

# Информационные Системы Управления Проектами

**Раздел: Управление проектами**

Кафедра информационных технологий

## Понятие проекта

**Проект** – последовательность мероприятий (работ), направленных на достижение конкретной цели за счёт использования необходимых ресурсов (материальных, трудовых, финансовых).

Проект имеет чётко определённую временную протяжённость (время начала и окончания).

**Управление проектом** – это управление всей деятельностью по проекту, осуществляемое посредством планирования работ, координации действий специалистов и организаций, участвующих в проекте, для достижения цели проекта с наибольшей эффективностью.

Планирование и отслеживание выполнения проекта – основная область применения математических методов и информационных технологий.

# Управление проектом

Управление проектом состоит из пяти процедур, четыре из которых относятся к планированию и контролю выполнения проекта:

Процедура 1. Определение среды проекта.

Процедура 2. Формулирование проекта.

Процедура 3. Планирование проекта.

Процедура 4. Техническое выполнение проекта (за исключением планирования и контроля).

Процедура 5. Контроль выполнения проекта.

# Типология проектов

Высокая неопределенность

	Фундаментальные исследования				Маастрихтский договор
		Антарктическая экспедиция		Полёт на Луну	ООНовская кампания
	Добыча нефти и газа			Военная кампания	
Диссертация	Разработка продукции	Рекламная кампания			Туннель под Ла-Маншем
			Химзавод	Шоссе	Аэробус
Написание романа	Свадьба	Аудит компании	Танкер		Автозавод

Низкая неопределенность

Низкая сложность				Высокая сложность	
Личные	Групповые	Организа ционные	Межоргани зационные	Нацио нальные	Многонацио нальные

# Особенности проектов

1. Цель проекта. Конечный результат, выход, продукция, определяемая в терминах затрат, качества и времени реализации.
2. Сложность. Для достижения целей проекта необходимо решить множество задач. Отношения между задачами могут быть довольно сложными, особенно, если в проекте много задач.
3. Уникальность. Проект – это разовое начинание, которое не будет повторяться. Даже «повторяющиеся» проекты, например, строительство ещё одного предприятия по той же проектной документации, значительно отличаются друг от друга используемыми ресурсами и средой реализации.
4. Ограниченность во времени. Проект имеет начало и конец. Для его реализации необходима временная концентрация ресурсов. По минованию надобности, ресурсы используются на другие цели.
5. Жизненный цикл. По мере реализации проекта, изменяется потребность в тех или иных ресурсах. Это изменение происходит в определённой предсказуемой последовательности.

## Факторы, способствующие успеху проекта

1. Чётко поставленные цели. Начиная уже с философии проекта (или его миссии). Приверженность проектной группы заявленным целям.
2. Компетентный руководитель проекта. Грамотный, коммуникабельный руководитель, имеющий необходимый технический и административный опыт.
3. Поддержка со стороны руководителей высшего звена. Все заинтересованные стороны должны знать об этой поддержке и её чувствовать.
4. Компетентные члены проектной группы. Успех проекту обеспечивает грамотная и подготовленная группа исполнителей.
5. Достаточное ресурсное обеспечение. Финансовые, кадровые, материальные и другие ресурсы в достаточном количестве.
6. Адекватное информационное сопровождение. Наличие необходимой для реализации проекта информации о его целях, статусе, изменениях, организационных условиях и потребностях клиентов.

## Факторы, способствующие успеху проекта (2)

7. Механизмы управления. Механизмы управления происходящими событиями и выявления отклонений от плана.
8. Обратная связь. Все заинтересованные стороны по проекту должны иметь возможность изучать положение дел и вносить соответствующие предложения и коррективы.
9. Отзывчивость к клиентам. Все потенциальные пользователи проекта получают информацию о состоянии дел по проекту.
10. Механизмы поиска и коррекции отклонений. Система мер по поиску проблем и устранению их причин.
11. Неизменность состава участников проекта. Кадровая составляющая проекта на весь срок его реализации должна в максимально возможной степени оставаться постоянной. Частая смена кадров может привести к распылению накопленного группой опыта.

# Роль руководителя проекта

Роль руководителя проекта – обеспечить достижение целей проекта. Для этого он:

- Планирует проект;
- Контролирует его выполнение;
- Посредством обдуманного структурирования и декомпозиции преодолевает сложность проекта;
- Снижает уровень неопределённости;
- Организует обмен необходимой информацией;
- Обеспечивает проект ресурсами;
- Распределяет ресурсы между задачами;
- Управляет неопределённостью посредством прогнозирования, планирования и решения проблем.

# Качества руководителя проекта

Руководитель проекта должен обладать пятью основными качествами:

1. Иметь опыт в сфере реализации проекта;
2. Быть лидером и обладать стратегическим видением, позволяющим ему при работе над деталями видеть проект и его среду в целом;
3. Обладать техническими знаниями, необходимыми для принятия решений по проекту;
4. Умение работать с людьми, общаться, поощрять, мотивировать, возглавлять, улаживать споры и решать политические вопросы;
5. Иметь за плечами опыт реализации проектов.

# Процесс планирования и управления проектом

Этот процесс состоит из пяти этапов, четыре из которых касаются планирования и управления.

Этап 1. Изучение среды проекта. Среда – влияющие на проект внутренние и внешние факторы.

Этап 2. Формулирование проекта – постановка целей, задач и выработка стратегии реализации проекта.

Этап 3. Планирование проекта – определение последовательности работ и всех видов ресурсов для реализации проекта.

Этап 4. Техническое исполнение – непосредственное техническое выполнение пунктов плана проекта.

Этап 5. Управление проектом – контроль за выполнением проекта в соответствии с планом.

# Этапы планирования и управления проектом



В структуре управления проектом присутствуют обратные связи. Другими словами, процесс имеет итеративный характер.

# Этап 1. Изучение среды проекта

Среда проекта состоит из факторов, которые могут оказать существенное влияние на проект в ходе его выполнения.

- Среда определяет способ реализации проекта.
- На масштабы и сроки выполнения одних проектов могут влиять другие проекты, выполняемые организацией.
- Среда проекта – главный источник присущей проекту неопределённости.

# Среда проекта



## Этап 2. Формулирование проекта

В основе формулирования проекта лежат три элемента:

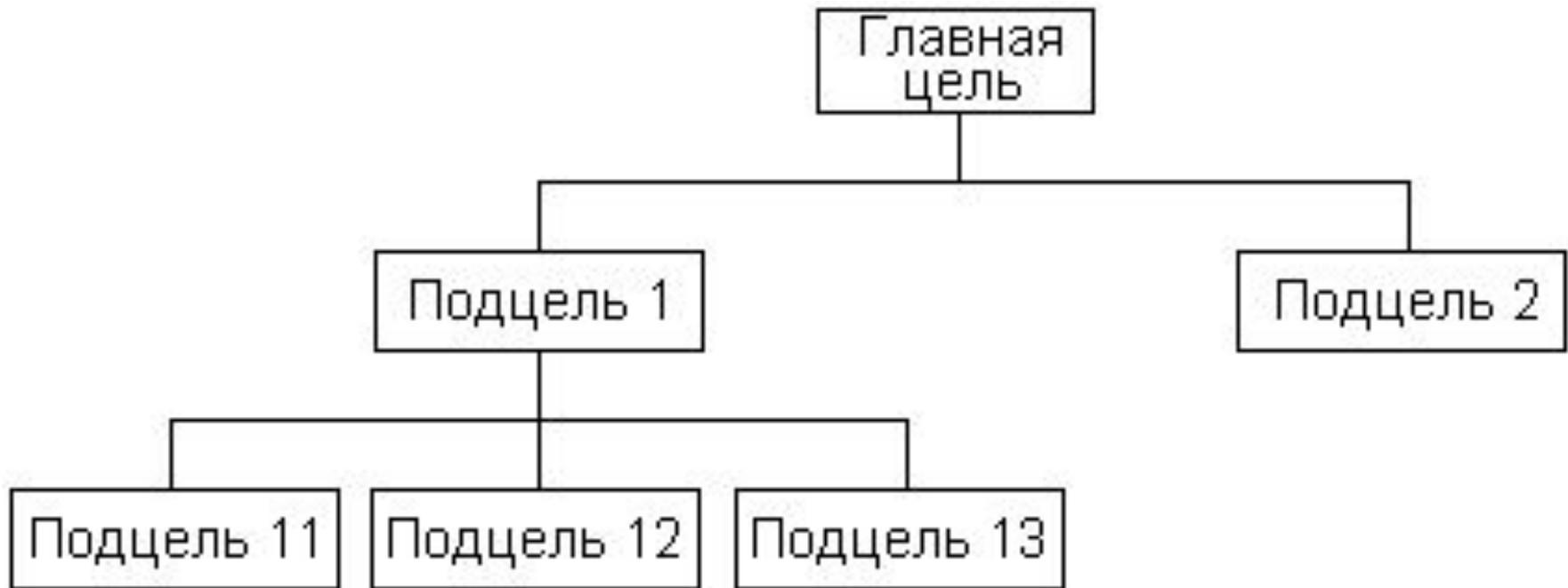
- Цели проекта – чего достигнет проект в своей конечной точке.
- Задачи проекта – функциональные группы работ по проекту.
- Стратегия – каким путём руководители проекта приведут его к цели.

### Цель проекта

Цель проекта – его результат, на достижение которого направлены усилия исполнителей. Для того, чтобы поставить цель проекта, руководитель, как это ни парадоксально, должен начать с конца – определить тот конечный результат, который должен быть получен.

# Иерархия целей

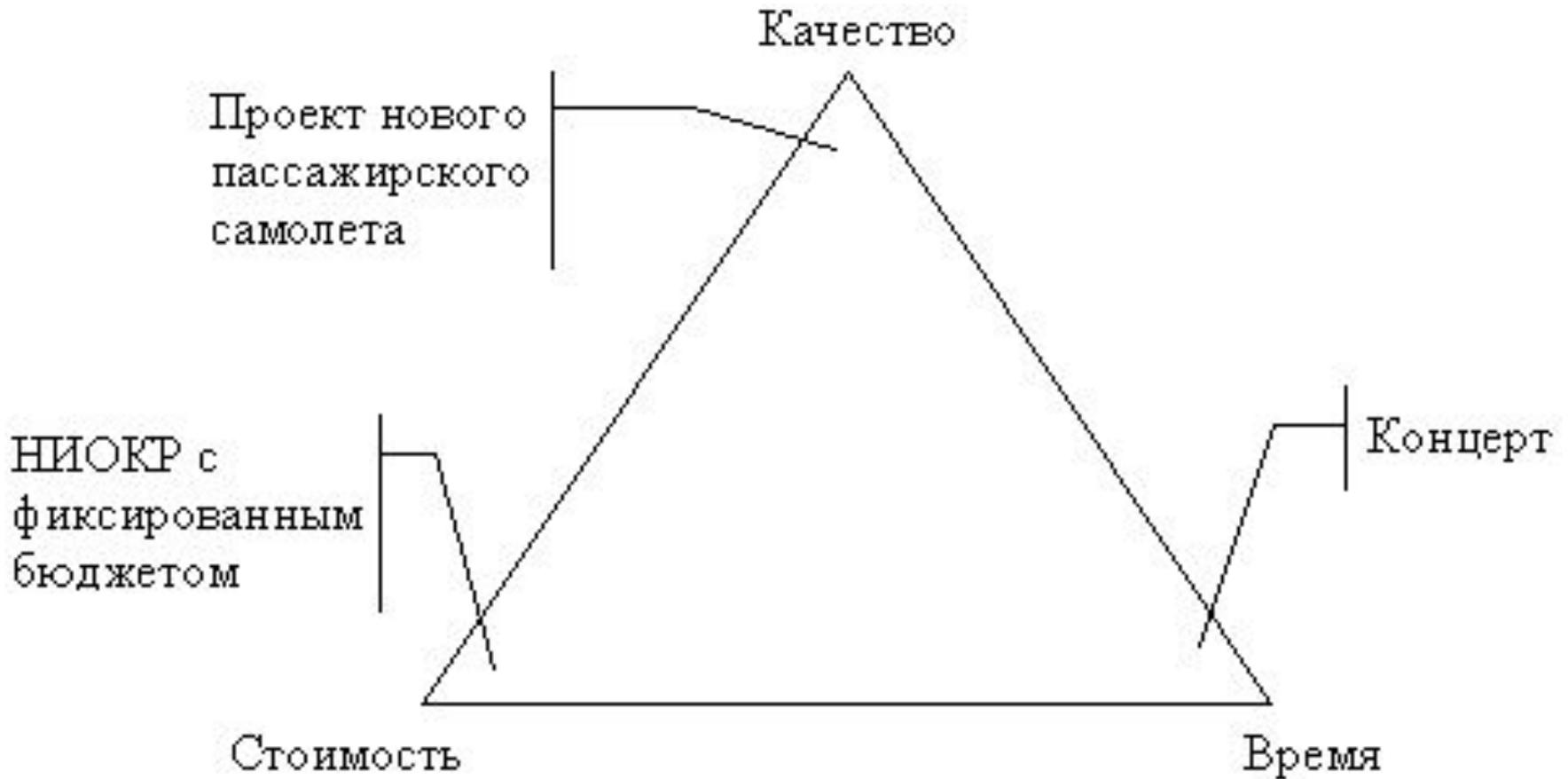
Цель каждой части проекта должна быть подчинена общей цели проекта. Иными словами, каждый проект может быть разделён на ряд подпроектов, цели которых составляют иерархию подобно приведённой ниже схеме.



## Цели управления проектом

- Качество. Результат должен соответствовать цели, т.е. работать так, как задумано.
- Время. Время – абсолютно жёсткий ресурс. Если день прошел, то его уже не вернёшь. Хотя определенные виды деятельности можно сделать короче, срок завершения проекта можно изменить только путём переопределения его целей.
- Стоимость (затраты). Хотя деньги – это «гибкий» ресурс проекта, общая его стоимость должна быть установлена с самого начала. Ключевая задача руководителя проекта состоит в таком управлении ресурсами, чтобы затраты не превысили запланированной суммы.

# «Треугольник целей» проекта



В том или ином проекте могут превалировать разные показатели цели.

# Спецификация проекта

Задачи проекта оформляются в спецификацию проекта, в которой в письменном и графическом виде приводится информация, используемая для определения результатов и сопутствующих условий.

После начала работ может возникнуть необходимость в тех или иных изменениях в проекте. Изменения бывают двух видов: внутренние и внешние.

Внутренние изменения: касаются применения спецификации. Например, при строительстве химического завода было решено использовать другое хранилище, которое ещё не существовало на момент составления спецификации.

Внешние изменения: возникают в результате решения покупателя изменить спецификацию. Например, при изменении международного стандарта, покупатель самолёта решает заменить всё навигационное оборудование.

# Стратегия проекта

**Стратегия проекта** – это способ достижения целей и показателей проекта. Основной стратегический ход: разбиение проекта на этапы. Этапы делят проект на ограниченные временные промежутки.

Этапы могут быть очень простыми, например: начальный, средний и конечный.

**Контрольные точки** – это точки, в которых измеряются показатели времени (сроки), стоимости (расходы) и качества. Контрольные точки могут служить границами между этапами.

## Этап 3. Планирование проекта

Планирование проекта осуществляется в 4 целях:

1. Определение стоимости и срока выполнения проекта. Это позволяет принимать важные решения, например, решение о том, стоит ли вообще начинать проект.
2. Определение объёма необходимых ресурсов.
3. Распределение работ и контроль результатов. Планирование должно предусматривать кто и за что отвечает.
4. Оценивать влияние на проект каких-либо изменений.

Планирование во времени – это не разовый процесс. За время реализации проекта план может составляться несколько раз. Новые планы учитывают дополнительную информацию, уменьшают неопределенность в проекте.

# Планирование проекта

Планирование осуществляется в пять шагов.



# Пример. Планирование проекта «Завтрак»

## Среда и формулировка проекта

<b>Цель проекта</b>	Приготовить и подать завтрак
<b>Конечный результат</b>	Завтрак из варёного яйца, тоста и апельсинового сока
<b>Критерий успеха</b>	Минимальные трудовые ресурсы, минимальный срок, высокое качество конечного продукта (яйцо свежесваренное, тост тёплый, сок свежавыжатый)
<b>Ресурсы</b>	Проект выполняется на кухне в 6:30. Требуется один оператор и обычное кухонное оборудование

# Декомпозиция работ по проекту «Завтрак»

Уровень декомпозиции

0

Накрыть завтрак

1

Произвести стакан апельсинового сока

Произвести варёное яйцо

Произвести тост, намазанный маслом

Сервировать и подать поднос

2

Подготовить апельсин

Применить соковыжималку

Взять поднос и приборы

Поставить всё на поднос

Отнести поднос в спальню

3

Вымыть

Разрезать пополам

Подготовить соковыжималку

Выжать сок

Налить сок в стакан

Вымыть соковыжималку

# Декомпозиция работ по проекту «Завтрак» (2)

Уровень декомпозиции

1

Произвести варёное яйцо

2

Подготовить сырое яйцо

Приготовить кипящую воду

Сварить яйцо

3

Вымыть

Подогреть в тёплой воде

Налить воду в кастрюлю

Довести воду до кипения

Опустить яйцо в кипящую воду

Опустить яйцо в холодную воду

1

Произвести тост, намазанный маслом

2

Нарезать хлеб

Поджарить хлеб в тостере

Намазать тост маслом

# Оценка сроков и ресурсов проекта «Завтрак»

Оценки затрат труда (чел-мин) и времени (мин) на выполнение нашего проекта приведены в таблице:

№	Работа	Трудо-затраты	Вре-мя
1	Подготовить апельсин	1	1
2	Подготовить соковыжималку	1	1
3	Выжать сок	1	2
4	Налить сок в стакан	1	1
5	Вымыть сырое яйцо	1	1
6	Подогреть яйцо в тёплой воде	0	2
7	Налить в кастрюльку воды	1	1
8	Вскипятить воду	0	3
9	Сварить яйцо	0	4
10	Опустить яйцо в холодную воду	0	1
11	Нарезать хлеб	1	1
12	Поджарить хлеб в тостере	0	2
13	Намазать тост маслом	1	1
14	Сервировать поднос	1	1
15	Отнести поднос с завтраком	1	1

## Выявление отношений и зависимостей

В таблице выше перечислены работы нашего проекта. При ближайшем рассмотрении видно, что одни работы должны следовать за другими. Нельзя «сварить яйцо», не «наполнив водой кастрюльку» и не «вскипятив воду».

Логический анализ перечисленных работ позволяет выявить обязательный порядок следования некоторых работ друг за другом, например:

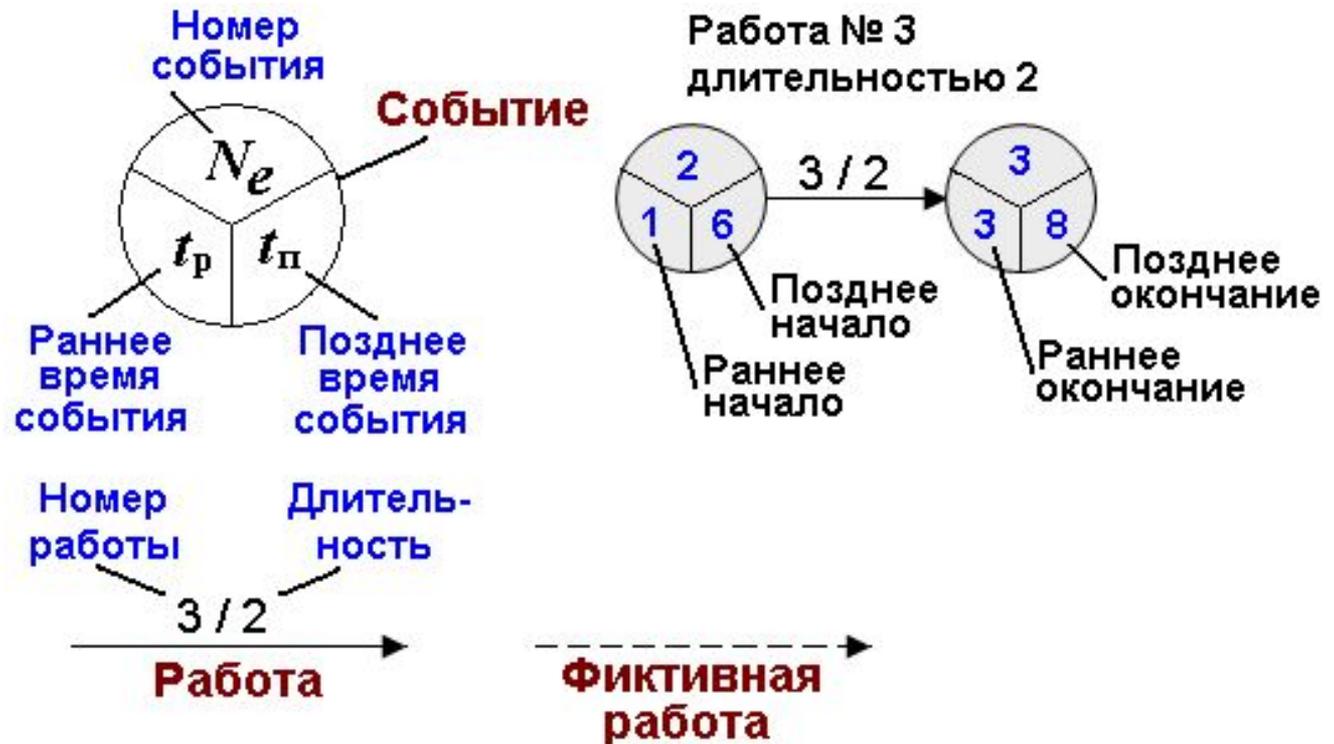
- нарезать хлеб – поджарить хлеб – намазать тост маслом,
- налить воду в кастрюльку – вскипятить воду – сварить яйцо,
- подготовить апельсин и соковыжималку – выжать сок – налить сок в стакан.

С учётом выявленных зависимостей работ строится **сетевой график** работ.

# Сетевой график работ

**Сетевой график** работ – это ориентированный граф, вершинами (узлами) которого являются события, а дугами – работы.

Элементы сетевых графиков:



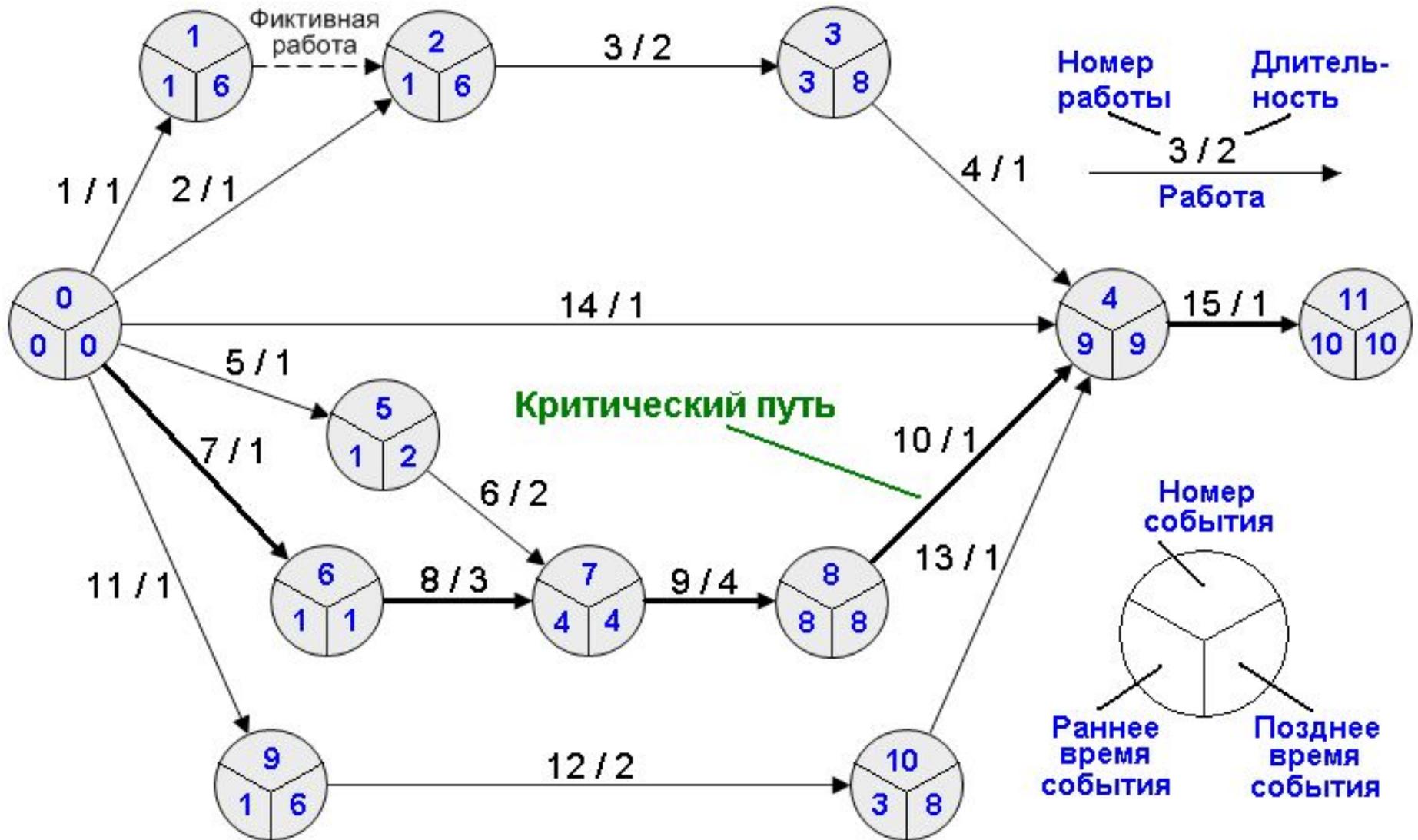
$$t_{pi+1} = t_{pi} + T_j$$

$$t_{пi+1} = t_{пi} + T_j$$

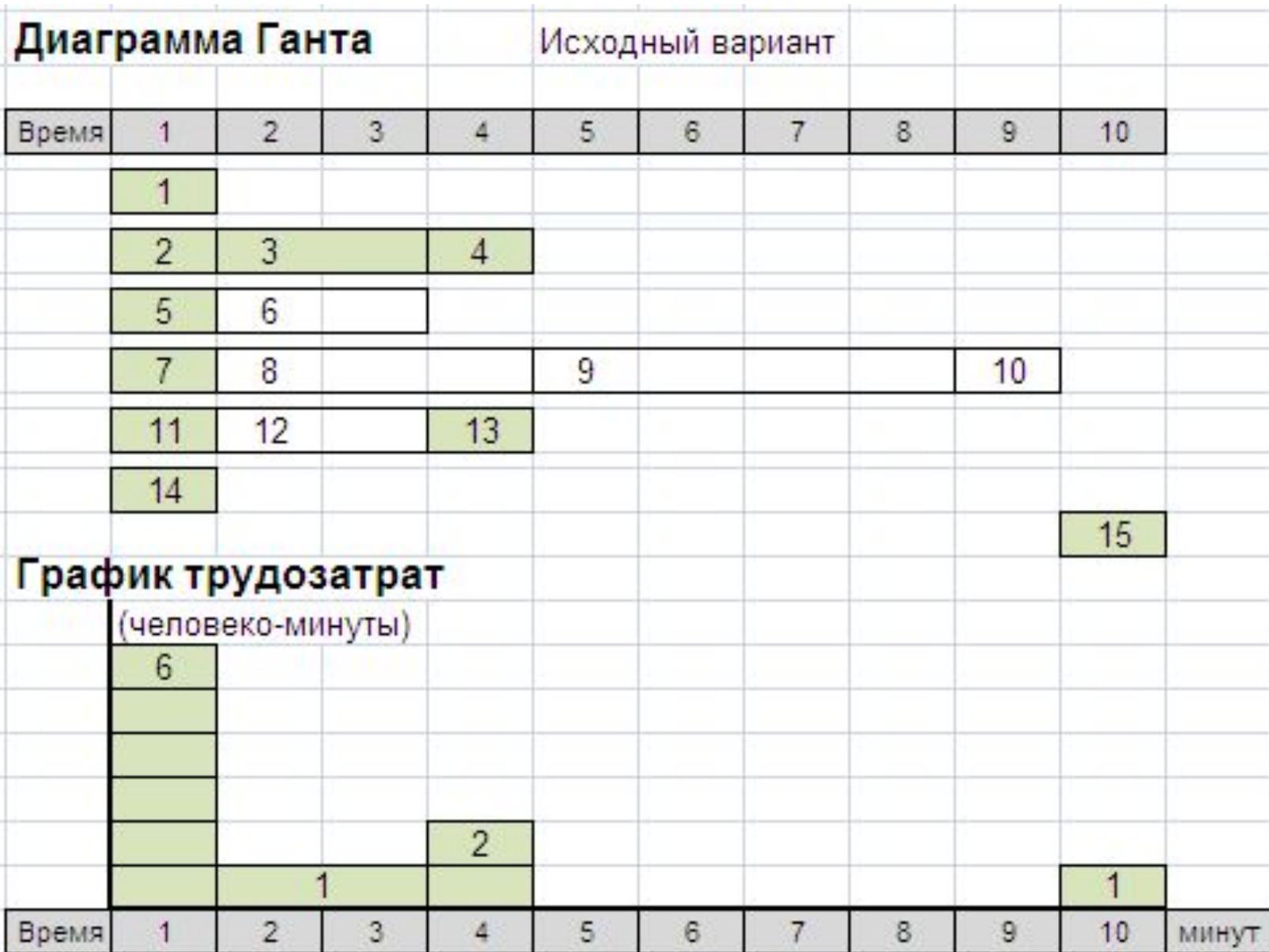
$T_j$  – длительность  $j$ -ой работы,

$i, i+1$  – номера событий начала и окончания  $j$ -ой работы.

# Сетевой график проекта «Завтрак»



# Диаграммы к проекту «Завтрак»



# Сетевое планирование

Существует два основных метода сетевого планирования:

- ❖ **метод критического пути** (МКП) и
- ❖ **метод оценки и пересмотра планов** (англ. Program Evaluation and Review Technique – PERT).

Сначала строится сетевой график (топология), затем выполняется расчёт времени наступления всех событий.

От начала к концу сети определяется раннее время наступления событий.

От конца к началу сети определяется позднее время наступления событий.

Разность позднего и раннего времени начального события работы определяет резерв времени этой работы. Начало работы может «плавать» в пределах резерва без изменения общего времени выполнения проекта.

## Метод критического пути

Если резерв времени работы равен нулю, она называется критической. Последовательность критических работ от начала до конца сети называется критическим путём.

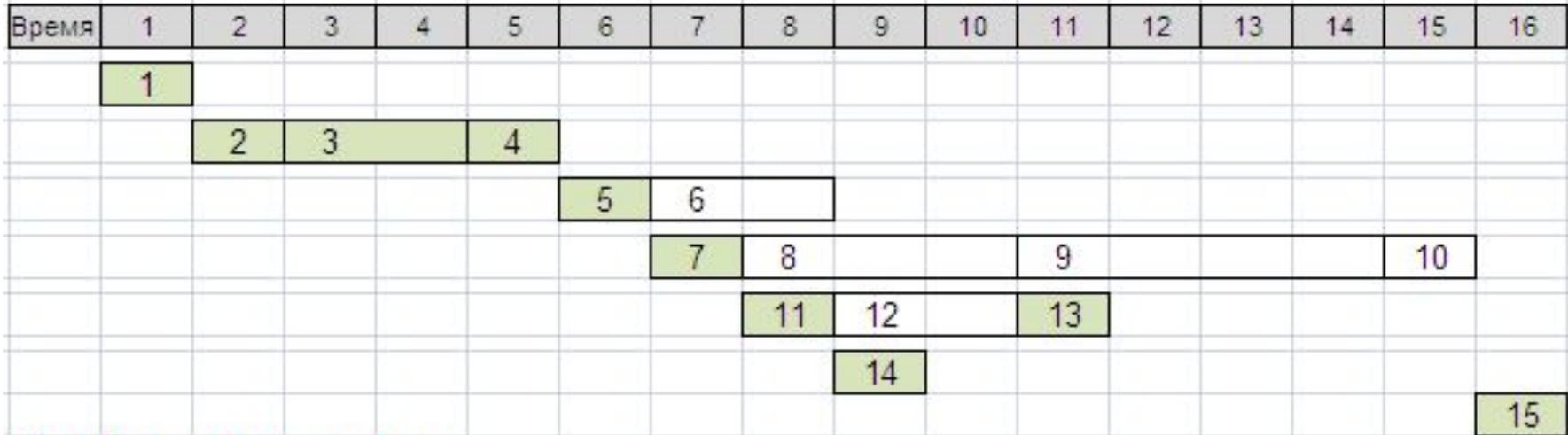
1. Длительность всего проекта равна суммарному времени работ на критическом пути.
2. Длительность проекта в целом может быть сокращена только за счёт сокращения длительности критических работ. Соответственно, любая задержка работы критического пути влечёт увеличение длительности проекта.

Концепция критического пути обеспечивает концентрацию внимания менеджера на критических работах. Однако, основным достоинством метода критического пути является возможность манипулирования сроками выполнения некритических работ.

# Диаграммы к проекту «Завтрак» (2)

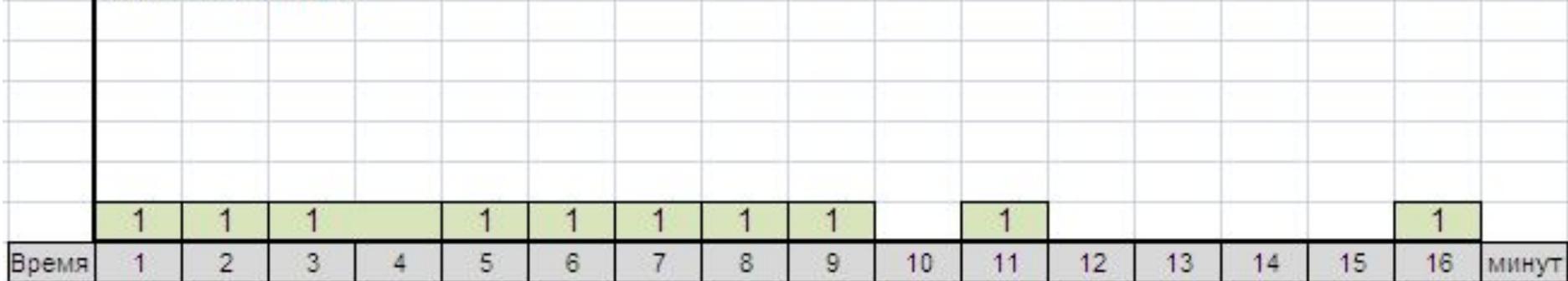
**Диаграмма Ганта**

С учётом ограничения трудовых ресурсов



**График трудозатрат**

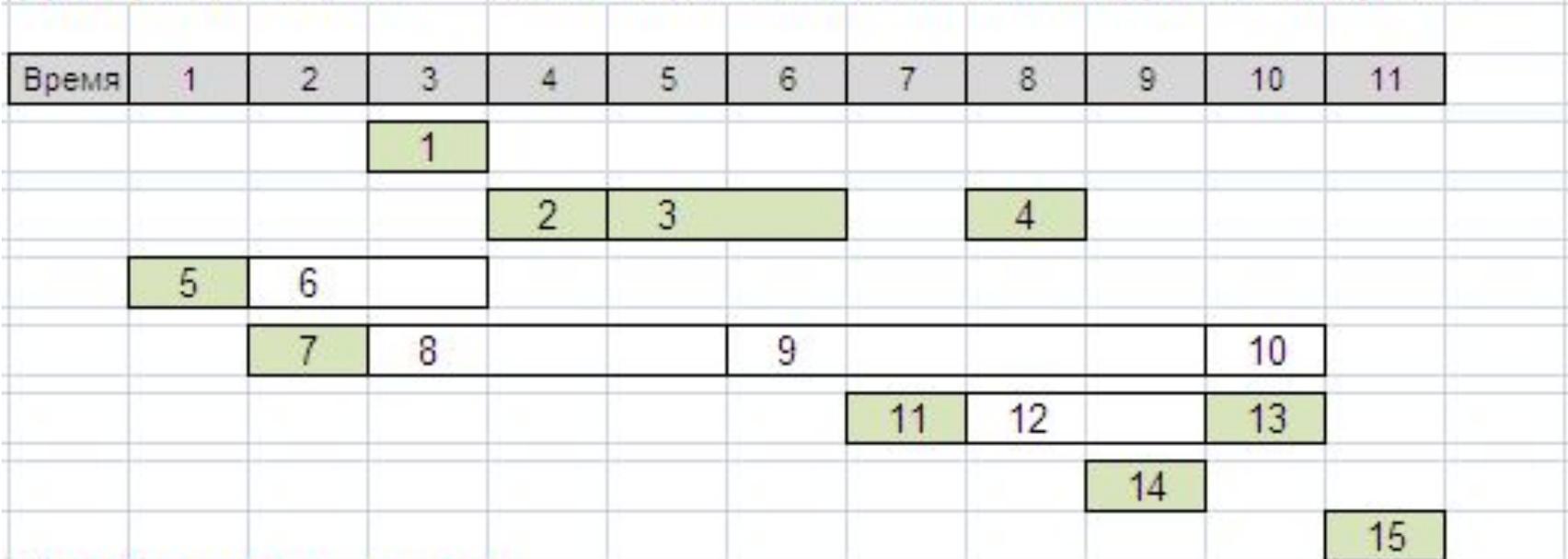
(человеко-минуты)



# Диаграммы к проекту «Завтрак» (3)

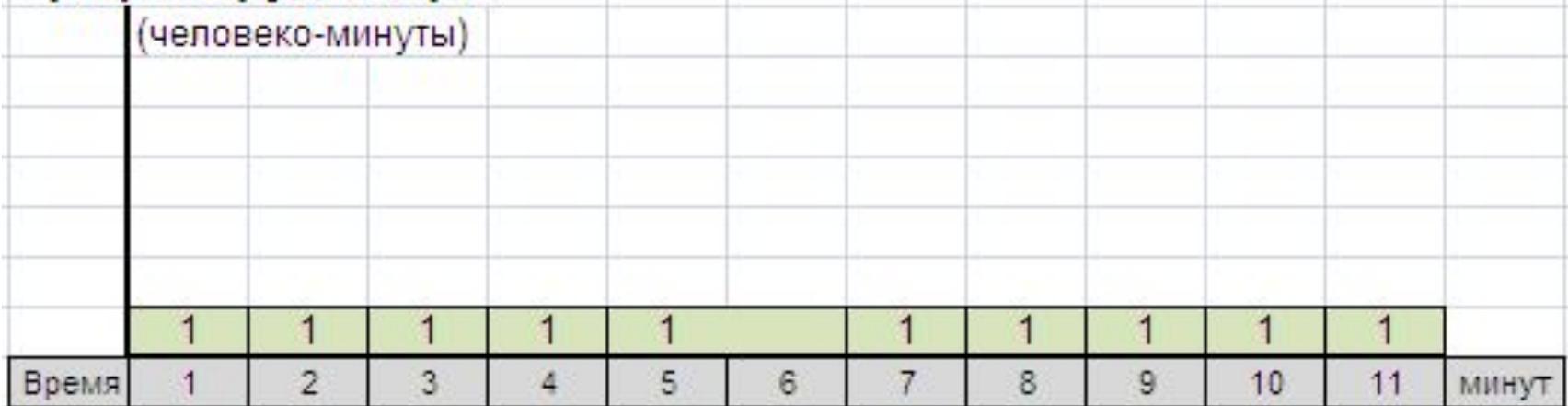
**Диаграмма Ганта**

Оптимизированный по времени и трудовым ресурсам



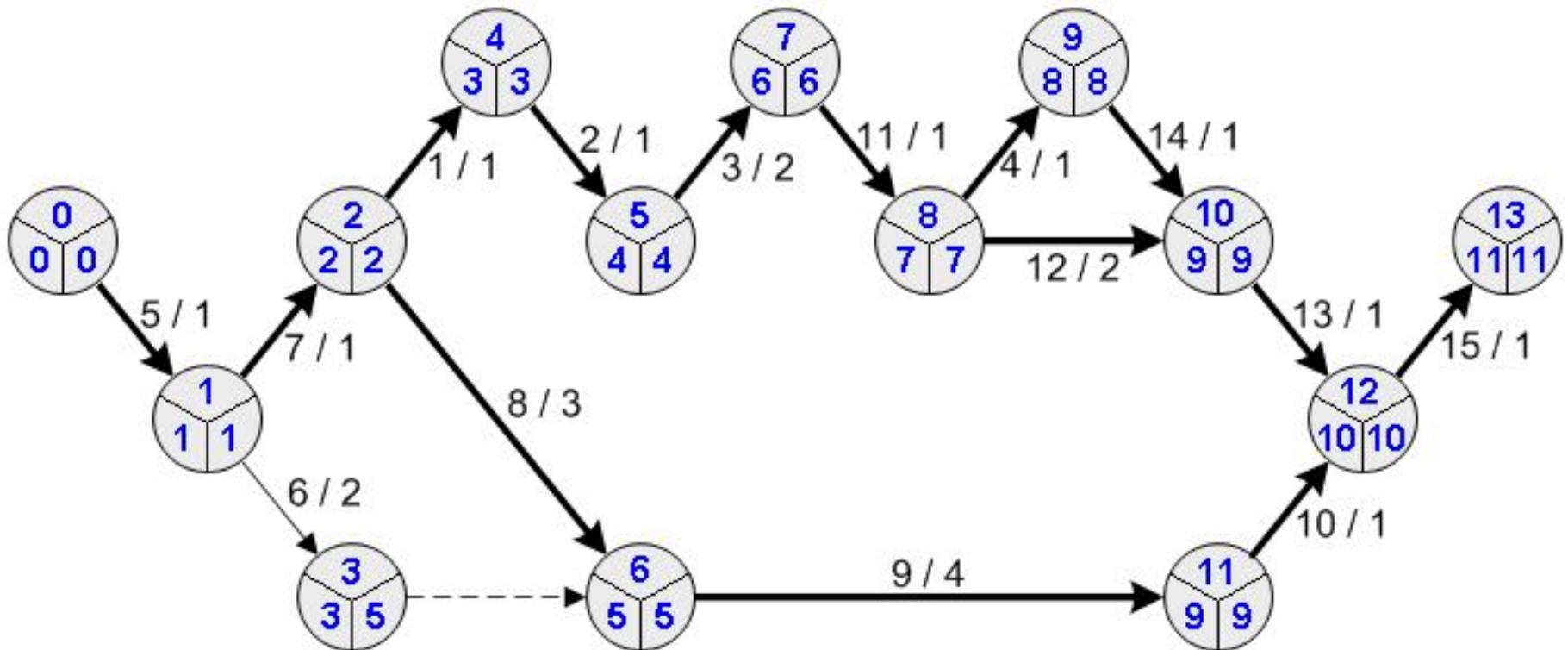
**График трудозатрат**

(человеко-минуты)



# Оптимизированный сетевой график

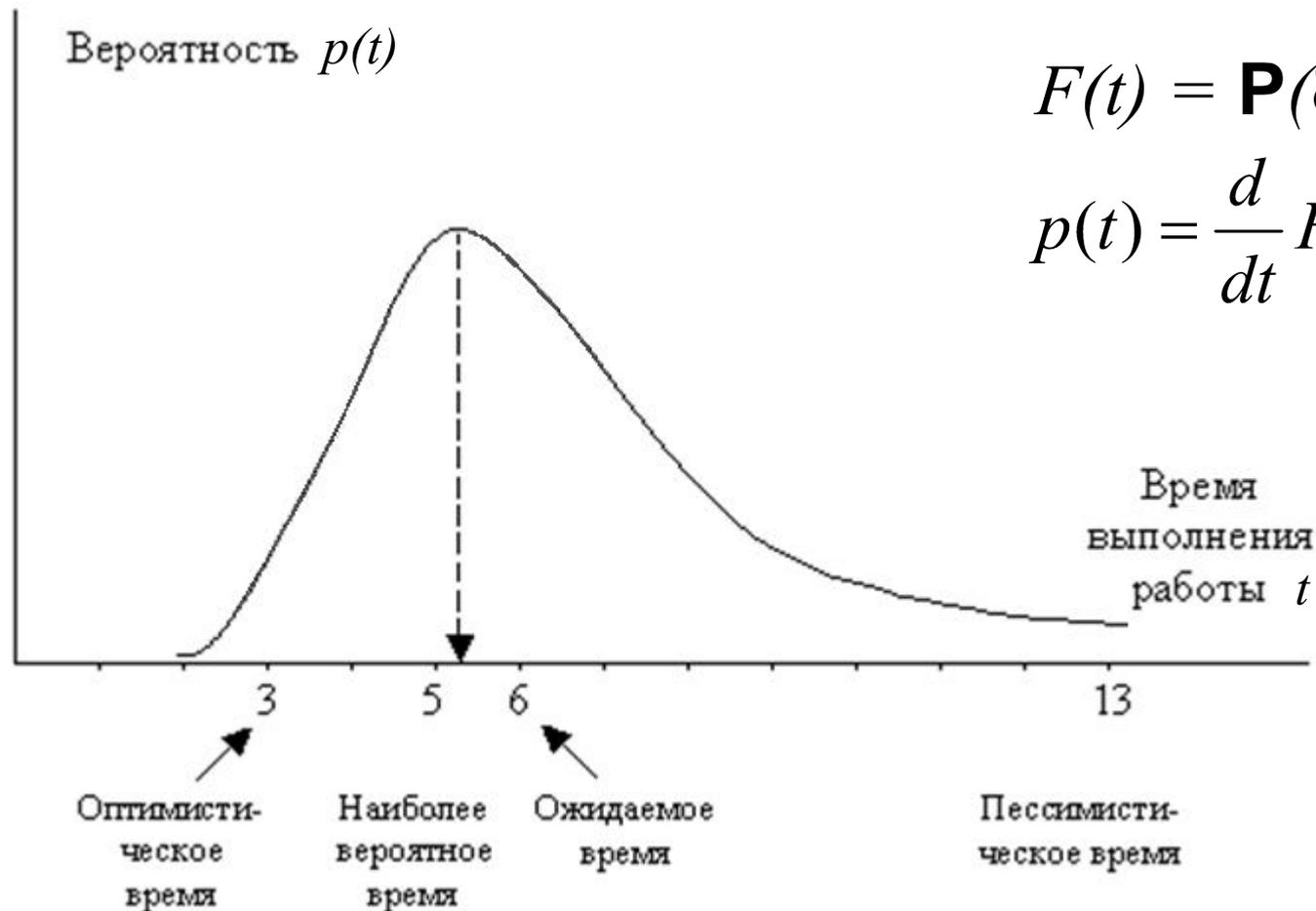
Предыдущей диаграмме Ганта соответствует следующий сетевой график:



# Вероятностные оценки

В условиях значительной неопределённости параметров работ проекта следует пользоваться методами теории вероятностей.

Основные вероятностные характеристики – интегральный закон распределения  $F(t)$  и функция плотности вероятности  $p(t)$ .



$$F(t) = \mathbf{P}(\xi < t)$$

$$p(t) = \frac{d}{dt} F(t)$$

## Вероятностные оценки - общие сведения

Математическое ожидание характеризует среднее значение случайной величины:

$$M_x = \int_a^b xp(x)dx.$$

Дисперсия характеризует разброс значений случайной величины относительно среднего значения; имеет размерность второй степени случайной величины:

$$D_x = \int_a^b (x - M_x)^2 p(x)dx.$$

Среднеквадратическое отклонение также характеризует разброс, но имеет ту же размерность, что и сама случайная величина, а это значительно удобнее:

$$\sigma_x = \sqrt{D_x}.$$

# Вероятностные оценки - нормальное распределение

Для расчёта продолжительности работ и всего проекта обычно принимается один из двух законов распределения.

1) нормальное распределение с плотностью вероятности:

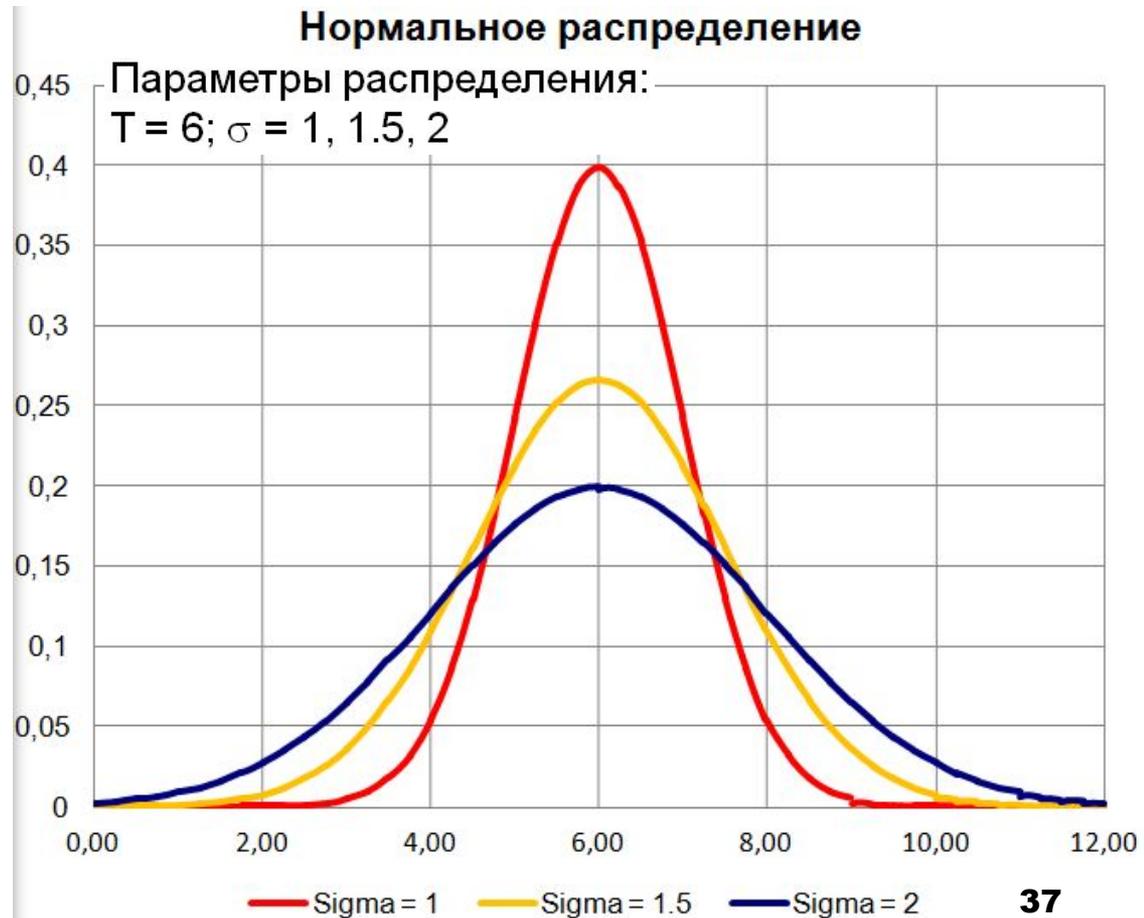
$$p(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-T}{\sigma}\right)^2}.$$

Матожидание:

$$M_t = T,$$

Дисперсия:

$$D_t = \sigma^2.$$



## Вероятностные оценки - бета-распределение

2) другой закон распределения продолжительности работ - бета-распределение с плотностью вероятности:

$$p(t) = \frac{(m+n+1)!}{m!n!(b-a)^{m+n+1}} (t-a)^m (b-t)^n \quad \text{при } a < t < b,$$

$$p(t) = 0 \quad \text{при } t \leq a, b \leq t.$$

Матожидание:

$$M_t = \frac{a(n+1) + b(m+1)}{m+n+2};$$

дисперсия:

$$D_t = \frac{(m+1)(n+1)}{(m+n+2)^2(m+n+3)} (b-a)^2.$$

## Бета-распределение (2)

Простой частный случай  $\beta$ -распределения при  $m = n = 2$ .  
Плотность вероятности:

$$p(t) = \frac{30}{(b-a)^5} (t-a)^2 (b-t)^2, \quad p_{\max} = p\left(\frac{a+b}{2}\right) = \frac{15}{8(b-a)}$$

Математическое ожидание:

$$M_t = \frac{a(2+1) + b(2+1)}{2+2+2} = \frac{a+b}{2},$$

дисперсия:

$$D_t = \frac{(2+1)(2+1)(b-a)^2}{(2+2+2)^2(2+2+3)} = \frac{(b-a)^2}{28}.$$

## Бета-распределение (3)

Графическое представление бета-распределения:



## Вероятностные оценки – сложение случайных величин

Как было показано, продолжительность проекта равна сумме длительностей работ на самом длинном пути сетевого графика. При любом законе распределения независимых случайных величин длительностей работ оценки продолжительности проекта даются выражениями:

Матожидание:

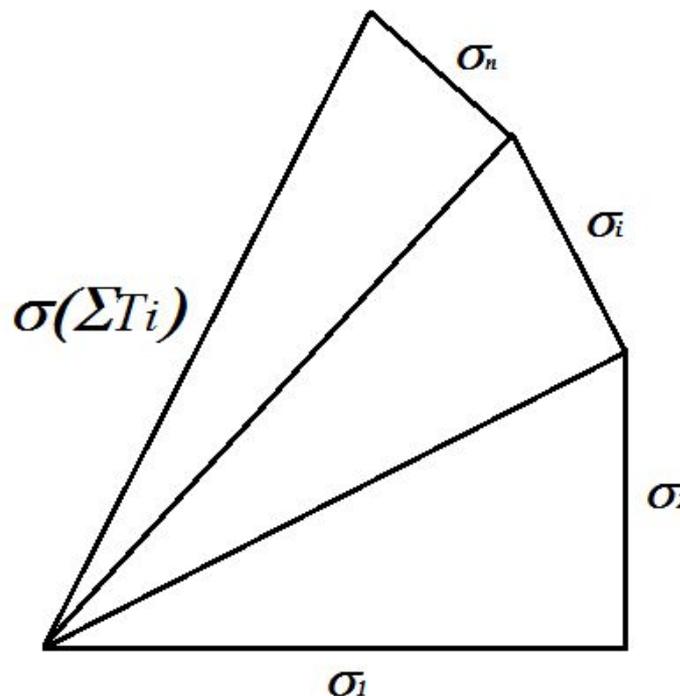
$$M(\sum T_i) = \sum M_{T_i};$$

дисперсия:

$$D(\sum T_i) = \sum D_{T_i};$$

С.К.О:

$$\sigma(\sum T_i) = \sqrt{\sum \sigma_{T_i}^2}.$$



## Метод оценки и пересмотра планов PERT

Если оценки времени подчиняются  $\beta$ -распределению, то ожидаемую длительность работы можно вычислить по формуле:

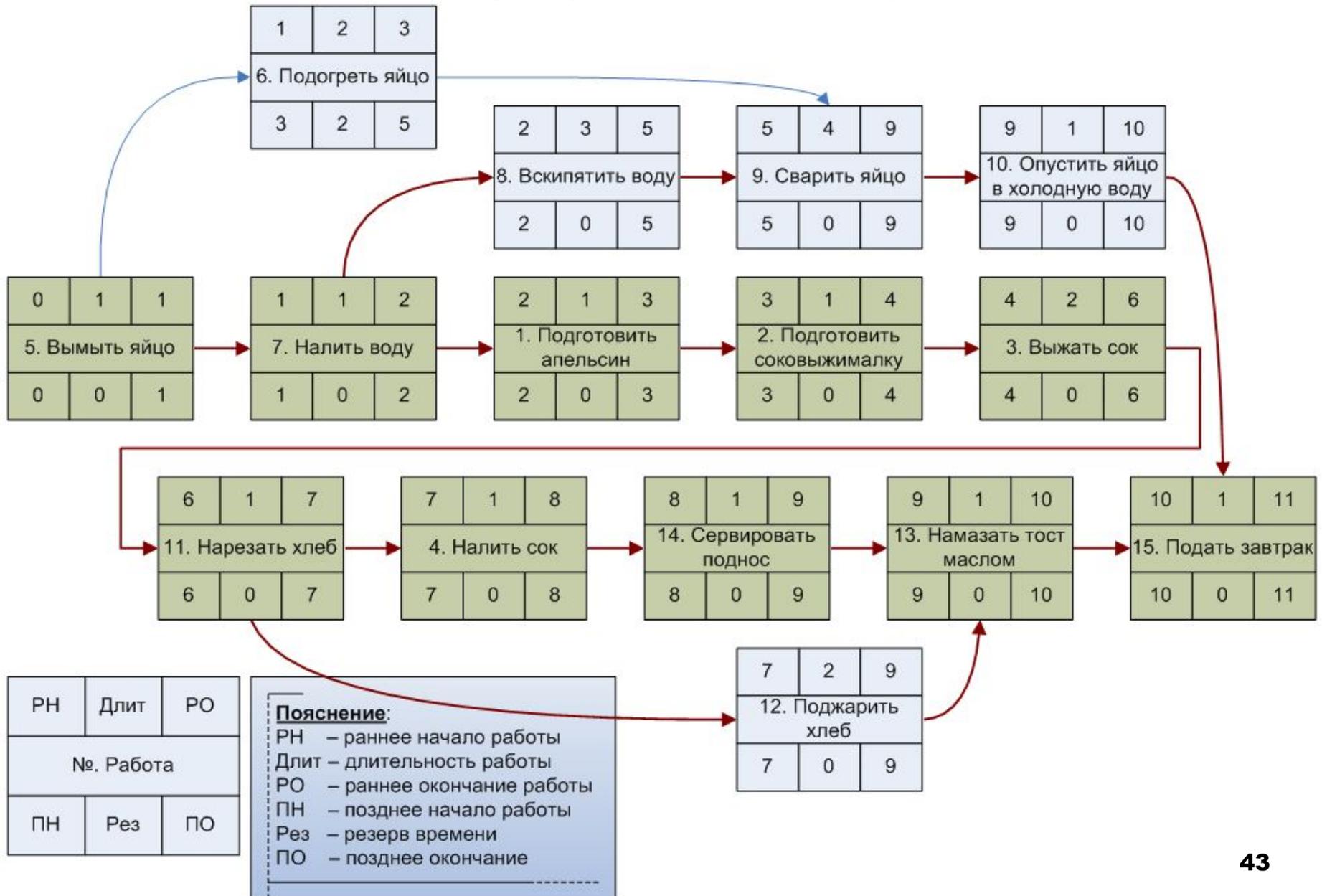
$$t_e = (t_o + 4t_m + t_p) / 6,$$

где  $t_o$  – оптимистическое время работы ( $a$ ),  
 $t_m$  – наиболее вероятное время работы ( $x_m$ ),  
 $t_p$  – пессимистическое время работы ( $b$ ).

Для каждого пути в сети рассчитывается средняя продолжительность и дисперсия продолжительности. Дисперсия рассматривается как мера риска (неопределённости) каждого пути сетевого графика.

На сетевых графиках по методу PERT принято узлами изображать работы, а дугами – временную и логическую последовательность работ.

# Сетевой график по методу PERT



# Программное обеспечение для управления проектами

Имеется широкий набор программных продуктов для разработки и управления проектами. Наиболее известные из них:

- **Welcom Open Plan** (США);
- **Primavera Project Planner Professional** (США);
- **Spider Project** (Россия);
- **Project Expert** (Россия);
- **Microsoft Office Project 2003** (2007),  
**Microsoft Office Project Server 2003** (2007) (США).

Все программы сопоставимы по возможностям, но каждая имеет свои особенности.

# Программное обеспечение для управления проектами

Программы **Open Plan Professional/Desktop** фирмы Welcom Software Technology Corp. (США). Стоимость ~ \$ 6000.

Обе версии **Open Plan** включают в себя традиционные функции календарного планирования:

- структурная декомпозиция работ проекта и сетевых графиков;
- расчёт и оптимизация календарных планов с учётом ограничений на ресурсы;
- разработка графиков потребности проекта в ресурсах;
- отслеживание хода выполнения работ и сравнение текущего состояния с исходным планом;
- предоставление отчётности по проекту.

А также средства мультипроектного планирования и контроля.

# Программное обеспечение для управления проектами

Программа **Project Planner Professional** фирмы Primavera Systems, Inc. (США). Стоимость ~ \$ 4000.

Программный продукт предназначен для автоматизации процессов управления проектами в соответствии с требованиями PMI (Project Management Institute) и стандартами ISO.

В первую очередь он предназначен для использования в составе корпоративной информационной системы, хотя вполне может работать и автономно, помогая решать задачи:

- календарно-сетевое планирования,
- определения критического пути,
- выравнивания ресурсов,
- «what-if» анализа,
- моделирования проектов, групп проектов, портфелей и программ.

# Программное обеспечение для управления проектами

Программа **Spider Project** фирмы «Технологии управления Спайдер» (Россия). Стоимость ~ \$ 4000.

Некоторые особенности пакета **Spider Project**, выгодно отличающие его от западных аналогов:

- Возможность создания и использования в проектах различных баз данных, в том числе нормативных расценок и расходов материалов на единицу объема, производительностей и загрузки ресурсов на типовых работах и т.д.
- Встроенная система анализа рисков и управления резервами по срокам и стоимости работ;
- Расчет трендов вероятностей успеха;
- Возможность использования в проектах любых дополнительных характеристик работ, ресурсов и назначений;
- Оптимальная организация групповой работы и мультипроектного управления;
- Встроенное руководство по управлению проектами, полностью охватывающее международные стандарты и учитывающее специфику управления проектами в России.

# Программное обеспечение для управления проектами

Программа **Project Expert** фирмы «Эксперт системс» (Россия). Стоимость ~ \$ 3800.

Особенности программы **Project Expert**, выгодно отличающие его от аналогов:

- ориентированность на разработку бизнес-планов развития предприятия;
- возможность определения потребности в инвестициях и кредитных средствах;
- возможность определения оптимального способа финансирования инвестиционного проекта;
- возможность оценки вариантов производства, закупок и сбыта;
- средства контроля выполнения бизнес-плана.

## Программное обеспечение для управления проектами

Программа **Microsoft Office Project Professional** фирмы Microsoft (США). Стоимость ~ \$ 1200.

Особенности программы **MS Project Professional**:

- интегрированность с пакетом MS Office;
- полный набор функций для разработки и управления проектами;
- организация групповой работы и многопроектного управления.

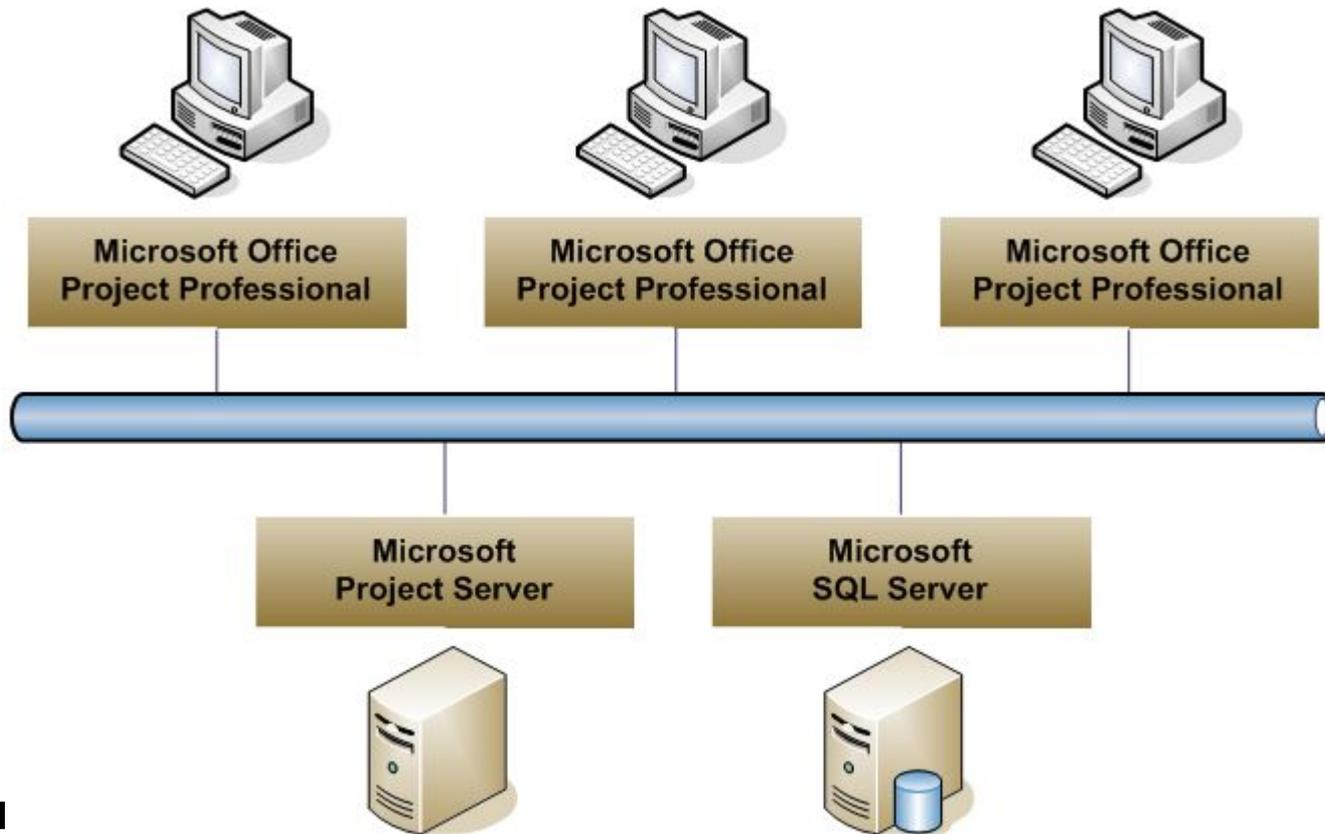
Для организации управления проектами на корпоративном уровне программа используется в комплексе с другими продуктами Microsoft:

**MS Office Project Web Access 2003 (2007),**

**MS Office Project Server 2003 (2007).**

# Архитектура коллективного управления проектами в масштабах компании

## Клиенты



## Серверы

# Схема обращения к MS Project Server через web-интерфейс

IIS – Internet Information Server;  
PDS – Project Data Service (ранее версии 2003),  
Web Access (начиная с версии 2003).

