

# ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЕКТА ПО ВРЕМЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ



- 
- 1. Определение операций и их последовательности**
  - 2. Построение и анализ сетевых графиков**
  - 3. Инструменты и методы управления расписанием**

# 1. Определение операций и их последовательности

## Процессы управления расписанием по PMBOK 6ed:

1. Планирование управления расписанием
2. Определение операций
3. Определение последовательности операций
4. Оценка длительности операции
5. Разработка расписания
6. Контроль расписания

**Расписание проекта (или календарный план)** – это определение операций и их последовательности (последовательность календарных дат) в разрезе элементов структурной декомпозиции работ.

## 1. Определение операций и их последовательности

**Определение операций** – это процесс определения и документирования конкретных действий, которые необходимо выполнить для создания поставляемых результатов проекта.

**Основой** разработки списка операций является **ИСР**. Работы нижнего уровня ИСР разделяются на операции.

# 1. Определение операций и их последовательности

## Инструменты определения операций

1. **Экспертная оценка** (важно наличие у экспертов релевантного данному проекту опыта. Поскольку эксперты могут не знать всех особенностей проекта, может потребоваться корректировка экспертной оценки)

2. **Метод набегающей волны** (детально планируются только предстоящие работы, т.к. по ним имеется максимум информации и требуется наибольшая детализация)

3. **Совещания** (могут проводиться с участием членов команды и экспертов)

# 1. Определение операций и их последовательности

## Определение последовательности операций

Для каждой операции нужно определить **три отношения**:

1. Какие операции должны быть завершены непосредственно перед данной? Это **предшествующие** операции по отношению к данной

2. Какие операции должны следовать непосредственно за этой операцией? Это **следующие** за данной операции

3. Какие операции могут выполняться во время выполнения этой операции? Это **параллельные** данной операции

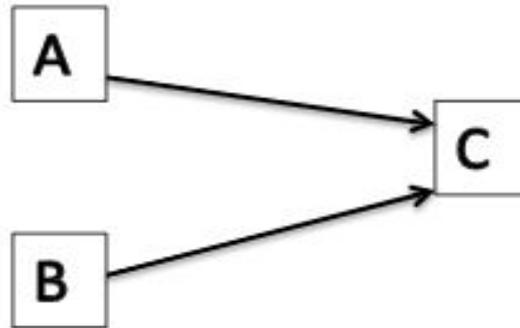
# 1. Определение операций и их последовательности

Операциями последования связываются сущности (операции, задачи, работы), на которые детализирован самый нижний уровень иерархии ИСР

## Виды операций

### 1. Операция слияния

Это операция, которая имеет более одной непосредственно предшествующей ей операции



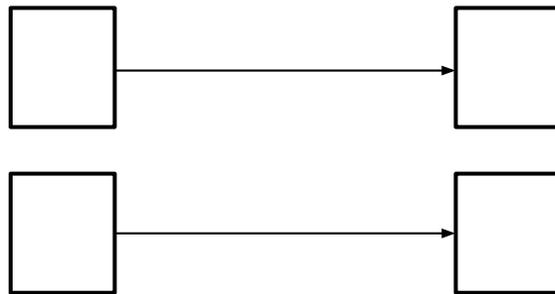
Слияние

# 1. Определение операций и их последовательности

## Виды операций

### 2. Параллельные операции

Это операции, которые могут, по желанию РП, выполняться одновременно. Однако совсем не обязательно осуществлять параллельные операции одновременно (просто данные операции друг от друга не зависят).



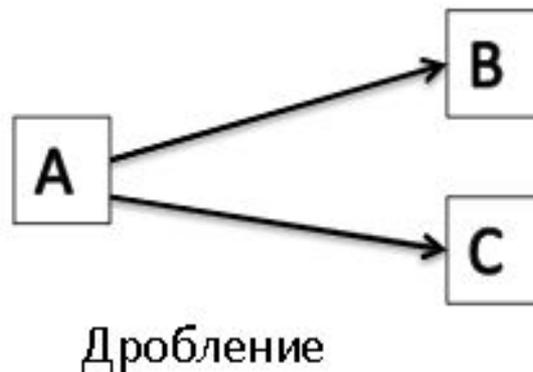
# 1. Определение операций и их последовательности

## Виды операций

### 3. Дробящаяся операция

Это операция, за которой сразу следуют несколько операций (от нее исходит более одной стрелки, обозначающей зависимость).

Одна операция является предшествующей для нескольких следующих.

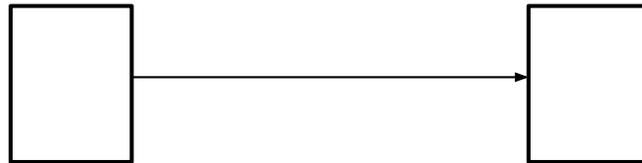


# 1. Определение операций и их последовательности

## Виды логических зависимостей

### 1. Окончание – Начало, ОН (финиш-старт, FS)

Начало операции последователя зависит от окончания операции предшественника (одна работа завершилась, другая началась)

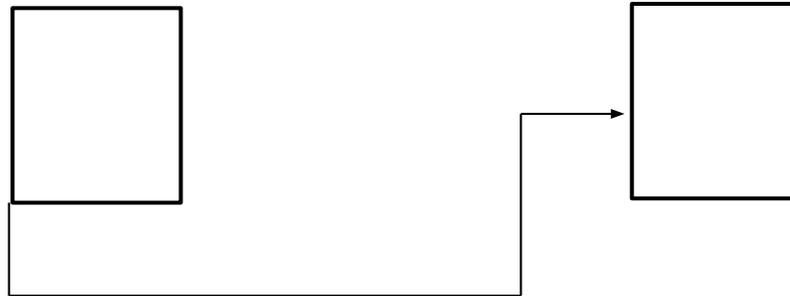


# 1. Определение операций и их последовательности

## Виды логических зависимостей

### 2. Начало – Начало, НН (старт-старт, SS)

Две операции начинаются одновременно. Начало операции последователя зависит от начала предшественника

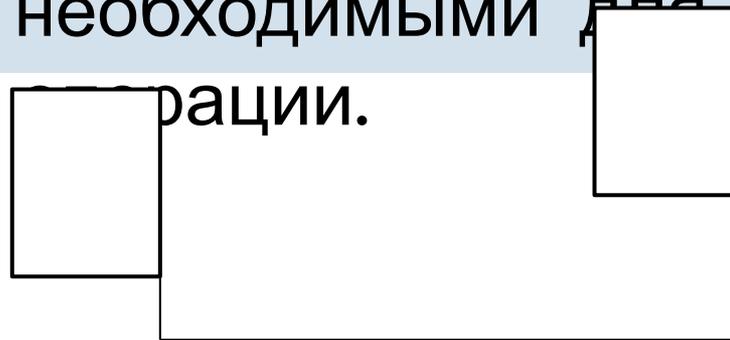


# 1. Определение операций и их последовательности

## Виды логических зависимостей

### 3. Окончание – Окончание, ОО (финиш-финиш, FF)

Две операции заканчиваются одновременно. Такой вид логической зависимости используется для моделирования совокупности операций, которые должны закончиться к определенному времени одновременно. Результаты таких операций обычно являются необходимыми для выполнения некоторой третьей операции.



# 1. Определение операций и их последовательности

## Виды логических зависимостей

### 4. Начало – Окончание, Н-О (старт-финиш, SF)

Используется для моделирования последовательности операций, в которой начало предшественника служит основанием для завершения операции последователя. Эта связь используется достаточно редко, чаще всего в тех случаях, когда мы моделируем проект от конца к началу.

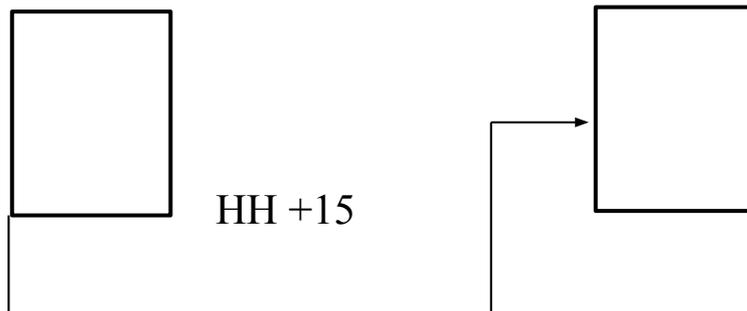


# 1. Определение операций и их последовательности

## Виды логических зависимостей

**Лаг** – это минимальное количество времени, на которое может быть отложено начало или окончание зависимой операции. Лаги могут иметь и положительное, и отрицательное значение.

Если лаг имеет **отрицательное** значение, то в этом случае он представляет собой не задержку, а **опережение**.



Вторая операция начинается при связи «Начало-Начало» с задержкой в 15 дней (НН +15)

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

**Сетевой график** – это графическое изображение технологической последовательности выполнения операций проекта с указанием их продолжительности и всех временных параметров.

Два подхода построения сетевых графиков:

1. **Операции в узлах** (блоках) графика – ОУ  
или **Метод предшествования** – Precedence Diagramming Method, PDM (используется чаще)
2. **Операции на стрелках** (на дугах) графика – ОС  
или **Метод стрелочных диаграмм** – Arrow Diagramming Method, ADM

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

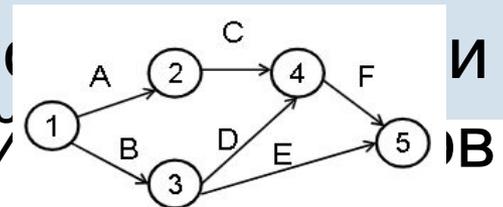
### Метод «операции на стрелках (дугах)»

**Дуги (стрелки) - операции.**

**Кружочки – начало и завершение операции (событие).**

Операции изображают **стрелками** (между двумя событиями), которые соединяют **вершины**, изображающие события. Начало и окончание любой операции описываются парой событий, которые называются **начальным и конечным событием**.

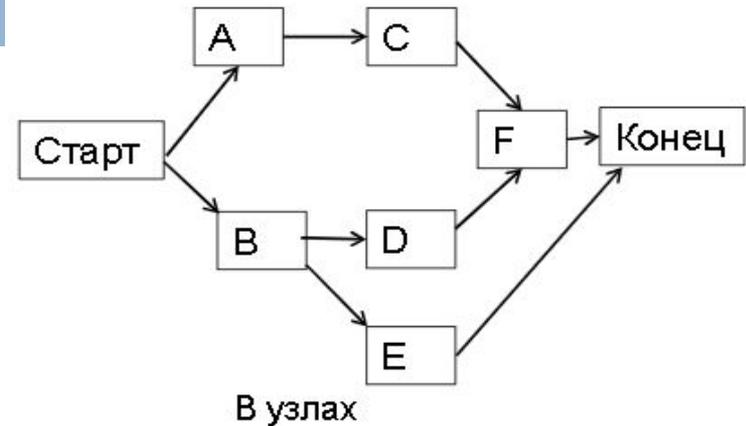
Поэтому для указания конкретной операции можно использовать код, состоящий из начального ( $i$ -го) и конечного ( $j$ -го) событий.



На дугах

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

### Метод «операции в узлах (блоках)»



Прямоугольники (A, B, C...) – это **работы (операции)**.

Стрелки – **связи** между работами.

Стрелки показывают, как операции связаны между собой и последовательность их выполнения.

Обычно на сетевом графике на практике операциям присваивают номера и дают краткое

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

### Правила построения сетевого графика

1. Сетевой график разворачивается **слева направо**
2. Ни одна операция не может быть начата, пока все **предшествующие** связанные с ней операции **не будут выполнены**
3. Стрелки в сетевом графике отображают отношения предшествования и следования; **стрелки могут пересекаться**
4. Каждая операция должна иметь свой **собственный номер**. Номер последующей операции должен быть больше номера любой предшествующей операции
5. Желательно определить общий узел для

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

**Путь** – последовательность связанных операций

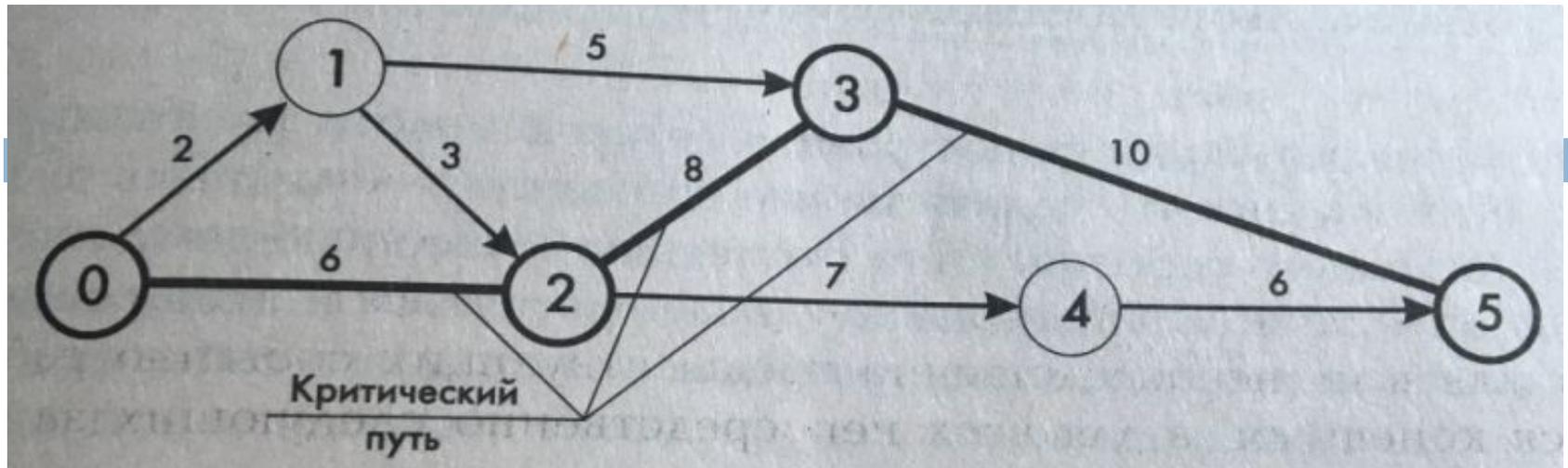
**Критический путь** – это самый длинный путь во всей системе операций.

**Критические работы** – работы, лежащие на критическом пути и **не имеющие резервов времени**. Они должны выполняться в точно заданный срок.

Длительность критического пути определяет длительность проекта в целом

Если выполнение операции на этом отрезке задерживается, на такое же время задерживается выполнение всего проекта

## 2. Построение и анализ сетевых графиков



Представленная сетевая модель имеет **пять** путей:

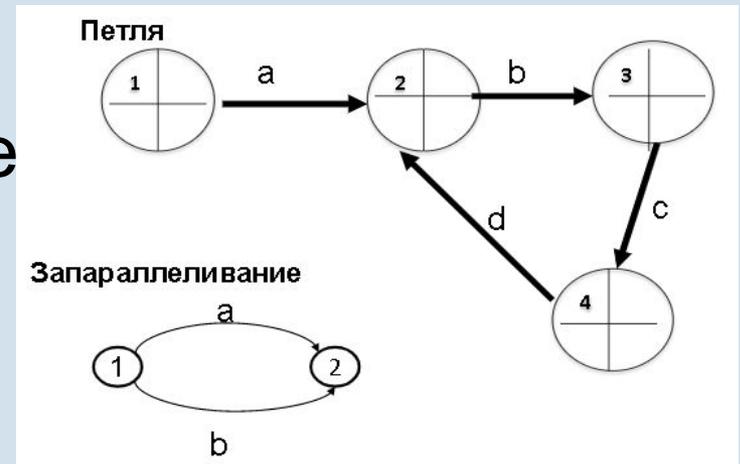
- путь 1, проходящий через события 0-1-3-5, имеет продолжительность 17 дней;
- путь 2: проходит через события 0-1-2-3-5, продолжительность 23 дня;
- путь 3: проходит через события 0-1-2-4-5, продолжительность 18 дней;
- путь 4: проходит через события 0-2-4-5, продолжительность 19 дней;

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

### Не допускается на сетевом графике

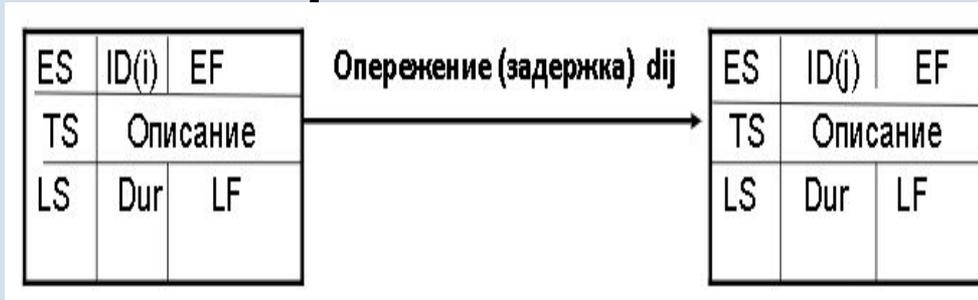
1. Недопустимо образование петель и запараллеливание.

Каждая операция на графике выполняется **один раз**



2. Не допускаются условные переходы (имеется в виду определение последовательности хода выполнения операций условиями типа: «Если будет достигнут успех, сделайте то-то...; если нет – ничего не предпринимайте»)

# Оценка сроков начала и окончания работ



**ID** – код операции

**Описание** – название операции

**Dur** (дюрация) – продолжительность работы

**ES** – ранний срок начала операции (ранний старт)

**EF** – ранний срок завершения операции (ранний финиш)

**LS** – поздний срок начала операции (поздний старт)

**LF** – поздний срок завершения операции (поздний финиш)

**TS** (Total slack) – резерв времени (период, на который операция может быть задержана без изменения сроков проекта в целом). Если операция лежит на критическом пути, то ее резерв времени равен нулю.

**i** – предыдущее событие

**j** – последующее событие

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

**Прямой анализ** оценки сроков начала и окончания операций служит для определения **ранних сроков** и отвечает на вопросы:

1. Как скоро может начаться операция?

(ранний старт – **ES**)

2. Как скоро она может закончиться?

(ранний финиш – **EF**)

3. Как скоро может быть завершен проект в целом?

(предполагаемое время – **TE**)

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

**Обратный анализ** служит для определения **поздних сроков** и отвечает на вопросы:

1. Каковы самые поздние сроки начала операции?

(позднее начало – **LS**)

2. Каковы самые поздние сроки завершения операции?

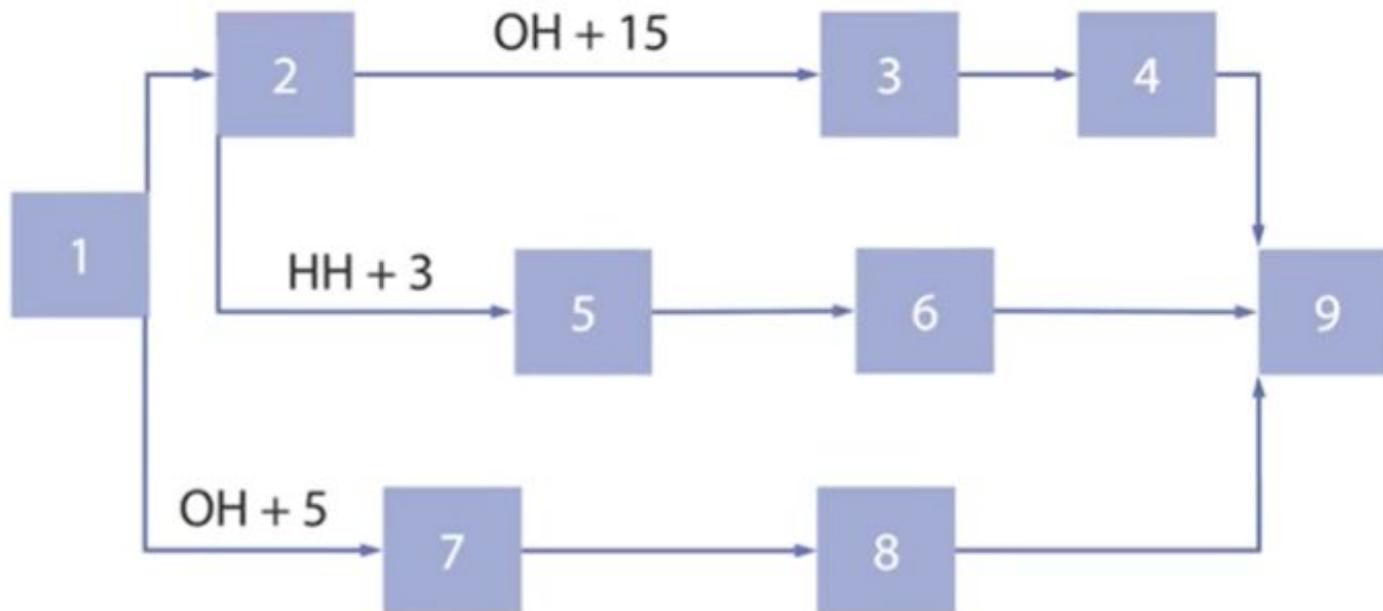
(позднее окончание – **LF**)

3. Какие операции составляют критический путь (**CP**)?

4. На какое время может быть задержано выполнение операции? (резерв времени – **TS**)

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

### Использование задержек (лагов)



## 2. Построение и анализ сетевых графиков

**Контрольное событие (контрольная точка, веха)** – это значимое событие проекта, наступление которого необходимо проконтролировать.

Обычно это операция, имеющая нулевую длительность и обычно на данный тип операции не назначаются трудовые ресурсы.

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

### Правила прямого анализа

1. На каждом шаге анализа добавляется время выполнения операции

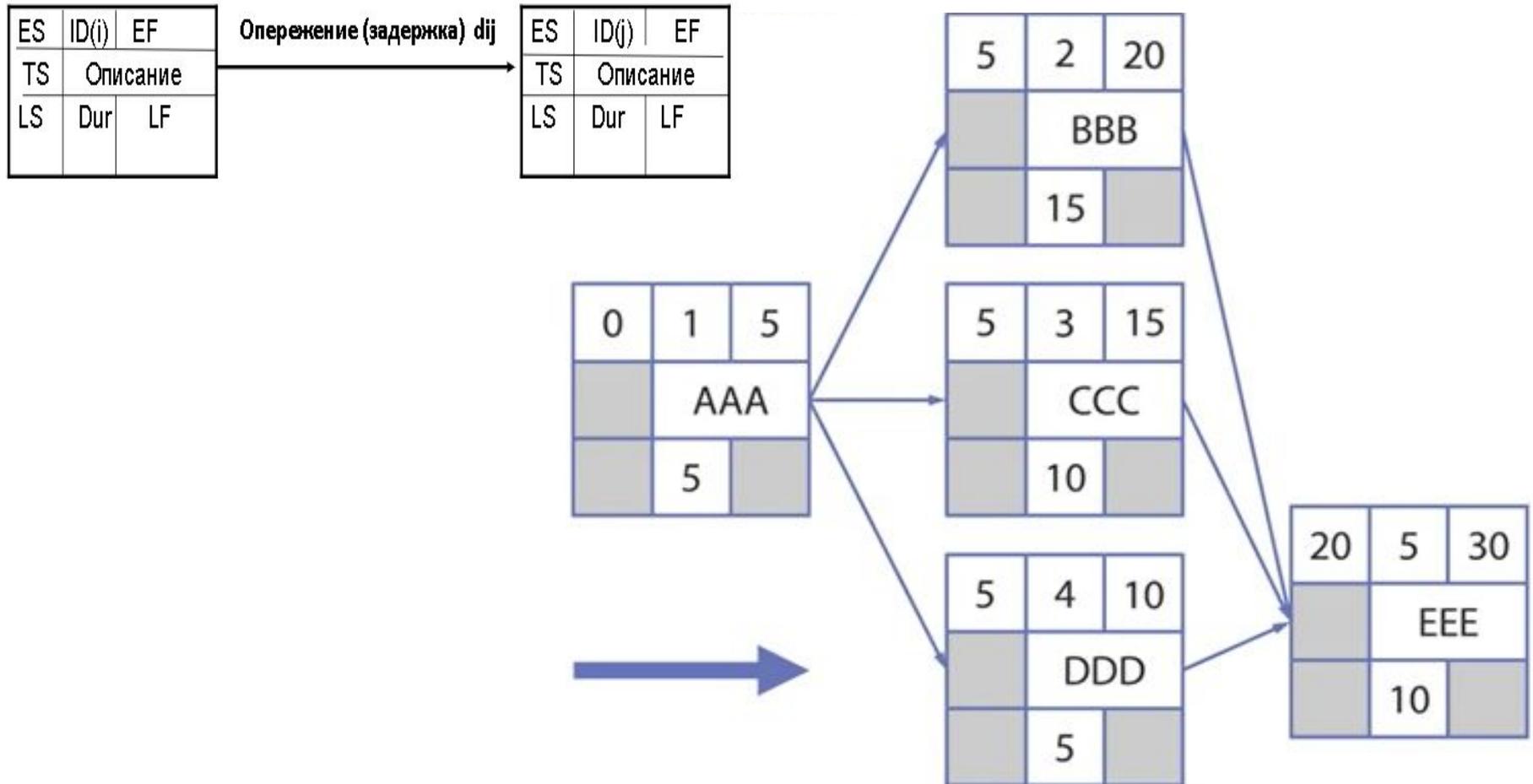
$$ES + Dur = EF$$

2. Раннее завершение предшествующей операции (**EF**) становится временем раннего начала последующей операции (**ES**), если она не является операцией слияния

3. Для операций слияния раннее начало выбирается как **самое большое** по значению время раннего окончания (**EF**) среди всех непосредственно предшествующих операций

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

### Пример прямого анализа



## 2. Построение и анализ сетевых графиков

### Правила обратного анализа

1. На каждом шаге, начиная с последней операции проекта, вычитается время выполнения операции

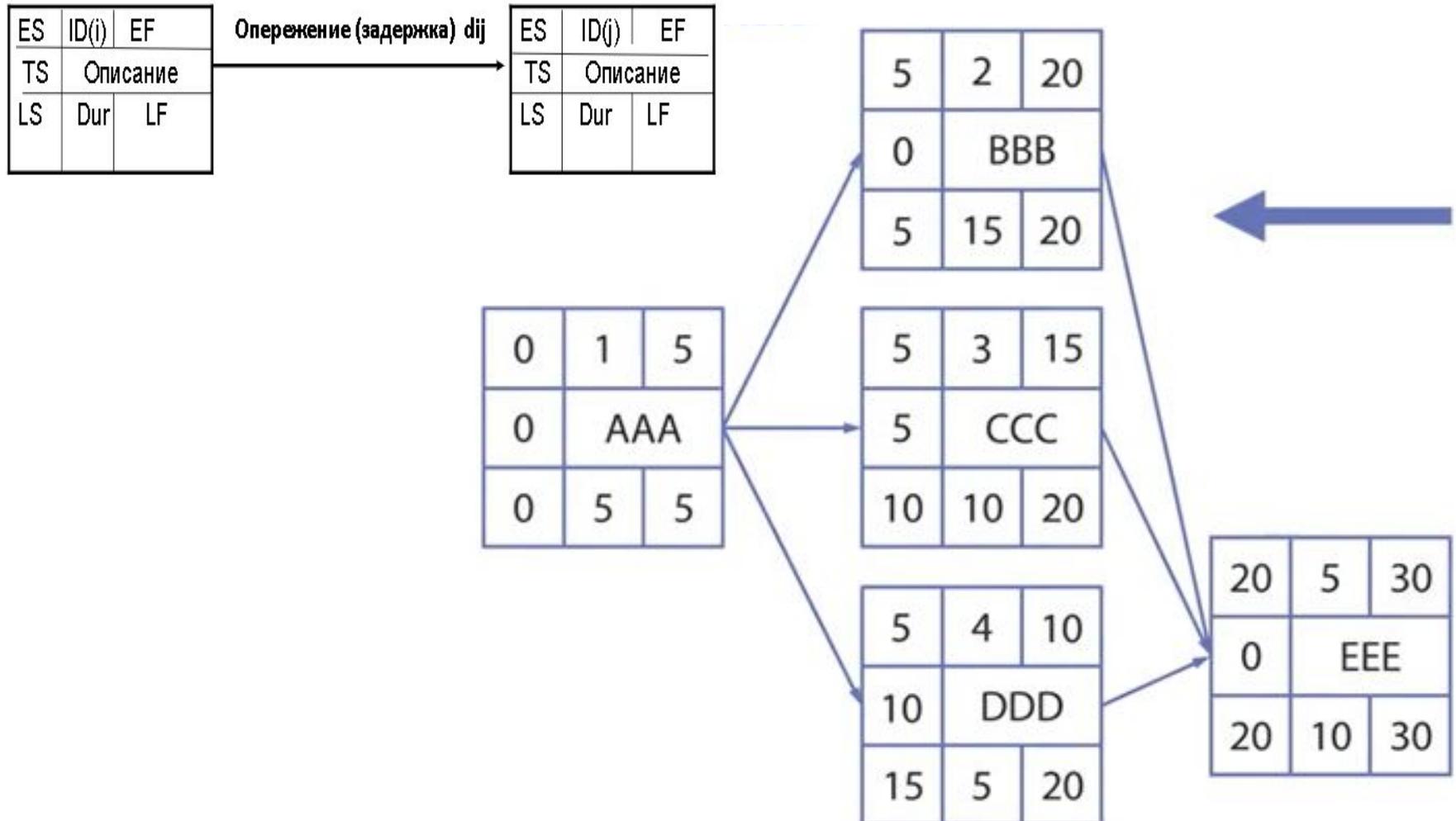
$$LF - Dur = LS$$

2. Позднее начало выполнения операции (**LS**) переносится на предшествующую операцию и приравнивается к ее позднему окончанию (**LF**), **если предшествующая операция не является операцией дробления**

3. Для операций дробления выбирается **наименьшее** значение позднего старта (**LS**) из всех операций, которые непосредственно следуют за данной операцией, и к этому значению приравнивается ее значение позднего финиша **LF**

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

### Пример обратного анализа



## 2. Построение и анализ сетевых графиков

**Резерв времени** показывает то время, на которое выполнение операции может задерживаться, не задерживая при этом выполнение проекта.

$$LS - ES = TS$$

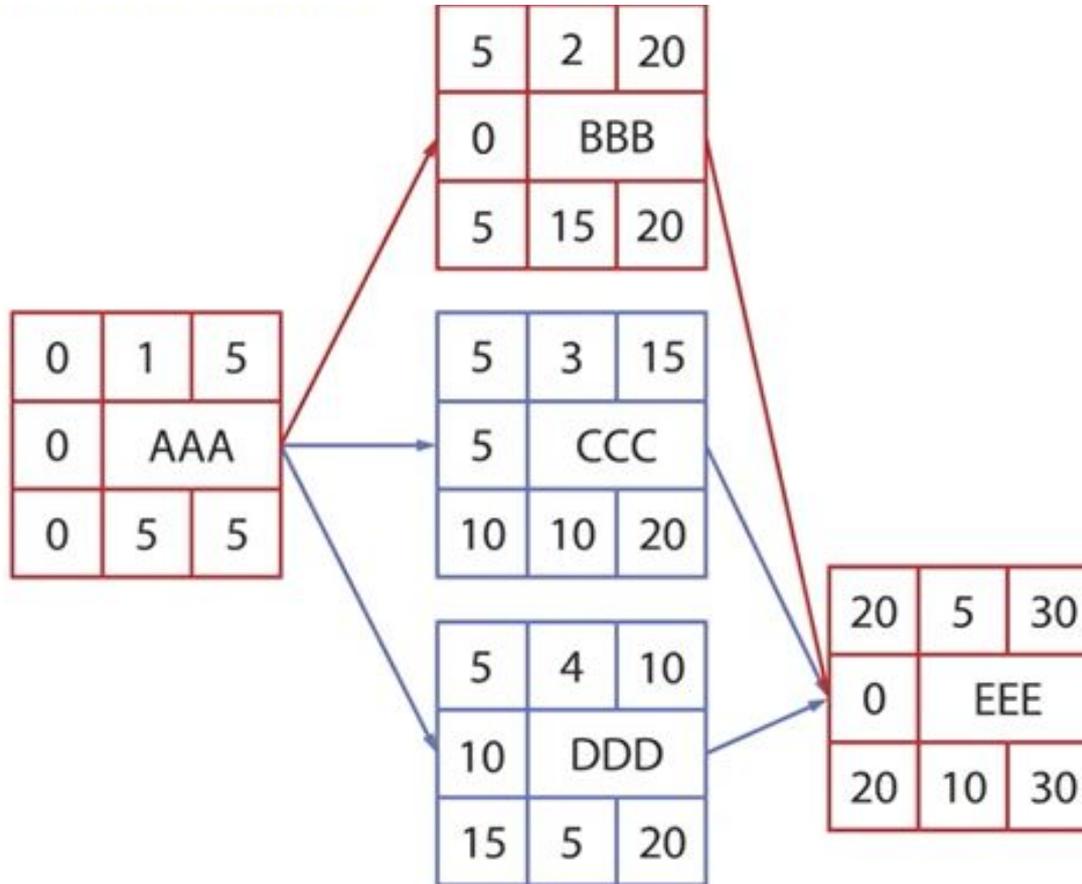
или между

$$LF - EF = TS$$

**Резервы времени** – это разница между ранними и поздними сроками, т.е. можем считать как разницу между поздним стартом и ранним стартом или между поздним финишем и ранним финишем. Результат должен получиться один и тот же.

## 2. Построение и анализ сетевых графиков

Критический путь можно определить, как те операции, у которых **резерв времени равен нулю**.



### 3. Инструменты и методы управления расписанием

## Как определить длительность операций?

Метод	Характеристика
Экспертная оценка	Важно наличие у экспертов релевантного данному проекту опыта. Поскольку эксперты могут не знать всех особенностей проекта, может потребоваться корректировка экспертной оценки
Оценка по аналогам	Оценки, использующие фактические значения длительности аналогичных работ в предыдущих проектах. Такие оценки достаточно надежны если: – работы-аналоги сходны с рассматриваемыми по сути, а не только по внешним атрибутам – люди, проводящие оценку, обладают соответствующим опытом
Параметрическая оценка	Оценка, получаемая на основе объема работ и нормативов производительности используемых ресурсов Пример из области строительства: если на то, чтобы покрасить 1 м <sup>2</sup> стены требуется 0,5 часа, то можно рассчитать, сколько потребуется времени, чтобы покрасить 100 м <sup>2</sup> стен.

### 3. Инструменты и методы управления расписанием

## Определение длительности операций

Метод	Характеристика
Оценка по трем точкам	Если невозможно произвести точную детерминированную оценку длительности, то производится оценка по трем точкам: оценивается наиболее вероятная длительность работы, а также минимальная и максимальная (используется в методе PERT)
Создание буферов (резервов времени)	К длительности работ добавляется резерв времени. В дальнейшем в ходе получения дополнительной информации о работе он может быть уменьшен или увеличен

### 3. Инструменты и методы управления расписанием

## Определение длительности операций

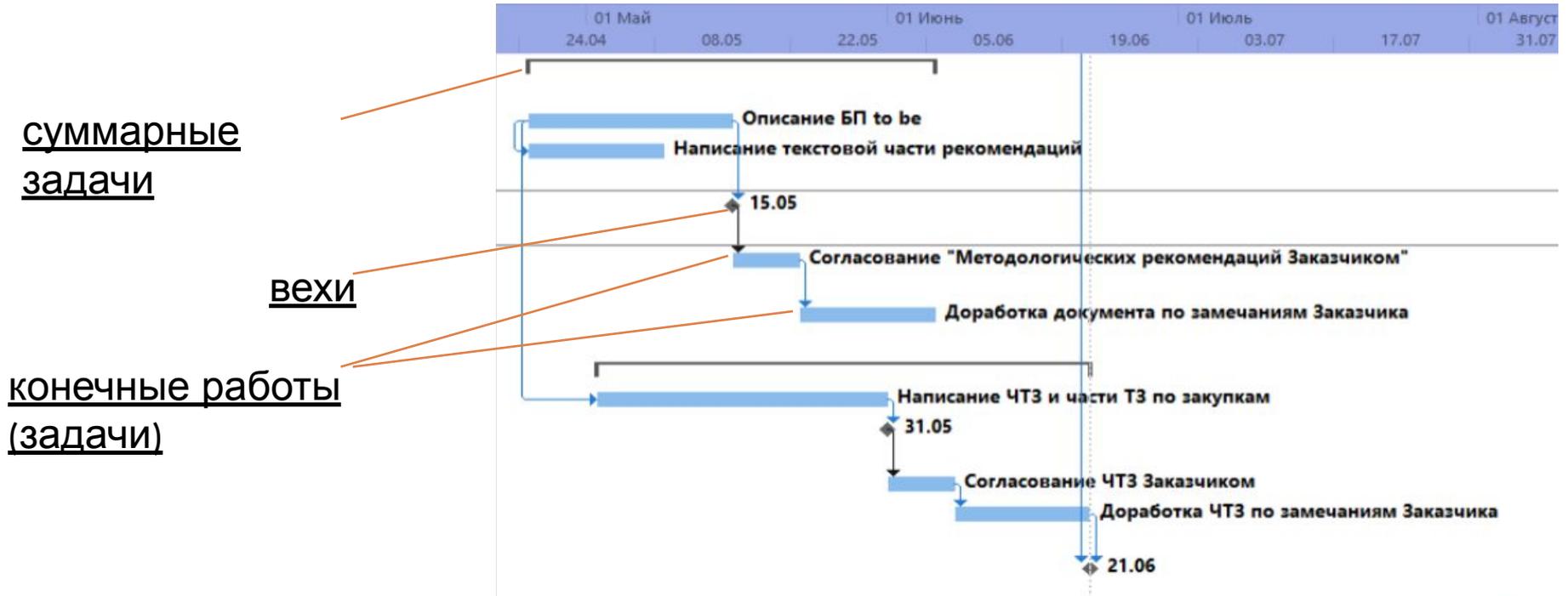


Диаграмма Ганта (Microsoft Project)

### 3. Инструменты и методы управления расписанием

#### Календарные ограничения

- жесткие
- гибкие

**Жесткое ограничение** – фиксированная дата начала или окончания.

Работа/операция этого типа планируется на указанную дату, несмотря ни на какие ограничения, даже если это нарушает логику проекта.

#### **Гибкие ограничения:**

- Начало не раньше, чем
- Начало не позже, чем
- Окончание не раньше, чем
- Окончание не позже, чем

### 3. Инструменты и методы управления расписанием

#### Гибкие ограничения:

- *Как можно раньше ASAP* (as soon as possible) – основной тип работ/операций, используемый при планировании. Работа такого типа планируется на максимально раннюю возможную дату с учетом имеющихся ограничений.
- *Как можно позже ALAP* (as last as possible) работа/операция планируется на максимально возможный поздний срок с учетом ограничений, наложенных на работу (обычно с такими ограничениями работают в проектах, которые планируются от конца).

### 3. Инструменты и методы управления расписанием

## Методы сжатия проекта

Метод	Характеристика
<b>Интенсификация (crashing)</b> (основной метод)	Анализ альтернатив соотношения стоимости и длительности проекта. Интенсификация не всегда порождает жизнеспособные альтернативы и часто приводит к значительному росту стоимости
<b>Быстрый путь (fast tracking)</b> (основной метод)	Параллельное выполнение работ, которые обычно выполняются последовательно. Такой подход увеличивает риски

### 3. Инструменты и методы управления расписанием

## Методы сжатия проекта

Метод	Характеристика
<b>Детальное планирование (дополнительный метод)</b>	Детализация работ критического пути для более точного планирования
<b>Перевод ресурсов (дополнительный метод)</b>	Перевод на работы критического пути ресурсов с работ, имеющих резерв времени

### 3. Инструменты и методы управления расписанием

#### Методы математического анализа сетевых графиков:

- метод ***критического пути*** (Critical Path Method, СРМ) (рассмотрели выше)
- метод ***PERT***
- метод ***GERT***

### 3. Инструменты и методы управления расписанием

#### Метод *PERT*

Метод оценки и пересмотра планов **Program Evaluation and Review Technique**

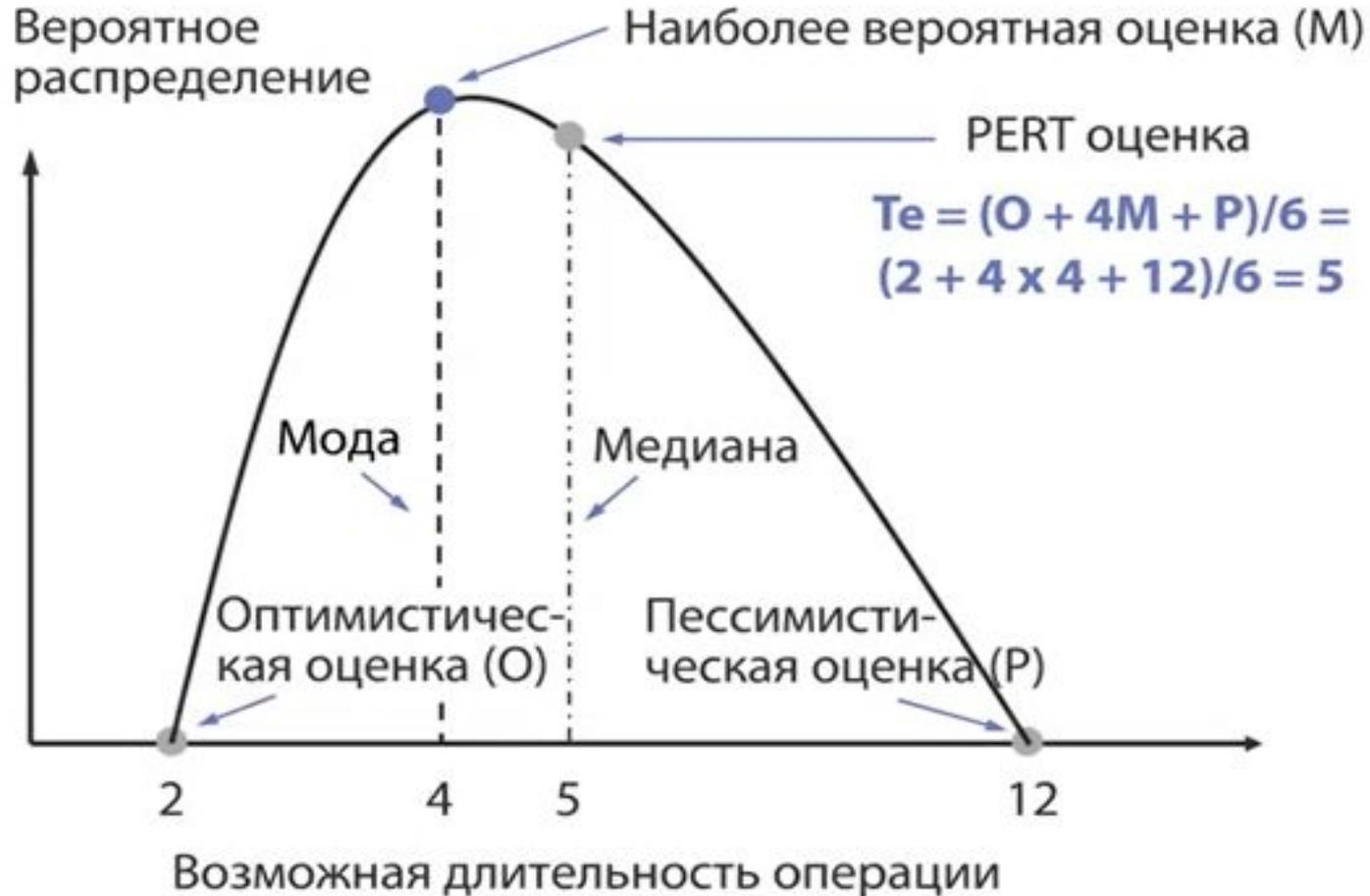
**Метод PERT** разработан специалистами военно-морского флота США в 1958 году в процессе разработки проекта по созданию баллистической ракеты Polaris.

**Особенностью** метода PERT (в отличие от метода критического пути) является применение вероятностных подходов для оценки времени.

Сетевая модель проекта строится на основе трех точек или трех оценок длительности работ (наиболее вероятной, оптимистической и пессимистической)

### 3. Инструменты и методы управления расписанием

## Метод PERT



### 3. Инструменты и методы управления расписанием

#### **Метод *GERT***

#### **Метод графической оценки и пересмотра Graphical Evaluation and Review Technique (*GERT*)**

Метод анализа модели проекта, обладающий как вероятностной оценкой длительности работ, так и вероятностными параметрами сети