

Практична робота 2

ВИКОНАННЯ АРИФМЕТИЧНИХ ДІЙ У ДВІЙКОВІЙ СИСТЕМІ ЧИСЛЕННЯ.

Число A_{10} задане в десятковій системі числення, число B_8 задане в вісімковій системі числення (табл. 2.1). Згідно з вказаним викладачем варіантом переведіть ці числа у двійкову систему числення і виконайте додавання в прямому, оберненому, доповняльному і модифікованих кодах згідно варіанту.

Таблиця 2.1

№ варіанту	1	2	3	4	5
A_{10}	130	132	135	137	140
B_8	-237	-230	-242	-244	-247
№ варіанту	6	7	8	9	10
A_{10}	143	145	147	150	153
B_8	-251	-253	-254	-255	-260
№ варіанту	11	12	13	14	15
A_{10}	155	157	160	163	165
B_8	-263	-265	-267	-270	-274
№ варіанту	16	17	18	19	20
A_{10}	167	170	173	175	177
B_8	-276	-300	-303	-305	-307
№ варіанту	21	22	23	24	25
A_{10}	180	183	185	187	190
B_8	-311	-313	-315	-317	-320
№ варіанту	26	27	28	29	30
A_{10}	193	195	197	200	203
B_8	-325	-327	-330	-331	-333
№ варіанту	31	32	33	34	35
A_{10}	205	207	211	213	215
B_8	-335	-341	-348	-350	-353
№ варіанту	36	37	38	39	40
A_{10}	217	220	223	225	227
B_8	-356	-361	-364	-373	-375

Короткі теоретичні відомості

Способи кодування двійкових чисел в ЕОМ. Правила виконання арифметичних операцій в кодах

Прямий код двійкового числа A , для запису якого використовується n -розрядна сітка, визначається так

$$A_p = a_{n-1}p^{n-1} + a_{n-2}p^{n-2} + \dots + a_2p^2 + a_1p^1 + a_0p^0 + a_{-1}p^{-1} + \dots + a_{-2}p^{-2} + \dots + a_{-m}p^{-m},$$

$$[A]_{\text{пр}} = \begin{cases} A, & \text{якщо } A \geq 0 \\ M+|A|, & \text{якщо } A < 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

де M - величина, яка дорівнює вазі старшого розряду сітки (для дробів $M = 1$, для цілих чисел $M = 2^{n-1}$).

Ознакою додатнього (від'ємного) числа є число 0 (1) в старшому розряді, який називається знаковим.

Операція додавання у прямому коді чисел, які мають однаковий знак, виконується так. Числа додаються згідно законам двійкової арифметики, а сумі присвоюється код знаку доданків.

При додаванні у прямому коді чисел з різними знаками необхідно визначити більший за модулем доданок, відняти від нього менший за модулем доданок і присвоїти різниці код знака більшого за модулем доданка.

Обернений код двійкового числа A , для запису якого використовується n - розрядна сітка, визначається так

$$A_p = a_{n-1}p^{n-1} + a_{n-2}p^{n-2} + \dots + a_2p^2 + a_1p^1 + a_0p^0 + a_{-1}p^{-1} + \dots + a_{-2}p^{-2} + \dots + a_{-m}p^{-m},$$

$$[A]_{\text{об}} = \begin{cases} A, & \text{якщо } A \geq 0 \\ N - |A|, & \text{якщо } A < 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

де N - величина найбільшого числа без знаку, яке може бути записане у n -розрядній сітці (для дробів $N = 2 - 2^{-(n-1)}$, для цілих чисел $N = 2^n - 1$).

Практично це означає, що для знаходження оберненого коду від'ємного числа необхідно виконати інверсію n -розрядного коду модуля цього числа. У знаковому розряді оберненого коду додатніх чисел буде стояти 0, а від'ємних чисел – 1.

Операція додавання у оберненому коді двійкових чисел виконується за допомогою арифметичного додавання обернених кодів цих чисел, включаючи знакові розряди. При виникненні перенесення у розряді знака суми одиниця перенесення додається до молодшого розряду суми.

Доповняльний код двійкового числа A , для запису якого використовується n -розрядна сітка, визначається так

$$A_p = a_{n-1}p^{n-1} + a_{n-2}p^{n-2} + \dots + a_2p^2 + a_1p^1 + a_0p^0 + a_{-1}p^{-1} + \dots + a_{-2}p^{-2} + \dots + a_{-m}p^{-m},$$

$$[A]_{\text{доп}} = \begin{cases} A, & \text{якщо } A \geq 0 \\ K - |A|, & \text{якщо } A < 0 \end{cases} \quad (6)$$

де K - величина, яка дорівнює вазі розряду, що слідує за старшим у даній розрядній сітці (для дробів $K = 2$, для цілих чисел $K = 2^n$).

Доповняльний код додатніх чисел дорівнює прямому і оберненому кодам цих чисел.

Доповняльний код від'ємного числа може бути одержаний із оберненого коду цього числа додаванням 1 до молодшого розряду оберненого коду або інвертуванням усіх значущих знаків від'ємного числа починаючи з старшого розряду до останньої одиниці (не включаючи цієї одиниці).

Операція додавання двійкових чисел у доповняльному коді виконується за допомогою арифметичного додавання доповняльних кодів цих чисел, включаючи знакові розряди. При виникненні перенесення у знаковому розряді суми одиниця перенесення не враховується.

Розглянемо приклад. Нехай $A = +10101011$, $B = -10111$. Враховуючи попередні зауваження і вирівнюючи розрядні сітки чисел A і B одержимо

$$[A]_{np} = [A]_{об} = [A]_{дон} = 010101011$$

$$[B]_{np} = 100010111$$

$$[B]_{об} = 111101000$$

$$[B]_{дон} = 111101001$$

$$|A| > |B| \text{ і } |A| - |B| = 10101011$$

$$\begin{array}{r} -00010111 \\ \hline 10010100 \end{array}$$

$$\text{Тому } [A]_{np} + [B]_{np} = 010010100.$$

Для оберненого і доповняльного кодів, діючи за означеними правилами, одержимо:

$$[A]_{об} + [B]_{об} = 010101011.$$

$$\begin{array}{r} 010101011 \\ + 111101000 \\ \hline 1010010011 \\ \leftarrow 1 \\ \hline 010010100 \end{array}$$

$$[A]_{дон} + [B]_{дон} = 010101011.$$

$$\begin{array}{r} 010101011 \\ + 111101001 \\ \hline \leftarrow 1010010100 \end{array}$$

Доповняльний код додатних чисел дорівнює прямому і оберненому кодам цих чисел.

Доповняльний код від'ємного числа може бути одержаний із оберненого коду цього числа додаванням 1 до молодшого розряду оберненого коду або інвертуванням усіх значущих знаків від'ємного числа починаючи з старшого розряду до останньої одиниці (не включаючи цієї одиниці).

Операція додавання двійкових чисел у доповняльному коді виконується за допомогою арифметичного додавання доповняльних кодів цих чисел, включаючи знакові розряди. При виникненні перенесення у знаковому розряді суми одиниця перенесення не враховується

Додавання у оберненому коді:

$$\begin{array}{r} [A_{об}] = 0.11010010 \\ [B_{об}] = + 1.00011001 \\ \hline \Sigma = 1.11101011 \end{array}$$

Додавання у доповняльному коді:

$$\begin{array}{r} [A_{доп}] = 0.11010010 \\ [B_{доп}] = + 1.00011010 \\ \hline \Sigma = 1.11101100 \end{array}$$

При алгебраїчному додаванні двійкових чисел можливе переповнення розрядної сітки суми (для запису суми потрібно більше розрядів, ніж їх використовується для запису найбільшого доданка). Для виявлення переповнення використовують модифікований код, у запису знаку якого використовується два знакових розряди (в обидва знакових розрядах додатних чисел записуються нулі, а в обидва знакових розрядах від'ємних чисел - одиниці). Виконання операцій у модифікованих оберненому і доповняльному кодах виконується за означеними вище правилами. Ознакою переповнення при додаванні є комбінації 01 або 10 у знакових розрядах суми:

Додавання у модифікованих оберненому і доповняльному кодах:

Обернений код:

$$\begin{array}{r} [A_{об\ мод}] = 00.11010010 \\ [B_{об\ мод}] = + 11.00011001 \\ \hline \Sigma = 11.11101011 \end{array}$$

Доповняльний код

$$\begin{array}{r} [A_{доп\ мод}] = 00.11010010 \\ [B_{доп\ мод}] = + 11.00011010 \\ \hline \Sigma = 11.11101100 \end{array}$$