Задание № 5. Реализация конвейера (Shell).
Написать программу, которая в цикле осуществляет запуск команд, считываемых со стандартного ввода. Каждая команда задает конвейер из произвольного количества процессов. Правильная команда описывается следующими правилами:

<Команда> → <Конвейер>{<перенаправление ввода/вывода>}{&}
<перенаправление ввода/вывода> →
{<перенаправление ввода > } <перенаправление вывода> |
{<перенаправление вывода>}<перенаправление ввода >
<перенаправление ввода > → ‘<’ файл
<перенаправление вывода> → ‘>’ файл | ‘>>’ файл
<Конвейер>→ <Простая команда> {‘|’ <Конвейер>}
<Простая команда>→ <имя команды><список аргументов>

{X} – означает, что X может отсутствовать;

| - в описании правил то же, что «ИЛИ»

Примеры команд: **ls –a –l |wc | wc** **cat | sort -r <file1 >file2** **sleep 10 &**

Пробелы между отдельными элементами команды (аргументы, имена файлов, '|', '>', '>>' , '<', '&') допустимы в произвольном количестве.

pr1 | …| prN – конвейер: стандартный вывод всех команд, кроме последней, направляется на стандартный ввод следующей команды конвейера. Каждая команда выполняется как самостоятельный процесс (т.е. все pri выполняются параллельно). Управляющий процесс ожидает завершения последней команды. Не должно оставаться процессов «зомби».

com & - запуск команды в фоновом режиме (т.е. Shell готов к вводу следующей команды, не ожидая завершения данной команды com, а com не реагирует на сигналы завершения, посылаемые с клавиатуры, например, на нажатие Ctrl-C). После завершения выполнения фоновой команды не должно остаться процесса – зомби. Посмотреть список работающих процессов можно с помощью команды ps.

Перенаправление ввода-вывода :

< файл - файл используется в качестве стандартного ввода ;

> файл - стандартный вывод направляется в файл (если файла не было - он создается, если файл уже существовал, то его старое содержимое отбрасывается, т.е. происходит вывод с перезаписью);

>> файл – стандартный вывод направляется в файл (если файла не было - он создается, если файл уже существовал, то его старое содержимое сохраняется, а запись производится в конец файла)

Про моделирование фонового режима.

Основные требования, которым должен удовлетворять фоновый процесс в вашей программе:

- Он должен работать параллельно с основной программой.

После запуска фонового процесса Shell может запускать на выполнение следующую команду, не дожидаясь, пока фоновый процесс закончит работу.

- Он не должен реагировать на сигналы, приходящие с клавиатуры.

Вообще таких сигналов несколько, но в вашей программе достаточно не реагировать на SIGINT (сигнал, который вызывается нажатием Ctrl-C).
Сигналы с клавиатуры получают только процессы основной (не фоновой) группы.
Процессы основной группы завершаются, а фоновые процессы продолжают работать.

- Фоновый процесс не имеет доступа к терминалу, т.е. он не должен читать со стандартного ввода.

Это достигается перенаправлением стандартного ввода на файл устройства **/dev/null**, чтение из которого сразу дает EOF.

Вывод на экран можно разрешить (в целях отладки, например) , а можно и запретить, перенаправив стандартный вывод на тот же **/dev/null** (вывод будет просто пропадать).

- После завершения фонового процесса не должно остаться процесса «зомби».

«Зомби» не остается либо, когда родительский процесс завершается раньше, чем «сын», либо, когда в родительском процессе вызывается функция wait или waitpid.

Первый вариант моделирования фонового режима, применявшийся в шеллах до того, как появились системы управления заданиями, использует сигналы.

Схема такая:

Процесс, созданный для запуска фоновой команды,
перенаправляет стандартный ввод на файл “/dev/null” – теперь при попытке чтения со стандартного ввода сразу будет получен конец файла, так что не будет конфликта чтения между основным процессом и фоновым;

вывод тоже можно перенаправить на “/dev/null”, тогда он будет просто пропадать, но можно и оставить для отладки;

устанавливает игнорирование сигнала SIGINT (signal(SIGINT,SIG_IGN));
запускает на выполнение собственно фоновый процесс.

Другой, простой способ сделать процесс фоновым (разумеется, простой для нашего случая моделирования, поскольку реально усилий требуется больше) – это выделить его в отдельную группу, фоновую.

При создании новый процесс автоматически помещается в ту же группу, что и его родительский процесс.
Поместить процесс с номером pid в группу с номером pgid можно с помощью функции

int setpgid (pid_t pid, pid_t pgid) , возвращает 0 при успехе, -1 при возникновении ошибки.

Вызов функции setpgid(0, 0) (в некоторых системах вызов должен быть без параметров, а функция может называться setpgrp) помещает текущий процесс в новую группу, номер которой становится равным номеру текущего процесса.

Чтобы не оставалось процесса-«зомби», запускать фоновую команду можно, например, следующим образом:

Основной процесс- шелл создает «сына», дожидается его окончания и считывает следующую команду.
«Сын» запускает «внука» и умирает. При этом «отцом» «внука» становится init (процесс с номером 1), что избавляет от возникновения «зомби» после окончания «внука».
Во «внуке» запускается уже собственно фоновая команда.
Впрочем, решать проблему «зомби» можно и другим способом, обеспечивая вызов функции waitpid без блокирования нужное количество раз, например, перед вводом очередной команды или при получении сигнала SIGCHLD.