Практическое занятие 3\_2022

# Тема: Организация функционирования конвейера

**На занятии рассматриваются следующие вопросы:**

1. Организация конвейера команд;
2. Анализ функционирования идеального конвейера при выполнении последовательности команд;
3. Определение типов конфликтов в конвейере;
4. Оптимизация последовательности команд с целью минимизации приостановок конвейера;
5. Определение времени выполнения действий в конвейере в условных машинных тактах;
6. Самостоятельное выполнение индивидуального задания.

**Теоретическое введение (**общая схема выполнения задания**)**

Рассмотрим последовательность машинных команд для выполнения следующих вычислений:

# . . . A=B+C R=A+S D=A\*F

**. . .**

Пусть ступень EXE операции загрузки/записи занимает – **1** такт, аддитивных операций – **4** такта, мультипликативных – **6** тактов.

Последовательность машинных команд для реализации последовательности вычислений имеет вид:

# . . .

**LD RB, B**

**LD RC, C ADD RA, RB, RC LD RS, S**

**ADD RR, RA RS SW R, RR**

**LD RF, F и т.д.**

# . . .

Временная диаграмма работы конвейера для случая выполнения команд в указанном порядке:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N  такта | **LD**  **RB,B** | **LD**  **RC,C** | **ADD**  **RA,RB,RC** | **LD**  **RS, S** | **ADD**  **RR,RA,RS** | **и т.д.** |
| 1 | IF |  |  | |  |  |
| 2 | ID | IF | (**конф.по данным**) | |  |  |
| 3 | EX | ID | IF |  |  |  |
| 4 | MEM | EX | ID | (**струк.конф**.) |  |  |
| 5 | WB | MEM | STALL | STALL |  |  |
| 6 |  | WB | EX | IF | (**конф.по данным**) |  |
| 7 |  |  | EX | ID | IF |  |
| 8 |  |  | EX | STALL | STALL |  |
| 9 |  |  | EX | STALL | STALL |  |
| 10 |  |  | MEM | EX | ID |  |
| 11 |  |  | WB | MEM | STALL |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 12 | WB | EX |
| 13 |  | EX |
| 14 |  | EX |
| 15 |  | EX |
| 16 |  | MEM |
| 17 |  | WB |
| 18 |  |  |
| 19 |  |  |
| 20 | **И т.д.** |  |

Возникшие конфликты:

При выполнении последовательности команд в порядке их следования имеем конфликты**:**

1. **по данным**: запись после чтения (**RAW**) *указать для каких команд*

1. **структурные конфликты**, когда аппаратные средства не могут поддерживать все возможные комбинации команд в режиме одновременного выполнения с совмещением (в нашем случае, когда должна выполняться комбинация команд в режиме одновременного выполнения ступени EXE для различных команд *указать каких* в конвейере).

Определение *CPI1* при выполнении последовательности команд:

*CPI1*=. . . / . . .

После оптимизации последовательности выполнения команд с целью минимизации приостановок конвейера временная диаграмма принимает вид:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N**  **такта** | **LD**  **RB,B** | **LD**  **RC,C** | **LD**  **RS, S** | **ADD**  **RA,RB,RC** | **LD**  **RF, F** | **ADD**  **RR,RA,RS** |
| 1 | IF |  |  |  |  |  |
| 2 | ID | IF |  |  |  |  |
| 3 | EX | ID | IF |  |  |  |
| 4 | MEM | EX | ID | IF | (**струк**.) |  |
| 5 | WB | MEM | EX | ID | IF |  |
| 6 |  | WB | MEM | EX | ID | IF |
| 7 |  |  | WB | EX | STALL | STALL |
| 8 |  |  |  | EX | STALL | STALL |
| 9 |  |  |  | EX | STALL | STALL |
| 10 |  |  |  | MEM | EX | ID |
| 11 |  |  |  | WB | MEM | EX |
| 12 |  |  |  |  | WB | EX |
| 13 |  |  |  |  |  | EX |
| 14 |  |  |  |  |  | EX |
| 15 |  |  |  |  |  | MEM |
| 16 |  |  |  |  |  | WB |
| 17 |  |  |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |  | **И т.д.** |
| 19 |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |
| 21 |  |  |  |  |  |  |

Определение 𝐶𝐶𝐶𝐶𝐶𝐶2 при выполнении оптимизированной последовательности:

*CPI****2***=. . . / . . .

Сравнение 𝐶𝐶𝐶𝐶𝐶𝐶1и 𝐶𝐶𝐶𝐶𝐶𝐶2:

Вывод: За счет оптимизации последовательности команд выигрыш составил .

. . такта (тактов).

# Индивидуальные задания для домашнего выполнения по вариантам:

1. Приведите последовательность машинных команд для выполнения следующих вычислений:

# . . .

**. . .**

1. Проанализируйте процесс выполнения вычислений в конвейерном процессоре, при условии, что операции загрузки/записи занимают **один условный машинный такт**, аддитивные операции - **четыре условных машинных такта,** а мультипликативные - **шесть машинных такта.**
2. Изобразите ***1-ую временную диаграмму*** работы конвейера для случая выполнения команд в заданном порядке без наличия аппаратных возможностей реализации техники "обходов"; определите ***CPI1***
3. Изобразите ***2-ую временную диаграмму*** работы конвейера с аппаратными средствами, поддерживающими технику "обходов"; покажите стрелками, где конкретно, между какими командами можно воспользоваться техникой ***пересылки или продвижением данных;***
4. Укажите возможные структурные конфликты и конфликты по данным;

определите ***CPI2***

1. Оптимизируйте последовательность выполнения команд с целью минимизации приостановок конвейера и изобразите ***3-ю временную диаграмму***; определите ***CPI3***
2. Сравните ***CPI1, CPI2*** и ***CPI3***

**Вариант 1**

**. . .**

**A = B + C R = А \* F D = С - F S = R -D**

**. . .**

**Вариант 2**

**. . .**

**A = B \* C R = А - S D = R + F Q = D \* A**

**. . .**

**Вариант 3**

**. . .**

**A = B + C D = E \* B Q = A + D H = D - S**

**. . .**

**Вариант 4**

**. . .**

**A = B + C R = А \* S D = R - F S = A + D**

**. . .**

**Вариант 5**

**. . .**

**A = B + C R = B \* A D = С - F S = R - D**

**. . .**

**Вариант 6**

**. . .**

**A = B + C R = А \* B D = R \* F S = R - D**

**. . .**

**Вариант 7**

**. . .**

**A = B - C R = А \* S D = С \* C S = R + D**

**. . .**

**Вариант 8**

**. . .**

**A = B + C R = А - S D = С \* R E = A - D**

**. . .**

**Вариант 9**

**. . .**

**A = B \* C R = А \* A D = С - F S = R - D**

**. . .**

**Вариант 10**

**. . .**

**A = B + C R = B \* B D = С - A S = R -D**

**. . .**

**Вариант 11**

**. . .**

**A = A + C R = B \* A D = R - A S = R + D**

**. . .**

**Вариант 12**

**. . .**

**A = B + B R = А \* A D = С - F S = R \* D**

**. . .**

**Вариант 13**

**. . .**

**A = B + C R = А - S D = A \* F S = R - A**

**. . .**

**Вариант 14**

**. . .**

**A = B + A F = А \* A D = С - A S = F - D**

**. . .**

**Вариант 15**

**. . .**

**A = B + C R = А \* B D = С - A S = R \* D**

**. . .**

**Вариант 16**

**. . .**

**A = B + C S = А \* S D = С - A E = S \* D**

**. . .**

**Вариант 17**

**. . .**

**A = B + C D = А \* S E = A - F S = D \* D**

**. . .**

**Вариант 18**

**. . .**

**A = B + C R = А \* A D = R \* F S = R - D**

**. . .**

**Вариант 19**

**. . .**

**A = B \* C S = B + S D = С / A E = S + A**

**. . .**

**Вариант 20**

**. . .**

**A = B + C D = А - S E = A \* C S = D + D**

**. . .**

**Вариант 21**

**. . .**

**A = B \* C R = А + A D = T \* R S = R + D**

**Вариант 22**

**. . .**

**A = A + C D = F - S E = A \* C S = A + D**

**. . .**

**Вариант 23**

**. . .**

**A = B + C D = А - S E = A \* C S = D + D**

**. . .**

**Вариант 24**

**. . .**

**A = B \* A D = B - S E = A \* C S = A + E**

**. . .**

**Вариант 25**

**. . .**

**A = B - C D = А \* S E = A - C S = D + A**

**. . .**

**Вариант 26**

**. . .**

**A = B + C D = C \* S E = A + S S = D \* D**

**. . .**

**Вариант 27**

**. . .**

**A = B / C R = А \* A D = T + R S = R + D**

**Вариант 28**

**. . .**

**A = A / C D = F - S E = S + C S = A \* D**

**. . .**

**Вариант 29**

**. . .**

**A = B + A F = А \* A D = С / B S = F - D**

**. . .**

**Вариант 30**

**. . .**

**A = B / C S = B \* S D = С - A E = S + D**

**. . .**