

ОСОБЕННОСТИ ТЕОРИИ ОГРАНИЧЕНИЙ СИСТЕМ ГОЛДРАТТА И МЕТОДА КРИТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ В ОБЛАСТИ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Котовская М.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, Россия (190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д.4), e-mail: mkotovskaya@gmail.com

Проведен анализ особенностей Теории ограничений систем (ТОС) и метода критической цепи, предложенного Э. Голдраттом, в сфере календарного планирования строительства. Выявлены предпосылки к формированию ТОС. Проанализированы основополагающие причины (в рамках общей философии ТОС), приводящие к срыву сроков строительных проектов, превышению их исходных бюджетов и изменению содержания. Установлено, что в качестве такого фактора выступают законы Мерфи, усиливающиеся многозадачностью, дефектом контрольного механизма, студенческим синдромом и законом Паркинсона. Проведен сравнительный анализ метода критического пути и предложенного Э. Голдраттом метода критической цепи по 10 основным положениям. На практическом примере сопоставлены результаты календарного планирования по этим двум методикам. Выявлено, что метод критической цепи позволяет проектировать календарные планы строительства на 16 % эффективнее по сравнению с методом критического пути.

Ключевые слова: теория ограничений систем, ТОС, метод критического пути, метод критической цепи.

SPECIFIC FEATURES OF GOLDRATT'S THEORY OF CONSTRAINTS AND CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT IN THE SCHEDULING OF CONSTRUCTION PROJECTS

Kotovskaya M.A.

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, Russia (190005, Saint-Petersburg, 2-nd Krasnoarmeiskaya St., 4), e-mail: mkotovskaya@gmail.com

Analysis of specific features of Goldratt's Theory of Constraints and Critical Chain Project Management in the scheduling of construction projects was made. Prerequisite for TOC formulation was found. Basic causes (within general TOC philosophy) leading to delay of construction projects, overrun of initial budgets and project content's change was analyzed. It is found that Murphy's Laws are such factors which intensify by multitasking, control procedure defect, student's syndrome and Parkinson's Law. Comparative analysis of Critical Path Method and Goldratt's Critical Chain Project Management according to 10 conceptual issues was made. Results of scheduling with these two methodologies were compared. It is found that Critical Chain Project Management allows to schedule construction project more effective when Critical Path Method by a 16 per cent.

Keywords: Theory of Constraints, TOC, Critical Path Method, CPM, Critical Chain Project Management, CCPM.

Теорию ограничений систем (ТОС, с англ. Theory of Constraints) сформулировал и обосновал израильский ученый Элияху Моше Голдратт в 80-е годы прошлого века. Он ее активно развивал и внедрял в области производства, управления проектами и даже образовательных процессов. Теория произвела революцию в бизнес-среде и получила большое количество последователей, взявших за ее дальнейшее совершенствование. Среди наиболее известных – Лоуренс Лич и Уильям Детмер.

Целью данного исследования является установление особенностей применения ТОС и следующего из нее метода критической цепи к календарному планированию строительных проектов.

В основе данной работы лежат труды Э. Голдратта, Л. Лича, У. Детмера по теории ограничений и ее использованию в управлении проектами. Исследование проводилось с применением системного анализа и сравнения явлений и результатов.

Основные предпосылки к формированию ТОС впервые обозначены в книге Э. Голдратта «Цель: процесс постоянного совершенствования», увидевшей свет в 1984 г. Для области управления проектами строительства и построения календарных планов интересны следующие утверждения:

1. «Система локальных оптимумов совсем не оптимальная система» [2]. Здесь Э.Голдратт делает акцент на ошибочность традиционного подхода к пониманию производительности системы, при котором считается, что максимизация производительности каждой составной части (звена) приводит к максимизации результатов работы всей системы в целом;
2. «Узкие звенья диктуют уровень связанного капитала, так же как и производительность системы» [2]. Производительность системы определяется производительностью «узкого звена» («бутылочного горлышка»), которое и выступает в роли ограничения. Поэтому для увеличения эффективности работы достаточно повысить производительность одного звена, что автоматически за счет ускорения прохода через цепь событий уменьшит уровень связанного капитала, а также операционных расходов.

В этой же книге («Цель: процесс постоянного совершенствования») Э. Голдратт формулирует последовательность шагов оптимизации и балансировки работы системы:

Шаг 1. Найти ограничения системы;

Шаг 2. Решить, как эффективно использовать ограничения системы;

Шаг 3. Согласовать все остальные действия с этим решением;

Шаг 4. Повысить пропускную способность ограничения;

Шаг 5. Если на предыдущем этапе узкое звено было устранено, то вернуться к шагу 1 [2, 3].

Теория ограничений относится к категории методов, построенных на логических процедурах, среди которых JIT («точно вовремя») и TQM (тотальное управление качеством) [1]. Эти управленческие философии во многом дополняют друг друга. Хотя в чистом виде они мало применимы к управлению проектами. Но конвергенция отдельных элементов данных теорий позволяет сделать огромный шаг в совершенствовании данного процесса.

Основная причина, приводящая к срыву сроков сдачи проектов, превышению бюджета и урезанию содержания, а, следовательно, и снижению дохода от их реализации – это неопределённость факторов и условий, в которых будет осуществляться проект [1]. Иначе Э. Голдратт называет эту причину «Мерфи», т.е. законы Мерфи: «Whatevercangowrong, will» [6] (все, что может пойти неправильно, обязательно пойдет неправильно).

На практике люди всегда стремятся учесть эту неопределенность путем заложения подстраховки при оценке длительности операций, которая, по наблюдениям Э. Голдратта, может достигать 200 % [1]. Тем не менее успешно, т.е. в срок и с соблюдением плановых показателей рентабельности, заканчивается только 1/3 проектов [4].

Усиление действия законов Мерфи вплоть до невозможности устранения их последствий происходит из-за:

1. Потери сфокусированности исполнителей из-за одновременного выполнения и контроля нескольких задач [1]. Многозадачность ведет к увеличению длительности работы по причине «перепрыгивания» от одного процесса к другому. Л. Лич приводит пример, когда исполнитель в течение дня последовательно работает над тремя задачами, продолжительность каждой из которых при условии непрерывности составляет одну неделю. При ежедневном одновременном выполнении трех процессов их длительность увеличивается до трех недель [4], что провоцирует запаздывание и последующих связанных задач (рис.1). Кроме того, необходимо добавить время на возвращение к процессу после его остановки, т.е. на восстановление подробностей, особенно если задачу сопровождает сложная мыслительная работа;

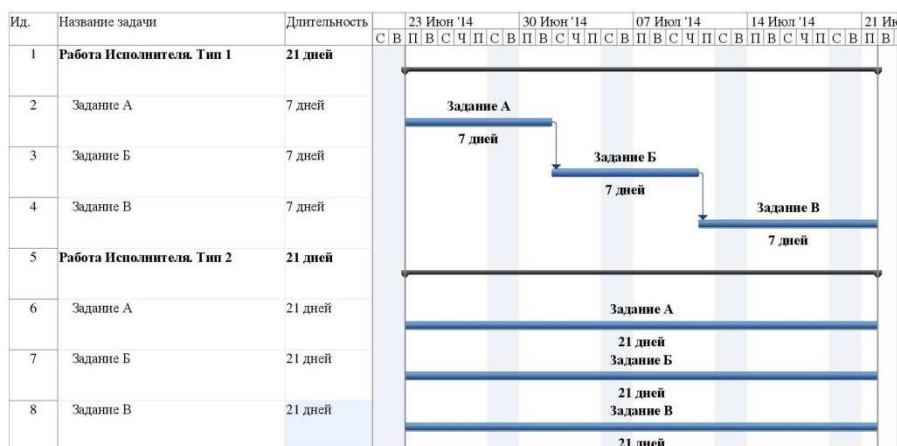


Рис.1. Влияние многозадачности на длительность отдельной операции в составе проекта

2. Дефекта применяемого контрольного механизма, измеряющего прогресс проекта [1]. Традиционный отчет о ходе реализации проекта, как правило, отражает следующую закономерность: первые 90 % работы отнимают 10 % времени, а последние 10 % – оставшиеся 90 % времени. При данной ситуации своевременное обнаружение мест проекта, где проявился закон Мерфи и где требуется проведение корректирующих мероприятий, невозможно;

3. Студенческого синдрома: «спешить некуда, поэтому начинаем в последнюю минуту» [1]. Когда человек считает, что на выполнение задачи достаточно времени, исчезает мотивация к немедленному началу процесса. Резерв исчерпывается до того, как начинается

работа, и проявление закона Мерфи в дальнейшем компенсировать не удастся, а это приводит к запаздыванию проекта;

4. Действия закона Паркинсона: «работа расширяется, чтобы заполнить все время, остающееся до ее завершения» [5]. Э. Голдратт замечает: «При последовательных элементах отклонения по времени не усредняются. Опоздания аккумулируются, в то время как выигрыши по времени не аккумулируются» [1]. Исполнитель, завершивший задачу ранее обозначенного срока, никогда об этом не заявляет, а предпринимает действия по улучшению выполненной работы и сдаче результатов согласно плану. По-другому проявляют себя запаздывания, которые накапливаются от звена к звену. Следствие: дата завершения проекта отодвигается на сумму этих запаздываний.

Данные факторы приводят к полному расходованию заложенной подстраховки, какой бы большой она ни была, задолго до даты завершения проекта.

Для снижения влияния перечисленных воздействий Э. Голдратт предложил в управлении проектами использовать метод критической цепи (CriticalChainProjectManagement – CCPM). Общий алгоритм соответствует ранее обозначенным 5 шагам ТОС.

Ограничением проекта, его узким звеном, является критический путь, т.е. самая длинная последовательность зависимых элементов проекта, которые не имеют резерва времени.

В основе критического пути лежат ограничения по времени, предопределенные исключительно технологическими связями задач. При этом никак не учитывается зависимость элементов с точки зрения их исполнителя. В случае если ресурс занят на одном некритическом пути, а параллельно его работа требуется и на другом некритическом пути, провоцируется опоздание, которое приводит к изменению критического пути. Т.е. даже если элементы в составе проекта не связаны технологически, они могут оказаться зависимы от одного ресурса. Связи элементов с точки зрения и технологии, и исполняющего ресурса учитываются в критической цепи. Э. Голдратт определяет ее как самую длинную цепь, состоящую из отрезков, зависящих от пути, и отрезков, зависящих от ресурса [1].

Основное отличие метода критического пути от метода критической цепи состоит в том, что в критическом пути неопределенность учтена внутри каждой задачи, а в критической цепи вынесена отдельно в конец проекта (рис.2). При этом необходимо отметить, что если в проекте нет ограничения по ресурсам (исполнителям), то критический путь и критическая цепь совпадают.

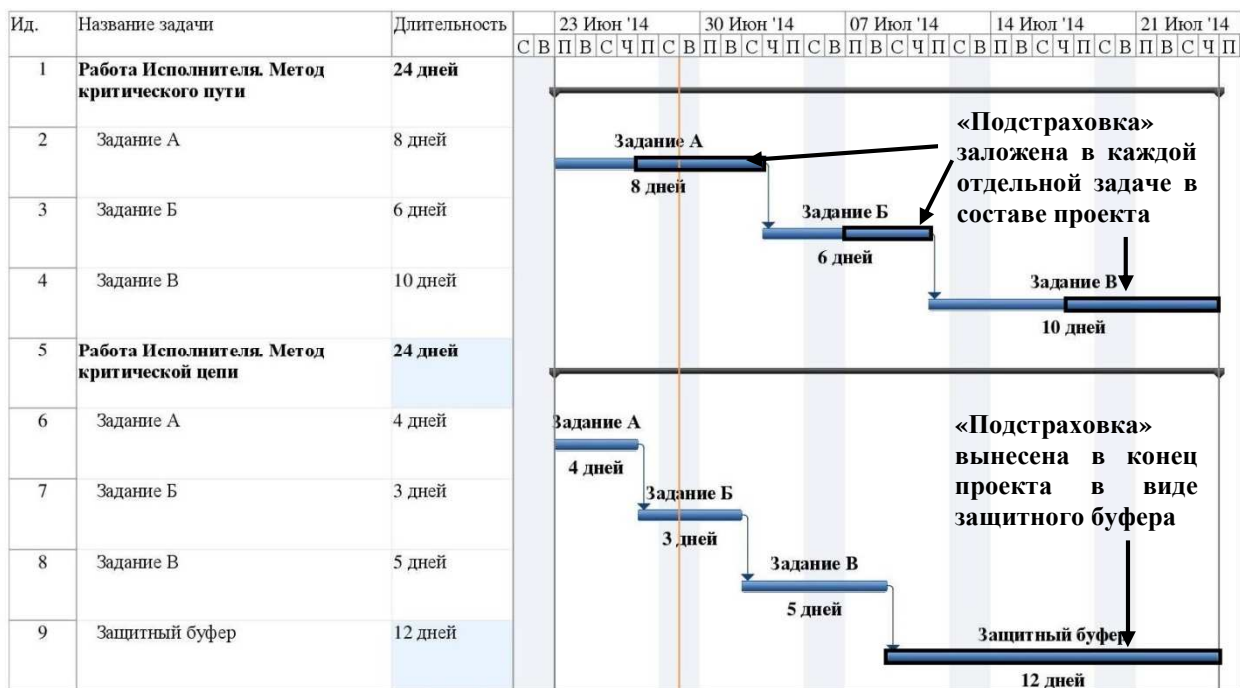


Рис.2. Графическое сравнение методов критического пути и критической цепи

Сравнение методов критического пути и критической цепи по ряду показателей приведено в табл.1.

Таблица 1

Сравнение методов критического пути и критической цепи

№ п/п	Наименование показателя сравнения	Метод критического пути	Метод критической цепи
1	Определение	Критический путь - самая длинная последовательность зависимых элементов проекта, которые не имеют резерва времени	Критическая цепь - самая длинная последовательность зависимых элементов проекта, состоящая из отрезков, не имеющих резерва времени с учетом ограничений по использованию ресурсов
2	Статичность ограничения	Критический путь может меняться в течение реализации проекта в зависимости от фактических дат завершения той или иной задачи	Критическая цепь не меняется в течение реализации проекта
3	Фиксируемые даты	Критический путь определяет даты начала и окончания проекта	Критическая цепь фиксирует только дату завершения проекта (после добавления проектного буфера). Начало проекта может определяться и не критической задачей

№ п/п	Наименование показателя сравнения	Метод критического пути	Метод критической цепи
4	Определение продолжительности задач	Продолжительность задач оценивается расчетным или экспертным методом с учетом «подстраховки» на основании предыдущего негативного опыта	Продолжительность задач, определенная расчетным или экспертным методом с учетом "подстраховки" на основании предыдущего негативного опыта, сокращается на 50 %
5	Учет неопределенности	Неопределенность учитывается косвенным образом при определении продолжительности каждой отдельной задачи	Неопределенность учитывается в явном виде в питающих буферах и проектном буфере
6	Управление календарным планом	Чтобы проект реализовывался в соответствии с графиком, каждая отдельная задача должна выполняться в установленные сроки	Чтобы проект реализовывался в соответствии с графиком необходимо контролировать защитные буферы проекта, которые поглощают коэффициент неопределенности каждой отдельной задачи
7	Контроль календарного плана	Отслеживаются даты начала и окончания каждой задачи. На дату завершения проекта влияет каждое опоздание, поэтому их необходимо внимательно отслеживать	Даты начала и окончания отдельных задач не принципиальны. Необходимо внимательно отслеживать состояние защитных буферов и активность их расходования
8	Оценка прогресса проекта	Для оценки прогресса проекта на определенную дату используется фиксированная дата завершения той или иной стадии проекта (веха)	Все даты завершения той или иной стадии проекта (вехи) являются плавающими. Для оценки прогресса достаточно определить находится ли этап в стадии завершения, а также проанализировать расход защитного буфера для обозначения вероятности завершения этапа к определенной дате
9	Резервы времени на не критических путях	Резервы времени, которые имеются на не критических путях, не важны и не отслеживаются	Для защиты критической цепи не критические пути должны иметь питающие буферы, статус которых постоянно отслеживается
10	Отношение к многозадачности	Прогресс каждого реализуемого проекта (задачи) важен, поэтому режим многозадачности при использовании ресурсов сохраняется	Многозадачность в работе ресурсов ограничивается вплоть до задержки начала реализации других параллельных проектов (задач)

Надежность даты завершения проекта в ССРМ обеспечивается добавлением в график буферов, защищающих критическую цепь от воздействия законов Мерфи.

В ССРМ предполагает два вида буферов:

1. Буфер на слияние путей, который добавляется в месте впадения не критической цепи в критическую. Это обеспечивает своевременное начало работ на этапе в составе критической цепи в случае возникновения сбоя на не критическом элементе;
2. Проектный буфер, размещаемый в конце проекта. Он позволяет компенсировать опоздания, проявившиеся на критической цепи.

Вариантов критической цепи в составе одного проекта может быть несколько в зависимости от принятого решения по устранению конкуренции за ресурсы. А это, в свою очередь, оптимизационная задача. Но Э. Голдратт не придает большого значения форме распределения ресурсов из-за отсутствия «действительной разницы», превышающей степень неопределенности в проекте [1], которая гасится в закладываемых буферах.

Сравнение нескольких вариантов простого календарного плана строительства двух коттеджей с укрупненной разбивкой работ на 6 этапов показало, что метод критической цепи позволяет сформировать график, который будет на 16 % эффективнее метода критического пути (см. рис.3, 4).

Разброс значений при сопоставлении трех графиков по методу критической цепи в зависимости от варианта устранения конфликта ресурсов не превышает 4 %, что подтверждает мнение Э. Голдратта о неэффективности оптимизации и позволяет при планировании использовать любую форму выравнивания ресурсов.

Результаты сравнения отображены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение графиков, сформированных по методу критического пути и критической цепи

Наименование	Кол-во дней
Метод критического пути	
До выравнивания ресурсов	75
После выравнивания (по двум вариантам - с помощью встроенной функции MS Project)	92
Метод критической цепи	
Выравнивание с помощью встроенной функции MS Project (вариант 1)	77
Выравнивание вручную (вариант 2)	74
Выравнивание вручную (вариант 3)	75
Сопоставление графиков по методу критической цепи	
Сравнение - вариант 1 / вариант 2	4%
Сравнение - вариант 2 / вариант 3	1%
Сравнение - вариант 3 / вариант 1	3%

Наименование	Кол-во дней
Сравнение метода критического пути и метода критической цепи (по максимальным значениям)	16%

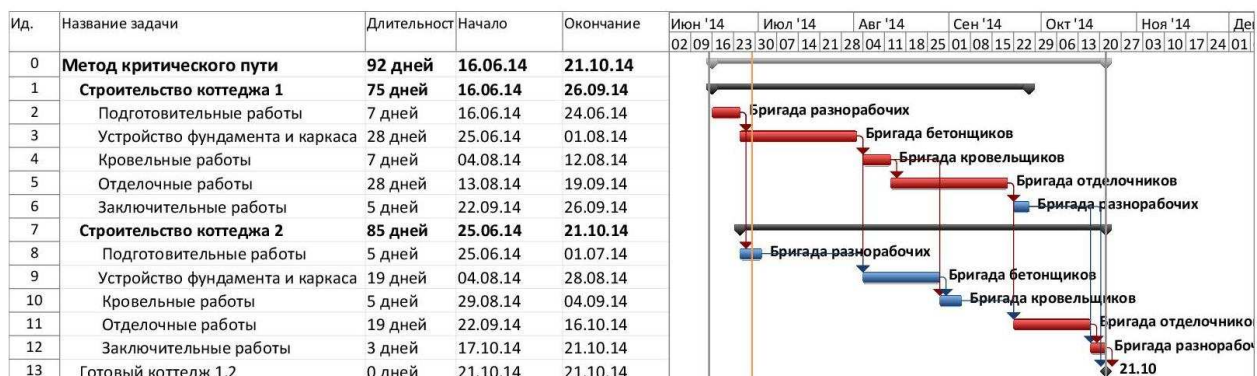


Рис. 3. График проекта по методу критического пути

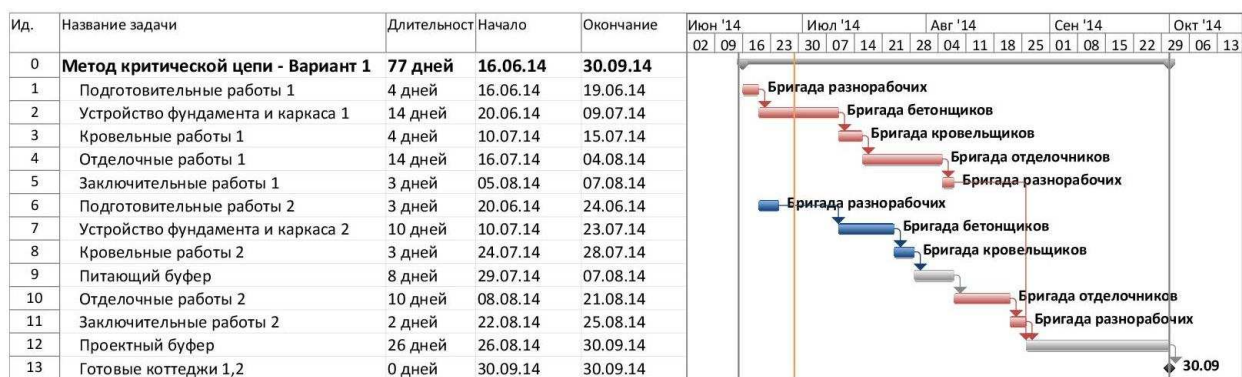


Рис. 4. График проекта по методу критической цепи – вариант 1

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Производительность любой системы, в т.ч. и строительно-инвестиционного проекта, определяется производительностью самого слабого звена, которое выступает в роли ограничения; в строительном проекте таким ограничением является критический путь;
2. Из-за наличия ограничения, а также неопределенности, присущей функционированию системы, в подавляющем большинстве проектов имеют место срывы сроков, превышение бюджета и урезание содержания;
3. Метод критического пути учитывает ограничение проекта по времени, но не принимает во внимание ограничения по ресурсам (исполнителям), поэтому в строительных проектах более обоснованно применение метода критической цепи (зафиксировано улучшение календарного плана на 16%);
4. Эффективность оптимизационных алгоритмов и методов сомнительна, их применение является трудоемким процессом, который не дает существенного улучшения результатов календарного планирования (простой пример выявил различия между вариантами графика, не превышающими 4 %).

Список литературы

1. Голдратт Э.М. Критическая цепь: пер. с англ. Е. Федурко. – Минск: Попурри, 2013. – 240 с.
2. Голдратт Э.М., Кокс Д. Цель: Процесс непрерывного совершенствования: пер. с англ. Е.Федурко. – Минск: Попурри, 2014. – 400 с.
3. Детмер У. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию: пер. с англ. У. Саламатова; 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 444 с.
4. Лич Л. Вовремя и в рамках бюджета: Управление проектами по методу критической цепи: пер. с англ. У. Саламатова; 2-е изд. – М.: АЛЬПИНА ПАБЛИШЕР, 2014. – 352 с.
5. Речкалов В. Управление проектами по методу Критической цепи [Электронный ресурс] // ТОСРЕОПЛЕ: [сайт].[2011-2013]. URL: <http://www.tocpeople.com/2012/10/kriticheskaya-ser/>(дата обращения 02.07.2014).
6. Stelth P., Le Roy G. Projects' Analysis through CPM (Critical Path Method) // School of Doctoral Studies (European Union) Journal. July, 2009. № 1. Pp.10-51.

Рецензенты:

Болотин С.А., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «СПбГАСУ», г. Санкт-Петербург.

Ватин Н.И., д.т.н., профессор, ФГОУ ВПО «СПбГПУ», г. Санкт-Петербург.