



**ВОЕННАЯ КАФЕДРА
НАО «КазНИТУ имени К.И. САТПАЕВА»**

**ЦИКЛ
ИНФОРМАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ**



Дисциплина

**«Структура компьютерных
средств»**

Тема №7

«Процессоры»

Занятие №1

«Конвейеризация вычислений»



Учебные вопросы:

- 1. Виды конвейеров.**
- 2. Конфликты в конвейере команд.**
- 3. Выборка команды из точки перехода.**
- 4. Предсказания переходов.**

Цели занятия:

- ✓ Знать принципы конвейеризации вычислений;**
- ✓ Иметь представление о выборке команды из точки перехода.**

Учебный вопрос №1. «Виды конвейеров»

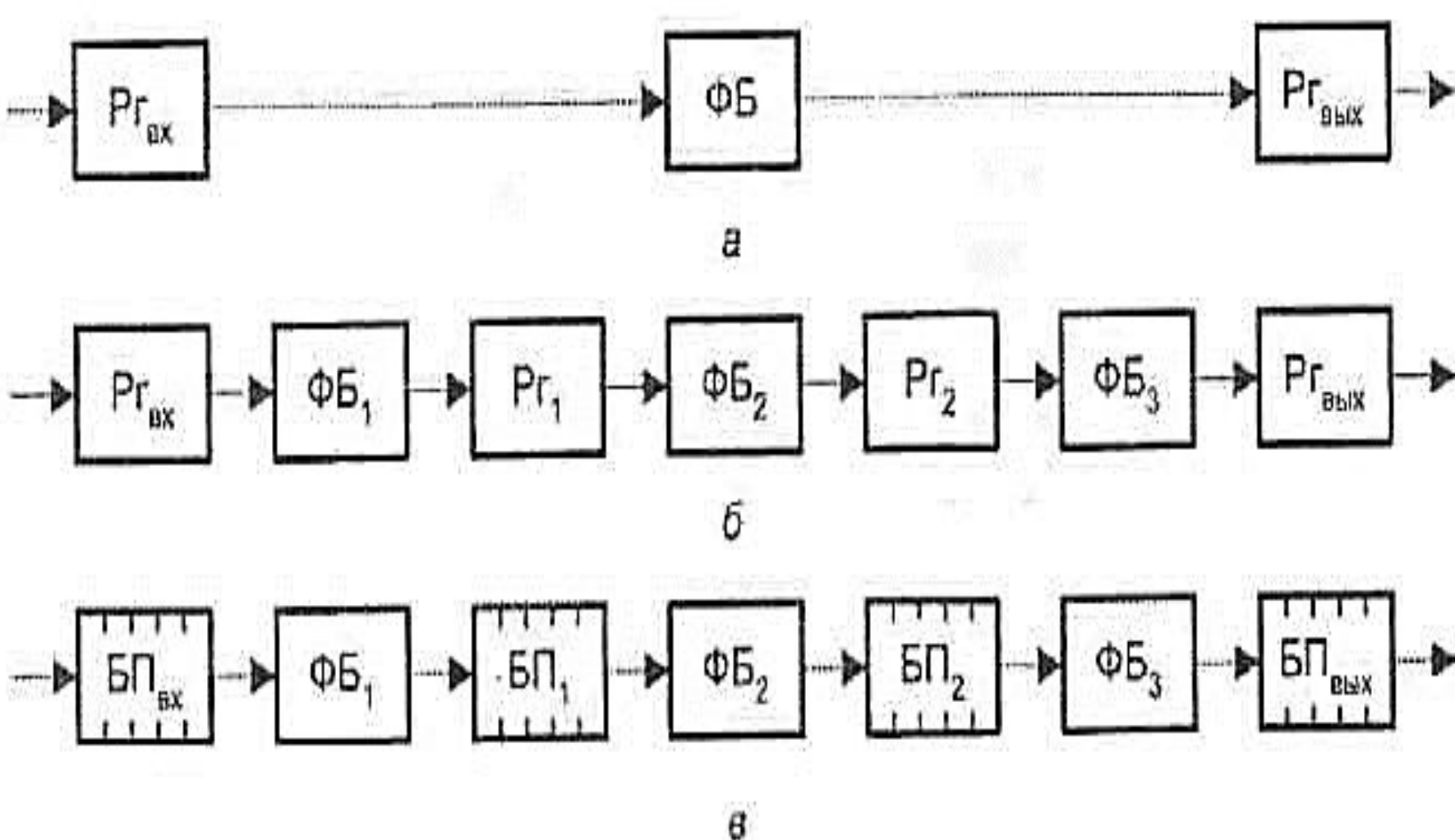
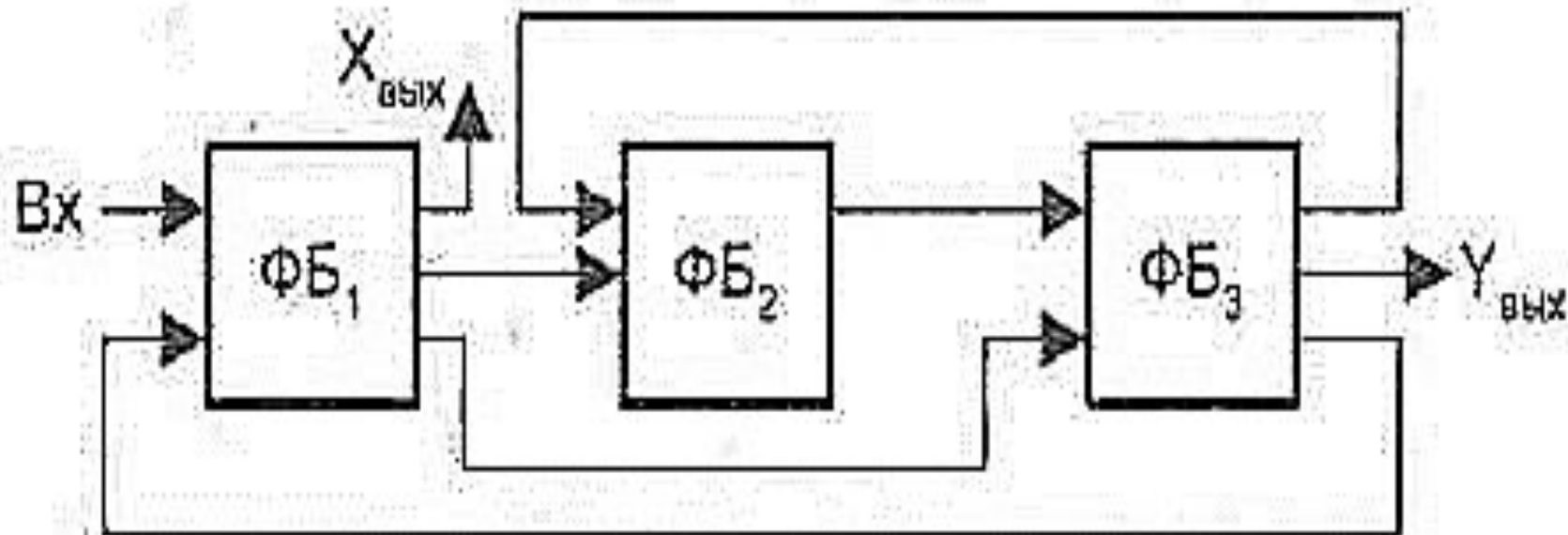


Рис. 7.1. Обработка информации:
а - в одиночном блоке; б - в конвейере с регистрами;
в - в конвейере с буферной памятью.

Вопрос №1. «Виды конвейеров»

По способу синхронизации работы ступеней конвейеры могут быть синхронными и асинхронными. Для традиционных ВМ характерны *синхронные конвейеры*.

Вопрос №1. «Виды конвейеров»



$\Phi Б_1$	X					X		X
$\Phi Б_2$		X		X				
$\Phi Б_3$			X		X		X	

Y				Y	
		Y			
	Y		Y		Y

Рис. 7.2. Нелинейный конвейер

Вопрос №1. «Виды конвейеров»

Выделим в цикле команды шесть этапов:

1. **Выборка команды (ВК).** Чтение очередной команды из памяти и занесение ее в регистр команды.
2. **Декодирование команды (ДК).** Определение кода операции и способов адресации операндов.
3. **Вычисление адресов операндов (ВА).** Вычисление исполнительных адресов каждого из операндов в соответствии с указанным в команде способом их адресации.
4. **Выборка операндов (ВО).** Извлечение операндов из памяти. Эта операция не нужна для операндов, находящихся в регистрах.
5. **Исполнение команды (ИК).** Исполнение указанной операции.
6. **Запись результата (ЗР).** Занесение результата в память.

Вопрос №1. «Виды конвейеров»

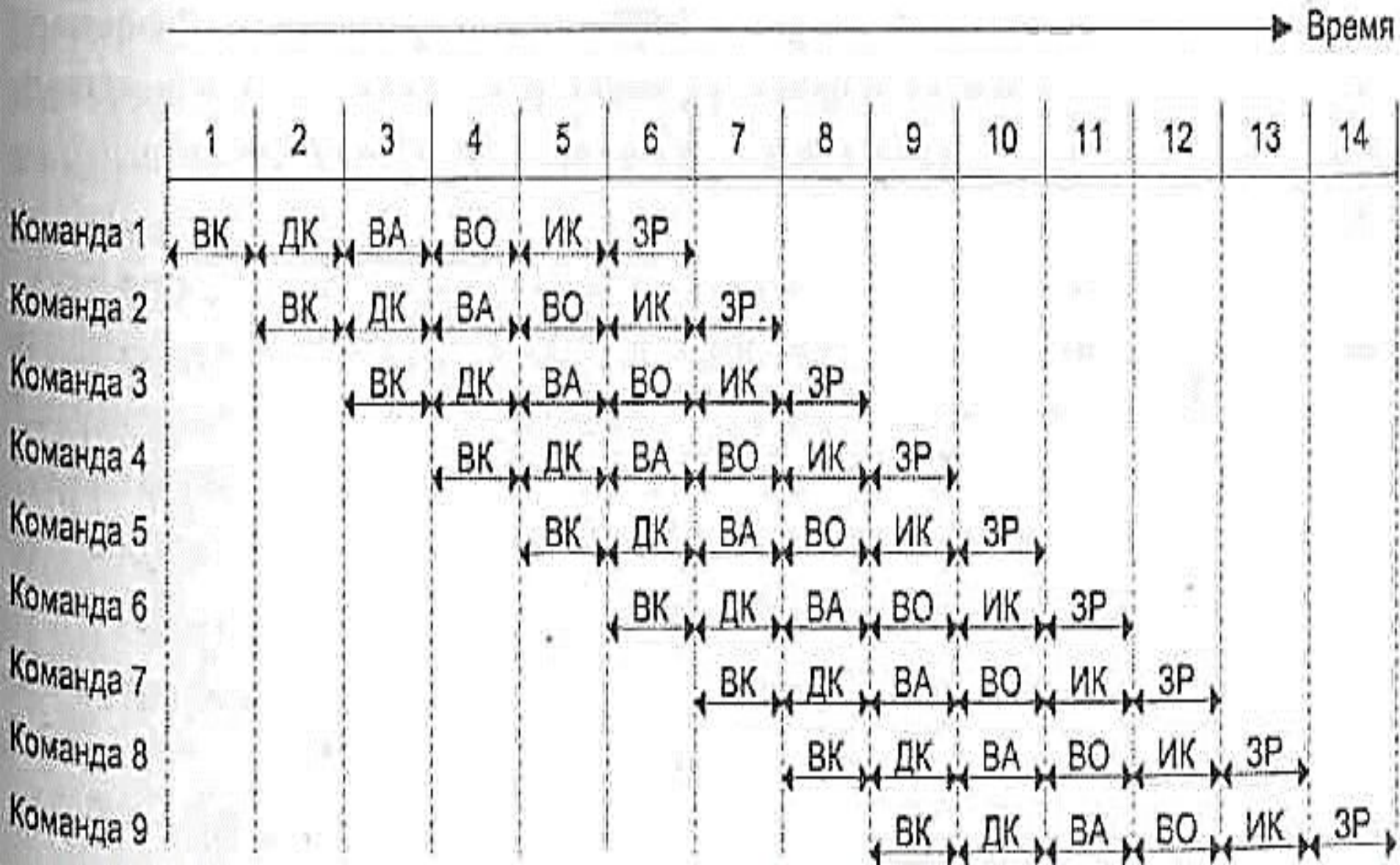


Рис. 7.3. Логика работы конвейера команд

Вопрос №1. «Виды конвейеров»

Контрольные вопросы:

- 1. Варианты обработки информации.**
- 2. По способу синхронизации работы ступеней конвейеры могут быть?**
- 3. Конвейер команд.**

Учебный вопрос №2.

«Конфликты в конвейере команд»

Конфликтные ситуации в конвейере принято обозначать термином *риск (hazard)*, а обусловлены они могут быть тремя причинами:

- попыткой нескольких команд одновременно обратиться к одному и тому же ресурсу ВМ (структурный риск);
- взаимосвязью команд по данным (риск по данным);
- неоднозначностью при выборке следующей команды в случае команд перехода (риск по управлению).

Вопрос №2. «Конфликты в конвейере команд»

Структурный риск (конфликт по ресурсам) имеет место, когда несколько команд, находящихся на разных ступенях конвейера, пытаются одновременно использовать один и тот же ресурс, чаще всего - память.

Вопрос №2. «Конфликты в конвейере команд»

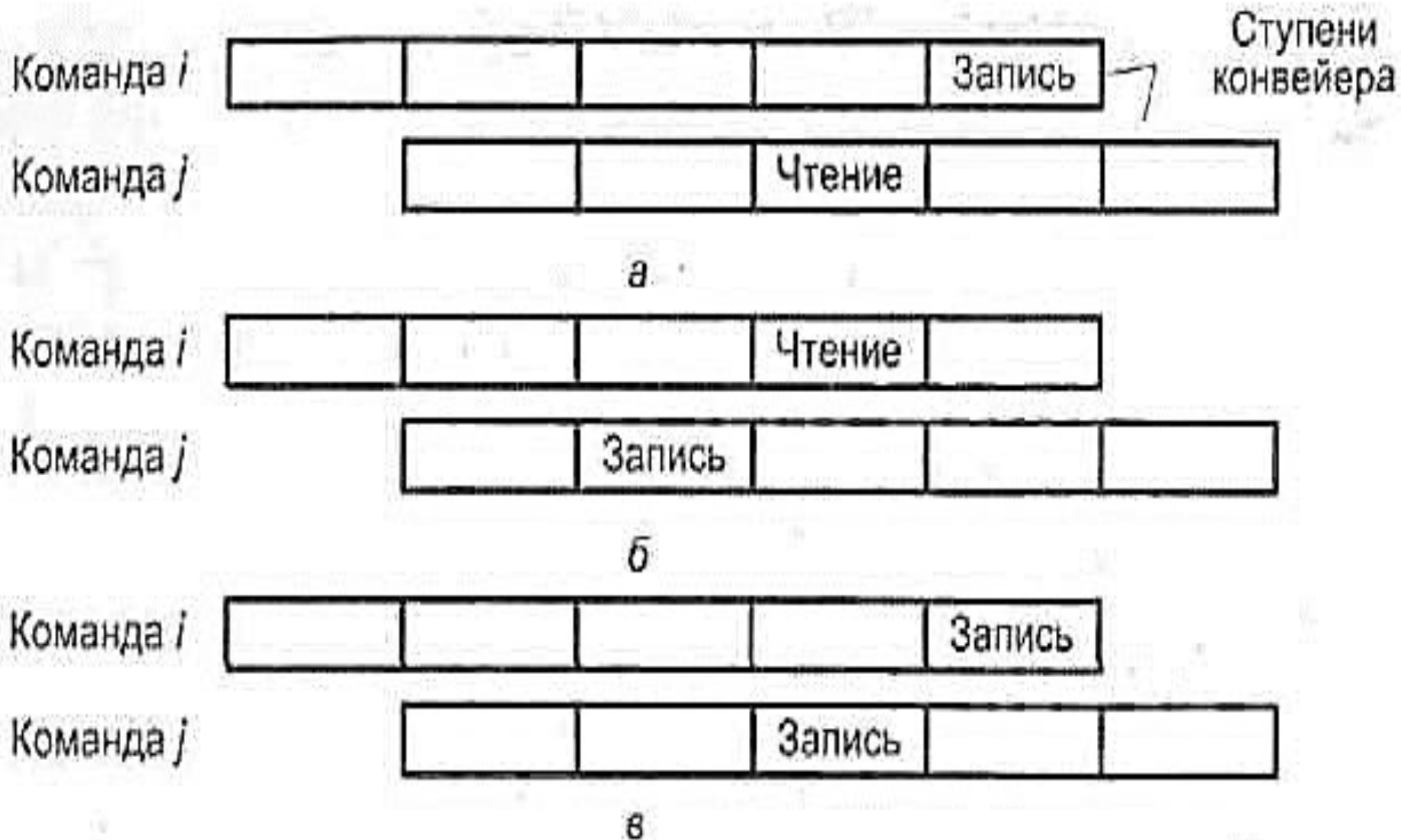


Рис. 7.4. Конфликты по данным: а - «Чтение после записи»; б - «Запись после чтения»; в - «Запись после записи»

Вопрос №2. «Конфликты в конвейере команд»

В общем случае между i и j ожидаемы три типа конфликтов по данным:

- «Чтение после записи» (ЧПЗ): команда j читает до того, как команда i успела записать новое значение x , то есть j ошибочно получит старое значение x вместо нового.
- «Запись после чтения» (ЗПЧ): команда j записывает новое значение x до того, как команда i успела прочитать x , то есть команда i ошибочно получит новое значение x вместо старого.
- «Запись после записи» (ЗПЗ): команда j записывает новое значение x прежде чем команда i успела записать в качестве x свое значение, то есть x ошибочно содержит i -е значение x вместо j -го.

Вопрос №2. «Конфликты в конвейере команд»

В борьбе с конфликтами по данным выделяют два аспекта: *своевременное обнаружение потенциального конфликта* и *его устранение*.

Признаком возникновения конфликта по данным между двумя командами i и j служит невыполнение хотя бы одного из трех условий Бернстейна (Bernstein's Conditions):

Вопрос №2. «Конфликты в конвейере команд»

для ЧПЗ: $O_i \cap I(j) = \emptyset$;

для ЗПЧ: $I(i) \cap O(j) = \emptyset$;

для ЗПЗ: $O_i \cap O(j) = \emptyset$.

Где $O(k)$ - множество ячеек, изменяемых командой k ; $I(l)$ - множество ячеек, читаемых командой l ; \emptyset - пустое множество; \cap - операция пересечения множеств.

Вопрос №2. «Конфликты в конвейере команд»

Для борьбы с конфликтами по данным применяются как программные, так и аппаратные методы.

Программные методы ориентированы на устранение самой возможности конфликтов еще на стадии компиляции программы. Оптимизирующий компилятор пытается создать такой объектный код, чтобы между командами, склонными к конфликтам, находилось достаточное количество нейтральных в этом плане команд. Если такое не удастся, то между конфликтующими командами компилятор вставляет необходимое количество команд типа «Нет операции».

Вопрос №2. «Конфликты в конвейере команд»

Фактическое разрешение конфликтов возлагается на аппаратные методы. Наиболее очевидным решением является остановка команды j на несколько тактов с тем, чтобы команда i успела завершиться или, по крайней мере, миновать ступень конвейера, вызвавшую конфликт. Соответственно задерживаются и команды, следующие в конвейере за j -й командой. Данную ситуацию называют «пузырьком» в конвейере.

Вопрос №2. «Конфликты в конвейере команд»

Поскольку наиболее частые конфликты по данным - это ЧПЗ, основные усилия тратятся на противодействие именно этому типу конфликтов. Среди известных методов борьбы с ЧПЗ наибольшее распространение получил прием ускоренного продвижения информации (forwarding).

Вопрос №2. «Конфликты в конвейере команд»

Контрольные вопросы:

- 1. Чем обусловлены конфликтные ситуации в конвейере?**
- 2. Конфликты по данным.**
- 3. Методы, применяемые для борьбы с конфликтами по данным.**