

УДК 65.012.26
ГРНТИ 06.81

Методы и приемы управления проектами в сфере промышленного производства

М.А. Фридлянов
e-mail: mfridlyanov@f-m.fm

Аннотация

Статья посвящена сравнительному анализу основных инструментов управления проектами. Рассмотрены метод критического пути (СРМ) и метод оценки и пересмотра планов проектов и программ (PERT). Выявлены их преимущества и недостатки, обоснованы возможности применения в практике управления проектной деятельностью в промышленном производстве.

Ключевые слова: *проект, управление проектами, методы управления проектной деятельностью*

В современных условиях развития экономики проблема контроля хода реализации проектов, своевременного выявления проблем и рисков, влияющих на сроки выполнения отдельных работ и, следовательно, на сроки завершения проектов в целом, для многих российских промышленных компаний остается одной из наиболее актуальных. Прежде всего, это касается крупномасштабных проектов, связанных с созданием технически сложных и уникальных объектов, где необходимо учитывать особенности технологических процессов, требующих специальных знаний и компетенций, решения научных, организационных, технических, строительных и прочих задач и т.п. Специфика таких проектов ограничивает возможности использования напрямую существующих методов проектного управления и предопределяет необходимость разработки оригинальных управленческих подходов, методов и приемов проектного менеджмента.

Понятие «проект» и задачи управления проектами

Понятие «проект» имеет много разных определений. Например, по стандарту Института управления проектами (PMI), «проект — это временное предприятие, направленное на создание уникальных продуктов, услуг или результатов» [1]. Общим для всех проектов является то, что все они состоят из группы взаимосвязанных работ, ограниченных определенным объемом, бюджетом и сроками выполнения, имеют конкретные даты начала и завершения, результат или конечный продукт.

Управление проектами представляет собой системный процесс выработки и принятия управленческих решений для координации человеческих и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла проекта с использованием современных методов и подходов, направленный на успешное достижение заданных целей в рамках установленных временных, бюджетных и ресурсных ограничений [2-3]. Проектное управление включает:

- управление интеграцией проекта, необходимое для обеспечения эффективной координации различных процессов и действий;
- управление содержанием проекта для обеспечения реализации всей требуемой работы (и только необходимой работы);
- управление сроками проекта для того, чтобы проект был выполнен в установленный срок;
- управление стоимостью проекта в целях обеспечения выполнения проекта в рамках утвержденного бюджета;
- управление качеством проекта для того, чтобы гарантировать, что проект удовлетворяет установленным требованиям;
- управление человеческими или трудовыми ресурсами с целью их эффективного использования;
- управление взаимосвязями между участниками проекта для обеспечения эффективной внутренней и внешней коммуникации;
- управление рисками проекта, необходимое для анализа и смягчения потенциальных рисков;
- управление контрактами проекта для получения необходимых ресурсов из внешних

источников, обеспечивающих исполнение содержания проекта.

Крупномасштабные проекты, охватывающие все стадии научно производственного цикла, имеют ряд характерных особенностей, связанных со сложностью и новизной технических решений, системным подходом к выполнению задач, ускорением темпов реализации, быстрым моральным старением объектов проектирования и производства и др. В отличие от других проектов, они могут иметь больше ограничений, вызванных взаимозависимостью выполняемых по проекту работ, наличием строгих временных рамок для завершения технологических операций, требований по непрерывности и последовательности их выполнения. Кроме того, возможны дополнительные риски, связанные с объемом, стоимостью и качеством работ, а также человеческим фактором, материальными и финансовыми ресурсами. Применительно к таким проектам методология проектного управления должна учитывать все возможные риски. Важной задачей в этой связи является планирование работ по проекту. Необходимо определить рабочие операции, оценить требуемые ресурсы и длительность отдельных видов работ, а также выявить любые взаимодействия между ними. Планирование служит основой для разработки бюджета и графика проекта. В дополнение к техническим аспектам планирования работ по проекту может потребоваться принятие организационных решений в отношении участников проекта и координации их деятельности. Для эффективного управления также необходимы практические навыки общего управления и специальные знания, связанные с задачами проекта. Значимую роль могут играть такие вспомогательные дисциплины, как информатика и наука принятия управленческих решений.

Отслеживать рабочие процессы и управлять проектной деятельностью помогают специально разработанные для этого методы управления, позволяющие устанавливать взаимосвязь планируемых работ и получаемых результатов, более точно рассчитывать план, а также своевременно осуществлять его корректировку [4]. Эффективное применение, в частности, получили так называемые "методы сетевого планирования", базирующиеся на графическом представлении последовательности работ, действий

или мероприятий для планомерного достижения поставленной цели. Наиболее известными среди них являются две системы формирования проектного расписания - это метод критического пути (Critical Path Method, CPM) и метод оценки и пересмотра планов проектов и программ (Program Evaluation and Review Technique, PERT), имеющие единую теоретическую основу и позволяющие наилучшим образом установить последовательности, взаимосвязи и продолжительности работ. Базовым параметром календарного моделирования в данных методах выступает критический путь, представляющий собой последовательность запланированных мероприятий, определяющих длительность проекта в целом.

Метод критического пути (CPM)

Метод критического пути (Critical Path Method, CPM) разработан американским химическим концерном EI DuPont de Nemours в 1956 г. для составления графиков рутинных операций, связанных с реорганизацией производственных площадок для выпуска другой продукции, в том числе техническим обслуживанием химических установок на заводах, их отключением и последующим запуском [5]. Данный метод управления проектами представляет собой пошаговую систему управления и планирования процессов проекта, помогает определять критические и не критические задачи и предупреждает проблемы со сроками. Суть метода состоит в том, что проект разбивается на несколько видов работ, а затем вычисляется продолжительность проекта на основании оценки продолжительности каждой рабочей задачи. Идея метода может быть проиллюстрирована с помощью графического изображения проекта (сетевой диаграммы).

Этапы построения сетевой диаграммы CPM

1. Проект разбивается по видам работ (операций), которые необходимо выполнить в процессе его реализации. Формируется перечень данных работ, каждому виду работ присваивается отличительный знак, как правило, буквенное или числовое обозначение. Перечень работ служит основой для построения сетевой диаграммы проекта. На последующих этапах он будет доработан с учетом последовательности

действий и продолжительности выполнения каждого вида работ.

2. Определяется последовательность действий. Для этого необходимо установить взаимозависимости и взаимосвязи между работами по проекту. Все операции должны быть распределены в соответствии с технологической последовательностью их выполнения. Определение последовательности выполнения каждого вида работ является важным этапом и необходимым условием построения сетевой диаграммы.

3. Составляется сетевая диаграмма. После формирования перечня работ и определения последовательности их выполнения строится графическое изображение проекта. Виды работ на графике отображаются как узлы или кружки, а технологическая последовательность работ указываются стрелками или линиями между ними. Таким образом, отражается тот факт, что ни к одной из работ нельзя приступить прежде, чем будут завершены предшествующие ей работы, согласно технологии реализации проекта.

4. Оценка продолжительности проекта. Реальный план завершения проекта и сетевая диаграмма требуют надежной оценки сроков выполнения всех работ по проекту. Для этого устанавливается время, необходимое для завершения каждой операции. Определить его можно на основе уже имеющегося опыта выполнения подобных работ или с помощью оценок ответственных исполнителей. Внесение времени в сетевую диаграмму позволит оценить продолжительность реализации проекта в целом. Сетевая диаграмма проекта с оценкой продолжительности работ связывает в единую систему планирование, составление расписания и контроль проектов. Ниже приведен пример сетевой диаграммы СРМ (рис.1). Критический путь на данной диаграмме составит путь АСФ.

5. Определение критического пути. На данном этапе вычисляется максимально возможная продолжительность последовательно выполняемых работ для завершения проекта к требуемой дате. Это самая длинная сеть операций (самый длинный путь проекта) с точки зрения продолжительности во времени, которую не следует путать с цепочкой, на которую приходится наибольшее количество операций или узлов. Значение критического пути в том, что он позволяет выявить работы, оказывающие

наибольшее влияние на сроки завершения проекта в целом (критические): при задержке выполнения операций на этом пути весь проект будет реализован с задержкой. Анализ критического пути является важным аспектом планирования проекта.

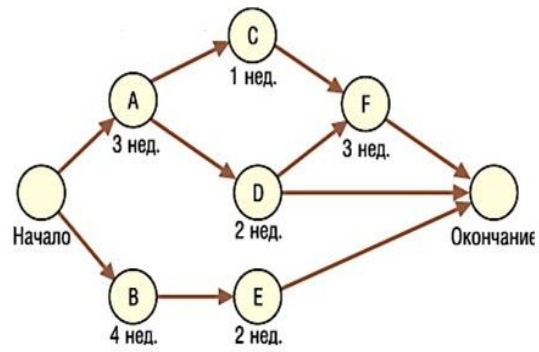


Рис.1 - Пример сетевой диаграммы СРМ

Критический путь можно определить, вычислив следующие параметры по каждому виду работ:

ES - ранний старт или самые ранние сроки начала выполнения операции;

EF - ранний финиш или самые ранние сроки завершения выполнения операции;

LS - позднее начало или самые поздние сроки начала;

LF - позднее окончание или самые поздние сроки завершения операции.

Самые ранние сроки начала и окончания каждого вида работ будут устанавливаться по мере продвижения вперед по сети и определения времени, когда работа может начинаться и заканчиваться с учетом завершения предыдущих операций. Позднее время начала и окончания - это последнее время, когда работа может быть начата и закончена без влияния на продолжительность проекта в целом. LS и LF устанавливаются при движении в обратном направлении по сети. На основе полученных данных можно рассчитать предполагаемое время завершения проекта в целом (TE), какие операции могут задерживаться, т.е. составляют критический путь (CP), а также вычислить резерв времени, на которое выполнение работ может быть отложено, не влияя на продолжительность проекта в целом (SL).

Критический путь - это путь по сетевой диаграмме проекта, на котором ни одна из операций не имеет провисания, то есть путь, для которого $ES = LS$ и $EF = LF$ для всех операций в пути. Задержка в критическом пути задерживает весь проект. Для ускорения завершения проекта необходимо сократить общее время, необходимое для операций на критическом пути.

6. Обновление сетевой диаграммы. По мере продвижения проекта время выполнения операций будет меняться, и сетевая диаграмма может быть обновлена с учетом этой информации. Может появиться новый критический путь, структурные изменения могут быть внесены в сетевую диаграмму в случае изменения требований проекта.

Преимущества СРМ:

- обеспечивает представление проекта в графическом виде;
- показывает время, в которое должны начинаться и заканчиваться отдельные работы;
- помогает вычислить срок реализации проекта целиком или срок завершения отдельных задач, объединенных в группы;
- показывает, какие действия являются критическими для поддержания графика, а какие нет.

Ограничения СРМ:

Метод критического пути рациональный и простой, однако он не учитывает колебания во времени продолжительности работ, которые могут оказать существенное влияние на общее время завершения проекта. Особенности метода делают его эффективным лишь в отношении несложных проектов, где без особого труда можно спрогнозировать время выполнения каждой операции. На комплексных же проектах, связанных с разработкой и конструированием сложных систем, подразумевающих решение уникальных задач с высокой степенью неопределенности сроков завершения, метод СРМ будет применим лишь условно. Метод критического пути также будет полезен для проектов, которые включают набор периодически повторяющихся работ с фиксированным временем завершения.

Метод оценки и пересмотра планов проектов и программ (PERT)

Метод оценки и пересмотра планов проектов и программ (Program Evaluation and Review Technique, PERT) разработан в конце 1950-х годов для работы со сложными проектами, отличающимися высокой степенью неопределенности. Впервые PERT применен для управления проектом по созданию баллистических ракет флота ВМС США (Polaris) с целью решения проблем, связанных с ускорением проектных работ. Вопрос был не только во времени исполнения проекта, но и в дополнительных расходах, которые возникали в случае сокращения длительности проекта. Метод обеспечивал моделирование календарного плана выполнения комплекса работ на основе оптимальной логической схемы процесса. Учитывались временные характеристики необходимых работ и вероятность их благоприятного завершения.

В методе PERT, как и в методе СРМ, проекты рассматриваются как сеть отдельных событий и работ. Работа в них представляет собой любой элемент проекта, на выполнение которого требуется время, и который может приостановить начало выполнения других работ. В основе метода лежит идея определения и контроля вероятных сроков критического пути всего комплекса работ (или вероятностный подход с использованием так называемого среднего значения β -распределения).

По каждому виду работ даются три оценки времени выполнения:

- оптимистическая оценка (O) - как правило, это кратчайшее время, в течение которого работа может быть завершена (вероятность того, что при нормальных условиях работа будет закончена раньше срока составляет не более 1%);
- наиболее вероятная оценка (M) – наиболее вероятное время завершения работы, (данное время отличается от ожидаемого);
- пессимистическая оценка (P) - самое длинное время, которое может потребоваться для завершения работ.

Использование трех оценок длительности работ дает возможность в различной степени учесть риски, влияющие на их выполнение.

Далее сетевой план рассчитывается так же, как в методе критического пути. Ожидаемое время выполнения проекта в целом будет равно

сумме средних значений времени выполнения работ, находящихся на критическом пути. Для расчета используется следующая формула, представляющая собой среднее значение трех составляющих,

$$\text{Ожидаемое время} = \frac{O + 4M + P}{6}$$

где:

- О - оптимистичная оценка
- М - наиболее вероятная оценка
- Р - пессимистичная оценка

Наиболее вероятная продолжительность увеличена в 4 раза, что позволяет избежать возникновения перекоса по одному из имеющихся направлений.

Расчет стандартного отклонения длительности работ позволяет определить максимальную и минимальную ожидаемую продолжительность отдельных видов работ и всего проекта:

$$\text{Отклонения} = \left(\frac{P - O}{6} \right)^2$$

где:

- О - оптимистичная оценка
- Р - пессимистичная оценка

Такой подход обеспечивает возможность построения нескольких графиков выполнения проекта.

Построение сетевой диаграммы PERT

Диаграмма PERT представляет собой визуальное отображение плана проекта, на котором показана последовательность операций и возможность их одновременного выполнения. Построение диаграммы основывается на той же информации, которая используется в методе критического пути, например, самые ранние и поздние даты начала и завершения операций, а также запас времени.

Чтобы построить диаграмму сначала следует определить работы, необходимые для завершения проекта, установить последовательность и длительность их выполнения. Используя информацию о взаимосвязях работ, можно построить схему сети, показывающую порядок последовательных и параллельных действий. Работы на диаграмме отображаются кружками, а действия стрелками, указывающими направление или порядок, в котором выполняются работы. Ниже приведен простой пример диаграммы PERT для проекта продолжительностью в

семь месяцев с пятью промежуточными точками (от 10 до 50) и шестью деятельностью (от А до F) (рис. 2):

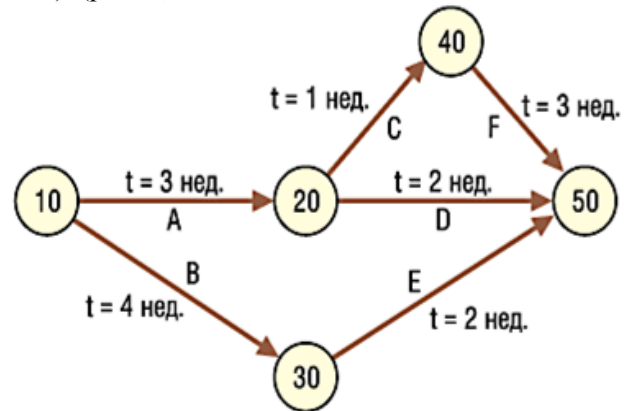


Рис.2 – Пример диаграммы PERT

Определение критического пути

По мере построения диаграммы PERT по каждому действию добавляются определенные количественные характеристики - объем выделяемых на данную работу ресурсов и, соответственно, её ожидаемая продолжительность (длина дуги). Последовательность дуг, в которой конец каждой предшествующей стрелки совпадает с началом последующей, трактуется как путь от отправной вершины к завершающей, а сумма длин таких дуг - как его продолжительность. Как правило, начало и конец реализации проекта связаны множеством путей, длины которых различаются. Наибольшая длина пути определяет длительность проекта в целом, минимально возможную при зафиксированных характеристиках действий. Соответствующий путь и есть критический, от продолжительности составляющих его работ будет зависеть общая продолжительность выполнения проекта.

Для получения оптимистической, пессимистической и реалистической оценок длительности проекта необходимо иметь в качестве исходных данных соответствующие оценки для тех работ, длительности которых могут измениться. Эти данные могут быть получены на основе прошлого опыта, либо в результате опроса специалистов в данной предметной области. Сократить критический путь можно за счет запараллеливания работ.

По мере развертывания проекта расчетное время может быть заменено фактическим временем. В случаях задержек могут потребоваться дополнительные ресурсы, чтобы оставаться в соответствии с графиком, а диаграмма PERT может быть изменена для отражения новой ситуации. Ценность PERT состоит в том, что с помощью этого метода можно решать много задач одновременно, при этом существенно сокращая время и ресурсы.

Преимущества PERT:

- обеспечивает графическое отображение проекта и его главных действий;
- позволяет задать диапазон продолжительности для каждого вида деятельности;
- дает возможность получения информации об ожидаемом времени завершения проекта, обеспечивает оценку вероятности завершения проекта до указанной даты;
- выявляет действия, которые имеют резервное время и поэтому их задержка не скажется на продолжительности проекта в целом;
- выявляет действия на критическом пути, за которыми нужен пристальный контроль, так как они влияют на общее время завершения проекта.

Ограничения PERT:

Среди слабых сторон метода PERT можно отметить то, что при построении сетевой диаграммы проекта существует вероятность пропуска одного или более важных мероприятий. Связи и последовательность действий по проекту могут быть отображены неточно, а оценка предполагаемой продолжительности исполнения проектной задачи занижена. При этом увеличение числа одновременно выполняемых работ увеличивает размер ошибки. В случае если у менеджеров проекта недостаточно опыта, анализ путей выполнения может быть сильно искажен.

Особенности метода PERT делают его наиболее подходящим для управления проектами, по которым не удастся определить точное время, необходимое для выполнения отдельных операций. Прежде всего, речь идет о проектировании и внедрении новых систем, где, многие работы не имеют аналогов и потому возникает неопределенность в сроках завершения проекта

в целом. Он также будет эффективен для контроля производственных процессов на предприятиях, а также информирования других подразделений о степени реализации проекта или о его текущем состоянии.

Сходство и различия методов PERT и СРМ

Рассмотренные технологии управления проектами PERT и СРМ в целом практически идентичны. В методах используется общий подход для проектирования сети и установления ее критического пути. Возможность визуализации проекта упрощает процесс отслеживания всех рабочих операций, и служит основой составления детальных планов выполнения работ по проекту. В то же время, несмотря на общие подходы, каждый из методов имеет свои тонкости анализа и контроля, которые обязательно нужно учитывать для их успешного применения в практике проектного управления. Так, PERT следует рассматривать как инструмент планирования и контроля времени, а СРМ, как метод контроля затрат и времени. Посредством PERT осуществляется планирование, организация, координация и контроль неопределенных действий, в то время как СРМ является методом управления проектами, обеспечивающим планирование, организацию, координацию и контроль четко определенных действий.

Ключевое различие между методами связано с оценкой продолжительности работ по проекту. PERT допускает возможные колебания в сроках выполнения каждой операции и анализирует их влияние на завершение работ по проекту в целом. СРМ предполагает, что длительность работ можно оценить с достаточно высокой степенью точности и, в отличие от PERT, не учитывает никакие случайные изменения в их продолжительности.

Важной отличительной особенностью методов также является их нацеленность. СРМ обеспечивает оптимизацию затрат, в то время как PERT позволяет минимизировать время реализации и стоимость проекта. В таблице 1 представлена общая сравнительная характеристика методов.

Таблица 1

Общая сравнительная характеристика методов PERT и CPM

	Метод PERT	Метод CPM
Общая характеристика	Технология управления проектами, используемая для управления неопределенными действиями проекта	Технология управления проектами, которая управляет четко определенными действиями проекта
Целевое назначение	Проекты в сфере исследований и разработок, опытно-конструкторские проекты, имеющие уникальную составляющую	Проекты по строительству и реорганизации производства
Управление	Непредсказуемыми действиями	Предсказуемыми действиями
Определяющий фактор	Время	Оптимизация затрат и времени
Оценка длительности операций	Вероятностная модель - допускает неопределенность продолжительности операций и учитывает риск проекта	Детерминированная модель - не допускает случайных изменений, достаточно высокая степень точности и определенности
Параметры оценки	Три временных параметра оценки: <ul style="list-style-type: none"> • оптимистическая; • пессимистическая; • наиболее вероятная 	Один временной параметр оценки
Принцип оценки	Реалистичная оценка продолжительности реализации всего проекта	Максимально точная оценка последовательности выполняемых работ для завершения проекта к требуемой дате
Типы задач, на которых метод работает наиболее эффективно	Не повторяющиеся	Повторяющиеся

Подводя итоги, следует сказать, что рассмотренные методы формирования проектного расписания в целом имеют достаточно оснований для практического применения в любой сфере деятельности наряду с другими средствами результативного планирования, повышающими качество менеджмента. Их успешное использование возможно и на крупных промышленных проектах, в том числе по созданию исследовательских комплексов мирового уровня, состоящих из множества подпроектов, требующих решения не имеющих аналогов задач, в том числе в области строительства, высоких технологий, установки уникального оборудования, частей для оборудования, а также тестирования и настройки систем проекта. При этом

эффективность управления бизнес-процессов на их основе значительно возрастет, если отслеживать каждый подпроект отдельно, используя для решения конкретных задач разные инструменты контроля.

Так, метод CPM будет наиболее полезен для определения границ проекта. Метод PERT будет наиболее эффективен в отношении решения задач уникального характера, содержащих научную составляющую. Таким образом, один метод позволит рассчитать время реализации уникальной задачи, другой - построить критический путь всего проекта. В результате управление всего проектного комплекса даст мощный эффект развития.

Литература

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Fifth Edition.
2. Управление проектом. Основы проектного управления: учебник / Коллектив авторов; под ред. проф. М.Л. Разу. - 3-е изд., перераб. и доп. — М.: КНОРУС, 2010. — 760 с.
3. Сооляттэ А.Ю. Управление проектами в компании: методология, технологии, практика: учебник. - М.: Московский финансово-промышленный университет "Синергия", 2012. – 816 с. (Академия бизнеса).
4. [Электронный ресурс] //Режим доступа: <http://catalogue.nla.gov.au/Record/2303997> //Critical path precedence networks : a handbook on activity-on-node networking for the construction industry / F. Lawrence Bennett
5. Фридлянов М.А. Метод освоенного объема как инструмент управления уникальными научными проектами. – М.: Микроэкономика, 2016. - № 3. – С. 78-87.

**Project management methods and techniques
in the field of industrial production**

Maxim A. Fridlyanov
email: *mfridlyanov@f-m.fm*

Abstract

The article is devoted to a comparative analysis of the main tools of project management. The critical path method (CPM) and the program evaluating and reviewing technique method (PERT) are considered. Their advantages and disadvantages are revealed, the possibilities of application in the practice of management of project activity in industrial production are grounded.

Keywords: *project, project management, project management methods*

Об авторе

Фридлянов Максим Александрович, аспирант кафедры № 65 "Анализ конкурентных систем" НИЯУ МИФИ, ведущий специалист НИЦ «Курчатовский институт», Москва.