В первой ветке (через синхронизаторы) запускаются два процесса.
Во второй ветке применяются три процесса. Один запускается через синхронизатор. Второй – через иконы пауза и вопрос. Третий – через более сложную схему.

§5. КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Команды управления пишут на верхнем этаже иконы «параллельный процесс». Ниже представлен перечень команд управления:

Пуск	Осуществляет пуск параллельного процесса
Останов	Осуществляет останов параллельного процесса
Стоп	Осуществляет приостановку параллельного процесса
Рестарт	Осуществляет повторный пуск приостановленного параллельного процесса

§6. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

На рис. 152 показан алгоритм «Последний этап строительства дома». Можно сказать, что этот алгоритм нарисован «на другом языке». Вводятся новые обозначения и правила.

1. Жирная горизонтальная линия обозначает начало нескольких параллельных процессов.

2. Треугольник означает, что происходит прием сигналов от N параллельных процессов и их обработка.

3. Сигнал на выходе треугольника появится только тогда, когда:

- на входы треугольника поступят (не обязательно одновременно) N процессов;

- каждый из N процессов не только начнется, но и закончится. Иначе говоря, выходной сигнал треугольника возникнет в тот момент, когда завершится последний из N процессов;

4. Выходной сигнал треугольника разрешает выполнение действия, находящегося после треугольника.

> Завершение всех процессов на входе треугольника позволяет выполнить действие на его выходе.

§7. ЖИРНЫЕ ЛИНИИ НА РИС. 152

На рис. 152 изображены три жирные параллельные линии. Каждая символизирует начало параллельных процессов.

Верхняя жирная линия обозначает начало четырех процессов:

- Подводка электролинии.
- Закупка электропроводов.
- Монтаж электрощита.
- Закупка водопроводных труб.

Средняя жирная линия указывает на начало следующих процессов:

- Прокладка электропроводки.
- Устройство крыши.
- Установка окон.
- Прокладка водопровода.

Нижняя жирная линия «начинает» процессы:

- Установка электроламп.
- Отделочные работы.

§8. ТРЕУГОЛЬНИКИ НА РИС. 152

На рис. 152 показаны четыре треугольника:

Левый верхний треугольник выполняет две функции:

- контролирует три процесса и дожидается, когда кончится последний из них;
- разрешает начать действие «Прокладка электропроводки».

Можно сказать иначе. Прокладка электропроводки начнется только после того, как закончатся процессы:

- Подводка электролинии.
- Закупка электропроводов.
- Монтаж электрощита.

Правый верхний треугольник выполняет две функции:

- контролирует два процесса и дожидается, когда кончится последний из них;
- разрешает начать действие «Прокладка водопровода».

Другими словами, «Прокладка водопровода» начнется лишь тогда, когда закончатся процессы:

- Монтаж электрощита.
- Закупка водопроводных труб.

Оставшиеся два треугольника работают аналогично.

§9. ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОМА

Циклограмма процесса «Последний этап строительства дома» показана на рис. 153.

Вспомним, что на вход левого верхнего треугольника (рис. 152) поступают сигналы трех процессов:

- Подводка электролинии.
- Закупка электропроводов.
- Монтаж электрощита.

На циклограмме изображен частный случай, когда названные три процесса:

- не пересекаются;
- расположены в таком порядке:
  1) Закупка...2) Подводка... 3) Монтаж...

В этом случае окончание процесса «Монтаж электрощита» разрешает начать процесс «Прокладка электропроводки», как показано на рис. 153.

§10. ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМАЯ СХЕМОЙ «ТРЕУГОЛЬНИК»

Уже говорилось, что любой треугольник на рис. 152 выполняет операции по обработке информации. О каких операциях идет речь?

Выделим на рис. 152 фрагмент, содержащий левый верхний треугольник и присоединенные к нему процессы. Поместим этот фрагмент на рис. 154 и исследуем его.

Алгоритм, реализуемый треугольником, показан на рис. 155. Он состоит из двух веток. Первая ветка проверяет, что все три входных процесса НАЧАЛИ работать. Вторая – что все входные процессы КОНЧИЛИ работу.

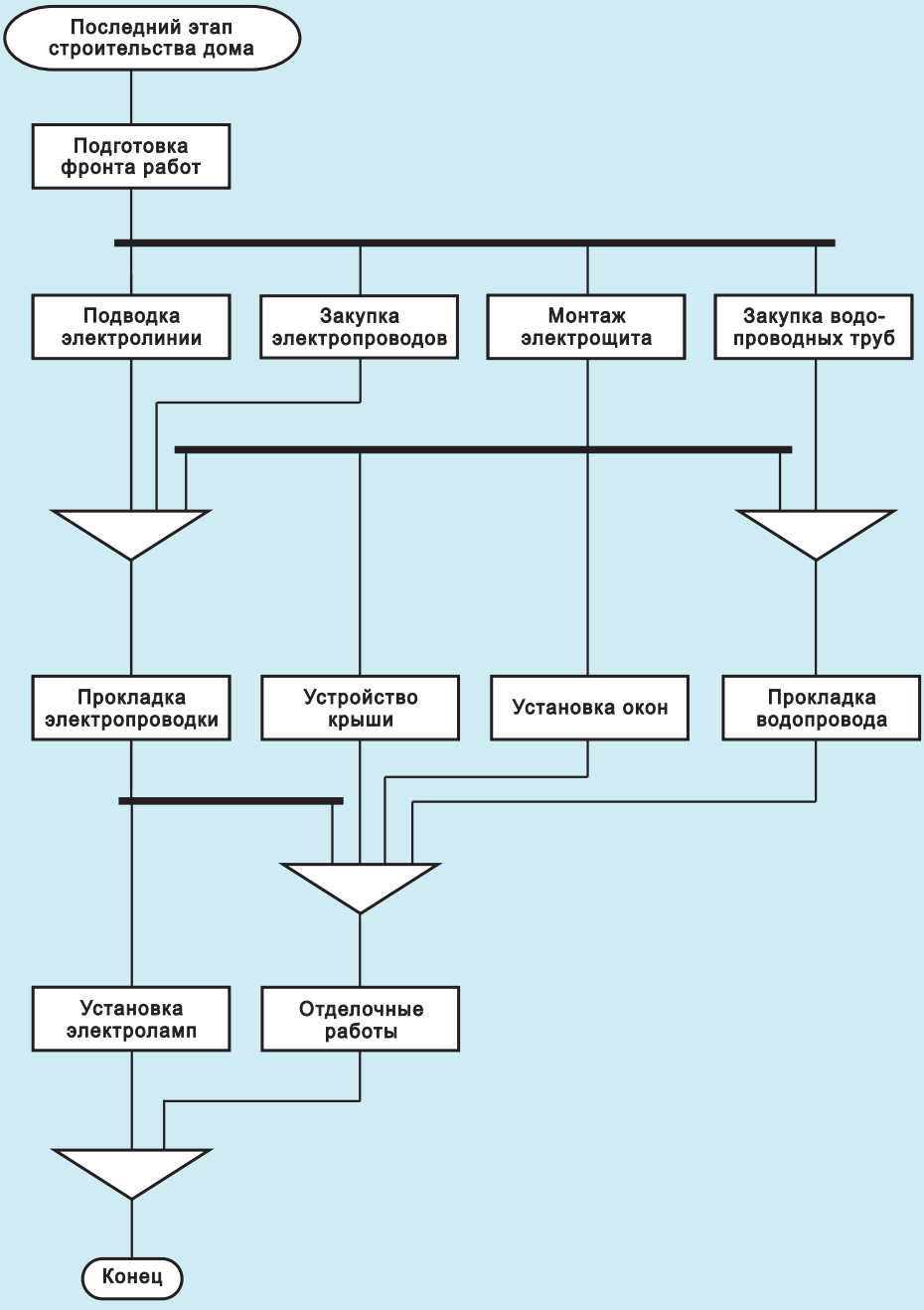
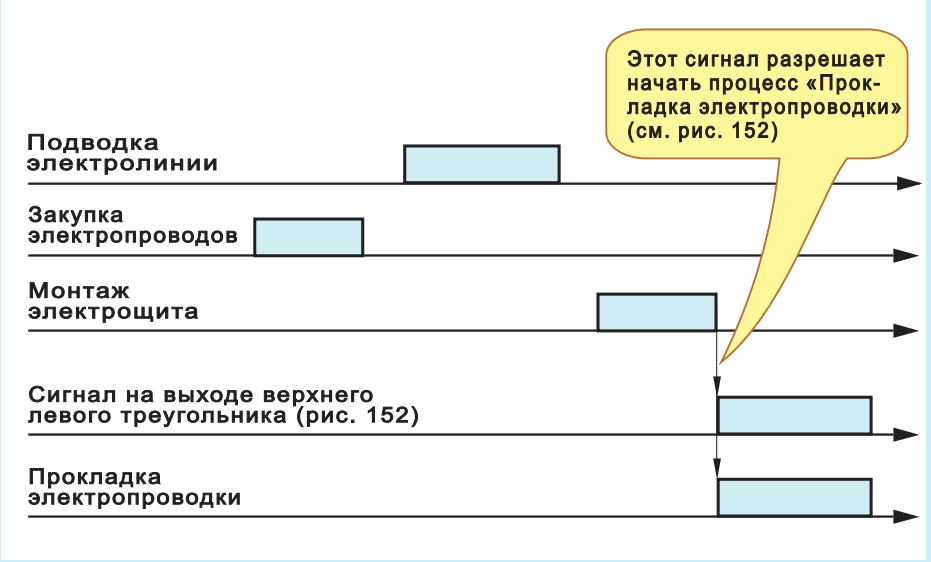


Рис. 152. Параллельные процессы на последнем этапе строительства дома



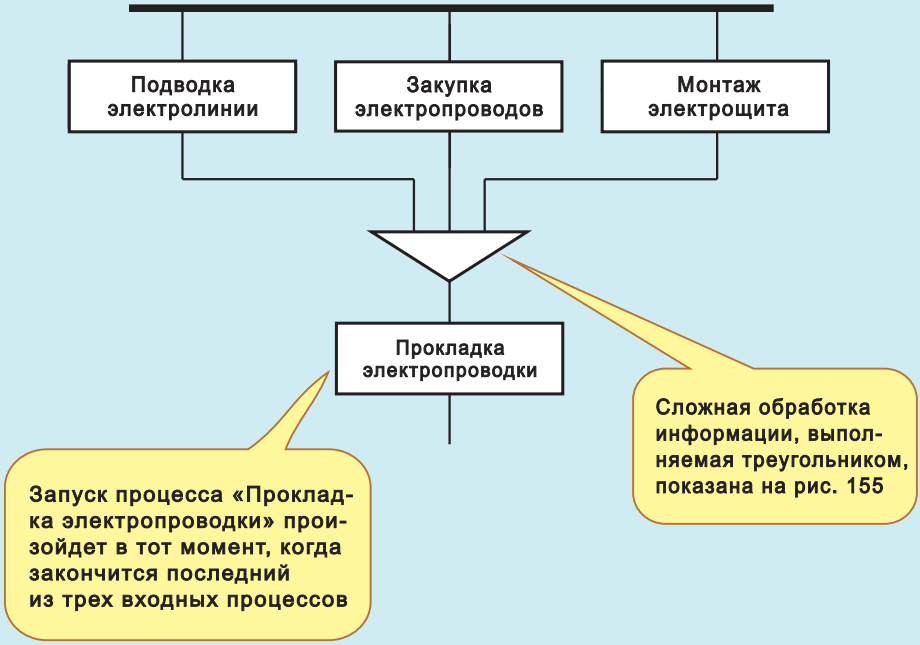
ПОЯСНЕНИЕ

- Три параллельных процесса (Подводка электролинии, Закупка электропроводов, Монтаж электрощита) могут начинаться и заканчиваться в любой момент времени
- Эти процессы могут не совпадать во времени или полностью или частично перекрываться
- Каждый из этих трех процессов обязательно должен начаться и закончиться
- Критическим моментом времени является окончание последнего из трех параллельных процессов
- На данном рисунке для примера показан случай, когда последним заканчивается процесс Монтаж электрощита
- В момент окончания процесса Монтаж электрощита на выходе треугольника появляется сигнал
- Этот сигнал разрешает начать процесс «Прокладка электропроводки»

Рис. 153. Циклограмма параллельных процессов на стройке дома. Показан момент, когда заканчивается последний из трех процессов и появляется разрешение начать процесс «Прокладка электропроводки» (см. рис. 152)

ФРАГМЕНТ

ПОСЛЕДНЕГО ЭТАПА СТРОИТЕЛЬСТВА ДОМА



ПОЯСНЕНИЕ

- Три параллельных процесса (Подводка электролинии, Закупка электропроводов, Монтаж электрощита) подают сигналы на вход треугольника
- Сигналы сообщают о моментах начала и конца каждого из трех параллельных процессов
- Треугольник производит обработку этих сигналов
- В результате обработки на выходе треугольника появляется сигнал, запускающий процесс «Прокладка электропроводки»

Рис. 154. Треугольник выполняет сложную обработку информации и запускает процесс «Прокладка электропроводки»

Рассмотрим первую ветку. Три процесса могут образовать 6 комбинаций (перестановок). Перечислим все 6 комбинаций.

1) Подводка линии	2) Закупка проводов	3) Монтаж щита
1) Подводка линии	3) Монтаж щита	2) Закупка проводов
2) Закупка проводов	1) Подводка линии	3) Монтаж щита
2) Закупка проводов	3) Монтаж щита	1) Подводка линии
3) Монтаж щита	1) Подводка линии	2) Закупка проводов
3) Монтаж щита	2) Закупка проводов	1) Подводка линии

Первая ветка разветвляется на 6 маршрутов. Каждый маршрут описывает одну из 6 комбинаций. Вторая ветка имеет точно такую же структуру.

В начале первой ветки имеется цикл ЖДАТЬ. В исходном положении все три процесса не работают. Цикл ЖДАТЬ поочередно опрашивает эти процессы. И определяет, какой процесс ПЕРВЫМ начнет работать (рис. 155).

Предположим, что первым включился в работу процесс «Монтаж электрощита». Из иконы вопрос «Монтаж...» выходим через «да» и попадаем в следующий цикл ЖДАТЬ. Этот цикл поочередно опрашивает ДВА процесса («Закупка проводов», «Подводка линии»). И определяет, какой из них ПЕРВЫМ начнет работать (рис. 155).

Предположим, первым начал работу процесс «Закупка проводов». Из иконы вопрос «Закупка ...» выходим через «да» и попадаем в следующий цикл ЖДАТЬ. Этот цикл периодически опрашивает ОДИН процесс («Подводка линии»). И «терпеливо» ждет, когда он вступит в работу (рис. 155).

Когда ожидание увенчается успехом, из иконы вопрос «Подводка линии» выходим через «да». Это означает, что мы прошли первую ветку по маршруту:

Монтаж щита	Закупка проводов	Подводка линии

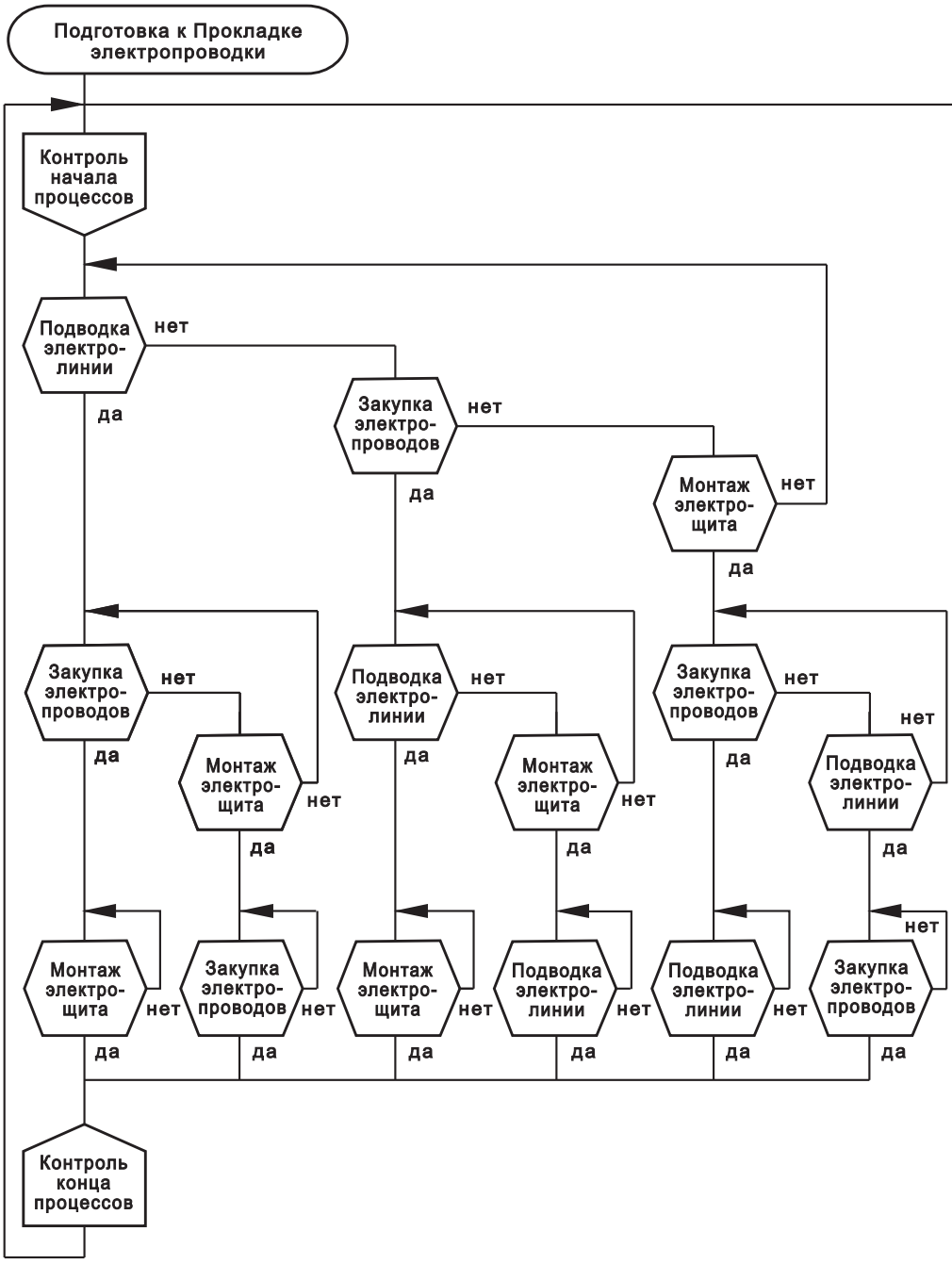
В итоге мы приходим в икону адрес, которая отсылает нас в начало второй ветки.

§11. МОМЕНТ ПЕРЕХОДА ИЗ ПЕРВОЙ ВЕТКИ ВО ВТОРУЮ НА РИС. 155

Вспомним логику работы алгоритма на рис. 155.

Первая ветка проверяет, что все три входных процесса НАЧАЛИ работать. Вторая – что все входные процессы КОНЧИЛИ работу.

Мы мысленно остановились в тот момент, когда первая ветка алгоритма завершила работу.


Подготовка к Прокладке электропроводки
Контроль начала процессов
Подводка электро-линии
нет
да
Закупка электро-проводов
нет
да
Монтаж электро-щита
нет
да
Закупка электро-проводов
нет
да
Монтаж электро-щита
нет
да
Подводка электро-линии
нет
да
Монтаж электро-щита
нет
да
Закупка электро-проводов
нет
да
Подводка электро-линии
нет
да
Монтаж электро-щита
нет
да
Закупка электро-проводов
нет
да
Подводка электро-линии
нет
да
Подводка электро-линии
нет
да
Закупка электро-проводов
нет
да
Контроль конца процессов

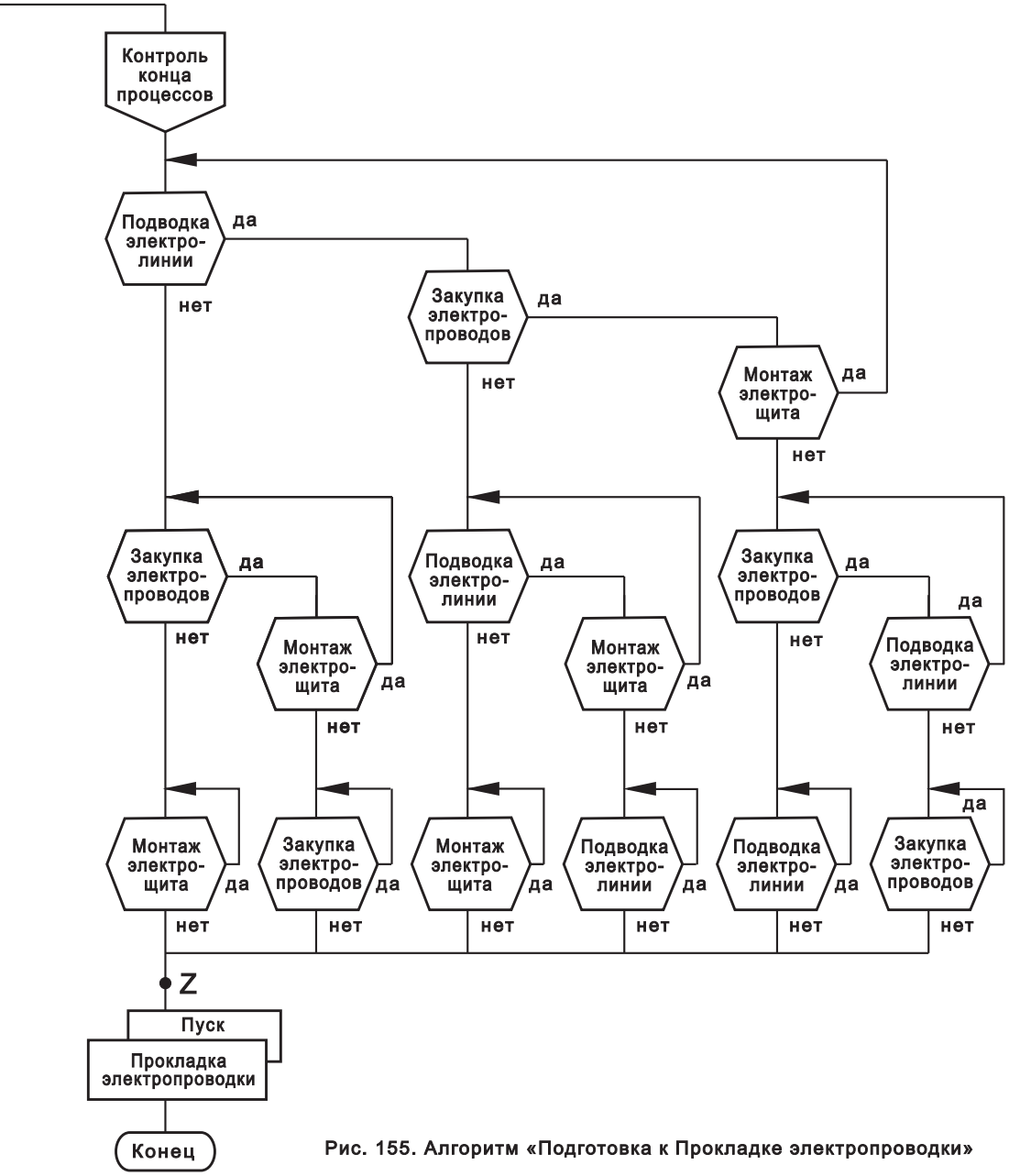


Рис. 155. Алгоритм «Подготовка к Прокладке электропроводки»

Зададим вопрос. В каком состоянии в этот момент находятся интересующие нас процессы?

1. Мы знаем, что все три процесса НАЧАЛИ работать.
2. Мы знаем, что процесс «Подводка линии» продолжает работать.
3. Нам не известно состояние процессов «Монтаж щита» и «Закупка проводов». Возможно, они продолжают работать. Однако возможно, что они уже КОНЧИЛИ работу.

При разработке алгоритма второй ветки следует учесть худший случай. Худшим является случай, когда все три процесса продолжают работать (то есть ни один из них не кончил работу). Алгоритм второй ветки разработан с учетом такой возможности.

§12. ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ ВО ВТОРОЙ ВЕТКЕ НА РИС. 155

Задача второй ветки – определить, что все три процесса ЗАКОНЧИЛИ работу.

Вторая ветка работает, как первая. Только надписи «да» и «нет» всюду меняются местами.

В начале второй ветки имеется цикл ЖДАТЬ. В исходном положении, по крайней мере, один процесс работает. Однако, может быть и так, что все три процесса продолжают работать. Цикл ЖДАТЬ поочередно опрашивает три процесса и определяет, какой процесс первым кончил работать (рис. 155).

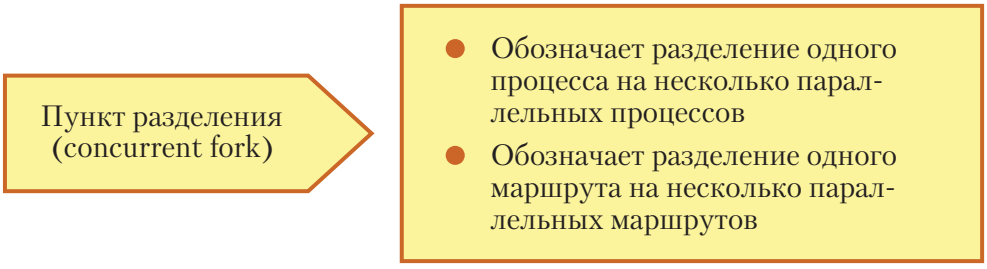
Предположим, что первым кончил работу процесс «Закупка проводов». Из иконы вопрос «Закупка ...» выходим через «нет» и попадаем в следующий цикл ЖДАТЬ. Этот цикл поочередно опрашивает ДВА процесса («Подводка линии», «Монтаж щита»). И определяет, какой из них первым кончит работать (рис. 155).

Дальше вторая ветка работает аналогично первой. Когда вторая ветка определит, что три процесса закончились (см. точку *Z* на рис. 155), производится Пуск процесса «Прокладка электропроводки».

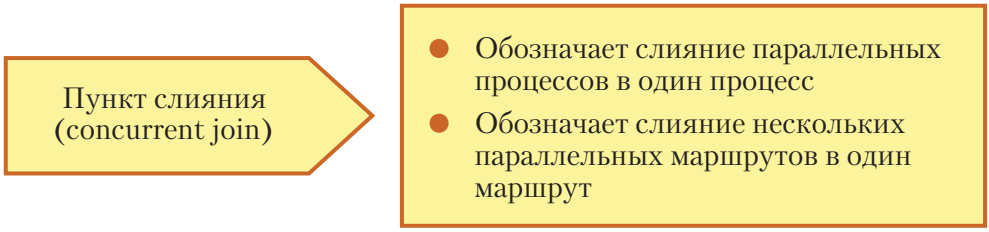
На этом алгоритм завершается.

В схеме на рис. 155 используются 20 циклов ЖДАТЬ. Для простоты икона «период» не показана.

§13. РАЗДЕЛЕНИЕ И СЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ



На рис. 152 пункт разделения обозначается жирной линией.



На рис. 152 пункт слияния обозначен треугольником.

Таким образом, на рис. 152 пункт разделения и пункт слияния имеют *разные* обозначения.

Зачем нужны разные обозначения? Чтобы подчеркнуть, что в пункте слияния (в треугольнике) производится сложная обработка информации.

Всегда ли нужно это подчеркивать? Нет, не всегда.

> Бывают случаи (и их немало), когда акцент на обработке информации в треугольнике является неуместным.
>
> В такой ситуации целесообразно убрать треугольник. И ввести единое обозначение (*жирная горизонтальная линия*) и для пункта разделения, и для пункта слияния.

Пример показан на рис. 155а.

Если удалить треугольники на рис. 152, получим рис. 155б.

Нетрудно заметить, что удаление треугольников упрощает схему и устраняет лишние изломы линий. Поэтому рис. 155б является более простым и удобным, чем рис. 152.

§14. НЕДОСТАТОК РИСУНКА 155а

На рис. 155а имеются две совершенно одинаковые жирные линии: верхняя и нижняя. Это обстоятельство скрывает от читателя тот факт, что эти линии выполняют принципиально разные функции:

- верхняя линия выполняет простейшую функцию, символизируя начало параллельных процессов;
- нижняя линия, напротив, выполняет очень сложную функцию. Она реализует алгоритм обработки информации, показанный на рис. 155.

> Если необходимо сделать акцент на обработке информации, надо пункт слияния изображать в виде треугольника, как на рис. 154.
>
> Если же такой акцент не нужен, треугольник следует убрать. И рис. 154 заменить на рис. 155а.