

# Планирование проекта и применение технологии BIM

*“Хороший момент связанный с отсутствием планирования состоит в том, что неудача приходит совершенно неожиданно и не предваряется долгими периодами беспокойства и депрессии”*

# Планирование и разработка графиков- RP No. 14R-90



# Работа

- Работа - базовый элемент деятельности проекта
  - Также может называться задачей, событием или пакетом работ
- Работа - элемент самого нижнего уровня WBS
  - Наиболее детальный элемент деятельности, отслеживаемый в расписании проекта
  - Содержит всю информацию об исполняемой работе
  - Самый мелкий фрагмент деятельности, который непосредственно касается менеджера проекта

# Составляющие работы

## Работа

### *Обязательные компоненты*

OBS и WBS

Длительность

Идентификатор и описание

Даты

Тип

Назначенный календарь

Тип длительности и процента  
готовности

### *Дополнительные компоненты*

Расходы

Ограничения

Зависимости

Назначения ролей и  
ресурсов

Шаги

Заметки/обратная связь

Коды работ

Результаты работ и  
документы

# Определение замысла работ

- Некоторые вопросы, на которые надо дать ответ:

*Сум. по «Glavinich. AGC Construction Planning & Scheduling, 2nd Ed»*

- Какие работы следует выполнить?
- Где будут вестись работы?
- Кто отвечает за выполнение работ?
- Когда будут вестись работы?
- Как будут вестись работы?

## Что еще нужно для планирования- Организационная структура декомпозиции

- Иерархическое отображение команды проекта
- Содержит определение ключевых участников и их ролей
- OBS (функции) обычно зеркально отображает ориентированную на продукт WBS

## Что еще нужно для планирования- Матрица распределения ответственности (RAM)

- RAM объединяет данные о том, как в компании ведутся процессы
  - планирования,
  - составления графиков,
  - формирования бюджетов,
  - утверждения работ и
  - аккумулярования затрат
- Связь процессов друг с другом, с WBS и OBS

# Пример RAM

## RAM программы XYZ

1.0 Менеджер программы XYZ

1.1 Команда носителя

1.1.1 Группа авионики

Уровень WBS				номер	Имя	1.1.1.1 Группа наведения			1.1.1.2 Группа ЭВМ			1.1.1.3 Группа этапа 1		
2	13	4	5	элемента	элемента	Проект. Джонс	Пр-во Талпо	Исп-я Риггс	Проект. Пол	Пр-во Гога	Испыт. Хи			
●				1	Программа XYZ									
	●			1.1	Ракета									
		●		1.1.1	Авионика									
			●	1.1.1.1	Наведение									
			●	1.1.1.1.1	Проектирование	●								
			●	1	Производство		●							
			●	1.1.1.1.1	Испытания			●						
		●		2	Подсистема ЭВМ				●	●	●			
	●			1.1.1.1.1	Стадия 1									
	●			3	Сборка									
				1.1.1.2										
				1.1.1.3										

1.1.2  
1.1.2.1

**Примечание: в данной RAM представлена структура, состоящая из интегрированных групп или команд продукта (integrated Product Team (IPT)). Могут использоваться и другие оргструктуры.**

# Определение продолжительности работ

- Делением планируемого объема на производительность
  - В ходе проектирования повышается точность оценок объемов
  - Вносятся поправки с учетом ожидаемых условий
- С использованием исторических данных
  - Подрывные работы (снос)
  - Ремонты
- По данным из предложений поставщиков и подрядчиков
- Последнее средство - экспертная оценка

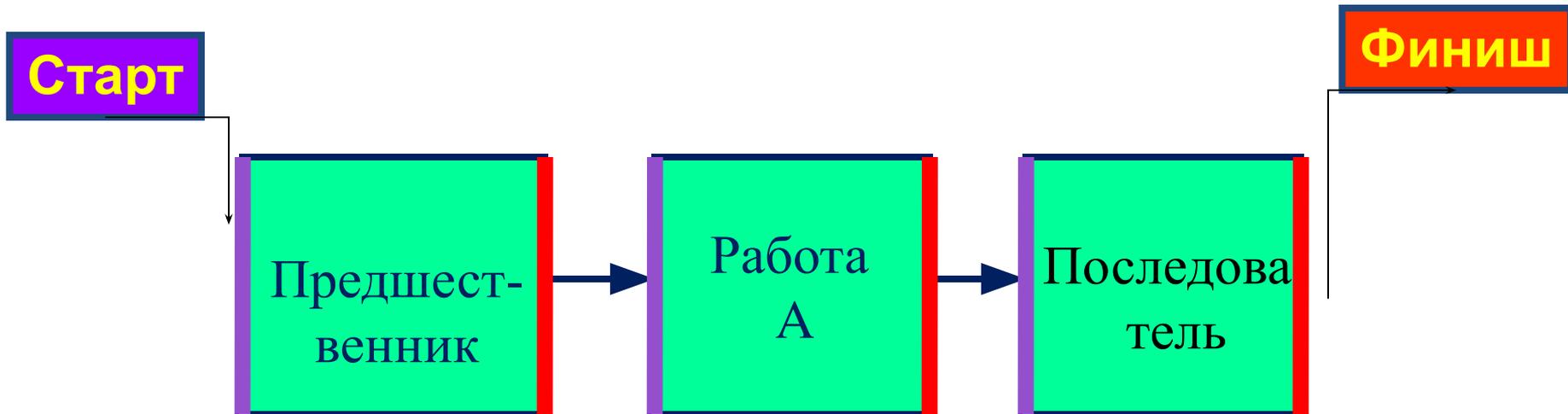
## Определение последовательности работ

- Работа ограничивает другие работы
  - Физически – в статике и динамике, за счет сил, действующих на объекты
  - С точки зрения безопасности работ
  - По ресурсам
    - Только для ограниченных ресурсов
    - Обычно для начального планирования принимаются неограниченные ресурсы
    - Выравнивание ресурсов рассмотрено во второй части
      - Доступность ресурсов не влияет на завершение проекта
  - Предпочтения
    - «Мягкая логика»

## Отображение последовательности работ

- **Предшественник:** работа «ДО»
- **Последователь:** работа «ПОСЛЕ»

### Зависимость «окончание – начало»



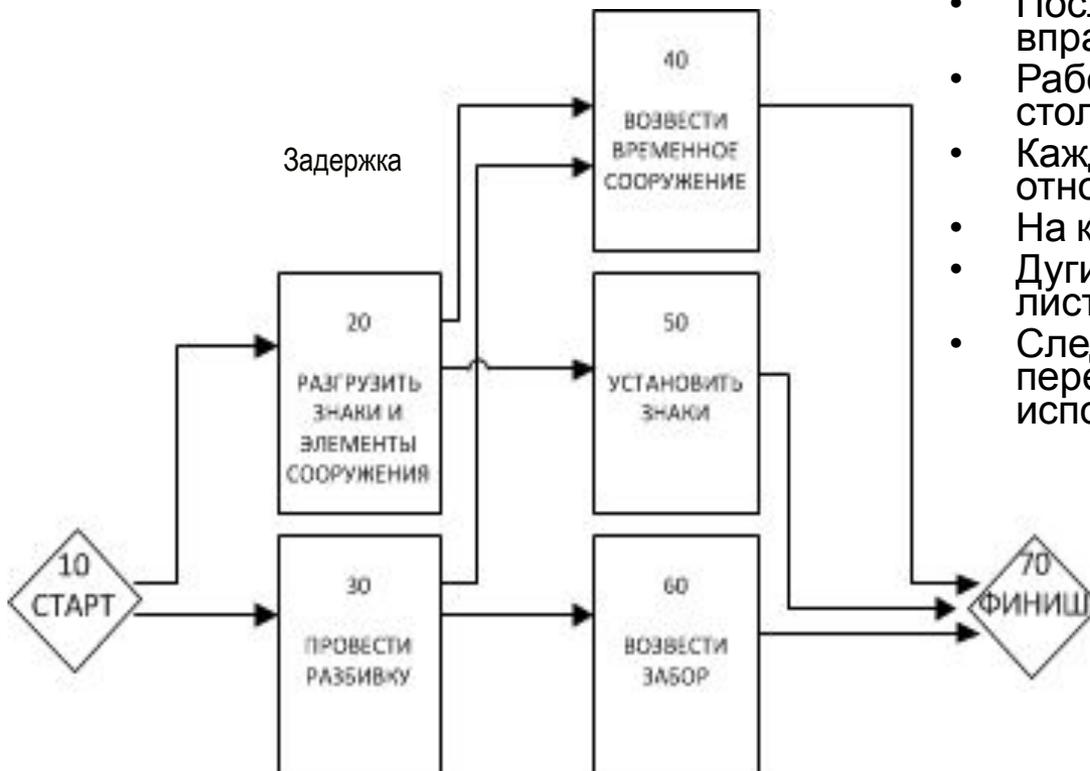
# Отображение последовательности работ



- **Работы**
  - Дискретные элементы проекта
  - Требуют времени
  - Обычно требуют ресурсов
  - Отображаются в виде прямоугольников
- **Вехи**
  - Конкретные моменты времени
  - Не имеют длительности
  - Не требуют ресурсов
  - Отображаются в виде ромбов

# Отображение последовательности работ

- Сетевой график имеет одну начальную работу или веху
- Сетевой график имеет одну конечную работу или веху
- Задержка отображает разницу во времени между окончанием работы 30 и началом работы 60
- Начинаем с левой части графика
- Последующие работы отображаются вправо
- Работы и вехи располагаются в строках и столбцах
- Каждой дуге соответствует одно отношение зависимости
- На конце дуги ставится стрелка
- Дуги отображаются параллельно обрезу листа
- Следует минимизировать число пересечений дуг, при необходимости использовать знак «пересечение»



**Примечание:** пересечение приведено для примера – его можно устранить, поместив работу 30 над работой 20

# Дополнительные зависимости

## Начало-начало

Задержка – промежуток между началом А и началом В



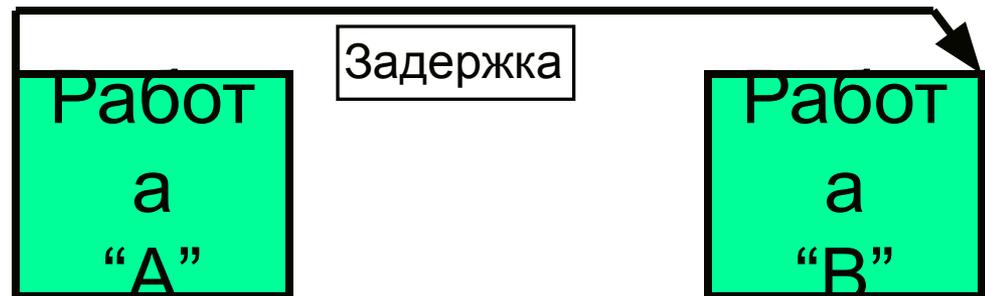
## Окончание-окончание

Задержка – промежуток между окончанием А и окончанием В



## Начало-окончание

Задержка – промежуток между началом А и окончанием В



# Примеры зависимостей

- Окончание-начало

- Отрывка углублений под колонны начинается после завершения подготовки площадки

- Начало-начало

- Установка анкерных болтов начинается после начала установки арматуры и опалубки

- Окончание-окончание

- Отрывка должна закончиться до того, как сможет закончиться установка арматуры и опалубки



# Создание расписания методом критического пути

Метод критического пути (СРМ) – это традиционный метод расчета расписания проектов и определения их минимально возможной общей длительности.

- Даты расписания рассчитываются исходя из значений длительности работ и зависимостей между работами.
- Расчет осуществляется в два этапа – путем прямого и обратного расчета дат работ проекта.

# Критический путь

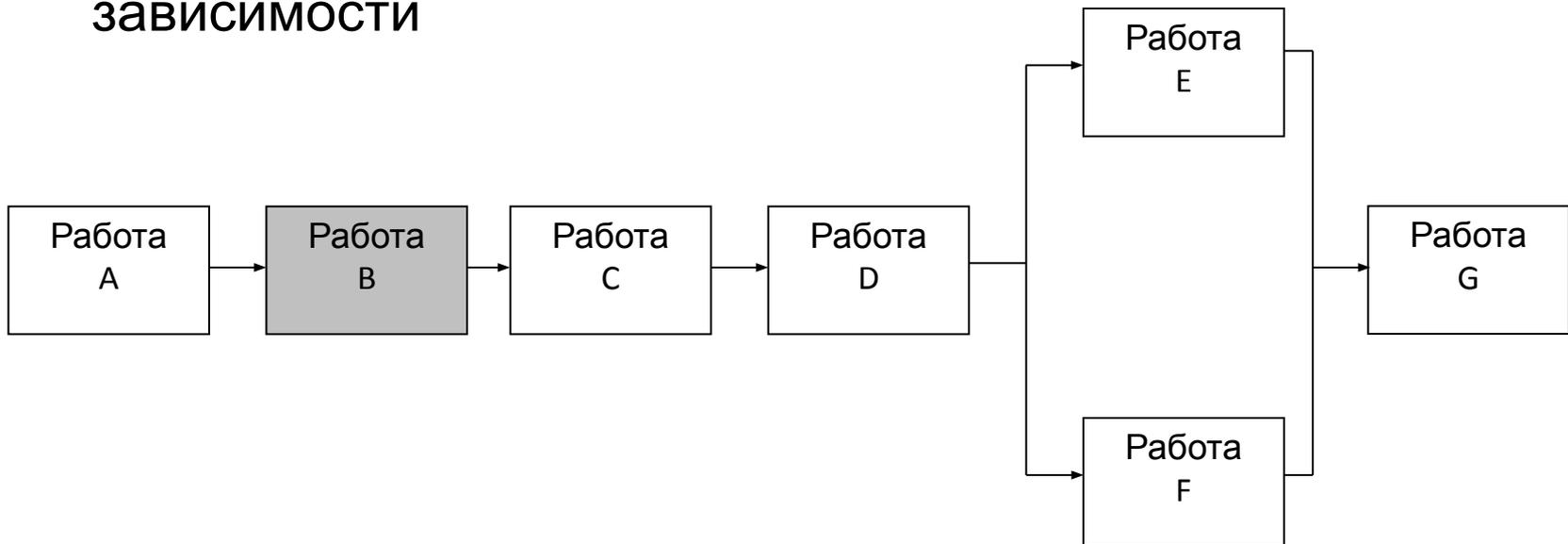
- Последовательность работ, определяющая минимальную общую продолжительность и дату завершения проекта
- Критические работы определяются по значению их полного резерва или по принадлежности к самому длинному пути в сетевом графике проекта.

# Метод критического пути

- Определение работ с наименьшей гибкостью - “резервом”
- Прогноз длительности проекта на основании длительности работ, лежащих на “критическом пути”
  - Работы критического пути не могут быть задержаны без сдвига времени завершения проекта в целом
- Графическое отображение связей между работами

# Сетевая диаграмма (график)

Сетевая диаграмма проекта – это графическое отображение всех работ проекта и их логических отношений зависимости



Предшественник  
работы В

Последователь  
работы В

# Метод предшествования (PDM)

PDM – это метод создания сетевых диаграмм

- Прямоугольники представляют собой работы
- Стрелки между прямоугольниками показывают логические отношения зависимости между работами
  - Работа-предшественник – контролирует начало или окончание другой работы
  - Работа-последователь – зависит от начала или окончания другой работы
- Начинают либо с первой работы в диаграмме, а затем вводят всех последователей, либо с последней работы и вводят по очереди всех предшественников

# Разработка графика

- Прямой расчет
  - Определение ранних дат
  - Выбор максимальных значений
- Обратный расчет
  - Определение поздних дат
  - Выбор минимальных значений

- *Прямой расчет* – расчет, определяющий самые ранние возможные даты начала и окончания всех работ и выявляющий критический путь
- *Раннее начало (ES)* – Самая ранняя дата или момент времени, в который может начаться работа в соответствии с результатами прямого расчета  
$$ES = EF - \text{остаточная длительность}$$
- *Раннее окончание (EF)* – Самая ранняя дата или момент времени, в который может закончиться работа в соответствии с результатами прямого расчета
  - Равняется раннему старту работы плюс остаточная длительность  
$$EF = ES + \text{остаточная длительность}$$

- **Обратный расчет** – расчет, определяющий самую позднюю допустимую дату начала (LS) и окончания (LF) для всех работ при условии сохранения минимальной продолжительности проекта, полученной при прямом расчете
  - Расчет проводится от конца графика к началу, определяются наиболее поздние возможные даты начала и окончания для каждой работы, при которых завершение не будет задержано
- **Позднее начало (LS)** – самая поздняя возможная дата или момент начала работы, полученная обратным расчетом

$$LS = LF - \text{остаточная длительность}$$

- **Позднее окончание (LF)** – самая поздняя возможная дата или момент окончания работы, полученная обратным расчетом

$$LF = LS + \text{остаточная длительность}$$

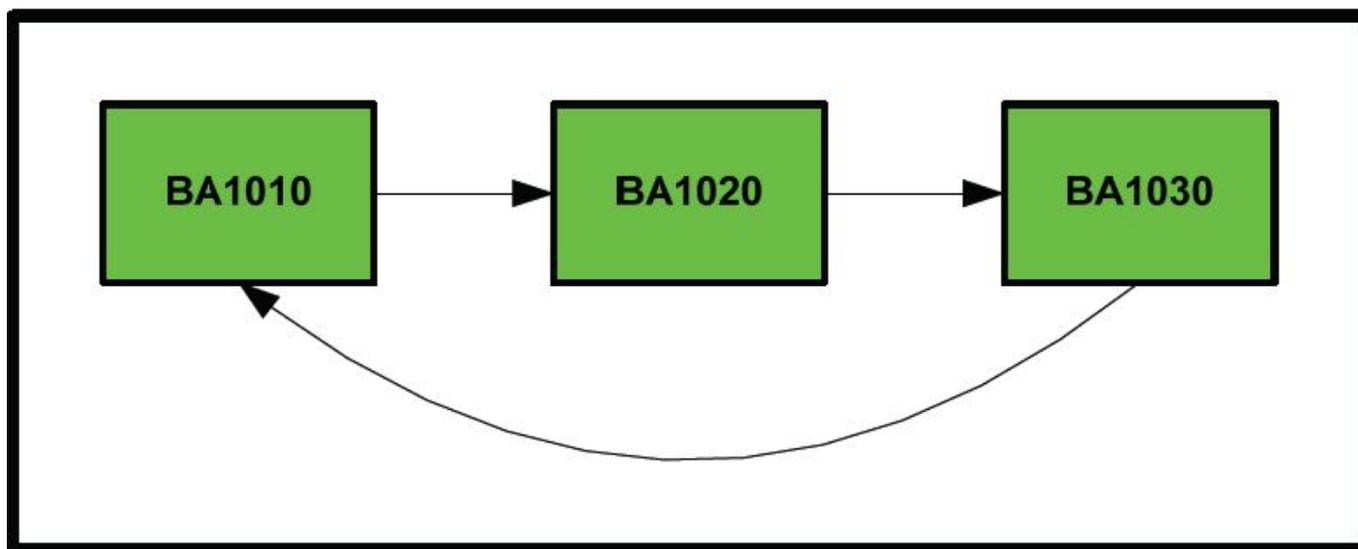
- *Полный резерв (TF)* – максимальное количество рабочих периодов, на которые может быть задержана работа без задержки окончания проекта или срыва целевой даты (вехи) окончания проекта

$$TF = LF - EF = LS - ES$$

- *Свободные резерв (FF)* - максимальное количество рабочих периодов, на которые работа может быть задержана по отношению к ранним датам без сдвига любой последующей работы по отношению к ее ранним датам
  - FF меньше либо равен TF
  - Для расчета свободного резерва существуют формулы
  - Зачастую легче определить, насколько можно задержать работу без эффекта для других работ

# Круговые зависимости (циклы)

- Появление циклов означает наличие в пути круговой зависимости
- Без устранения циклов расчет расписания невозможен. Для устранения циклов следует:
  - Задать верную логику
  - Повторно выполнить расчет расписания



# Открытые концы

- Открытый конец – это работа, не имеющая предшественников либо последователей.
  - Отсутствие предшественников – работа использует текущую дату как свою дату раннего старта
  - Отсутствие последователей – работа использует конец проекта в качестве даты позднего финиша
- Наличие в сетевом графике открытых концов может приводить к появлению нереалистических положительных значений полного резерва.

Рекомендуется, чтобы любой проект имел только два открытых конца – первую работу (веху старта) и последнюю работу (веху финиша).

# Графическое отображение

## Работы

- Раннее начало (ES)
- Раннее окончание (EF)
- Позднее начало (LS)
- Позднее окончание (LF)
- Полный резерв (TF)
- Свободный резерв (FF)

Раннее начало	Номер работы	Раннее окончание
---------------	--------------	------------------

### Описание работы

Позднее начало	Длительность	Позднее окончание
----------------	--------------	-------------------

Полный резерв  
Свободный резерв

## Веха старта

- Раннее начало (ES)
- Позднее начало (LS)
- Полный резерв (TF)
- Свободный резерв (FF)

Раннее начало

Номер вехи старта

### Описание вехи

Позднее начало

Полный резерв  
Свободный резерв

## Веха финиша

- Раннее окончание (EF)
- Позднее окончание (LF)
- Полный резерв (TF)
- Свободный резерв (FF)

Раннее окончание

Номер вехи финиша

### Описание вехи

Позднее окончание

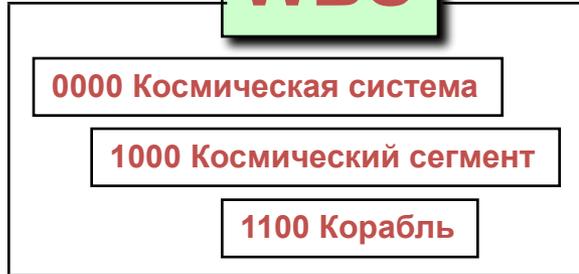
Полный резерв  
Свободный резерв

## Интегрированный целевой план

- Основан на определении замысла
- Содержит описание вех и результатов
- Не содержит календарных дат
- Является основой для интегрированного целевого календарно-сетевых графика

# Связь плана, графика и бюджета

**WBS**



**SOW**

1100: Подрядчик должен выполнить работы, включая рабочее проектирование, производство, сборку и испытания всех подсистем корабля.

## Интегрированный целевой план

Результаты	События	Критерии выполнения		
<u>1100</u>		Защита		
1. Завершен эскизный проект	X			1а . Определены х-ки подсистем b. Определен рабочий цикл с. Выпущены чертежи

## Интегрированный целевой КСГ

Работа	События в программе	20XX	20XX	20XX
<u>1100</u>				Защита
1а. Определение характеристик подсистем				
b. Определение рабочего цикла				
с. Выпуск чертежей эскизного проекта				

# Разработка целевого графика

- На основе RAM определяются контрольные счета
- Назначаются менеджеры контрольных счетов
- Менеджеры получают распоряжения о начале работ, определяющие их назначение
- Менеджеры разрабатывают планы по контрольным счетам
- Требуется получение утверждения
- Все результаты планирования вводятся в программы для разработки графиков и бюджетов, создается целевой план программы или проекта

# Изменения графика

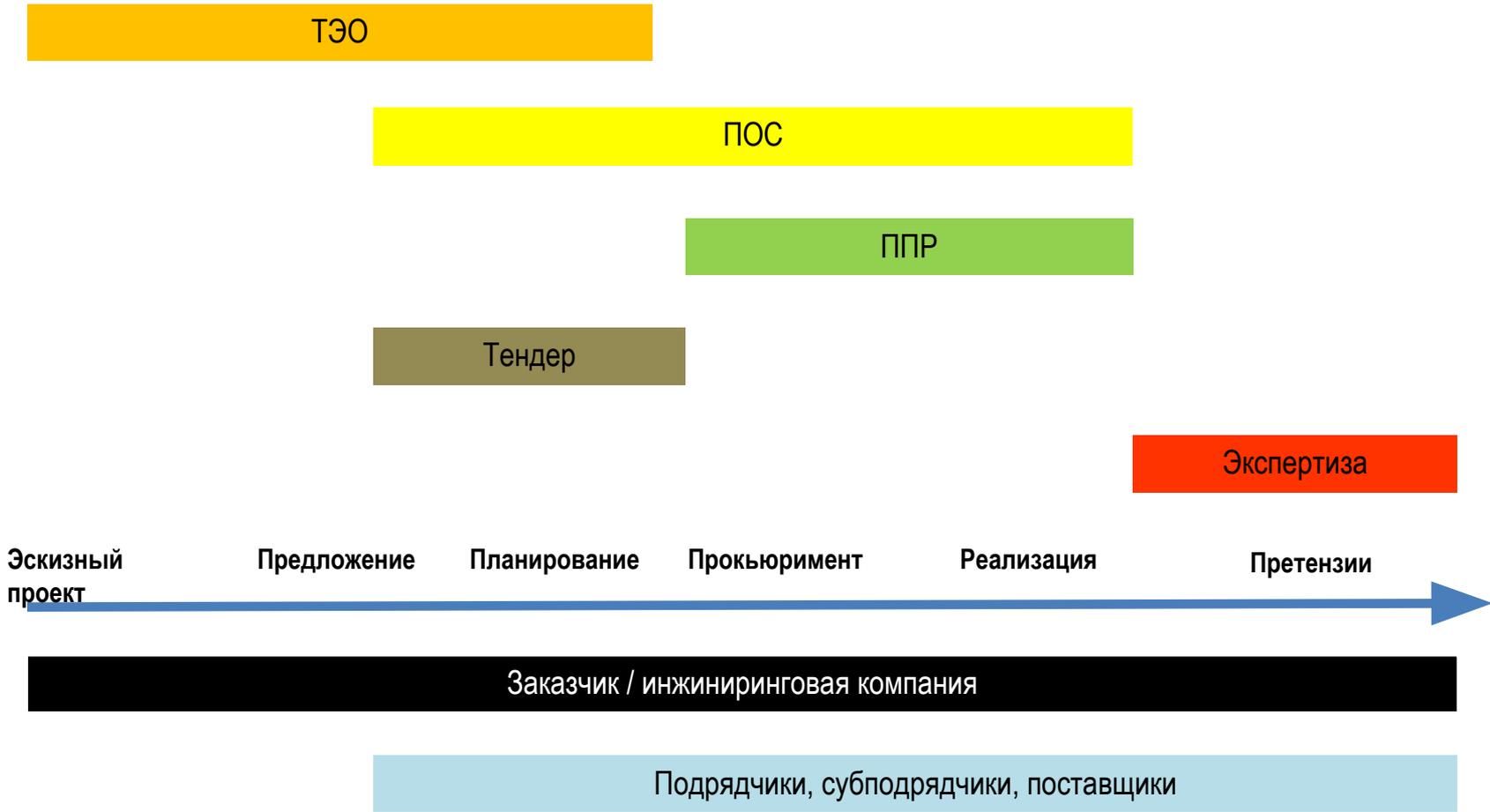
- Фиксируются в
  - Ежедневных отчетах и отчетах о качестве
  - Протоколах совещаний и других записях проекта
  - Оценках исполнения, формируемых на основе данных из графиков и БД проекта
- Средства анализа последствий изменений и сообщения о них
  - Исследования последствий для сроков (программы, не использующие метод критического пути)
  - TIA – Анализ последствий во времени
    - В самом широком смысле слова
    - Активное решение с использованием фрагментов графиков и вероятностного анализа
    - Исполнительский и другие методы анализа

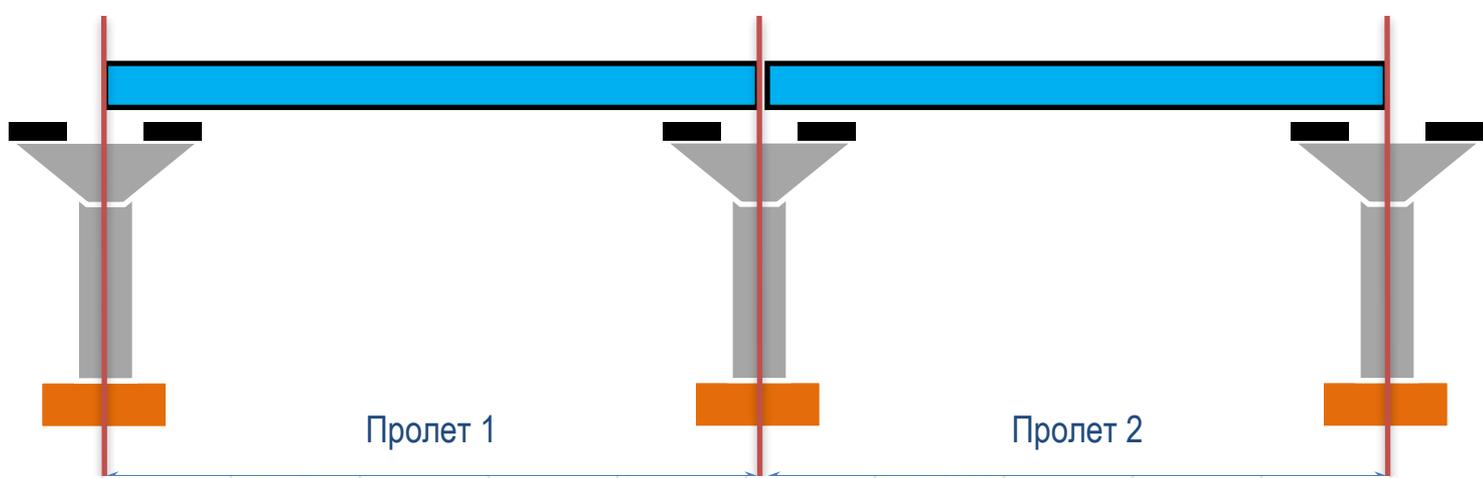
# Формирование графиков линейных проектов

# Характеристики линейных проектов

- Наличие оси (полосы отчуждения), вдоль которой ведется работа
- Повторение всех работ на протяжении всей дистанции проекта
- Требуется одновременное выполнение работ во множестве точек
- Необходимость динамического планирования
- Необходимость принимать решения немедленно
- Участие множества подрядчиков и субподрядчиков

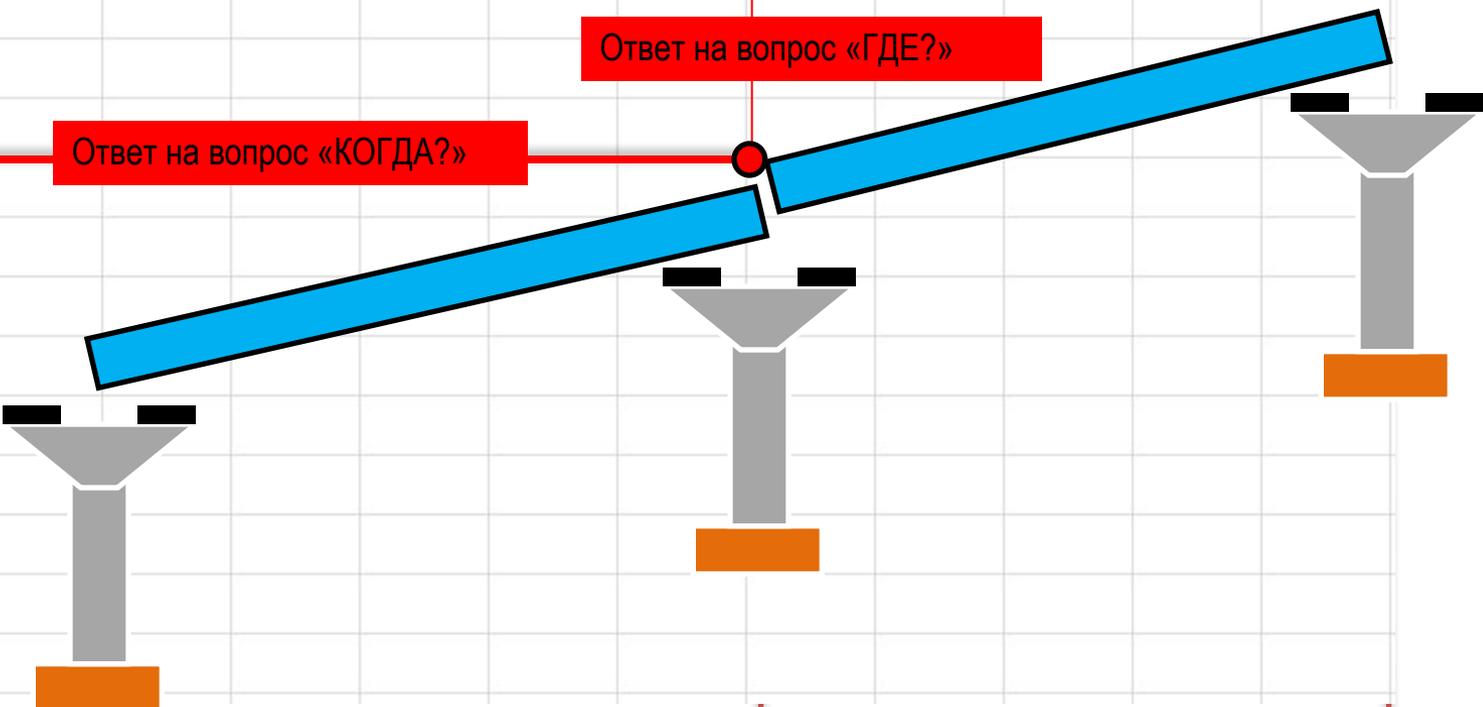
# Применение линейного планирования всеми сторонами на всех фазах проекта





Section 1					Section 2					
0m	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m

March
Week12
Week11
Week10
Week9
February
Week8
Week7
Week6
Week5
Week4
January
Week3
Week2
Week1

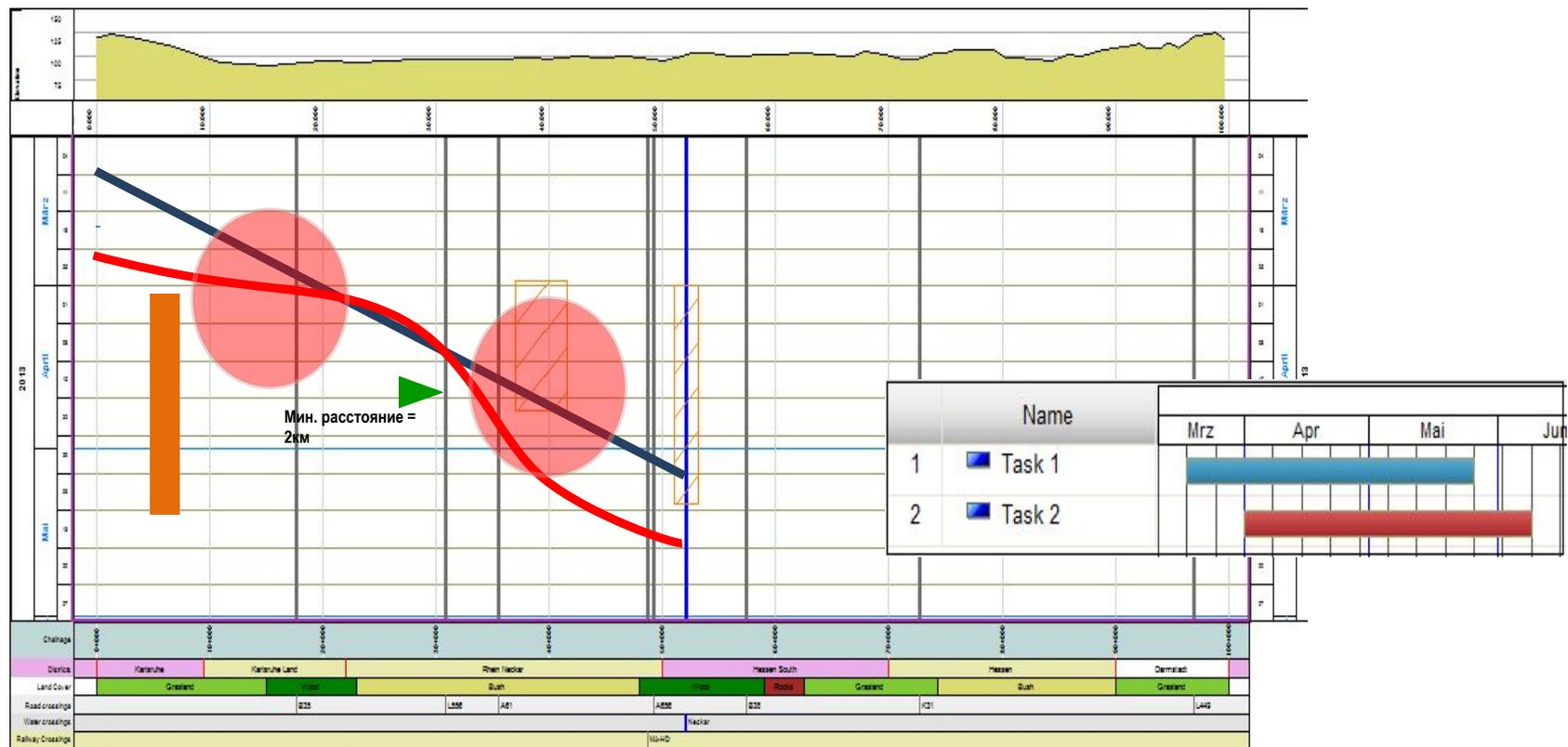


A

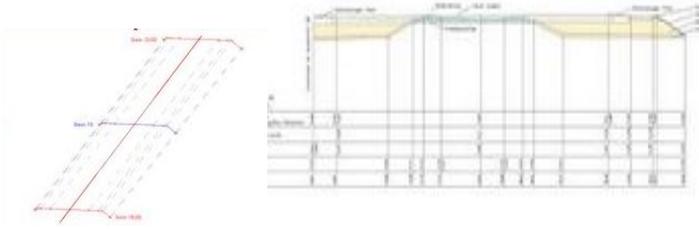
B

C

# График линейного проекта

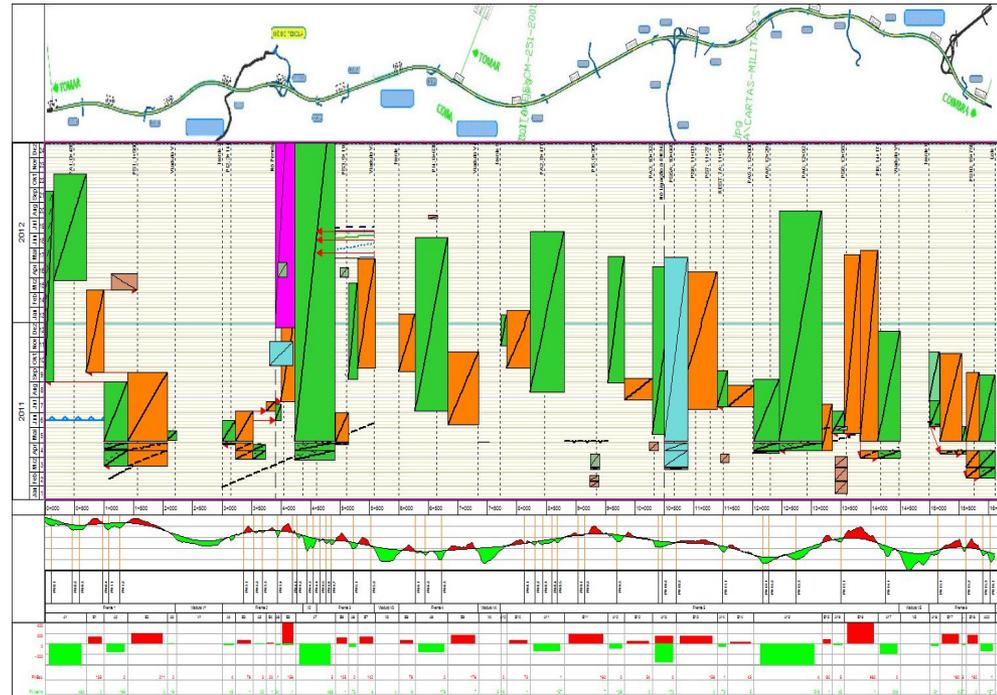
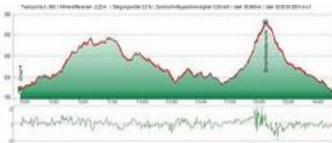


# Интеграция данных о площадке



Уклоны, объемы, отметки

Стан	Land	Road	Cut	Fill
1	0	28	25	
2	100	31	25	500
3	200	32	24,8	2000
4	300	34	24,2	3440
5	400	36	23,8	4400
6	500	35	23,4	4700
7	600	37	23	5120
8	700	37	22,6	5680
9	800	32	22,2	6040
10	900	30	21,8	3600
11	1000	28	21,4	2960
12	1100	25	21	2120
13	1200	22	20,6	1080
14	1300	23	20,2	840
15	1400	24	19,8	1400
16	1500	21	19,4	1160
17	1600	20	19	520
18	1700	19	18,6	280
19	1800	17	18,2	
20	1900	17	17,8	500
21	2000	16	17,4	550
22	2100	15	17,2	1600
23	2200	15,5	17,2	1800
24	2300	15	17,1	1400
25	2400	13	17,1	2550
26	2500	6	17,1	1500





# Преимущества линейного метода планирования

- ✓ Линейное планирование дает больше данных в сравнении с методом критического пути и линейными графиками и показывает четкую картину того, где и когда производятся работы.
- ✓ Устранение ошибок при планировании.
- ✓ Графическое отображение плана работ, позволяющее почувствовать распределение ресурсов и перемещение персонала.
- ✓ Простота отображения ограничений, связанных с преодолением водных преград, трасс коммуникаций, топографическими ошибками, организацией полосы отчуждения, а также закрытием полос.
- ✓ Максимальная гибкость при создании планов.
- ✓ Ускорение процедуры создания и актуализации плана проекта.
- ✓ Простота понимания всеми членами команды проекта.

# Применение технологий BIM

- BIM (Building Information Modeling) – это концепция информационного моделирования в строительстве, которая подразумевает использование различного программного обеспечения с целью создания модели здания, «реагирующей» на все изменения так, как если бы это происходило в реальности. Концепция нацелена на единый интегрированный подход к строительству.

# Терминология BIM

- 3D BIM – трехмерная динамическая модель сооружения
- 4D BIM или визуальная модель - сочетание 3D BIM и календарно-сетевых графика.

# Уровни развития BIM

- Уровень 0: неуправляемый САПР, в 2D, обмен данных - на бумаге (или электронном носителе).
- Уровень 1: управляемый САПР в 2D или 3D формате, плюс инструмент, обеспечивающий общность данных при стандартном подходе к структуризации данных и формату. Коммерческие данные управляются отдельными финансовыми или сметными программами без возможности интеграции.
- Уровень 2: управляемый 3D-формат с инструментом для «воссоединения» с данными. На этом уровне также может быть использована 4D-модель выполнения строительных работ и/или информация о затратах в 5D.
- Уровень 3: Полностью интегрированный и унифицированный процесс, совместимый с новым стандартом IFC (Industry Foundation Class - формат данных с открытой спецификацией, которая не контролируется ни одной компанией или группой компаний. Формат файла был разработан buildingSMART (International Alliance for Interoperability, IAI) для упрощения взаимодействия в строительной индустрии. Используется как формат для информационной модели здания (BIM)). На этом уровне используется 4D-модель выполнения строительных работ, информация о затратах в 5D и управление жизненным циклом проекта в 6D.

# Преимущества BIM

- Обзор модели.
- Анализ коллизий
- Визуализация проекта
- Предварительное изготовление
- Планирование и управление строительством
- Визуализация графика
- Предварительный расчёт объёмов работ
- Оценка стоимости в реальном времени
- Управление жизненным циклом
- Дистанционная регистрация и обработка данных

# Проблемы внедрения BIM

- Разные модели/форматы BIM
- Дублирование данных
- Собственность на модель
- Потенциальная ответственность проектировщика
- Условия соглашения
- Риски
- Концепция и подход к проектированию
- ИТ - поддержка
- Затраты на внедрение
- Конфликты участников