друга частина перетворення не зв'язані одна з одною, що дає підставу розглядати їх окремо.

Перетворення $Z_{10} \rightarrow Z_q$

Аdditивно-мультиплікативний многочлен для Z_q може бути представлений у вигляді

$$Z_q = \sum_{j=0}^{m-1} b_j \cdot q_j = ((\dots b_{m-1} \cdot q + b_{m-2}) \cdot q + b_1) \cdot q + b_0$$

де m — число розрядів в записі Z_q , а b_j ($j=0 \dots m-1$) — цифри числа Z_q .

Таке представлення називається схемою Горнера.

Алгоритм перетворення $Z_{10} \rightarrow Z_q$ заснований на операції цілочисельного ділення. Нижче приводиться текстовий опис алгоритму:

1. Цілочисельно розділити початкове число Z_{10} на основу нової системи числення q і знайти остачу від ділення — це буде цифра 0-го розряду числа Z_q .
2. Частку від ділення знову цілочисельно розділити на q з виділенням остачі; процедуру продовжувати до тих пір, поки частка від ділення не опиниться менше q .
3. Остачі від ділення, що утворилися, розташовують в порядку зворотному порядку їх отримання, і представляють Z_q .

Приклад.

Виконати перетворення $123_{10} \rightarrow Z_5$.

$$\begin{array}{r|l} 123 & 5 \\ -120 & 24 \\ \hline 3 & -20 \\ & 4 \\ \hline & 4 \end{array}$$

Остачі від ділення (3,4) і результат останнього цілочисельного ділення утворюють зворотній порядок цифр нового числа. Отже, $123_{10}=443_5$.

Перетворення $Z_p \rightarrow Z_{10}$

Перетворення $Z_p \rightarrow Z_{10}$ витікає з представлення Z_p у вигляді адитивно-мультіплікативного многочлена:

$$Z_p = a_{k-1} \cdot p^{k-1} + a_{k-2} \cdot p^{k-2} + \dots + a_1 \cdot p^1 + a_0 \cdot p^0 = \sum_{j=0}^{k-1} a_j \cdot p^j$$

k — загальне число цифр числа, a_j — цифри числа.

З коефіцієнтів при ступенях a_j будується скорочений запис числа:

$$Z_p = (a_{k-1} \cdot a_{k-2} + \dots + a_1 \cdot a_0)$$

Приклад.

Виконати перетворення $443_5 \rightarrow Z_{10}$.

$$443_5 = 4 \cdot 5^2 + 4 \cdot 5^1 + 3 \cdot 5^0 = 4 \cdot 25 + 4 \cdot 5 + 3 \cdot 1 = 123_{10}$$

Необхідно ще раз підкреслити, що приведеними алгоритмами зручно користуватися при перетворенні числа з десяткової системи в якусь іншу або навпаки. Вони працюють і для перетворення між будь-якими іншими системами числення, проте перетворення буде ускладнене тим, що всі арифметичні операції необхідно здійснювати по правилах початкової (для першого алгоритму) або кінцевої (для другого) системи числення.

Завдання 1. Скласти блок-схему алгоритму перетворення $Z_{10} \rightarrow Z_q$ і написати програму її реалізації на мові VBA.

Завдання 2. Скласти блок-схему алгоритму перетворення $Z_p \rightarrow Z_{10}$ і написати програму її реалізації на мові VBA.

Завдання 2. Використовуючи розглянуті алгоритми виконати перетворення цілих чисел з десяткової системи числення в системи з основами 2, 3, 4, 5, 7, 9, 12 відповідно до свого варіанту.

Таблиця 1 - Варіанти завдань на виконання перетворення цілих чисел

№ вар	Числа для перетворення		№ вар	Числа для перетворення	
1	422	5417	16	332	3963
2	432	3327	17	385	3430
3	331	3562	18	447	3240
4	320	3243	19	439	3807
5	474	3887	20	326	4707
6	410	4793	21	349	5424
7	473	4531	22	327	4834
8	403	4382	23	283	5220
9	323	3779	24	288	3762
10	487	3419	25	256	4072
11	484	3792	26	439	3311
12	476	3478	27	278	4182
13	468	3774	28	424	3467
14	389	4824	29	267	4849
15	284	3220	30	490	4216

Самостійна робота №2. Алгоритм перетворення цілих чисел між системами числення

В загальному випадку дійсне число, яке містить цілу і дробову частину, завжди можна представити у вигляді суми цілого числа і правильного дробу. Перетворення цілих чисел в різних системах числення вже розглянуті, тому обмежимося розглядом алгоритмів перетворення правильних дробів.

Введемо наступні позначення:

- правильний дріб в початковій системі числення з основою p позначимо як $0, Y_p$;
- правильний дріб в початковій системі числення з основою q позначимо як $0, Y_q$;
- перетворення між ними позначимо як $0, Y_p \rightarrow 0, Y_q$.

При перетворенні дробових чисел також зберігається рекомендація здійснювати перетворення через проміжний перехід до 10-вої системи числення, щоб уникнути необхідності проводити обчислення в «незвичних» системах числення, тобто $0, Y_p \rightarrow 0, Y_{10} \rightarrow 0, Y_q$. Це, в свою чергу, розбиває завдання на дві складові: перетворення $0, Y_p \rightarrow 0, Y_{10}$ і $0, Y_{10} \rightarrow 0, Y_q$.

Перетворення $0, Y_{10} \rightarrow 0, Y_q$

Якщо основа системи числення q , а дріб містить n цифр і b_k — цифри дробу ($1 \leq k \leq n$, $0 \leq b_k \leq q-1$), то вона може бути представлена у вигляді суми:

$$0, Y_q = \sum_{j=1}^n b_j \cdot q^{-j} = \frac{1}{q} \left(b_1 + \frac{1}{q} \left(b_2 + \dots + \frac{1}{q} \left(b_{n-1} + \frac{1}{q} b_n \right) \dots \right) \right) \quad (1)$$

Виходячи з цього може бути застосований наступний алгоритм перетворення:

1. Помножити початковий дріб в 10-вій системі числення на q , виділити цілу частина — вона буде першою цифрою нового дробу; відкинути цілу частина.

2. Для дробової частини, що залишилася, операцію множення з виділенням цілої і дробової частин повторювати, поки в дробовій частині не опиниться 0 або не буде досягнута бажана точність кінцевого числа; цілі, що з'являються при цьому, будуть цифрами нового дробу.

3. Записати дріб у вигляді послідовності цифр після нуля, з роздільником в порядку їх появи в п.(1) і (2).

Приклад.

Виконати перетворення $0,375_{10} \rightarrow 0, Y_2$.

$$0,375 \cdot 2 = \underline{0},750$$

$$0,75 \cdot 2 = \underline{1},50$$

$$0,5 \cdot 2 = \underline{1},0$$

Таким чином, $0,375_{10} = 0,011_2$.

Перетворення $0, Y_p \rightarrow 0, Y_{10}$

Перетворення $0, Y_p \rightarrow 0, Y_{10}$, як і у разі цілих чисел, зводиться до обчислення значення форми (1) в десятковій системі числення.

Приклад.

Виконати перетворення $0,011_2 \rightarrow 0, Y_{10}$.

$$0,011_2 = 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = 0,25 + 0,125 = 0,375_{10}$$

Слід усвідомлювати, що після перетворення дробу, який був кінцевим в початковій системі числення, вона може виявитися нескінченною в новій системі. Відповідно раціональне число після переходу може перетворитися на ірраціональне. Але проте, значення цілого числа не залежить від форми його уявлення і виражає кількість одиниць, що входять до нього. Простий дріб має сенс долі одиниці, і це належний зміст також не залежить від вибору способу уявлення. Іншими словами, третина пирога залишається третиною пирога в будь-якій системі числення.

Завдання 1. Скласти блок-схему алгоритму перетворення $0, Y_{10} \rightarrow 0, Y_q$ і написати програму її реалізації на мові VBA.

Завдання 2. Скласти блок-схему алгоритму перетворення $0, Y_p \rightarrow 0, Y_{10}$ і написати програму її реалізації на мові VBA.

Завдання 2. Використовуючи розглянуті алгоритми виконати перетворення дійсних чисел з десяткової системи числення в системи з основами 2, 3, 4, 5, 7, 9, 12 відповідно до свого варіанту.

Таблиця 2 - Варіанти завдань на перетворення дійсних чисел

№ вар	Числа для перетворення	№ вар	Числа для перетворення
1	12,82027	16	99,53268
2	46,05353	17	31,57643
3	49,91476	18	33,29565
4	33,9467	19	17,67775
5	11,63797	20	34,35888
6	17,60019	21	59,66622
7	72,56878	22	3,040904
8	19,1125	23	85,84957
9	24,95756	24	49,78326
10	29,37792	25	42,50045
11	41,69248	26	18,02861
12	82,94022	27	80,1012
13	76,99963	28	95,02475
14	34,53089	29	59,22374
15	48,99958	30	57,51235

Самостійна робота №3. Таблиці складання, віднімання і множення чисел в різних системах числення

Таблиці виконання арифметичних дій зручно використовувати для полегшення обчислень в різних системах числення. Ми щодня користуємося такими таблицями і для десяткової системи числення. Але оскільки виконання арифметичних операцій в десятковій системі числення відпрацьоване до автоматизму, то в явному їх використанні немає необхідності. Інакше відбувається з незвичними системами числення. Для закріплення навиків виконання арифметичних операцій в нестандартних системах числення вправа на складання таблиць є дуже корисною. Нижче для прикладу приведені таблиці складання, віднімання і множення в системі числення по основі 5 (див. табл. 3, 4, 5).

Особливу увагу, при виконанні арифметичних операцій треба приділяти роботі з розрядами. Як видно в заголовках таблиць наведені тільки однозначні числа, але операції над ними іноді приводять до зміни попереднього розряду як у велику (складання, множення), так і в меншу сторону (віднімання).

Таблиця 3. Таблиця складання в системі числення по основі 5

+(5)	0	1	2	3	4
0	0	1	2	3	4
1	1	2	3	4	10
2	2	3	4	10	11
3	3	4	10	11	12
4	4	10	11	12	13

Таблиця 4. Таблиця віднімання в системі числення по основі 5

-(5)	0	1	2	3	4
0	0	1	2	3	4
1	$\bar{4}^1$	0	1	2	3
2	$\bar{3}$	$\bar{4}$	0	1	2
3	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	0	1
4	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	0

Таблиця 5. Таблиця множення в системі числення по основі 5

*(5)	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4
2	0	2	4	11	13
3	0	3	11	14	22
4	0	4	13	22	31

Завдання 1.

Самостійно скласти таблиці складання, віднімання і множення для систем числення з основами: 2, 3, 4, 8, 16.

Завдання 2.

Користуючись складеними таблицями виконати наступні арифметичні операції (відповідно до свого варіанту, див. табл. 6)

Таблиця 6 - Варіанти завдань на виконання арифметичних операцій

№ вар	Завдання	№ вар	Завдання
1	$1011_2+1001101_2$ 3476_8-2563_8 $F458_{16}+20DC_{16}$ 212122_3*1212_3 2312_4-123_4	16	1011_2*1001_2 5670_8+2677_8 $B0D6_{16}-1352_{16}$ $212022_3-12012_3$ 213012_4+1023_4
2	$11001011_2-1001101_2$ 3476_8+2563_8 $F458_{16}-20DC_{16}$ 212122_3+1212_3 2312_4*123_4	17	$110011_2+1001101_2$ 137_8*25_8 $F458_{16}+20DC_{16}$ $2102122_3-12012_3$ $203012_4-10203_4$
3	1011_2*101_2 3476_8-1573_8 $3F58_{16}+28DC_{16}$ 211212_3+1212_3 3322_4-1213_4	18	1101_2*1010_2 7621_8-1352_8 $3F58_{16}-28DC_{16}$ $211202_3+10022_3$ 3202_4+1233_4
4	$1001011_2+1111101_2$ 3667_8-2217_8 $ED58_{16}-12DC_{16}$ 212_3*222_3 2312_4+2123_4	19	$1010101_2+1100101_2$ 7667_8-2317_8 $ABC58_{16}-79DC_{16}$ 201_3*120_3 230312_4+1203_4
5	1100_2*1011_2 1446_8+7763_8 $A058_{16}+10CE_{16}$ 122_3*212_3 3123_4-231_4	20	1001_2*1010_2 7025_8+7163_8 $CF58_{16}+10D6E_{16}$ $101_3*21212_3$ 32023_4-2032_4

¹ $\bar{4}$ — апостроф перед числом позначає, що відбулося зменшення попереднього розряду, тобто $20_5-1_5=14_5$.

№ вар	Завдання	№ вар	Завдання
6	1011 ₂ *1101 ₂ 76546 ₈ -27631 ₈ 1F458 ₁₆ -DC12 ₁₆ 21212 ₃ +22121 ₃ 32332 ₄ -3123 ₄	21	1001 ₂ *10101 ₂ 52640 ₈ -23671 ₈ CDF58 ₁₆ -AE12 ₁₆ 21102 ₃ +21022 ₃ 332012 ₄ -32031 ₄
7	1001011 ₂ +1001101 ₂ 76 ₈ *256 ₈ 58AF ₁₆ +D17C ₁₆ 222112 ₃ -2211 ₃ 31312 ₄ -2133 ₄	22	1011011 ₂ +1001101 ₂ 64 ₈ *137 ₈ 190A ₁₆ +DB45 ₁₆ 201122 ₃ -2001 ₃ 33102 ₄ -2233 ₄
8	1101011 ₂ +1011001 ₂ 34 ₈ *125 ₈ 15119 ₁₆ -2013 ₁₆ 22122122 ₃ -122212 ₃ 1312 ₄ +31323 ₄	23	1110101 ₂ +1100101 ₂ 63 ₈ *512 ₈ 1DF59 ₁₆ -2CA3 ₁₆ 21022122 ₃ -100122 ₃ 1103 ₄ +33213 ₄
9	101111 ₂ *101 ₂ 16476 ₈ -6371 ₈ 2F4518 ₁₆ -378DC ₁₆ 120202102 ₃ +1212121 ₃ 230102 ₄ +1023 ₄	24	111101 ₂ *110 ₂ 57176 ₈ -6715 ₈ 2CD8 ₁₆ -37EC ₁₆ 120120102 ₃ +1222012 ₃ 233012 ₄ +1210 ₄
10	1011 ₂ *1001 ₂ 36676 ₈ +250613 ₈ F0458 ₁₆ +20D0C ₁₆ 21212002 ₃ -120102 ₃ 203102 ₄ -10203 ₄	25	1110 ₂ *1010 ₂ 365436 ₈ +223513 ₈ FFEA8 ₁₆ +2CAE5 ₁₆ 21121002 ₃ -111102 ₃ 200212 ₄ -13203 ₄
11	11011001 ₂ -1001011 ₂ 144 ₈ *77 ₈ A058 ₁₆ -10CE ₁₆ 200122 ₃ -100212 ₃ 3123 ₄ +231 ₄	26	11011001 ₂ +1001011 ₂ 144 ₈ -77 ₈ A08 ₁₆ *10C ₁₆ 200122 ₃ +100212 ₃ 3123 ₄ -231 ₄
12	1111011 ₂ +11011101 ₂ 76546 ₈ +27631 ₈ 1F458 ₁₆ +DC12 ₁₆ 212122 ₃ -221212 ₃ 332 ₄ *23 ₄	27	11101 ₂ *10101 ₂ 76146 ₈ -27621 ₈ EF458 ₁₆ -DC112 ₁₆ 2122 ₃ +2101212 ₃ 332023 ₄ +2302 ₄
13	11001011 ₂ -100101 ₂ 6776 ₈ +1256 ₈ 158AF ₁₆ -D17C ₁₆ 2202 ₃ *2211 ₃ 31312 ₄ +2133 ₄	28	11001011 ₂ +100101 ₂ 6776 ₈ -1256 ₈ AF ₁₆ *17 ₁₆ 102202 ₃ +202211 ₃ 313012 ₄ -20133 ₄
14	10101 ₂ *1011 ₂ 56734 ₈ -125 ₈ 15119 ₁₆ +2013 ₁₆ 221222 ₃ +122212 ₃ 31323 ₄ -1312 ₄	29	1010101 ₂ +111011 ₂ 56734 ₈ +125 ₈ 151 ₁₆ *13E ₁₆ 221222 ₃ -122212 ₃ 31003 ₄ -1312 ₄
15	101111 ₂ -11101 ₂ 16476 ₈ +6371 ₈ 18 ₁₆ *DC ₁₆ 102102 ₃ -1212 ₃ 232302 ₄ +10031 ₄	30	1011 ₂ *11101 ₂ 16476 ₈ -6371 ₈ E118 ₁₆ +D34C ₁₆ 1021202 ₃ +1212 ₃ 202302 ₄ -13031 ₄

ТЕМА №2. ЛОГІЧНА АЛГЕБРА

Самостійна робота №4. Булеві функції

Завдання. Використовуючи таблиці істинності і діаграми Венна доведіть справедливість тотожності. (Варіанти завдань наведені в табл.7).

Таблиця 7 - Варіанти завдань на доказ логічної тотожності

№ вар	Завдання	№ вар	Завдання
1	$(a \sim b) - (a|b) = a \wedge b$	16	$a + (c - b) = (a \sim c) + (b|c)$
2	$ab = (\rightarrow a + b) \sim (b - a) \rightarrow$	17	$a \sim (b|c) = (ab) \sim (\rightarrow a + c) \wedge b$
3	$((avb) \vee (avb)) + ((ava) \vee (bvb)) = a + b$	18	$a \rightarrow (b + c) = (ab) + (ac) \rightarrow$
4	$ac = (\rightarrow a \vee (b \wedge c)) ((a \vee b) \wedge c) \rightarrow$	19	$a \sim (b + c) = (a \sim b) + (b \sim c)$
5	$((avb) \vee (a|b)) \rightarrow ((a \wedge b) | (a + b)) = 1$	20	$a \rightarrow (b \sim c) = (ab) \sim (ac) \rightarrow$
6	$av((b - a) \sim b) = 0$	21	$a \rightarrow (b \vee c) = (ab) \vee (ac) \rightarrow$
7	$a \sim (b|c) = ((a + b) \wedge c) + (a - c)$	22	$av(b + c) = (avb) + (avc)$
8	$(a \sim b) - (a|b) = (ava) \vee (bvb)$	23	$av(b \sim c) = (avb) \sim (avc)$
9	$(b \vee (a \wedge c)) \rightarrow ((b \vee c) \wedge a) = ba$	24	$a + (b \vee c) = (a + b) \vee (a + c)$
10	$(a|b) \rightarrow (b \vee c) = (b \vee c) \rightarrow$	25	$a + (bc) = (\rightarrow a + b) (a + c) \rightarrow$
11	$(avb) + (b \vee c) = (a + c) - b$	26	$a + (b \sim c) = (a + b) \sim (a + c)$
12	$(a \vee b \vee c) \sim (a \wedge b \wedge c) = (ab \rightarrow) \wedge (bc \rightarrow) \wedge (ca) \rightarrow \rightarrow$	27	$a \vee (b \sim c) = (a \vee b) \sim (a \vee c)$
13	$((a + b) - c) | ((a - b) + c) = a \rightarrow (b \vee c) \rightarrow$	28	$a \vee (bc) = (\rightarrow a \vee b) \rightarrow (a \vee c) \rightarrow \rightarrow$
14	$(a \sim b) \vee (avc) \rightarrow (c \wedge d) = (b - a) - c$	29	$a \wedge (bc) = (\rightarrow a \wedge b) \rightarrow (a \wedge c) \rightarrow \rightarrow$
15	$(a - b) - c = (a \sim b) \rightarrow (b \vee c) \rightarrow$	30	$a \wedge (b \sim c) = (a \wedge b) \sim (a \wedge c)$

Самостійна робота №5. Побудова досконалих нормальних форм булевих функцій

Завдання. У табл. 8 задані номери наборів аргументів, на яких логічна функція чотирьох змінних приймає значення одиниця. Необхідно записати функцію, яка відповідає Вашому варіанту в СДНФ і СКНФ.

Таблиця 8 - Варіанти завдань на побудову СНФ

№ вар	Номери одиничних конституент							
	0	2	4	5	7	8	10	11
1	0	2	4	5	7	8	10	11
2	3	4	7	8	10	12	13	15
3	1	4	6	8	10	12	13	14
4	3	6	7	10	11	12	15	-
5	0	2	5	8	10	11	14	-
6	0	3	4	5	6	9	12	15
7	0	1	4	6	8	10	12	14
8	0	3	4	7	8	10	13	-
9	2	4	7	9	12	13	15	-
10	1	2	4	5	6	8	11	13
11	3	6	8	10	12	13	15	-
12	1	3	6	9	10	11	13	14
13	3	6	8	9	10	12	13	15
14	3	4	7	9	10	11	13	15
15	3	4	5	8	11	13	14	-
16	0	2	4	5	8	10	11	14
17	1	2	5	7	9	11	12	13
18	1	3	4	7	8	10	11	12
19	1	2	3	5	8	11	12	15

20	0	1	4	5	7	8	9	11
21	0	2	5	6	7	9	10	11
22	0	2	4	6	8	10	11	13
23	3	4	6	9	11	14	15	-
24	2	4	5	8	11	13	15	-
25	1	3	5	7	9	12	13	14
26	1	4	5	6	7	9	10	12
27	3	4	7	8	11	12	14	-
28	0	2	3	4	5	8	11	14
29	0	2	5	7	9	12	15	-
30	2	3	5	7	8	10	12	13

Самостійна робота №6. Мінімізація булевих функцій методами склеювання і Куайна

Завдання. Мінімізувати функцію з самостійної роботи №5, використовуючи метод склеювання і метод Куайна.

Самостійна робота №7. Мінімізація булевих функцій методами таблиці індексів і карт Карно.

Завдання. Мінімізувати функцію з самостійної роботи №5 використовуючи метод таблиці істинності і метод карт Карно.

ТЕМА №3. ТЕОРІЯ ГРАФІВ

Самостійна робота №8. Представлення графів в пам'яті комп'ютера

Завдання. Побудувати матрицю суміжності, матрицю інцидентів, список суміжності і масив ребер для наведеного графа в двох варіантах (орієнтований граф і неорієнтований).

Таблиця 9. Варіанти завдань графів

№ вар	Завдання	№ вар	Завдання
1		16	
2		17	
3		18	

№ вар	Завдання	№ вар	Завдання
4		19	
5		20	
6		21	
7		22	
8		23	
9		24	
10		25	

№ вар	Завдання	№ вар	Завдання
11		26	
12		27	
13		28	
14		29	
15		30	

Самостійна робота №9. Алгоритми Прима і Дейкстри

Завдання 1. Скласти блок-схему алгоритму Прима.

Завдання 2. Скласти блок-схему алгоритму Дейкстри.

Завдання 3. Знайти найкоротші шляхи за допомогою алгоритмів Прима і Дейкстри для мережі доріг між 6 містами України (по варіантах, наведених в табл. 10). Відстані між містами наведені у довідкових матеріалах.

Таблиця 10 - Список міст для побудови схеми мережі доріг

№ вар	Список міст для побудови схеми мережі доріг					
1	Донецьк	Євпаторія	Івано-Франківськ	Кременчук	Мелітополь	Полтава
2	Житомир	Керч	Кременчук	Маріуполь	Слов'янськ	Харків
3	Івано-Франківськ	Маріуполь	Миколаїв	Сімферополь	Ужгород	Херсон
4	Єнакієво	Кіровоград	Лісичанськ	Маріуполь	Сімферополь	Ужгород
5	Вінниця	Донецьк	Запоріжжя	Кременчук	Кривий ріг	Луганськ
6	Івано-Франківськ	Львів	Нікополь	Сімферополь	Ужгород	Черкаси
7	Вінниця	Євпаторія	Єнакієво	Житомир	Київ	Кіровоград
8	Запоріжжя	Луцьк	Миколаїв	Павлоград	Тернопіль	Харків
9	Бердянськ	Донецьк	Єнакієво	Київ	Кіровоград	Маріуполь
10	Біла церква	Дніпропетровськ	Євпаторія	Житомир	Кременчук	Лісичанськ
11	Бердянськ	Керч	Кривий ріг	Маріуполь	Полтава	Севастополь
12	Біла церква	Євпаторія	Єнакієво	Запоріжжя	Лісичанськ	Маріуполь
13	Запоріжжя	Івано-Франківськ	Керч	Луганськ	Рівно	Харків
14	Євпаторія	Київ	Лісичанськ	Львів	Мелітополь	Нікополь
15	Житомир	Луганськ	Мелітополь	Миколаїв	Одеса	Полтава
16	Євпаторія	Єнакієво	Київ	Кременчук	Нікополь	Севастополь
17	Запоріжжя	Київ	Кіровоград	Маріуполь	Мелітополь	Павлоград
18	Бердянськ	Вінниця	Дніпропетровськ	Івано-Франківськ	Луцьк	Павлоград
19	Вінниця	Донецьк	Єнакієво	Житомир	Луганськ	Нікополь
20	Єнакієво	Луганськ	Луцьк	Мелітополь	Одеса	Суми
21	Євпаторія	Івано-Франківськ	Лісичанськ	Нікополь	Суми	Черкаси
22	Біла церква	Керч	Київ	Кривий ріг	Одеса	Рівно
23	Єнакієво	Кривий ріг	Львів	Миколаїв	Севастополь	Сімферополь
24	Запоріжжя	Лісичанськ	Нікополь	Рівно	Херсон	Чернігів
25	Євпаторія	Кременчук	Лісичанськ	Нікополь	Севастополь	Тернопіль
26	Бердянськ	Івано-Франківськ	Кіровоград	Луганськ	Нікополь	Полтава
27	Запоріжжя	Керч	Кіровоград	Кривий ріг	Маріуполь	Мелітополь
28	Житомир	Луцьк	Львів	Нікополь	Павлоград	Слов'янськ
29	Бердянськ	Біла церква	Євпаторія	Єнакієво	Житомир	Кіровоград
30	Івано-Франківськ	Луганськ	Миколаїв	Полтава	Тернопіль	Харків

ТЕМА №4. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ПК І КОДУВАННЯ

Самостійна робота №10. Кодування символів в ПК

Короткі теоретичні відомості

Будь-який пристрій, що запам'ятовує, логічно представляють таким, що складається з осередків (регістрів). Осередок ділиться на елементи - розряди.

Стандартна кількість розрядів елементу пам'яті - 8. Елемент пам'яті може запам'ятати одну з 256 комбінацій, які складаються з 0 і 1.

Об'єм інформації, який можна зберігати в одному елементі пам'яті називається байтом. У розряд осередку можна записати біт інформації. Біт - найменша одиниця представлення інформації в ПК.

Біти 0 і 1 можуть набувати два стани "включено" і "вимкнено", істину і брехню, так чи ні. У середині комп'ютера ці значення фактично представляються наявністю або відсутністю напруги. Коли в точці напруга є, то вважається, що вона має значення 1; коли ж напруга відсутня (або невелика), точка вважається такою, що має значення 0.

Схематично зображення елемента пам'яті, що зберігає число 01111001 представлено на рис. 1:

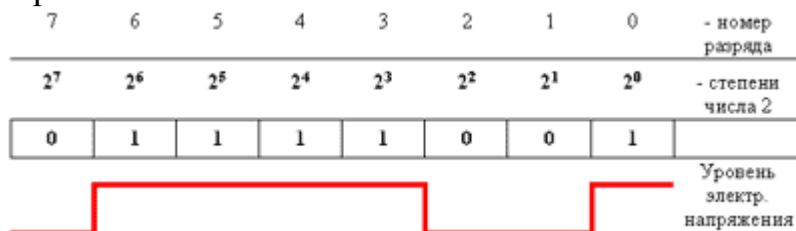


Рисунок 1

Під кодуванням розуміють запис даних з використанням деякого коду. Для представлення будь-якої інформації в ПК використовуються двійкові числа (двійкові коди). При введенні інформації в ПК кожен символ спеціальними програмами і апаратними засобами перетворюється в двійковий код і записується в ОП (оперативну пам'ять) для обробки. При виведенні інформації з ПК здійснюється зворотне перетворення: двійковий код кожного символу "переводиться" в зовнішнє представлення цього символу для його візуального зображення на пристрої виводу.

За основу кодування символу в ПК беруться різні кодові таблиці, однією з найбільш відомих є таблиця ASCII (див. довідкові матеріали), хоча в даний час їй на зміну прийшло кодування Unicode.

Представлення символу в зрозумілому для ПК вигляді можна розбити на наступні етапи:

1. По таблиці ASCII визначити порядковий номер символу в шістнадцятирічній або десятковій системі (залежно від того як представлена довідкова таблиця).

2. Порядковий номер з шістнадцятирічної (десятьковою) системи числення перевести в двійкову систему числення.

Завдання. Представити заданий текст (див. варіанти в табл. 11) у формі для запису в елементи пам'яті ПК. Підрахуйте який об'єм пам'яті займе дана фраза. Прописні букви вважайте рядковими.

Таблиця 11 - Варіанти тексту для кодування

№ вар	Текст для кодирования
1	У перепела и перепелки пять перепелят под елкой.
2	Мы ели, ели ершей у ели. Их еле-эле у ели доели.
3	Королева Клара строго карала Карла за кражу коралла.
4	В грозу, в грязи от груза арбузов развалился кузов.
5	Даже шею, даже уши ты испачкал в черной туши.
6	Становись скорей под душ. Смой с ушей под душем тушь.
7	Смой и с шеи тушь под душем. После душа вытрись суше.
8	Черепаша не скучая, час сидит за чашкой чая.
9	Бежит лиса по шесточку - лизни, лиса песочку.
10	Шли сорок пять мышей, несли сорок пять грошей.
11	В пруду у Поликарпа - три карася, три карпа.
12	Дед Додон в дуду дудел, Димку дед дудой задел.
13	Кашевар кашу варил, подваривал да недоваривал.
14	Кукушка кукушонку сшила капюшон, в капюшоне он смешон.
15	Лена искала булавку, а булавка упала под лавку.
16	На дворе растет трава, на траве стоят дрова.
17	Толком толковать, Да без толку растолковывать.

№ вар	Текст для кодирования
18	Одну сороку поймать морока, сорок сорок - Сорок морок.
19	Хохлатые хохотушки хохотом хохотали - ха, ха, ха.
20	Иван болван молоко болтал, болтал, да не выболтал.
21	Корабли лавировали, лавировали, да не вылавировали.
22	Королева дорогому кавалеру подарила каравеллу.
23	На холме кули, поднимусь на холм и куль поставлю.
24	Вахмистр с вахмистршей, ротмистр с ротмистршей.
25	Вашему пономарю нашего пономаря не перепономаривать.
26	Говорили про Прокоповича. Про какого -то Прокоповича.
27	Грабли - грести, метла - мести, весла - везти.
28	Два щенка щека к щеке, щиплют щетку в уголке.
29	Ест Федька с водкой редьку, а водка с редькой Федьку.
30	Панкрату без домкрата не поднять на тракте трактор.

Самостійна робота №11. Кодування текстової інформації по методу Хаффмана

Сформулюємо завдання оптимального кодування. Кожне повідомлення a_i алфавіту A необхідно закодувати, використовуючи двійковий код (символи 1 і 0). При цьому вибраний код, по-перше, повинен забезпечувати можливість однозначного декодування, тобто дозволяти по прийнятій послідовності символів “0” і “1” однозначно відновити передане повідомлення. По-друге, на передачу повідомлення в середньому повинно бути витрачене мінімальне число двійкових символів, що дозволить передавати за одиницю часу максимальне число повідомлень. Отриманий код можна вважати оптимальним.

Метод Хаффмана. Одним з часто використовуваних методів ефективного кодування є так званий метод Хаффмана. Хай повідомлення вхідного алфавіту $A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ мають відповідно ймовірності їх появи p_1, p_2, \dots, p_k .

Тоді алгоритм кодування Хаффмана полягає в наступному:

1. Повідомлення розташовуються в стовпець в порядку убутання ймовірності їх появи.

2. Два самі малоїмовірні повідомлення a_{k-1} і a_k об'єднуються в одне повідомлення b яке має ймовірність, яка дорівнює сумі ймовірностей повідомлень a_{k-1} , a_k тобто $p_{k-1} + p_k$. В результаті отримуємо повідомлення $a_1, a_2, \dots, a_{k-2}, b$ ймовірність яких $p_1, p_2, \dots, p_{k-2}, (p_{k-1} + p_k)$. Отримані повідомлення знову розташовуємо в порядку убутання ймовірності.

3. Повторюємо кроки 1 і 2 до тих пір, поки не отримуємо єдине повідомлення, ймовірність якого дорівнює 1.

4. Проводячи лінії, які об'єднують повідомлення і створюючи послідовні підмножини, отримуємо дерево, в якому окремі повідомлення є кінцевими вузлами. Відповідні їм кодові комбінації можна визначити, приписуючи лівим гілкам об'єднання символ “1”, а правим - “0”. Втім, поняття “ліві” і “праві” гілки в даному випадку відносні.

Оскільки в процесі кодування повідомленням зіставляються тільки кінцеві вузли, отриманий код (код Хаффмана) є префіксним і отже завжди однозначно декодованим.

У даній роботі рекомендується позначати "1" гілку що йде від вузла у бік повідомлення з більшою ймовірністю появи. Побудова коду Хаффмана для восьми повідомлень, що з'являються з ймовірністю 0,2; 0,2; 0,15; 0,13; 0,12; 0,1; 0,07; 0,03, ілюструється рис. 2 і 3.

Таблиця 12

№	Вірогідність появи повідомлення	Структура кодової комбінації
a_1	0,20	01
a_2	0,20	111
a_3	0,15	110
a_4	0,13	101
a_5	0,12	100
a_6	0,10	000
a_7	0,07	0011
a_8	0,03	0010

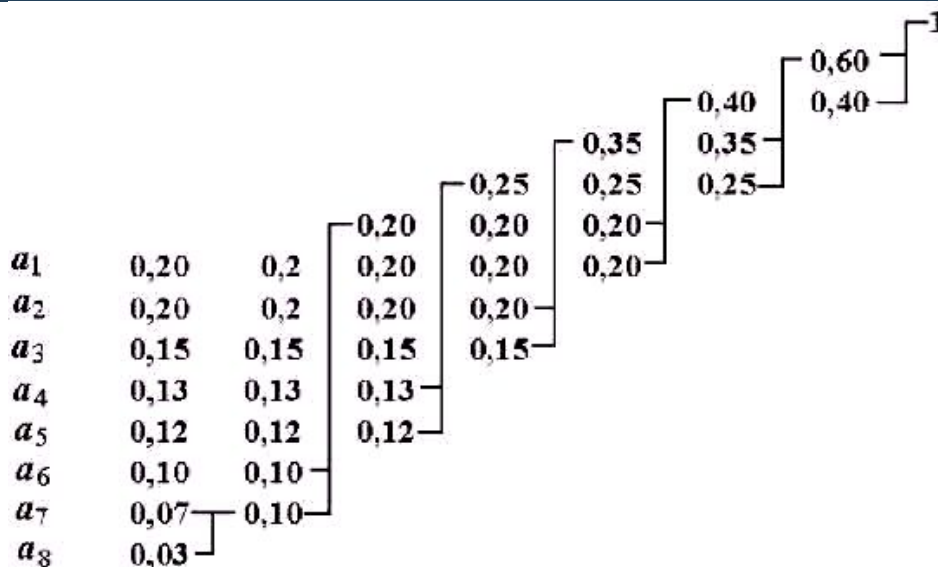


Рисунок 2. Розподіл ймовірностей появи повідомлень і їх обробка по методу Хаффмана

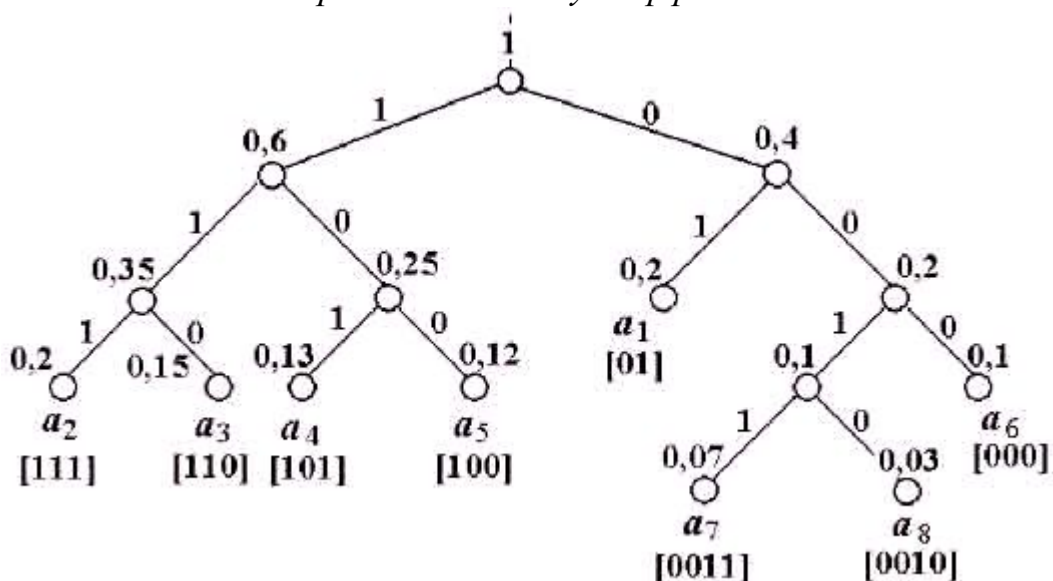


Рисунок 3. Кодове дерево отриманого коду

З таблиці 12 видно, що отриманий код є нерівномірним.

Ефективність нерівномірних кодів оцінюється коефіцієнтом статистичного стиснення:

$$K_{cc} = \frac{l_{p.k.}}{\bar{l}},$$

де $l_{p.k.}$ - середня довжина кодової комбінації при рівномірному кодуванні.

Завдання 1. Скласти блок-схему алгоритму кодування текстової інформації по методу Хаффмана.

Завдання 2. Закодувати фразу з попередньої самостійної роботи методом Хаффмана.

Самостійна робота №12. Кодування інформації по методу Фано

Метод Шеннона-Фано

Знаки упорядковуються за збільшенням їх частот і утворюють часткові суми $S_i = \sum p_j$ ($j = 1, 2, 3 \dots i$), де p_j - частота j -того знаку. Далі процес розбивається на декілька кроків. У першому кроці стовпець знаків розтинається на дві частини так, щоб часткова сума перетину була близька до 0,5. Процес ділення підстовпців повторюється так, щоб кожного разу часткова сума в точці перетину опинялася ближчим до середнього арифметичного часткових сум на нижньому і верхньому краях підстовпця, що розділявся. При кожному розбитті елементам верхньої частини ставиться у відповідність 1, нижньої - 0. Наприклад: хай є наступний набір повідомлень:

Тоді процедура розбиття складається з 3 кроків:

Повідомлення	Ймовірність	Крок 1	Крок 2	Крок 3	Коди
A	0,11	1	1	1	111
B	0,15			0	110
C	0,20		0	10	
D	0,24	0	1		01
E	0,30		0		00

Завдання 1. Скласти блок-схему алгоритму методу Фано.

Завдання 2. Закодувати текст з попередньої самостійної роботи.

Завдання 3. Порівняти економічність коди Хаффмана і коди Фано для конкретного прикладу тексту по Вашому варіанту.

ДЖЕРЕЛА ДО САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

Джерела до теми №1. Системи числення

1. Стариченко Б. Е. Теоретические основы информатики: Учебное пособие для вузов. — 20е изд. перераб. и доп. — М.: Горячая линия — Телеком, 2003. — 312 с.. СС: 81-96.
2. Андерсон Джеймс А. Дискретная математика и комбинаторика: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 960 с. СС: 219-237.
3. Сафронов И.К. Задачник-практикум по информатике. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 432 с. СС: 30-37.

Джерела до теми №2. Логічна алгебра

1. Андерсон Джеймс А. Дискретная математика и комбинаторика: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 960 с. СС: 15-113.
2. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы. — М.: Лаборатория базовых знаний, 2003. — 376 с. . СС 5-34.
3. Шапоров С.Д. Математическая логика. Курс лекций и практических занятий. — СПб.:БХВ-Петербург, 2005. — 416 с..СС 3-70.

Джерела до теми №3. Теорія графів

1. Андерсон Джеймс А. Дискретная математика и комбинаторика: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 960 с. СС: 244-290, 556-725.
2. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы. — М.: Лаборатория базовых знаний, 2003. — 376 с. . СС 235-292.
3. Романовский И.В. Дискретный анализ: Учебное пособие. — СПб.:Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2003. — 320 с. СС 185-244.
4. Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов. М.: Техносфера, 2004. — 320 с. СС 11-21, 141-193.

Джерела до теми №4. Теорія кодування

1. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы. — М.: Лаборатория базовых знаний, 2003. — 376 с. . СС 293-301.
2. Романовский И.В. Дискретный анализ: Учебное пособие. — СПб.:Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2003. — 320 с. СС 117-143.

ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ

Побудова блок-схем алгоритмів

Графічний опис алгоритмів виконується за допомогою блок-схем, складених з послідовності блоків, які предписують виконання окремих операцій, і зв'язків між ними.

Правила оформлення блок-схем

- усередині блоків поміщається інформація, що пояснює дії;
- конфігурація блоків і розміри обумовлені ДСТУ;
- кожен блок забезпечується номером в розриві контура блоку в лівій верхній частині;
- висота блоку (розмір *a*) вибирається з ряду 10, 15, 20.мм;
- ширина блоку (розмір *b*) вибирається як $b=1,5 \times a$;
- у схемах, що не є документацією (плакати, курсові роботи), можна збільшити ширину блоку для зручності запису інформації;
- хід обчислювального процесу зображається лініями зв'язку;
- лінії зв'язку обов'язково мають стрілки, якщо вони направлені від низу до верху або справа наліво – в решті випадків стрілки необов'язкові.

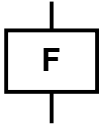
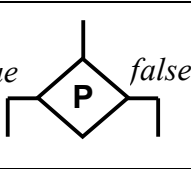
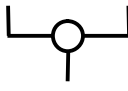
Переваги графічного опису алгоритмів

- наочність;
- читаність;
- явне відображення управління;
- має стандарт зображення елементів.

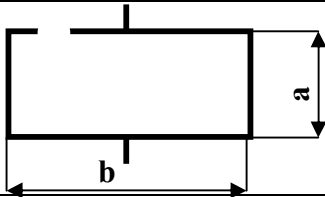
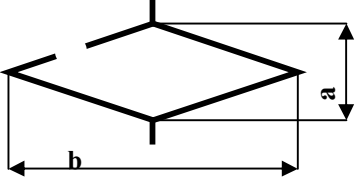
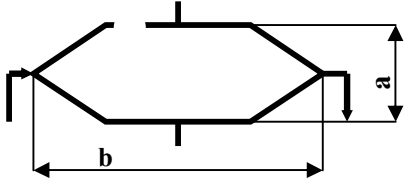
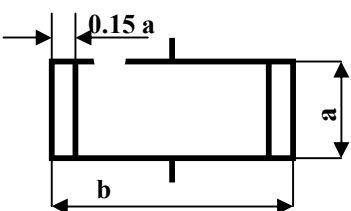
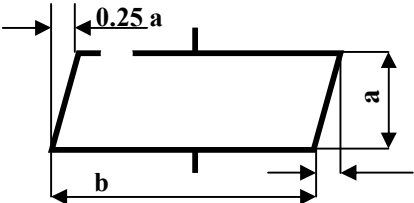
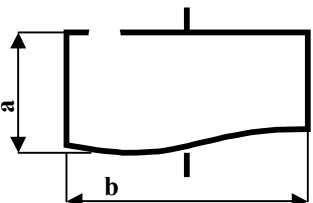
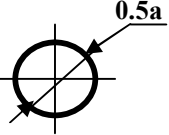
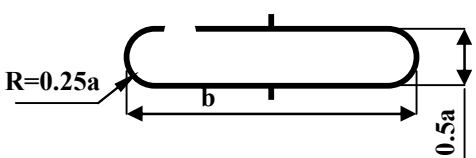
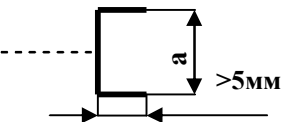
Типи вершин блок-схем алгоритмів

Блок-схема – орієнтований граф, вказуючий порядок виконання команд алгоритму.

Має тільки три типи вершин.

1. Функціональна вершина – має один вхід і один вихід.	
2. Предикативна вершина – має один вхід і два виходи. Функція <i>P</i> передає управління по одній з гілок залежно від значення функції <i>P</i> .	
3. Об'єднуюча вершина – забезпечує передачу управління від одного з двох входів до виходу	

ПОШИРЕНІ БЛОКИ АЛГОРИТМІВ

Назва блоку	Позначення (ГОСТ 19003-80)	Обчислювальна функція
Процес		Обчислювальна дія або послідовність дій
Умова		Перевірка умови і вибір напрямку ходу обчислювального процесу
Модифікація		Початок циклу
Зумовлений процес		Використання раніше створених і окремо описаних алгоритмів (підпрограм)
Введення - вивід		Введення і виведення даних
Документ		Виведення даних на друкуючий пристрій
З'єднувач		Вказівка зв'язку між перерваними лініями потоку
Пуск, зупинка		Почало, кінець, зупинка, вхід і вихід в окремо описаних алгоритмах і підпрограмах
Коментар		Пояснення, зміст програм, формули

№	знак	№	знак	№	знак	№	знак	№	знак	№	знак
8	BS	40	(	72	H	104	h	136	T	168	E
9	HT	41	)	73	I	105	i	137	+	169	©
10	LF	42	*	74	J	106	j	138	+	170	L
11	VT	43	+	75	K	107	до	139	-	171	L
12	FF	44	,	76	L	108	l	140	-	172	-
13	CR	45	-	77	M	109	m	141	-	173	-
14	SO	46	.	78	N	110	n	142	|	174	-
15	SI	47	/	79	O	111	o	143	|	175	|
16	DLE	48	0	80	P	112	p	144	-	176	°
17	DC1	49	1	81	Q	113	q	145	-	177	|
18	DC2	50	2	82	R	114	r	146	-	178	|
19	DC3	51	3	83	S	115	s	147	|	179	E
20	DC4	52	4	84	T	116	t	148	|	180	|
21	NAK	53	5	85	U	117	u	149	•	181	|
22	SYN	54	6	86	V	118	v	150	v	182	T
23	ETB	55	7	87	W	119	w	151	|	183	·
24	CAN	56	8	88	X	120	x	152	?	184	e
25	EM	57	9	89	Y	121	y	153	e	185	|
26	SUB	58	:	90	Z	122	z	154	|	186	|
27	ESC	59	;	91	[	123	{	155	e	187	|
28	FS	60	<	92	\	124	|	156	°	188	+
29	GS	61	=	93	]	125	}	157	I	189	+
30	RS	62	>	94	^	126	~	158	·	190	+
31	US	63	?	95	_	127	DEL	159	ч	191	©

Правила оформлення звітів до самостійних робіт

Оформлення звітів до самостійних робіт повинно бути виконано акуратно від руки або віддруковано на принтері, на листах формату А4, включати блок-схеми алгоритмів і рисунки. Звіт представляється викладачеві **в зброшурованому вигляді** в терміни здачі самостійних робіт і з пронумерованими сторінками (титульний лист вважається першою сторінкою, але номер сторінки на ній не проставляється). Шрифт тексту 12 - 14 пт. Поля документа не менше 20 мм і не більше 25 мм з кожного боку. Кожна самостійна робота починається з нової сторінки.

Структура звіту:

1. Титульний лист (оформлення див. далі).
2. Заголовок самостійної роботи, дата виконання, повний текст завдання з урахуванням варіанту (з відповідної таблиці завдань).
3. Основний текст, що представляє рішення поставленої задачі з докладним описом виконаних дій і необхідних теоретичних викладень.

Увага: тільки відповідь на завдання не приймається, в роботі повинен бути відбитий хід рішення.

Оформлення титульного листа

Титульний лист повинен включати наступні реквізити:

- головне міністерство або відомство	- номер варіанту
- найменування ВУЗу	- авторські дані (<i>Фамілія І.П. студента, номер групи</i>)
- найменування факультету	- інформація про керівника (<i>Фамілія І.П. викладача</i>)
- найменування кафедри, на якій виконується робота	- відмітка про результат захисту (проставляється викладачем)
- найменування виду роботи	- місто і рік виконання роботи.
- найменування учбової дисципліни	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУК И УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МІСТОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра прикладної математики і інформаційних технологій

Звіт по самостійних роботах
по курсу
Дискретна математика

Варіант № ____

Роботу прийняв:

(вчений ступінь і звання викладача)

(Ф.І.П. викладача)

(оцінка)

Підпис: _____

Дата: _____

Роботу виконав:

ст. гр. _____
(номер учбової групи)

(Ф.І.П. студента)

Підпис: _____

Дата: _____

м. Харків 20 ____

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання самостійних робіт
з дисципліни

„Дискретна математика”

(для студентів 3-го курсу денної та 4-го курсу заочної форм навчання напрямку підготовки 6.080101- Геодезія, картографія та землеустрій)

Укладачі: **Манакова** Наталія Олегівна,
Макогон Наталія Вікторівна

Відповідальний за випуск *М. І. Самойленко*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2012, поз. 440М

Підп. до друку 22.06.2012
Друк на різнографі.
Зам. №

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 2,4
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.