

# Экономика программной инженерии

Барышникова Марина Юрьевна  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
Каф. ИУ-7

[baryshnikovam@mail.ru](mailto:baryshnikovam@mail.ru)

---

# Лекция 5

Планирование программного проекта. Структурная декомпозиция работ (WBS) как основа планирования проекта. Критический путь проекта

Провал планирования – это планирование провала. Если Вы не знаете, куда направляетесь, то как Вы узнаете, когда придете туда?



# Что такое планирование?

---

- ▶ Планирование - это определение ясных и точных задач, служащих для достижения поставленной цели
- ▶ План — это модель действий и прогноз состояния проекта и его окружения, это определение того, каким образом требования к проекту будут трансформированы в продукт с учетом экономических ограничений

## На какие вопросы позволяет ответить планирование?

- ▶ Что необходимо делать?
- ▶ Кто и что должен делать?
- ▶ Кто с кем взаимодействует?
- ▶ Когда и что должно быть сделано?
- ▶ Сколько и каких ресурсов нужно и для чего?
- ▶ Когда и откуда ресурсы должны поступать?
- ▶ Что сколько стоит?
- ▶ Что и когда должно быть оплачено?
- ▶ Какие это средства, каков их источник?
- ▶ Каковы лимиты ресурсов и бюджета?
- ▶ Какое требуется качество?
- ▶ Каковы риски проекта?
- ▶ Что выполнено на рассматриваемый момент, что нет?
- ▶ Кем и какие нарушены сроки?
- ▶ Что необходимо предпринять, чтобы проект был выполнен вовремя?



# Сущность планирования

---

задание целей и способов их достижения на основе формирования комплекса работ (мероприятий, действий), которые должны быть выполнены, применения методов и средств реализации этих работ, увязки ресурсов, необходимых для их выполнения, согласования действий организаций — участников проекта

## Цель планирования

выбор и определение способов создания и совершенствования программного средства, которые способны удовлетворить требованиям технического задания, спецификаций и контракта, а также обеспечить уровень качества, соответствующий заданным требованиям

Процессы и процедуры планирования проекта должны обеспечивать его реализуемость в заданные сроки с минимальной стоимостью, в рамках нормативных затрат ресурсов и с надлежащим качеством



# Параметры проекта, определяемые на этапе планирования

---

- ▶ продолжительность по каждому из контролируемых элементов проекта
- ▶ потребность в трудовых, материально-технических и финансовых ресурсах
- ▶ сроки поставки сырья, материалов, комплектующих и технологического оборудования
- ▶ сроки и объемы привлечения проектных, консалтинговых и других организаций
- ▶ и др.

Планы ничего не значат. Но сам процесс планирования всеобъемлющ

Д. Эйзенхауэр



# Принципы планирования в проекте

---

- ▶ **Целенаправленность.** Планирование рассматривается как процесс развертывания главной цели проекта в иерархическую последовательность целей и задач до уровня отдельных мероприятий, действий, работ с определением порядка их выполнения
- ▶ **Комплексность** планирования означает полный охват научных, проектных, организационных, производственных и других мероприятий и работ, направленных на достижение целей и результатов проекта
- ▶ **Сбалансированность по ресурсам** означает, что планы не содержат задач и работ, не обеспеченных необходимыми ресурсами
- ▶ **Системность** планирования предполагает применение системного подхода и учет влияния на проект факторов его окружения, т.е. рассмотрение проекта как целостной системы с учетом взаимосвязей как внутри, так и вне его
- ▶ **Гибкость** планирования предполагает способность системы прогнозировать и учитывать возможные изменения внешних факторов и их последствия
- ▶ **Многофункциональность** планирования означает обязательное планирование по всем функциям управления проектом



# Принципы планирования в проекте

---

- ▶ **Оптимальность** планирования предполагает способность системы формировать не просто приемлемые (допустимые с точки зрения принятых ограничений) планы, а лучшие планы по выбранным критериям
- ▶ **Адаптивность** планирования включает все достоинства оптимального планирования с учетом организационных проблем, что достигается за счет привлечения руководства к разработке планов и дает возможность учитывать неформализуемые требования, делая планирование более адекватным реальным условиям, персонифицированным, обоснованным и ответственным
- ▶ **Непротиворечивость** планирования обеспечивается преемственностью и взаимоувязанностью всех плановых решений
- ▶ **Непрерывность** планирования заключается в отслеживании, контроле а при необходимости актуализации плановых решений
- ▶ **Стабильность** планирования обеспечивается неизменностью основных целей проекта, его жизнеспособностью



# Основные процессы планирования

---

- ▶ планирование содержания проекта
  - ▶ определение основных этапов реализации проекта, декомпозиция их на более мелкие и управляемые элементы
  - ▶ составление сметы, оценка стоимости ресурсов, необходимых для выполнения работ проекта
  - ▶ формирование списка конкретных работ, которые обеспечивают достижение целей проекта
  - ▶ установление последовательности работ, определение и документирование технологических зависимостей и ограничений на работы
  - ▶ оценка продолжительности работ, трудозатрат и ресурсов, необходимых для выполнения отдельных работ
  - ▶ планирование ресурсов, определение того, какие ресурсы (люди, оборудование, материалы) и в каких количествах потребуются для выполнения работ проекта, уточнение сроков выполнения работ с учетом ограниченности ресурсов
  - ▶ составление бюджета, привязка сметных затрат к конкретным видам деятельности
  - ▶ разработка плана проекта, сбор результатов остальных процессов планирования и их объединение в общий документ
- 





# Вспомогательные процессы планирования

---

- ▶ планирование качества, определение стандартов качества, соответствующих данному проекту, и поиск путей их достижения
- ▶ организационное планирование (проектирование), определение, обследование, документирование и распределение проектных ролей, ответственности и отношений подчиненности
- ▶ подбор кадров, формирование команды проекта на всех стадиях жизненного цикла проекта
- ▶ планирование коммуникаций, определение информационных и коммуникационных потребностей участников проекта: кому и какая информация необходима, когда и как она им должна быть доставлена
- ▶ идентификация и оценка рисков, определение того, какой фактор неопределенности и в какой степени может повлиять на ход реализации проекта, определение благоприятного и неблагоприятного сценария реализации проекта, документирование рисков
- ▶ планирование поставок, определение того, что, каким образом, когда и с помощью кого закупать и поставлять

Планирование должно обеспечивать компромисс между требуемыми характеристиками создаваемой системы или продукта и ограниченными ресурсами, необходимыми на их разработку и применение



# Исходные данные для планирования

---

- ▶ договорные требования и обязательства;
- ▶ описание доступных ресурсов и ограничения на их использование (сроки, интенсивность, размещение и т. д.)
- ▶ оценочные и стоимостные модели
- ▶ стандарты (внутренние и внешние)
- ▶ результаты переговоров с заказчиком
- ▶ документация по аналогичным разработкам

## Виды планов

- ▶ концептуальный план
- ▶ стратегический план
- ▶ тактические (детальные, оперативные) планы



# Концептуальное планирование

---

Цель – оценка параметров проекта для принятия решения о целесообразности его выполнения, согласования с заказчиком ограничений проекта и подготовки контракта

Результат - разработка основной документации по проекту, технических требований, оценок, укрупненных календарных планов, процедур контроля и управления

## Стратегическое планирование

Цель - разработка стратегических, укрупненных, долгосрочных планов, попытка ответить на вопросы:

- ▶ что мы собираемся сделать?
- ▶ как мы это сделаем?



# SWOT-анализ (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats — преимущества, слабые стороны, возможности, угрозы)

- ▶ каковы наши преимущества, как мы можем их реализовать?
- ▶ в чем наши слабые стороны, как мы можем уменьшить их влияние?
- ▶ какие существуют возможности, как мы можем извлечь выгоду из них?
- ▶ что могло бы воспрепятствовать угрозам?
- ▶ что мы могли бы сделать для каждого из обстоятельств, чтобы преодолеть или избежать возникновение проблемы?

Преимущества	Как их можно реализовать?	Слабые стороны	Как уменьшить их влияние?
Какие возможности предоставляет проект	Как извлечь из них выгоду?	Угрозы: риски или иные обстоятельства, препятствующие успеху	Как можно минимизировать каждую из выявленных угроз



# Структурная декомпозиция работ (WBS, work breakdown structure )

---

Структурная декомпозиция работ представляет собой иерархический перечень рабочих действий, необходимых для завершения проекта. В этот перечень включаются управленческие, административные, интегральные и программистские действия, с помощью которых:

- ▶ выполняется разработка ПО;
- ▶ происходит управление проектом;
- ▶ обеспечивается поддержка для всех действий, выполняемых в ходе реализации проекта;
- ▶ выполняются любые другие действия, необходимые для достижения целей проекта и удовлетворения потребностей пользователей, например, разработка документации и учебных материалов, закупка оборудования и инструментальных средств разработки и пр.

В основе разработки схемы WBS должна лежать выбранная модель жизненного цикла ПО



# Структурная декомпозиция работ (WBS, work breakdown structure )

---

- ▶ Структурная декомпозиция работ представляет собой инструмент, применяемый для документирования всех рабочих операций, которые должны быть выполнены при разработке и поставке ПО
- ▶ Структура WBS консолидирует информацию из различных источников, организуя ее с использованием единого формата, удобного при планировании, оценивании и отслеживании хода реализации проекта
- ▶ На основе структуры WBS разрабатывается график выполнения проекта

Структура WBS может быть создана на основе двух подходов к иерархии работ:

- ▶ представление продукта: отображает иерархические взаимосвязи среди элементов продукта (подпрограммы, модули, компоненты, подсистемы и т.д.)
- ▶ представление проекта: указывает на иерархические взаимосвязи среди рабочих действий (элементов процесса)



# Для чего нужна схема WBS

---

- ▶ Схема WBS определяет работы, необходимые для завершения всего проекта. Она гарантирует, что в состав проекта войдут все работы, выполнение которых позволит успешно его завершить
- ▶ Схема WBS определяет сроки получения рабочих продуктов и частей. Так как она разделена на низкоуровневые задачи, каждая из которых имеет дату начала и окончания, все участники проекта будут точно знать сроки завершения определенных работ
- ▶ Если возникнет потребность добавить в существующий проект дополнительные функциональные возможности, это может быть отражено через изменение схемы WBS
- ▶ Схема WBS позволяет создать удобную, соответствующую целям проекта структуру отчетности;
- ▶ Она дает возможность определить на соответствующем уровне детализации плана вехи (ключевые результаты), которые будут играть роль контрольных точек по проекту
- ▶ На основе схемы WBS распределяется ответственность за достижение целей проекта между его исполнителями
- ▶ Схема WBS обеспечивает членам команды понимание общих целей и задач по проекту



# Структурная декомпозиция с точки зрения уровней управления

Уровни управления	Уровни иерархии	Наименование уровня иерархии
Организационно-экономический уровень	1	Общая программа (мега- или мультипроекта)
	2	Проект
	3	Подпроект
	4	Часть проекта
Технологический уровень	5	Комплекс работ
	6	Детальная работа
	7	Единичная работа

Уровень «Общая программа» позволяет определить и оценить место и роль данного проекта в окружении других проектов, объединенных общей программой

Уровни 2-4 характеризуют объектно-функциональную декомпозицию проекта и достаточны для всех верхних уровней руководства проектом (инвесторы, заказчик, топ-менеджмент организации)

Уровни 5-7 характеризуют декомпозицию, ориентированную на выполнение работы, они содержат информацию, необходимую для руководства работами на уровне исполнителей





# Основания декомпозиции при построении схемы WBS

---

- ▶ компоненты продукта (объекта, услуги, направления деятельности), получаемого в результате реализации проекта
- ▶ процессные или функциональные элементы деятельности организации, реализующей проект
- ▶ этапы жизненного цикла проекта, основные фазы;
- ▶ подразделения организационной структуры
- ▶ географическое размещение для пространственно распределенных проектов



# Основные этапы построения WBS

---

- ▶ на основе информации, заложенной в концепции проекта, проводится последовательная декомпозиция по заданным основаниям (признакам, критериям) работ проекта. Этот процесс продолжается до тех пор, пока все значимые работы, пакеты работ и отдельные задания не будут выделены и идентифицированы в такой степени и таким образом, чтобы они могли планироваться, для них можно было определять бюджет и составлять расписание, выполнять функции управления и контроля
- ▶ каждому элементу декомпозиции присваивается уникальный идентификатор, соответствующий уровню и, например, порядковому номеру на уровне. Названия элементов на каждом уровне отражают критерии разбиения работ
- ▶ для каждой работы, пакета работ, части проекта, выделенных таким образом, определяются имеющие к ним отношение данные (продолжительность и объем работ, ответственные исполнители, бюджет и затраты, оборудование и материалы и т.д.)
- ▶ по каждой выделенной работе, пакету работ, части проекта проводится критический анализ с их исполнителями (членами команды проекта, менеджерами и другими участниками) для подтверждения правильности WBS



# Возможные ошибки структуризации проекта

---

- ▶ пропуск стадии структуризации проекта и переход непосредственно к поиску и решению текущих, оперативных проблем проекта
- ▶ непонимание того, что схема WBS должна охватывать весь проект (обычно недостаточное внимание уделяется начальной и конечной фазам проекта, работе функциональных, обеспечивающих подразделений)
- ▶ излишняя или недостаточная детализация
- ▶ повторение элементов структуры
- ▶ отсутствие интеграции структуры проекта с системой ведения бухгалтерских счетов в компании и с системой подготовки проектно-сметной документации
- ▶ невозможность компьютерной обработки результатов структуризации — планов проекта из-за ошибок формального характера (каждый уровень или элемент плана должен быть определенным образом закодирован)



# Традиционной (продуктовый) подход к построению схемы WBS при разработке ПО

---

Создание схемы **WBS** – это итерационный процесс, предполагающий постоянную переоценку иерархии поставляемых частей, действий и задач. Главный вопрос – это все ли поставляемые части учтены, позволяют ли выделенные части, действия и задачи достичь цели проекта?

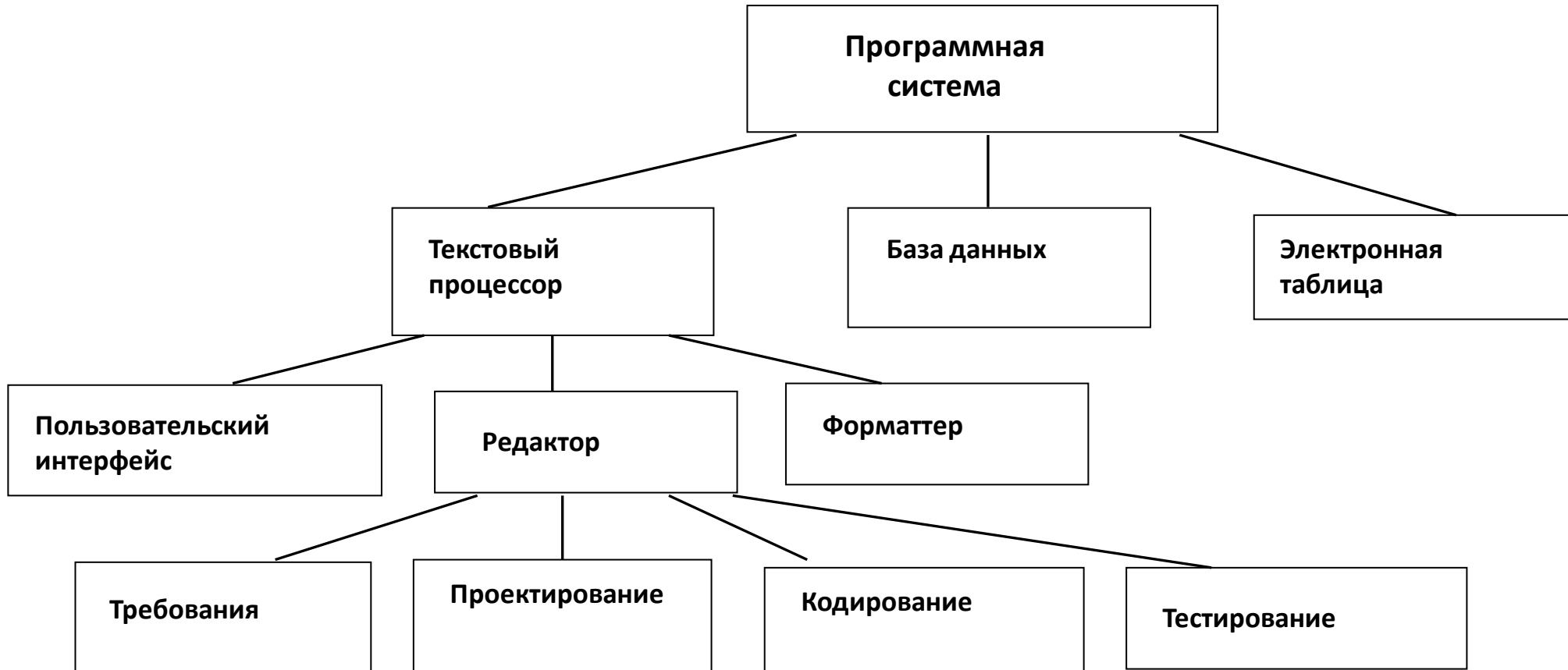
- ▶ Выделение основных поставляемых частей проекта
- ▶ Декомпозиция выделенных частей до уровня действий, дающих представление о технических требованиях каждой части
- ▶ Последующая декомпозиция каждого действия до уровня задач
- ▶ Определение длительности каждой задачи либо на основе накопленных данных по реализованным проектам, либо с привлечением экспертного мнения членов команды разработчиков, ответственных за выполнение задач
- ▶ Назначение ответственных за выполнение каждой задачи

Элементарным уровнем деления действий в схеме WBS рекомендуется считать уровень задач, выполняемых одним человеком за время от 1 до 10 дней



# Традиционная декомпозиция работ, привязанная к структуре продукта

---



# Проблемы традиционной схемы WBS при разработке ПО

---

- ▶ традиционные декомпозиции работ создаются преждевременно на основе проектных решений по разработке продукта
- ▶ традиционные декомпозиции детализируются, планируются и финансируются либо слишком подробно, либо недостаточно подробно
- ▶ традиционные декомпозиции работ специфичны, для каждого проекта, поэтому сравнение разных проектов обычно оказывается затруднительным или невозможным



# Примеры вопросов, на которые не дает ответов традиционная WBS

---

- ▶ Каково соотношение между производительными видами деятельности (требования, проектирование, реализация, оценка, внедрение) и непроизводительными (управление проектом, создание рабочей среды)?
- ▶ Каков процент усилий, затраченных на доработки?
- ▶ Каков процент затрат на основное программное оборудование (расходы на среду)?
- ▶ Каково соотношение между тестированием и интеграцией?
- ▶ Каковы затраты на версию N (являющиеся основанием для планирования затрат на версию N+1)?



# Эволюционирующие декомпозиции работ

---





# Рекомендации по построению эволюционирующих WBS

---

- ▶ Элементами WBS первого уровня являются рабочие процессы (управление проектом, создание рабочей среды, управление требованиями, проектирование, реализация, оценка и внедрение)
- ▶ Элементы второго уровня определяются для каждой стадии жизненного цикла (начальная стадия, уточнение, конструирование и ввод в действие)
- ▶ Элементы третьего уровня определяются для выделения видов деятельности, в результате которых производятся рабочие продукты каждой стадии. Эти элементы могут либо образовывать самый нижний уровень в иерархии, который позволяет вычислить стоимость отдельного вида рабочих продуктов для данной стадии, либо разбиваться дальше на несколько видов деятельности более низких уровней, которые, взятые вместе, обеспечивают получение одного вида рабочих продуктов



# Факторы, учитываемые при построении эволюционирующих WBS

---

- ▶ *Масштаб.* Более масштабные проекты будут иметь больше уровней и подструктур
- ▶ *Организационная структура.* Проекты, где задействованы субподрядчики или участвует множество различных организаций, могут иметь ограничения, которые приведут к необходимости иного распределения работ
- ▶ *Объем разработок на заказ.* В зависимости от характера проекта в рабочих процессах управления требованиями, проектирования и реализации внимание может уделяться разным аспектам
- ▶ *Бизнес-контекст.* Проекты, выполняемые на контрактной основе, требуют более совершенного управления и оценки. Проекты, в которых разрабатываются коммерческие продукты для продажи широкому кругу потребителей, могут потребовать более совершенных структур для внедрения
- ▶ *Предшествующий опыт.* Очень немногие проекты начинаются с чистого листа. Большинство из них разрабатывается либо как новые поколения существующих систем (с устоявшейся WBS), либо в контексте существующих организационных стандартов (с predetermined построением WBS). Важно подстроиться под эти ограничения для гарантии, что новый проект сумеет воспользоваться имеющимся опытом и достигнутым уровнем производительности



# Стандартные бюджеты WBS

Элемент WBS первого уровня	Стандартный бюджет
Управление проектом	10%
Создание рабочей среды	10%
Управление требованиями	10%
Проектирование	15%
Реализация	25%
Оценка	25%
Внедрение	5%
Итого	100%

Примечание:

в цифрах бюджета учтена стоимость различных категорий трудозатрат. Например, управление проектом, управление требованиями и проектирование — это элементы, где обычно используется персонал с более высокими должностями и с более высокой оплатой

в элемент создания рабочей среды включена также стоимость программной и аппаратной составляющих, необходимых для поддержки автоматизации процесса и команд разработчиков



# Разработка схемы WBS методом сверху вниз

---

- ▶ Разработка схемы WBS начинается с самого верхнего элемента (поставляемого программного продукта), после чего идентифицируются большие рабочие продукты
- ▶ Менеджер программного проекта вырабатывает общую оценку размера проекта, процесса, среды, персонала и требуемого качества
- ▶ Производится приблизительная оценка общих усилий и сроков с использованием модели оценки стоимости
- ▶ Менеджер проекта детализирует эту приблизительную оценку усилий на верхнем уровне WBS, используя рекомендации, аналогичные приведенным в таблице 1. На этом этапе детализируются также сроки путем установления дат основных контрольных точек, и распределяются необходимые трудозатраты в соответствии с квалификацией персонала
- ▶ В этот момент на менеджеров отдельных частей/направлений проекта возлагается ответственность за разбиение каждого из элементов WBS на элементы более низких уровней, учитывающее их расположение на верхнем уровне, штатное расписание и даты основных контрольных точек в качестве ограничений



# Планирование проекта методом снизу вверх

---

- ▶ Элементы WBS самого нижнего уровня прорабатываются в виде отдельных заданий, сроки и бюджеты для которых приблизительно оцениваются менеджерами, ответственными за данный элемент WBS
- ▶ Приблизительные оценки суммируются и объединяются в бюджеты и контрольные точки более высоких уровней
- ▶ Производится сравнение с бюджетами и контрольными сроками, разработанными сверху вниз. Определяются самые значительные расхождения и делаются уточнения для того, чтобы достигнуть общего согласования между оценками, выполненными сверху вниз и снизу вверх



# Создание структуры WBS при разработке ПО

---

Для создания структуры WBS при разработке ПО необходимо:

- ▶ Идентифицировать работы, связанные с созданием программного продукта, отделяя их от работ, связанных с аппаратным обеспечением и от рабочих процессов
- ▶ Найти структуру WBS для произвольной системы высшего уровня, отделяя ПО от других систем и компонентов
- ▶ Определить программную архитектуру WBS, идентифицируя все ее части и действия, требуемые при ее разработке
- ▶ Наполнить содержимым программную архитектуру WBS, идентифицируя все ее части и действия, требуемые при ее проектировании
- ▶ Определить категории затрат, связанных с ПО



# Идентификация действий и задач

---

- ▶ Действие – элемент работы, выполняемый в ходе реализации проекта, характеризуемый ожидаемой длительностью и затратами, а также прогнозируемыми требованиями к ресурсам
- ▶ Действия могут подразделяться на задачи, которые рассматриваются как нижний уровень трудозатрат, понесенных при выполнении проекта
- ▶ Действия описываются «командным языком» с помощью глаголов и существительных, четко выражая определенную мысль
- ▶ Действия являются частями работы, которая может быть приемлемо выполнена с помощью одной единицы ресурса за относительно короткий промежуток времени

Примечание:

одна единица ресурса может означать один человек, одно структурное подразделение, один отдел и др. элемент организационной структуры

относительно короткий промежуток времени – день, неделя, месяц, либо другая единица времени, обладающая приемлемым уровнем детализации в масштабах области действия проекта, позволяющая адекватно оценить достижение целей проекта

---



# Календарное планирование

---

Наименование работ (тема, работа, задача, задание)	Сроки выполнения начало/конец		Ответственный исполнитель и исполнители, роли	Требуемые ресурсы и сроки их предоставления план/факт	Примечания
	план	факт			
1	2	3	4	5	6

Календарный план — это поэтапно разбитая и упорядоченная по времени выполнения последовательность работ проекта





# Построение рабочего графика проекта

---



# Задачи и виды деятельности, которые следует отражать в плане управления проектом (ISO 15504 «Оценка процессов разработки и поддержки ПО»)

---

- ▶ выбрать модель жизненного цикла, соответствующую назначению, функциям, величине и сложности проекта;
- ▶ определить возможность достижения целей проекта в рамках существующих ресурсов и ограничений, включая возможные варианты достижения целей с учетом предполагаемых рисков;
- ▶ определить работы, которые необходимо выполнить по проекту, количественно оценить их сложность, включая потребность в ресурсах, необходимых для их выполнения с учетом вариантов достижения целей проекта, и принимая во внимание существующие риски и возможности, чтобы весь жизненный цикл ПС удовлетворял требованиям заказчика;
- ▶ установить график (исполнители, сроки, ресурсы) выполнения проекта, основываясь на распределении работ, оценках и элементах инфраструктуры;
- ▶ выявить конкретных лиц и группы, дающих требуемый вклад в проект, определить им конкретные зоны ответственности, и обеспечить то, чтобы обязанности были поняты и приняты, профинансированы и достижимы;
- ▶ идентифицировать интерфейсы между элементами проекта, а также с другими проектами и организационными единицами системы;
- ▶ определить инструментарий для обеспечения того, чтобы планы проекта были формально разработаны, реализованы, поддержаны и доступны лицам, вовлеченным в проект, обеспечить публикацию планов для специалистов, к которым они относятся;
- ▶ использовать упорядоченные методы для того, чтобы регулярно оценивать степень выполнения проекта, принимать меры, для корректировки отклонений от плана и предотвращения повторения проблем, выявленных в проекте



# Примерная структура плана реализации программного проекта

---

- ▶ *Введение.* Краткое описание целей проекта и проектных ограничений (бюджетных, временных и т.д.), которые важны для управления проектом
- ▶ *Организация выполнения проекта.* Описание способа подбора команды разработчиков и распределение обязанностей между членами команды
- ▶ *Анализ рисков.* Описание возможных проектных рисков, вероятности их проявления и стратегий, направленных на их уменьшение
- ▶ *Аппаратные и программные ресурсы, необходимые для реализации проекта.* Перечень аппаратных средств и программного обеспечения, необходимого для разработки программного продукта. Если аппаратные средства требуется закупать, приводится их стоимость совместно с графиком закупки и поставки
- ▶ *Разбиение работ на этапы.* Процесс реализации проекта разбивается на отдельные процессы, определяются этапы выполнения проекта, приводится описание результатов ("выходов") каждого этапа и контрольные точки
- ▶ *График работ.* В этом графике отображаются зависимости между отдельными процессами (этапами) разработки ПО, оценки времени их выполнения и распределение членов команды разработчиков по отдельным этапам
- ▶ *Механизмы мониторинга и контроля за ходом выполнения проекта.* Описываются предоставляемые руководителем отчеты о ходе выполнения работ, сроки их предоставления, а также механизмы мониторинга всего проекта



# Сетевая модель проекта

---

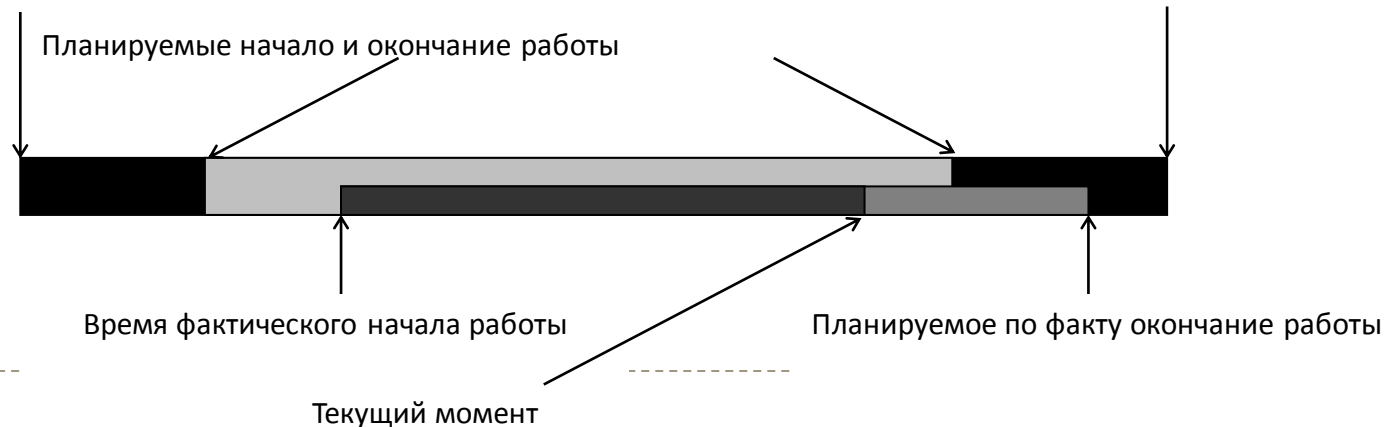
Процесс разработки сетевой модели включает в себя:

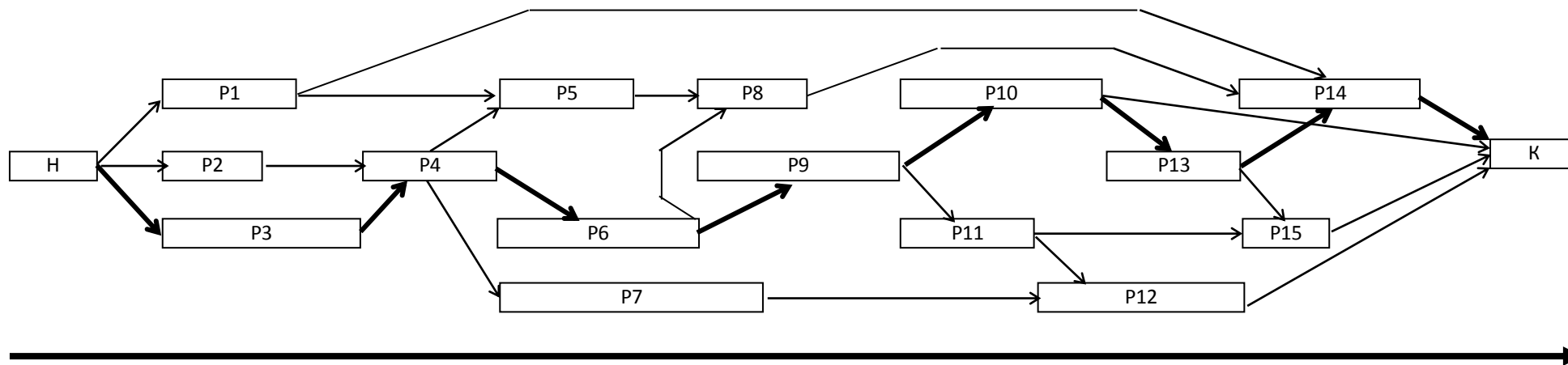
- ▶ определение списка работ проекта;
- ▶ оценку параметров работ;
- ▶ определение зависимостей между работами

## Временные характеристики работы, учитываемые при построении сетевого графика

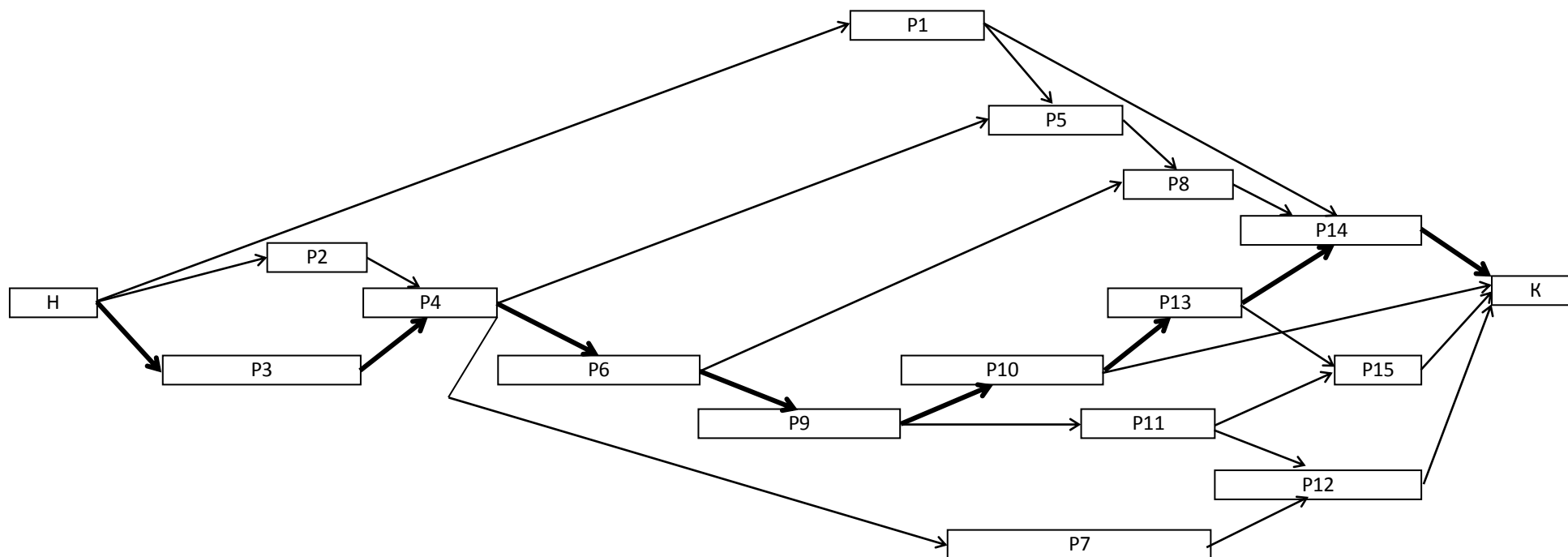
Время возможного начала работы

Время допустимого окончания работы





а) синхронизация начала работ



б) синхронизация окончания работ

# Критический путь проекта

---

$$t(P3) + t(P4) + t(P6) + t(P9) + t(P10) + t(P13) + t(P14)$$

Максимальный по продолжительности полный путь в сети называется критическим. Длительность критического пути определяет наименьшую общую продолжительность работ по проекту в целом

При расчете критического пути учитываются следующие параметры:

- ▶ ранняя дата начала – это самая ранняя дата, с которой можно начать работу с учетом необходимости выполнения всех предшествующих задач с установленными для них временными ограничениями
- ▶ ранняя дата окончания – это самая ранняя дата, в которую можно закончить работу с учетом ее продолжительности и необходимости выполнения всех предшествующих работ, с установленными для них временными ограничениями
- ▶ поздняя дата начала – это самая поздняя дата, в которую возможно начать работу без изменения продолжительности критического пути и даты завершения проекта
- ▶ поздняя дата окончания – это самая поздняя дата, в которую возможно завершить работу без изменения продолжительности критического пути и даты завершения проекта



# Данные, необходимые для расчета календарного графика проекта

---

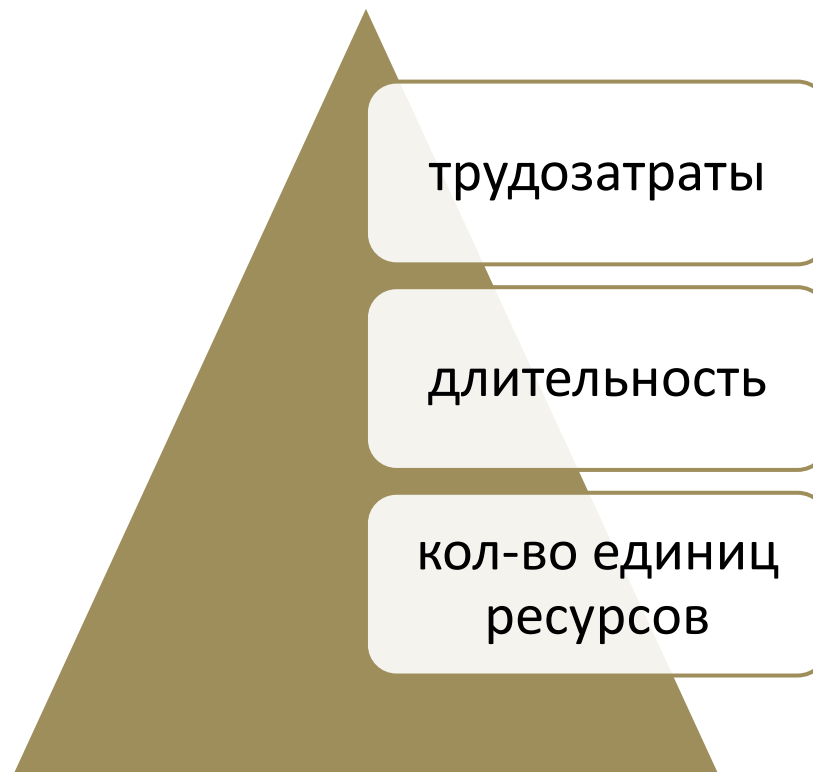
- ▶ набор работ
- ▶ зависимости между работами
- ▶ оценки продолжительности каждой работы;
- ▶ календарь рабочего времени проекта (в наиболее общем случае возможно задание собственного календаря для каждой работы)
- ▶ календари ресурсов
- ▶ ограничения на сроки начала и окончания отдельных работ или этапов
- ▶ календарная дата начала проекта



## Треугольник проекта



## Треугольник работы



$$\text{Трудозатраты} = \text{Длительность} * \text{Количество ресурсов}$$



# Типы работ в проекте

---

- ▶ *работа с фиксированной длительностью* имеет определенную продолжительность, которая не зависит от количества назначенных ей ресурсов: выполнение такой работы нельзя ускорить, назначив, например, вдвое больше исполнителей. При назначении дополнительных ресурсов для задач с фиксированной длительностью изменяется объем выполненных работ
- ▶ *работа с фиксированными трудозатратами* имеет длительность, зависящую от количества назначенных исполнителей (ресурсов). Для таких работ, если добавить или удалить единицы ресурсов (или изменить процент их доступности в проекте) будет пересчитана продолжительность, если изменить продолжительность будет изменено число единиц ресурсов, необходимых для выполнения работы. Т.е. для таких задач увеличение числа исполнителей приведет к сокращению времени выполнения работы
- ▶ *работа с фиксированным количеством единиц ресурсов*: при первом выделении ресурсов вычисляется объем работ (т.е. трудозатраты) путем умножения продолжительности работы на число единиц ресурсов. После этого число единиц объявляется постоянной величиной и если для такой задачи попытаться добавить или удалить исполнителей (или изменить процент их доступности), то будет пересчитана продолжительность. При изменении объема работы пересчитывается продолжительность, а при изменении продолжительности – изменяются трудозатраты



# Типы зависимостей между работами

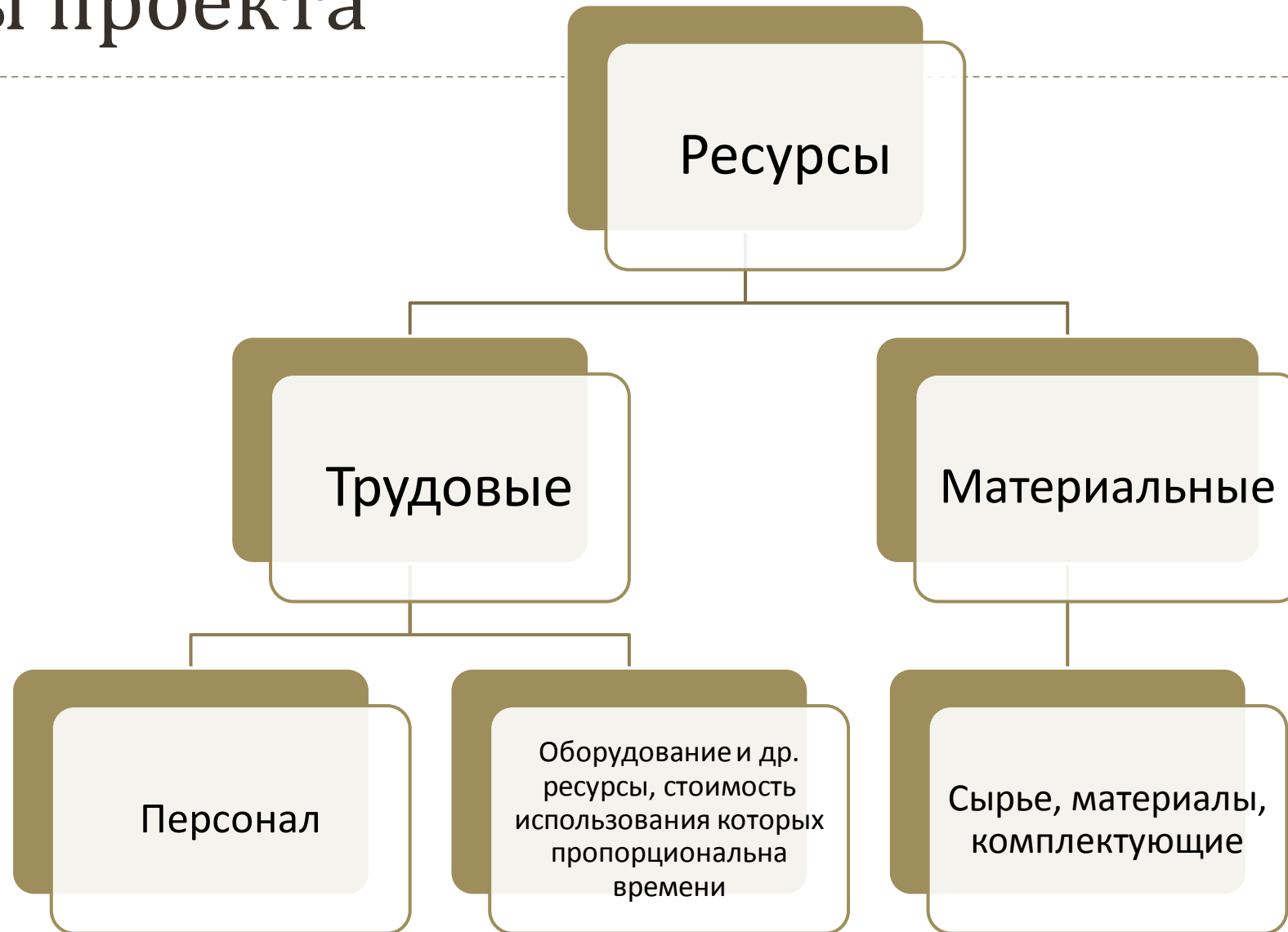
---

- ▶ «начало после окончания». Это стандартная последовательность, при которой предшествующая работа должна завершиться до начала последующей
- ▶ «начало после начала». Это наиболее общая последовательность при моделировании работ, которые должны выполняться одновременно. В этом случае не требуется завершения предшествующей работы до начала последующей. Для ее начала необходимо, чтобы предшествующая работа только началась
- ▶ «окончание после окончания». Этот тип зависимости также используется для моделирования параллельных работ. В этом случае окончание последующей работы контролируется окончанием работы предшественницы
- ▶ «окончание после начала». Последующая задача заканчивается, когда начинается предшествующая. Этот тип зависимости используется довольно редко и применяется прежде всего для работ, выполняемых вахтовым методом



# Ресурсы проекта

---



# Типы ресурсов в проекте

---

- ▶ *Невоспроизводимые*, складированные, накапливаемые ресурсы в процессе выполнения работ расходуются полностью, не допуская повторного использования. Не использованные в данный отрезок времени, они могут использоваться в дальнейшем. Иными словами, такие ресурсы можно накапливать с последующим расходом запасов. Поэтому их часто называют ресурсами типа «энергия». Примерами таких ресурсов являются топливо, предметы труда, средства труда однократного применения, а также финансовые средства
- ▶ *Воспроизводимые*, нескладированные, ненакапливаемые ресурсы в ходе работы сохраняют свою натурально-вещественную форму и по мере высвобождения могут использоваться на других работах. Если эти ресурсы простаивают, то их неиспользованная способность к функционированию в данный отрезок времени не компенсируется в будущем, т.е. они не накапливаются. Поэтому ресурсы второго типа называют еще ресурсами типа «мощности». Примерами ресурсов типа «мощности» являются люди и средства труда многократного использования (машины, механизмы, станки и т.п.)



# Этапы ресурсного планирования

---

- ▶ определение типов ресурсов, необходимых для реализации требуется проекта
- ▶ определение количества каждого типа ресурсов
- ▶ определение источника поступления ресурсов каждого типа
- ▶ назначение ресурсов задачам
- ▶ анализ расписания и разрешение возникших противоречий между требуемым количеством ресурсов и количеством, имеющимся в наличии

## Алгоритмы устранения перегрузки ресурсов

- ▶ изменить календарь работы ресурса;
- ▶ назначить ресурс на неполный рабочий день;
- ▶ изменить профиль назначения ресурса;
- ▶ добавить ресурсу время задержки;
- ▶ разбить задачу на этапы и перекрыть по времени их выполнение



Спасибо за внимание!