Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет»

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

Лабораторная работа №3

по курсу «Арифметико-логические основы вычислительной техники»

**«Умножение»**

Выполнил студент группы ИВТ-11\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Птахова А.М/

Проверила \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Коржавина А.С./

Киров 2021

**Цель работы:**

реализовать различные алгоритмы умножения используя программу микрокод, закрепление теоретических основ реализации арифметических операций

**Ход работы:**

1. умножение чисел в ПК всеми четырьмя способами.

**1 способ:**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x0001 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0410 | Запись числа в RG1 и запись знакового разряда в Т1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0848 | Запись числа в RG1,запись знакового разряда в Т2, инкремент СТ1,затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0000 | Проверяет сигнал ”RG[0]”, если есть то переход с состояние 0х04, иначе в 0х05 |
| 0x04 | 0x0100 | Запись числа в RG3, переход с состояние 0х05 |
| 0x05 | 0x0228 | Сдвиг RG3,RG4 и инкремент СТ1, затем переход в состояние 0х06 |
| 0x06 | 0x0000 | Проверка на сигнал ”СТ[3]”, если есть то переход с состояние 0х07, иначе в 0х03 |
| 0x07 | 0x0002 | Отправляет сигнал “Результат готов” и проверяет наличие на сигнала “Шина твоя” , если есть, то переход в состояние 0х08, иначе переход с это же состояние. |
| 0x08 | 0x2000 | Запись числа в BD2 и переход в состояние 0х09 |
| 0x09 | 0x1000 | Запись числа в BD1 и переход в состояние 0х00 |

**2 способ**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x01 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0410 | Запись числа в RG1 и запись знакового разряда в Т1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0848 | Запись числа в RG1,запись знакового разряда в Т2, инкремент СТ1,затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0000 | Проверяет сигнал ”RG[0]”, если есть то переход с состояние 0х04, иначе в 0х05 |
| 0x04 | 0x0200 | Запись числа в RG3, переход с состояние 0х05 |
| 0x05 | 0x00а8 | Сдвиг RG1 вправо, RG2 влево и инкремент СТ1, затем переход в состояние 0х06 |
| 0x06 | 0x0000 | Проверка на сигнал ”СТ[3]”, если есть то переход с состояние 0х07, иначе в 0х03 |
| 0x07 | 0x0002 | Отправляет сигнал “Результат готов” и проверяет наличие сигнала “Шина твоя” , если есть, то переход в состояние 0х08, иначе переход с это же состояние. |
| 0x08 | 0x2000 | Запись числа в BD2 и переход в состояние 0х09 |
| 0x09 | 0x1000 | Запись числа в BD1 и переход в состояние 0х00 |

**3 способ**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x01 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0410 | Запись числа в RG1 и запись знакового разряда в Т1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0848 | Запись числа в RG1,запись знакового разряда в Т2, инкремент СТ1,затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0228 | Инкремент СТ1, сдвиг RG1, RG3 влево, а также проверяет сигнал ”RG[6]”, если есть то переход с состояние 0х04, иначе в 0х05 |
| 0x04 | 0x0100 | Запись числа в RG3, переход с состояние 0х05 |
| 0x05 | 0x0000 | Проверка на сигнал ”СТ[3]”, если есть то переход с состояние 0х06, иначе в 0х03 |
| 0x06 | 0x0002 | Отправляет сигнал “Результат готов” и проверяет наличие сигнала “Шина твоя” если есть, то переход в состояние 0х08, иначе переход с это же состояние. |
| 0x07 | 0x2000 | Запись числа в BD1 и переход в состояние 0х08 |
| 0x08 | 0x1000 | Запись числа в BD2 и переход в состояние 0х00 |

**4 способ**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x01 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0410 | Запись числа в RG1 и запись знакового разряда в Т1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0848 | Запись числа в RG1,запись знакового разряда в Т2, инкремент СТ1,затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0000 | Проверяет сигнал ”RG[6]”, если есть то переход с состояние 0х04, иначе в 0х05 |
| 0x04 | 0x0200 | Запись числа в RG3, переход с состояние 0х05 |
| 0x05 | 0x00а8 | Сдвиг RG1 влево, RG2 вправо, инкремент СТ1, проверка на сигнал СТ1[3] если есть то переход с состояние 0х06 иначе в 0х03 |
| 0x06 | 0x0002 | Проверка на сигнал ”СТ[3]”, если есть то переход с состояние 0х07, иначе в 0х03 |
| 0x07 | 0x2000 | Отправляет сигнал “Результат готов” и проверяет наличие сигнала “Шина твоя” , если есть, то переход в состояние 0х08, иначе переход с это же состояние. |
| 0x08 | 0x1000 | Запись числа в BD2 и переход в состояние 0х09 |

1. умножение чисел в ДК с ручной коррекцией всеми четырьмя способами.

**1 способ:**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x0001 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0010 | Запись числа в RG1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0040 | Запись числа в RG2, затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0008 | Инкремент СТ1, Проверка на сигнал «RG[0]», если есть то переход в состояние 0x04, иначе в 0х05 |
| 0x04 | 0x0100 | Запись числа в RG3, переход с состояние 0х05 |
| 0x05 | 0x0220 | Сдвиг RG3,RG4,RG1, проверка на сигнал  СТ1[3] если есть то переход в состояние 0x06, иначе в 0x03 |
| 0x06 | 0x0000 | Проверка на сигнал ”RG2[7]”, если есть то переход с состояние 0х07, иначе в 0х08 |
| 0x07 | 0x0d00 | Инвертирует RG1 и вычитает из RG3, переход в состояние 0х08, |
| 0x08 | 0x0000 | Проверка на сигнал RG1[7], если есть то переход в это же состояние, иначе в состояние 0х0а |
| 0x09 | 0x0900 | Инвертирует RG2 и вычитает из RG3,переход в состояние 0х0а |
| 0x0a | 0x0002 | Отправляет сигнал “Результат готов” и проверяет наличие на сигнал “Шина твоя” , если есть, то переход в состояние 0х0b, иначе переход с это же состояние. |
| 0x0b | 0x2000 | Запись числа в BD2 и переход в состояние 0х0c |
| 0x0c | 0x1000 | Запись числа в BD1 и переход в состояние 0х00 |

**2 способ:**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x0001 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0004 | Запись числа в RG1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0010 | Запись числа в RG2, затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0400 | Инкремент СТ1, Проверка на сигнал «RG[0]», если есть то переход в состояние 0x04, иначе в 0х05 |
| 0x04 | 0x0080 | Запись числа в RG3, переход с состояние 0х05 |
| 0x05 | 0x0028 | Сдвиг RG1, RG2, проверка на сигнал  СТ1[3] если есть, то переход в состояние 0x06, иначе в 0x03 |
| 0x06 | 0x0000 | Проверка на сигнал ”RG2[15]”, если есть то переход с состояние 0х07, иначе в 0х08 |
| 0x07 | 0x0980 | Инвертирует RG1 и вычитает из RG3, переход в состояние 0х08 |
| 0x08 | 0x0000 | Проверка на сигнал RG1[7], если есть то переход в это же состояние, иначе в состояние 0х0а |
| 0x09 | 0x0880 | Инвертирует RG2 и вычитает из RG3, переход в состояние 0х0а |
| 0x0a | 0x0002 | Отправляет сигнал “Результат готов” и проверяет наличие на сигнал “Шина твоя”, если есть, то переход в состояние 0х0b, иначе переход с это же состояние. |
| 0x0b | 0x2000 | Запись числа в BD2 и переход в состояние 0х0c |
| 0x0c | 0x1000 | Запись числа в BD1 и переход в состояние 0х00 |

**3 способ:**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x0001 | Проверка на сигнал «Задание на шине» и при его наличии переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0004 | Запись числа в RG1 |
| 0x02 | 0x0010 | Запись числа в RG2 |
| 0x03 | 0x0000 | Проверка сигнала «знак», если единица, то переход в 0х04, иначе 0х05 |
| 0x04 | 0x0940 | Выбор между RG1/RG2, сложение/вычитание и запись в RG3 |
| 0x05 | 0x0000 | Проверка сигнала «знак», если единица, то переход в 0х06, иначе 0х07 |
| 0x06 | 0x0840 | Сложение /вычитание и запись в RG3 |
| 0х07 | 0х0080 | Сдвиг RG3 влево |
| 0х08 | 0x0400 | Прибавление к CT1 единицы. Проверка сигнала «анализ», если единица, то 0х09, иначе в 0х0a |
| 0х09 | 0x0040 | Запись в RG3.Проверка сигнала «условие остановка», если единица, то переход в 0x0c, иначе в 0x0b |
| 0х0a | 0x0000 | Проверка сигнала «условие остановка», если единица, то переход в 0x0c, иначе в 0x0b |
| 0x0b | 0x0088 | Сдвиг RG1 влево, а RG3 влево |
| 0x0c | 0x0002 | Отправляет сигнал “Результат готов” и проверяет наличие на сигнал “Шина твоя”, если есть, то переход в состояние 0х07, иначе переход с это же состояние. |
| 0x0d | 0x2000 | Запись числа на шину. |
| 0x0e | 0x1000 | Запись числа на шину и переход в состояние 0х00 |
|  |  |  |

**4 способ:**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x0001 | Проверка на сигнал «Задание на шине» и при его наличии переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0004 | Запись числа в RG1 |
| 0x02 | 0x0010 | Запись числа в RG2 |
| 0x03 | 0x0000 | Проверка сигнала RG2[15] , если есть то переход в 0х04, иначе 0х05 |
| 0x04 | 0x0980 | Выбор между RG1/RG2, сложение/вычитание и запись в RG3 |
| 0x05 | 0x0000 | Проверка сигнала RG1[7], если единица, то переход в 0х06, иначе 0х07 |
| 0x06 | 0x0880 | Сложение /вычитание и запись в RG3 |
| 0х07 | 0х0020 | Сдвиг RG2 вправо |
| 0х08 | 0x0400 | Прибавление к CT1 единицы. Проверка сигнала RG1[7], если единица, то 0х09, иначе в 0х0a |
| 0х09 | 0x0080 | Запись в RG3.Проверка сигнала CT1[3], если единица, то переход в 0x0c, иначе в 0x0b |
| 0х0a | 0x0000 | Проверка сигнала «условие остановка», если единица, то переход в 0x0c, иначе в 0x0b |
| 0x0b | 0x0028 | Сдвиг RG1 влево, а RG2 вправо |
| 0x0c | 0x0002 | Отправляет сигнал “Результат готов” и проверяет наличие на сигнал “Шина твоя”, если есть, то переход в состояние 0х0d, иначе переход в  это же состояние. |
| 0x0d | 0x2000 | Запись числа на шину. |
| 0x0e | 0x1000 | Запись числа на шину и переход в состояние 0х00 |

1. умножение чисел в ДК с автоматической коррекцией всеми четырьмя способами.

**1 способ:**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x0001 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0004 | Запись числа в RG1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0090 | Запись числа в RG2, затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0408 | Сдвиг RG1,RG3,RG4 вправо. Проверка сигналов p3 и p2.Если p3 и p2 = 1 или p3 и p2 = 0 то переход в 0x04. Если p3 = 1 и p2 = 0, то переход в 0x06. Если p3=0 и p2 =1, то переход в 0x05. |
| 0x04 | 0x0000 | Переход в 0х07 |
| 0x05 | 0x0200 | Запись в RG3. Проверка сигналов p1 и p0.Если p1 и p0 = 1 то переход в 0x07. Если p1=0 и p0 =1, то переход в 0x06. |
| 0x06 | 0x0220 | Запись в RG3 отрицательного числа. Проверка сигналов p1 и p0.Если p1 и p0 = 1 то переход в 0x07. Если p1=0 и p0 =1, то переход в 0x07. |
| 0x07 | 0x0080 | Инкремент СТ1. Проверка сигнала p4.При его наличии переход в 0x03, а при отсутствии в 0x08. |
| 0x08 | 0x0408 | Сдвиг RG1, RG3,RG4 вправо. Переход в 0х09. |
| 0x09 | 0x0002 | Выдача сигнала ”Результат готов”. Проверка сигналов p1 и p0.Если p1 и p0 = 1 то переход в 0x09.Если p1 и p0 = 0 то переход в 0x00. Если p1 = 1 и p0 = 0, то переход в 0x0а. Если p3=0 и p2 =1, то переход в 0x00. |
| 0x0a | 0x1000 | Запись в BD2.Переход в 0х0b. |
| 0x0b | 0x800 | Запись числа в BD1. |

**2 способ:**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x0001 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0004 | Запись числа в RG1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0010 | Запись числа в RG2, затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0000 | Проверка сигналов p3 и p2.Если p3 и p2 = 1 или p3 и p2 = 0 то переход в 0x04. Если p3 = 1 и p2 = 0, то переход в 0x06. Если p3=0 и p2 =1, то переход в 0x05. |
| 0x04 | 0x0128 | Инкремент CT1. Сдвиг RG2 влево. Сдвиг RG1 вправо. Проверка сигнала p4.При его наличии переход в 0x03, а при отсутствии в 0x07. |
| 0x05 | 0x0400 | Запись в RG3. Переход в 0х04 |
| 0x06 | 0x0440 | Запись в RG3 отрицательного числа. Переход в 0х04. |
| 0x07 | 0x0002 | Выдача сигнала ”Результат готов”. Проверка сигналов p1 и p0.Если p1 и p0 = 1 то переход в 0x04.Если p1 и p0 = 0 то переход в 0x00. Если p1 = 1 и p0 = 0, то переход в 0x08. Если p3=0 и p2 =1, то переход в 0x00. |
| 0x08 | 0x1000 | Запись в BD2.Переход в 0х09. |
| 0x09 | 0x0800 | Запись в BD1. |

**3 способ:**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x0001 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0004 | Запись числа в RG1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0010 | Запись числа в RG2, затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0488 | Инкремент СТ1. Сдвиг, RG3,RG1 влево. Проверка сигналов p3 и p2.Если p3 и p2 = 1 или p3 и p2 = 0 то переход в 0x04. Если p3 = 1 и p2 = 0, то переход в 0x06. Если p3=0 и p2 =1, то переход в 0x05. |
| 0x04 | 0x0000 | Проверка сигнала p4.При его наличии переход в 0x03, а при отсутствии в 0x07. |
| 0x05 | 0x0200 | Запись числа в RG3. Переход в 0х04 |
| 0x06 | 0x0220 | Запись числа в RG3 отрицательного числа. Переход в 0х04 |
| 0x07 | 0x0002 | Выдача сигнала ”Результат готов”. Проверка сигналов p1 и p0.Если p1 и p0 = 1 то переход в 0x04.Если p1 и p0 = 0 то переход в 0x00. Если p1 = 1 и p0 = 0, то переход в 0x08. Если p3=0 и p2 =1, то переход в 0x00. |
| 0x08 | 0x1000 | Запись в BD2.Переход в 0х09. |
| 0x09 | 0x0800 | Запись в BD1. |

**4 способ:**

Микрокод:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Y |  |
| 0x00 | 0x0001 | Проверка на сигнал ”Задание на шине” и при его наличие переход с состояние 0х01 |
| 0x01 | 0x0004 | Запись числа в RG1, затем переход в состояние 0х02 |
| 0x02 | 0x0010 | Запись числа в RG2, затем переход с состояние 0х03 |
| 0x03 | 0x0000 | Проверка сигналов p3 и p2.Если p3 и p2 = 1 или p3 и p2 = 0 то переход в 0x04. Если p3 = 1 и p2 = 0, то переход в 0x06. Если p3=0 и p2 =1, то переход в 0x05. |
| 0x04 | 0x0128 | Инкремент CT1. Сдвиг RG2 вправо. Сдвиг RG1 влево. Проверка сигнала p4.При его наличии переход в 0x03, а при отсутствии в 0x07. |
| 0x05 | 0x0400 | Запись в RG3. Переход в 0х04 |
| 0x06 | 0x0440 | Запись в RG3 отрицательного числа.Переход в 0х04. |
| 0x07 | 0x0002 | Выдача сигнала ”Результат готов”. Проверка сигналов p1 и p0.Если p1 и p0 = 1 то переход в 0x04.Если p1 и p0 = 0 то переход в 0x00. Если p1 = 1 и p0 = 0, то переход в 0x08. Если p3=0 и p2 =1, то переход в 0x00. |
| 0x08 | 0x1000 | Запись в BD2.Переход в 0х09. |
| 0x09 | 0x0800 | Запись в BD1. |

**Вывод:**

в ходе выполнение лабораторной работы были подробно изучены способы умножение двоичных чисел в дополнительном коде с автоматической коррекцией, умножение двоичных чисел в дополнительном коде с ручной коррекцией, умножение двоичных чисел в прямом коде и более подробное изучение способов умножение, которое выявило особенности каждого способа умножения