

Календарно-сетевое планирование: как избежать иллюзии контроля в проектах

Калачев Д.В., Макеев А.А.

Введение

Одной из важных задач в процессе реализации любого проекта является сохранение баланса проектного «треугольника» - сроков, бюджета и содержания. Однако на практике достичь этого идеала удастся далеко не всегда из-за множества неопределенностей и ограничений.

В мире проектного управления главным инструментом контроля остается календарно-сетевой график (КСГ). Он не только отражает текущий статус по проекту, но и выступает неким «ясновидящим», предупреждая о потенциальных проблемах. Но возникает закономерный вопрос: насколько можно доверять этим данным? Ведь само по себе наличие графика еще не гарантирует успех проекта.

Тогда каким требованиям должен отвечать по-настоящему надежный график? Исходя из нашего опыта работы в области календарно-сетевого планирования, мы выделяем следующие основные критерии. КСГ должен включать в себя:

- полноту и структурированность данных (группировка по этапам/зонам, цветовая дифференциация критических операций, иерархическое отображение);
- операции с понятными и четкими формулировками;
- логически выстроенные связи между операциями, определяющие их последовательность;
- реалистичные сроки, соответствующие нормативным документам (бюджет, людские и технические ресурсы);
- оптимальный уровень детализации работ (исходя из уровня КСГ);

При наличии этих характеристик график становится настоящим инструментом управления, а не просто формальным документом. Для повышения точности данных, автоматизации расчетов по проекту и упрощения контроля за событиями, рекомендуем использовать специальные программы для управления проектами, например, такие как: PM.planner, Primavera P6 и MS Project.

PM.planner – это наша разработка, которая отвечает всем современным отраслевым стандартам календарно-сетевого планирования и является альтернативой иностранным аналогам, предоставляющая широкий спектр возможностей.

Мы принимали участие на разных проектах, и выступали в роли специалистов КСП как со стороны Заказчика, так и со стороны подрядных организаций. К нам в руки попадали уже готовые графики, которые зачастую включали в себя одни и те же недостатки (некоторые будут рассмотрены в данной статье). И нашей задачей являлось приведение их к соответствию вышеизложенным характеристикам, тем самым убирая «иллюзию контроля» и повышая доверие всех заинтересованных сторон.

Критический путь. Связи и календари операций

Одной из главных вещей, которые можно определить согласно КСТ – это прогноз завершения как отдельно взятых этапов, так и всего проекта в целом. Для расчета сроков выполнения операций проекта обычно применяется **метод критического пути**.

Метод критического пути — это алгоритм определения минимального срока проекта через анализ цепочек операций. **Критический путь** представляет собой самую длинную последовательность взаимозависимых работ с нулевым резервом времени, где любая задержка напрямую увеличит общий срок проекта. Расчет выполняется в три этапа:

1. **Прямой проход** определяет ранние сроки (РН - раннее начало, РО - раннее окончание), двигаясь от старта проекта;
2. **Обратный проход** вычисляет поздние сроки (ПН - позднее начало, ПО - позднее окончание), начиная с финальной даты;
3. **Расчет резервов**: полный резерв (ПР) находится как $ПР = ПН - РН$ (или $ПО - РО$), а свободный резерв (СР) - как минимальный запас времени без влияния на последующие операции.

Критическими становятся операции, значения полного резерва которых равны нулю (отрицательные значения свидетельствует об уже возникшем отставании), тогда как положительные его значения указывают на допустимую задержку.

Важно понимать, что критический путь — это не статичный показатель. Он требует постоянного мониторинга, особенно при работе в сложных климатических условиях, где сезонность становится ключевым фактором.

На одном из сопровождаемых нами проектов возводимый объект строительства находился на территории Ямальского полуострова. Производство строительно-монтажных работ в условиях крайнего севера сопряжено с рядом специфических нюансов, обусловленных экстремальным климатом, вечной мерзлотой, логистической удаленностью и экологическими ограничениями. Поэтому одной из важных задач является синхронизация графика поставки оборудования и материалов с графиком строительно-монтажных работ, где учитывается сезонность их производства, т.к. от этого зависит каким способом будет осуществляться доставка оборудования и материалов до объекта. В зимний период она осуществляется по автозимнику, в летний - по морю.

Важным моментом в данном кейсе является то, что проект был на стадии реализации, и часть СМР была уже завершена, а оставшаяся имела задержки, смещая сроки завершения проекта. Проанализировав КСТГ, нами были выявлены две проблемы, мешающие его корректному применению:

1. Примерно 10% операций не имело связей;
2. По предварительному прогнозу, часть СМР в графике выпадало на сезон, когда эти работы не производят (например: земляные работы запланированы на май (период таяния)). К этой проблеме привело то, что назначенные календари не учитывали сезонность, и операции автоматически не переносились на те сроки, когда они могут начаться.

Операции, не имеющие предшественников и последователей, могут выполняться в произвольные сроки, становясь причиной ресурсных конфликтов, и нахождение их вне цепи событий может исказить критический путь проекта, в следствие чего отсутствует понимание сроков участниками проекта. Некорректное планирование зимних работ на летний период в графике (даже без реального выполнения) вызывает:

1. Каскадный сдвиг зависимых операций. Например, если в графике земляные работы ошибочно запланированы на май (не сезон), то подрядчик по фундаменту воспримет май как срок готовности участка и закажет материалы и бригады на июнь, но фактически работы смогут начаться только в декабре, что вызовет простой ресурсов
2. Логистический коллапс. Например, поставщики ориентируются на «летние» сроки из графика и заказывают морскую доставку вместо зимника, в связи с чем, при переносе доставки на зиму, выписываются штрафы за срыв контрактных обязательств.

3. Репутационные риски. Заказчик теряет доверие к команде («Почему утвердили нереалистичный график?»), а подрядчики требуют компенсаций за вынужденные простои.

После идентификации проблем, следующим шагом стала корректировка графика, где было предпринято следующее:

1) Касаемо сезонности выполнения работ:

- Изменили календари, где учли сезонность производства работ (автоматический перенос сроков на подходящий период времени);
- Календари были применены на соответствующие операции.

2) Касаемо последовательности их выполнения:

- Проверили логику последовательности операций;
- Назначили связи на операции, не имеющие предшественников/последователей, и согласовали их с производителями работ; добавили не достающие связи
- Выявили и устранили конфликты ресурсов на параллельно выполняемых операциях, перераспределив трудовые и технические ресурсы для оптимальной загрузки.

После включения «повисших в воздухе» работ в цепочку событий, изменения календарей на работах с учетом сезонности их производства и перерасчета расписания проекта, прогноз его завершения был скорректирован и ожидаемо сдвинулся вправо.

Все изменения были продемонстрированы Заказчику, что привело к пересмотру графика. По итогу были принято перенести ключевые этапы на 6-8 месяцев, из-за необходимости ожидания следующего зимнего сезона для поставок по автозимнику и перепланировать прочие СМР с учетом промерзания грунта. Это увеличило продолжительность проекта на 21 %, но позволило избежать катастрофического роста затрат и рисков, сохранив управляемость проекта.

Расчет прогресса строительной готовности

Помимо наличия связей, корректных календарей и реального прогноза по проекту бывают ситуации, когда % строительной готовности (далее % СГ, тоже что – интегральный показатель строительной готовности (ИПСГ)) в КСГ может рассчитываться неверно. И, казалось бы, в графике может быть учтено все, ведется контроль начала и окончания работ и ничего не предвещает беды. Но тем не менее, бывает так, что при 98% завершенных

работ по этапу, % СГ почему-то всего - 83%, либо так, что по данным графика этап должен подходить к его завершению, но по факту на площадке выполнено всего половина работ.

Некорректные данные о % СГ могут привести к следующим проблемам:

- **Создание ложного ощущения контроля** - завышенные показатели % СГ маскируют реальное отставание, что приводит к несвоевременному принятию решений и в конечном итоге - к срыву сроков реализации проекта;
- **Нарушение логистики.** Организация ранних/поздних поставок из-за неверных сроков в графике (переполнение складов/дефицит материалов);
- **Ресурсные и финансовые потери.** Ресурсы могут заказывать раньше необходимости (например, краны прибывают до готовности фундамента), из-за чего могут образоваться их простои.

Тогда назревает вопрос: каким образом рассчитывать корректный прогресс? Для начала рассмотрим какие существуют методы расчета % СГ.

Итак, прогресс по работам можно рассчитывать по:

- 1) **% завершения по длительности.** Например, есть операция, плановая длительность 10 дней, тогда на 8 день выполнения с момента ее начала, % завершения по ней будет составлять 80 %.
- 2) **физическому % завершения**, т.е. по физ. объему. Каждая операция СМР подразумевает выполнение конкретного физического объема работ, и на каждую работу назначается физический ресурс. Например, работа «Зона 720. Монтаж арматуры под площадку обслуживания в осях 3-5», физ. объем составляет 8 тонн, тогда при монтаже 6 тонн конструкции % завершения будет составлять 75 %.
- 3) **% завершения по трудозатратам (ТРЗ).** В основе лежит методика расчета прогресса по трудозатратам и суть ее в следующем: для того, чтобы произвести единицу объема работы/продукции, необходимо затратить определенное количество людских и технических ресурсов (ЛР и ТР). Количество трудозатрат ЛР измеряется в человека-часах, а ТР – в машино-часах. В зависимости от вида работ, определяется какой из ресурсов будет основным, и соответственно по нему будет рассчитываться прогресс. Например, для погружения одной сваи 10 м нужно затратить 0,98 маш-ч, тогда для 100 шт. соответственно - 98 маш-ч. Как правило, эти данные берутся из проектно-сметной документации, и для того, чтобы рассчитать % завершения по трудозатратам, необходимо вычислить фактический процент выполнения физ. объема и умножить его на плановое количество трудозатрат по работе. Таким

образом, если произвели погружение 50 свай (т.е. 50% от общего количества), % завершения по ТРЗ рассчитывается как: $50\% \cdot 98$ маш-ч и составляет 49 маш-ч. Трудовой ресурс, аналогично физическому назначается на каждый вид работ.

На практике чаще используется 3-ий вариант, т.к. расчет прогресса по длительности слишком абстрактный и сложно оценить реальное выполнение работ. Расчет по физическому % завершения более точный, но его недостаток в том, что разные работы в графике могут иметь разные единицы измерения, а некоторые могут и вовсе не иметь (например: разработка проектной документации), и помимо этого, работы, имеющие одну ед. изм. могут иметь разный вес в системе расчета прогресса (например: монтаж 1 тонны арматуры может быть быстрым, а 1 тонны сложных металлоконструкций – долгим, но прогресс в итоге будет считаться одинаково). Поэтому, чтобы прогресс выполнения рассчитывался более точно, необходимо, чтобы все работы имели общий знаменатель, в данном случае – выраженный в трудозатратах. Для прочих работ, не касающихся части СМР, трудозатраты назначаются на основе экспертных оценок.

Зачастую причиной некорректного расчета прогресса в графиках является как расчет по длительностям работ, так и отсутствие назначенных ресурсов на операции. Т.е. в первом случае СМР наряду с прочими работами имели равный вес и составляли однородную массу, а во втором - работы, которые в реальной жизни вносят существенную лепту в строительство объекта, на графике отображались формально и не оказывали влияние на прогресс. Ниже мы рассмотрим пару типовых случаев из нашей практики.

1) Операции в вакууме.

Одной из распространенных проблем в календарно-сетевом планировании является формальный подход к расчету прогресса, когда работы существуют «в вакууме» — без учета их реального влияния на ход проекта.

При передаче календарно-сетевого графика в сопровождение, Заказчик изначально сформулировал задачу по корректировке и формированию критического пути проекта. Хотя данный аспект уже был детально рассмотрен в первом разделе (где основное внимание уделялось пересмотру логических связей и назначению технологических зависимостей), важно отметить, что наша работа всегда начинается с комплексного анализа всего графика.

Представленный КСГ обладал следующими ключевыми характеристиками:

- 3-ий уровень, включающий в себя 12 000 операций;

- Помимо строительно-монтажных работ, содержал полный цикл проектирования (подготовка ПИР, изыскания, экспертиза документации и др.);
- Отсутствовали назначенные ресурсы и трудозатраты по операциям;
- Прогресс выполнения рассчитывался исключительно на основе длительности работ.

Мы уже обращали внимание на недостатки расчета прогресса методом длительностей, что в нашем случае поставило под большое сомнение корректность его расчета в нашем проекте. Таким образом, все 12000 строк, вне зависимости от фазы проекта и вида работ, имели равный вес. Мы предложили применить метод расчета по трудозатратам, т.к. с учетом специфики графика он является наиболее подходящим.

Для доработки графика в части трудовых ресурсов Заказчик предоставил трудозатраты по работам строительно-монтажного периода. Помимо этого, необходимо было назначить трудозатраты на операции по остальным разделам, т.к. они также участвуют в подсчете прогресса. В силу того, что по остальным работам данные по трудозатратам отсутствовали, мы предложили их рассчитать через весовые коэффициенты (далее – ВК).

Идея использования ВК заключается в следующем: условно ВК всего проекта составляет 1000 единиц или 100%, тогда, т.к. стадия СМР априори больше всего влияет на интегральный % СГ проекта, суммарный ВК для них составит 800 единиц, а другие этапы разделят между собой оставшиеся 200. Величины ВК определяются экспертным методом. По аналогии, внутри каждого подэтапа весовые коэффициенты распределяются на операции нижних уровней. Наглядно это продемонстрировано на следующем изображении:

Уровень структуры ▼	Название задачи ▼	Начало ▼	Окончание ▼	Весовой коэффициент ▼
1	▲ Проект №1	01.11.19	01.12.25	1000
2	▲ Проектирование	01.06.20	12.02.25	200
3	▸ Организация подготовки к выполнению ПИР	10.08.20	01.07.21	20
3	▸ Выполнение проектно-изыскательских работ	01.06.20	28.09.22	120
3	▸ Проведение экспертиз проектной документации	22.09.22	13.01.25	40
3	▸ Утверждение проектной документации	13.01.25	12.02.25	20
2	▲ Строительство	01.11.19	01.12.25	800
3	▸ Работы строительно-монтажного периода	01.11.19	01.12.25	800

На данном этапе ВК распределены до 3-го уровня структуры. И таким образом распределение идет до самого нижнего уровня – до уровня работ, как показано ниже:

Уровень структуры ▼	Название задачи ▼	Начало ▼	Окончание ▼	Весовой коэффициент_ ▼
1	▲ Проект №1	01.11.19	01.12.25	1000
2	▲ Проектирование	01.06.20	12.02.25	200
3	▲ Организация подготовки к выполнению ПИР	10.08.20	01.07.21	20
4	▲ Разработка задания на проектирование	10.08.20	09.09.20	6
5	Разработка и утверждение задания на проектирование	10.08.20	09.09.20	6
5	Задание на проектирование утверждено	09.09.20	09.09.20	0
4	▲ Формирование объема и условий контрактов	01.02.21	01.07.21	6
5	Формирование сметной стоимости выполнения ПИР и ее согласование в установленном порядке	01.02.21	02.04.21	2,4
5	Заключение договора на ПИР	01.06.21	01.07.21	3,6
5	Стоимость выполнения ПИР согласована	02.04.21	02.04.21	0
5	Договор на выполнение ПИР заключен	01.07.21	01.07.21	0
3	▲ Выполнение проектно-изыскательских работ	01.06.20	28.09.22	120
4	▲ Сбор исходных данных	01.06.20	02.06.22	6
5	Запрос и получение исходных данных для выполнения ПИР	01.07.21	30.04.22	0,6
5	Подготовка материалов и внесение сведений об объекте в документы территориального планирования	01.06.20	01.10.20	3,6
5	Запрос и получение градостроительной документации	01.02.22	02.06.22	1,8
5	Сбор исходных данных для выполнения ПИР завершен	30.04.22	30.04.22	0
5	Сведения об объекте внесены в документы тер.планирования	01.10.20	01.10.20	0
5	Градостроительная документация получена	02.06.22	02.06.22	0

В данном случае 5 уровень содержит в себе операции и вехи. На вехах ВК равны 0, т.к. они не имеют длительности и не требуют трудозатрат, являясь на проекте ключевыми событиями.

Распределив коэффициенты по всем видам работ, зная сколько ТРЗ приходится на СМР, мы рассчитываем недостающие ТРЗ методом пропорции. Допустим, суммарная величина ТРЗ стадии СМР составляет 657 000 ч. при ВК равном 800, тогда зная ВК по остальным видам работ можно рассчитать значения их ТРЗ по следующей формуле:

$$ТРЗ_x = ВК_x * \frac{ТРЗ_{смр}}{ВК_{смр}}$$

где ТРЗ_x – искомые ТРЗ по виду работ;

ВК_x – весовой коэффициент работы, по которой производится расчет ТРЗ;

ТРЗ_{смр} – ТРЗ стадии СМР;

ВК_{смр} – весовой коэффициент стадии СМР.

Таким образом, например, для суммарной работы «Организация подготовки к выполнению ПИР» ТРЗ будут рассчитаны так:

$$ТРЗ_x = ВК_x * \frac{ТРЗ_{смр}}{ВК_{смр}} = 20 * \frac{65700}{800} = 16425 \text{ ч.}$$

	_()	
Проект №1	1000	1478250
Проектирование	200	164250
Организация подготовки к выполнению ПИР	20	TR3x= 16425
Выполнение проектно-изыскательских работ	120	98550
Проведение экспертиз проектной документации	40	32850
Утверждение проектной документации	20	16425
Строительство	800	657000
Работы строительно-монтажного периода	800	657000

После расчета TR3 были внесены исторические данные по выполнению по всем видам работ.

Таким образом операции в графике были приведены к общему знаменателю, и был скорректирован факт выполнения как всех видов работ, так и всего проекта в целом, что привело к уменьшению интегрального показателя %СГ с 56% до 48% и устранению расхождений между «бумажным» и физический прогрессом.-Это помогло избежать ложного ощущения контроля, и повысило доверие к КСГ, как к инструменту, помогающему принимать решения.

От себя добавлю, что методологию расчета по трудозатратам необходимо внедрять на этапе формирования КСГ, а не в процессе реализации. Это минимизирует затраты на перепланирование и обеспечивает надежный контроль прогресса с первых дней проекта.

2) Человеческий фактор

Еще одна типовая проблема, возникающая даже в технически грамотно составленных графиках — влияние человеческого фактора на качество планирования. Сформирован график с применением методики расчета по трудозатратам, что теоретически должно было обеспечить высокую точность расчета прогресса. Однако, при детальном анализе выяснилось, что несмотря на корректную методологию, в графике отсутствовали назначенные ресурсы примерно на 15% операций. Это могло произойти по причине спешки при формировании графика и не корректной проверке на завершенность ввода данных в график перед утверждением.

Для выявления и устранения недостатков в КСГ мы используем следующую комбинацию действий:

- 1) Из Primavera мы производим выгрузку графика в формате XML, на основании которой с помощью Power Pivot (MS Excel) формируется аналитический дашборд, где наглядно отражены интересующие моменты, например, такие как: % СГ операций/этапов/всего проекта, плановые/фактические даты начала и окончания, плановые/фактические данные по физ. объемам и ТРЗ. Помимо этого, могут быть выведены S-кривые по интересующим показателям, с помощью которых удобно анализировать их динамику;
- 2) С помощью дашборда можно оперативно выявить проблемные места, даже если график содержит 15000 операций. Отфильтровываем работы с отсутствующими назначениями трудозатрат, мы выяснили, что примерно 15% операций их не имеют;
- 3) Далее делаем запрос на проектно-сметную документацию у Заказчика, либо иную форму подачи данных, где отражена информация по физ. объемам и количеству трудозатрат по интересующим нас работам, после чего интегрируем ее в график.

В результате:

- Недостающие ресурсы были назначены на все пропущенные операции;
- Интегральный показатель строительной готовности скорректирован.

Таким образом можно сделать вывод, что даже при использовании продвинутых систем планирования необходим многоуровневый контроль качества ввода данных, а автоматизация проверок позволяет существенно сократить время на выявление ошибок. Техническая грамотность планирования должна подкрепляться организационными процедурами контроля и ответственности за ввод данных. Как показывает практика, внедрение регулярных аудитов графика (хотя бы ежеквартальных) позволяет минимизировать подобные ошибки человеческого фактора.

Вывод:

Эффективное управление проектами требует не только формального составления календарно-сетевых графиков, но и их постоянной корректировки с учетом реальных условий. Как показано в данной статье, одним из ключевых проблем являются: отсутствие связей между работами, игнорирование сезонных ограничений, некорректный расчет прогресса и человеческий фактор при вводе данных.

Применение описанных методов позволяет повысить точность планирования, минимизировать риски и укрепить доверие между участниками проекта. КСГ должен быть живым инструментом управления, а не формальным документом.