

АНАЛИЗ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КРИТИЧЕСКОГО ПУТИ (СРМ) В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ

ДАНИЛЕНКО И. В.¹, ПИКУС Д. М.²

¹ магистрант, старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции»
имени доктора технических наук, профессора Т.М. Пецольда

² к.т.н., доцент, доцент кафедры «Экономика,
организация строительства и управление недвижимостью»
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Предметом исследования является рассмотрение использования метода критического пути (СРМ) в процессе календарного планирования строительного производства в составе проектов организации строительства и производства работ, в которых на основании физических объемов работ и принятых организационных и технологических решений устанавливаются целесообразная последовательность, взаимная увязка и сроки выполнения работ по строительству объектов, и документация, определяющая потребность строительства в рабочих кадрах, материальных, технических и других ресурсах. Метод критического пути — это пошаговая методика управления различными видами работ при строительстве объектов, применяемая при проектировании и планировании различных процессов строительства. Она определяет критические и некритические задачи и предотвращает проблемы со сроками и ограничивающими факторами.

Ключевые слова: критический путь, календарное планирование, оптимизация, сетевой график, корректировка по времени, взаимная увязка работ

ANALYSIS AND USE OF THE CRITICAL PATH (CPM) METHOD IN THE DEVELOPMENT OF SITE SCHEDULES

DANILENKO I. V.¹, PIKUS D. M.²,

¹ master student, Senior lecturer, Department
«Building structures» named after Doctor of Technical Sciences, Professor T.M. Petzold

²PhD in engineering, associate professor, Department
«Economics, Construction Organization and Real Estate Management»
Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

The subject of the study is the consideration of the use of the critical path method (CPM) in the process of calendar planning of construction production as part of construction and construction organization projects, in which, on the basis of the physical volumes of work and the organizational and technological decisions taken, appropriate follow-up, mutual alignment and timing of the construction of the facilities are established, and documentation that determines the need for construction in terms of labour, material, technical and other resources. The critical path method is a step-by-step method for the management of various types of work in the construction of facilities, applied in the design and planning of various construction processes. It defines critical and non-critical objectives and prevents problems with timing and constraints.

Keywords: critical path, calendar planning, optimization, network schedule, time adjustment, mutual linkage of works.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство является одной из основных отраслей материального производства нашей страны, которая создает основные фонды. Для правильного выполнения и взаимоувязки всех видов строительных работ и соблюдения сроков их выполнения, необходимо грамотное осуществление процессов планирования и организации строительства зданий и сооружений с учетом требований [1, 2], в том числе и своевременное использование современных методов управления, направленных на увеличение эффективности осуществления строительных работ и повышение их качества. Поэтому в современных условиях возрастает потребность в применении более совершенных средств и методов по организации строительства и строительного производства, освещаемых в [4], и метод критического пути в настоящее время остается одним из наиболее оптимальных.

Рассмотрению видов календарных планов, применяемых при строительстве различных объектов, посвящены многочисленные работы ряда авторов, в т.ч. [3, 4, 5], основные задачи календарного планирования рассматриваются в т.ч. в [4, 6, 7], о применении метода критического пути в строительной отрасли дается описание в т.ч. в [8, 9, 10]. Необходимость изучения данных вопросов обусловлена тем, что строительная отрасль является одним из видов производства и материальный результат строительства — это создание вновь возводимых зданий и инженерных сооружений или техническое перевооружение, реконструкция, реставрация объектов недвижимости, что приводит к созданию условий для динамичного развития экономики нашего государства, развитию городов, повышению технико-экономического уровня предприятий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Название метода критического пути происходит от английского выражения «critical path method» (СРМ). Несмотря на то, что сам метод критического пути разработан во второй половине 50-х годов двадцатого века [8], он в настоящее время продолжает играть важную роль при разработке современных проектов. В связи с тем, что время для выполнения каждой задачи четко визуализируется, становится возможным получать наглядное представление о выполнении всех работ по проекту, что помогает контролировать работы таким образом, чтобы выполнить их в срок.

Сегодня у метода критического пути выделяют следующие преимущества и недостатки [9].

К недостаткам относят:

- метод подходит для проектов, в которых возможно обозначить четкие сроки составляющих его работ;
- для описания каждого процесса необходимо время на разработку его модели;
- при проектировании моделей возведения сложных объектов при расчете критического пути без использования специальных программ этот процесс становится достаточно трудоемким, и необходимо не упускать важные работы и не путаться в связях между ними;
- если выделяемое время на выполнение работы носит приблизительный характер, нельзя точно спрогнозировать сроки;
- так как в процессе выполнения работ возможны изменения сроков их выполнения, возникает необходимость периодической корректировки модели;
- если допускается ошибка в определении времени на выполнение какой-либо работы, еще на стадии планирования, необходимо пересчитывать весь критический путь.

Однако эти недостатки компенсируются простотой расчетов и следующими достоинствами СРМ:

- при использовании метода критического пути всегда есть возможность просмотреть текущую последовательность действий или сроки того или иного этапа, что делает ход работы максимально наглядным и понятным;

- метод предоставляет возможность выделить главные работы, осуществление контроля за которыми позволяет контролировать сроки завершения всего проекта;

- при соответствующем обеспечении работ требуемыми ресурсами метод позволяет определить реальное время, которое необходимо для выполнения работы, комплексного процесса и проекта в целом;

- метод требует фиксации временных параметры работ, что дает возможность учитывать их при реализации проекта;

- метод способствует оптимальному управлению ресурсами;

- появляется возможность рассчитывать ранние и поздние сроки выполнения каждой работы (с учетом резервов времени), что вносит в процесс строительства больше определенности.

СРМ применяется на практике на базе системы методов сетевого планирования и управления, основой которой является сетевой график, что позволяет в более полном объеме отразить суть и все характеристики, и параметры метода критического пути.

Известно, что сетевой график представляет собой графическое изображение технологической последовательности выполнения работ на объекте (или на нескольких объектах), на котором указывается кроме наименования работ продолжительность, ранние и поздние сроки начала и окончания работ, резервы времени работ, критический путь [10].

Сетевой график имеет значительно больше возможностей по его последующей корректировке, по сравнению с линейными графиками и циклограммами, поскольку основывается на применении четко сформулированных методов [6].

В свою очередь, критическим путем сетевого графика называют полный путь от исходного до завершающего события, который имеет наибольшую продолжительность из всех возможных путей, а его длина по времени определяет срок возведения объекта.

Чтобы разработать критический путь, необходимо разделить проект на отдельные составляющие. Это является преимуществом, так как на уровне отдельных задач (работ) проще спрогнозировать сроки и ресурсы, и понять, что конкретно и как придется делать и кого задействовать для выполнения этих работ.

Принято в методе критического пути выделять шесть этапов [8]:

1. Определение каждого вида работ.
2. Установление последовательности работ.
3. Построение сетевого графика.
4. Расчет временных параметров работ.
5. Определение критического пути.
6. Обновление графика критического пути при выполнении работ.

Одним из наиболее значительных преимуществ метода критического пути выделяют отслеживание основных видов работ, которые, если не обратить на них внимание, могут оказать влияние на сроки завершения проекта. Критический путь обеспечивает наглядность проекта, что позволяет оценить, правильность выбранной последовательности работ.

Так, в ходе составления модели выявляются критические работы и их взаимосвязь между собой, и чем больше деталей выявляется, тем больше показателей можно учесть при планировании сроков, ресурсов, рисков и др. На выходе создается наиболее оптимальная версия решения задач проекта, появляются данные по ранним и поздним срокам, по всем контрольным точкам и этапам.

Сопоставление длин критического и любого некритического пути, определяет допустимость увеличения длины некоторых некритических работ, которая не приведет к увеличению общего срока строительства объекта, так как у них создаются резервы времени.

Таким образом, у работ, лежащих на критическом пути, резервы времени равны нулю, а если работы находятся на некритических путях, они имеют определенный резерв времени и могут смещаться по срокам вперед или назад в границах своего резерва, и не оказывать влияния на дату окончания всего проекта.

В свою очередь у руководителя проекта появляется возможность, сравнивая длину критического пути с требуемой продолжительностью, сокращать ее, выполняя оптимизацию сетевого графика по критерию “время” [5], влияя именно на те работы, которые и составляют критический путь. При этом для решения такой задачи выбирают критические работы, наиболее длительные по продолжительности.

Для снижения рисков по срокам управляющие проектом также могут прибегать к искусственному созданию буферных зон для критического пути, искусственно завышая время, отводимое на выполнение каких-либо видов работ.

В связи с возможностью расчета ранних и поздних сроков выполнения каждого вида работ в методе критического пути, уменьшается неопределенность, что позволяет учитывать фактор неожиданности, посредством чего снижается вероятность возникновения различных негативных факторов во время реализации проекта.

Анализ методом критического пути заключается в определении того маршрута в сетевом графике, который особым образом влияет на общую продолжительность процесса. Это достигается при вычислении самого раннего и самого позднего времени событий. Действия на критическом пути не имеют гибкости, и могут препятствовать завершению проекта в срок. Чтобы закончить весь проект согласно графику, критические действия должны начинаться и заканчиваться в пределах отведенного им времени. Любое отклонение от времени начала, продолжительности или времени окончания критического действия неизбежно повлияет на общую продолжительность проекта.

Корректировка сетевого графика, как правило, состоит в приведении его в соответствие с трудовыми, материальными и другими ресурсами, которые имеются у подрядчика, а также с нормативным сроком строительства.

Для выполнения корректировки используются различные проектные и технологические решения [6]. Таким образом, для сокращения продолжительность выполнения критических работ, используются следующие приемы:

- внедрение мероприятий, которые обеспечивают повышение производительности труда при выполнении данного вида работ;
 - увеличение численности рабочих на выполнение работы;
 - увеличение сменности работ;
 - изменение проектных решений;
 - изменение технологии работ;
 - изменение метода организации строительства (последовательный, поточный, параллельный).
- после определения резервов времени, с не критических работ перевод трудовых ресурсов на критические работы, которые предполагается сократить при условии взаимозаменяемости ресурсов.

Пример выполнения корректировки сетевого графика по критерию “время” приведен на рисунках 1 и 2. На рисунке 1 представлен сетевой график до корректировки с последовательным возведением комплекса объектов и продолжительностью критического пути 672 дня. На рисунке 2 в сетевом графике проведена корректировка за счет совмещения технологических процессов, т.е. использования поточного метода организации строительства. Продолжительность критического пути здесь составила 526 дней.

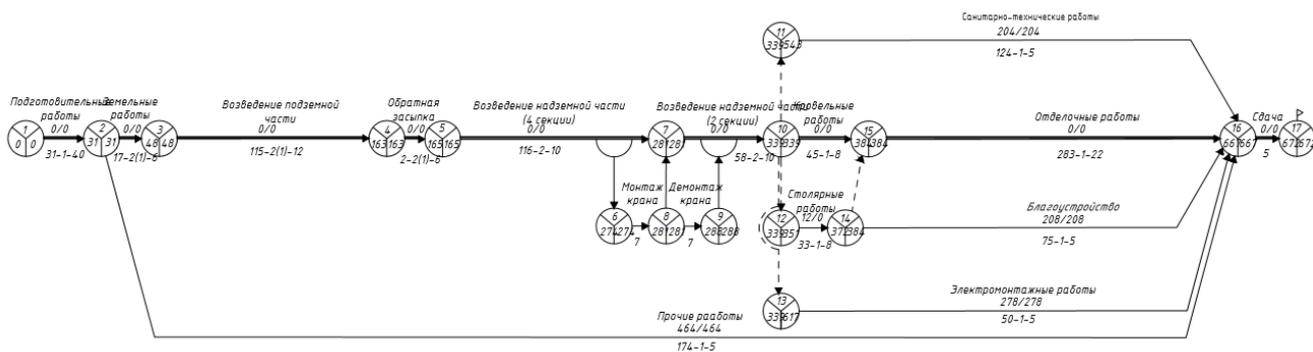


Рисунок 1 – Исходная модель сетевого графика
Источник: [10]

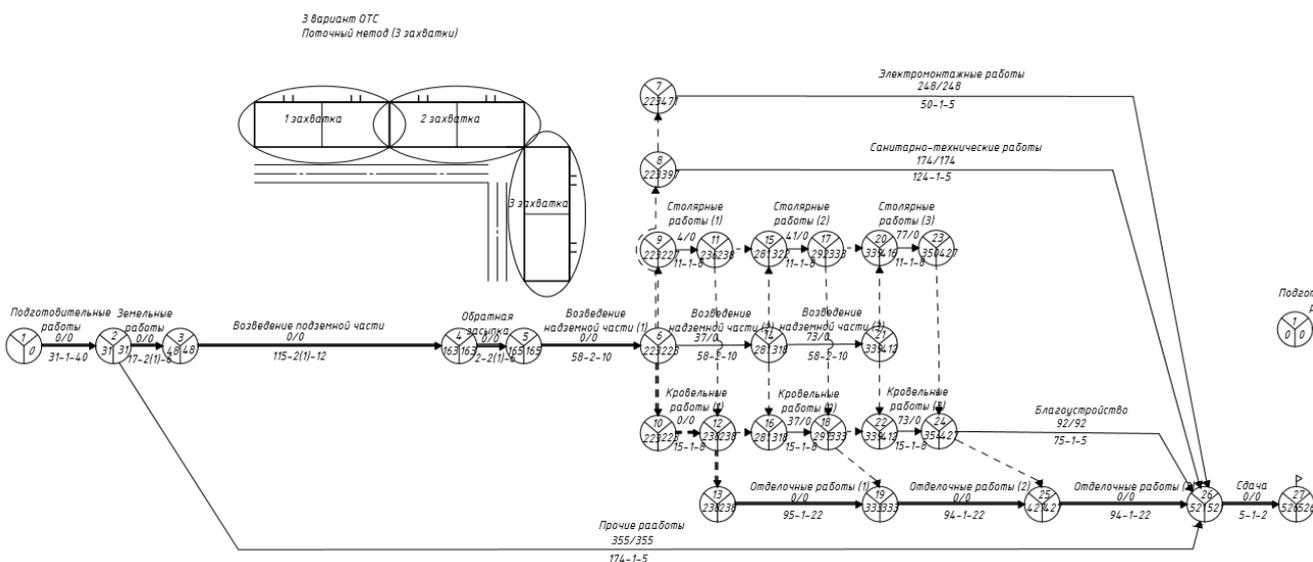


Рисунок 2 – Оптимизированный сетевой график
Источник: [10]

ВЫВОДЫ

Метод критического пути является важным инструментом, с помощью которого можно планировать проектирование и строительство объектов, а также управлять сроками выполнения работ.

В обоснование применения данного метода приводится следующее, по [8]:

- метод критического пути помогает планировать будущие проекты, его можно применять для сравнения планируемого и фактического хода выполнения работ;
- метод повышает эффективность управления ресурсами, потому что позволяет разработчикам проектов определять критические задачи, что дает более полное представление о том, как и где следует задействовать ресурсы.
- метод критического пути помогает обходить препятствия, которые могут привести к потере времени и увеличению сроков.

В свою очередь сетевое планирование наиболее полно отражает суть метода критического пути.

Техника применения метода критического пути при любой сложности проекта обеспечивает выполнение работ так, чтобы они завершались с минимальными издержками, в т.ч. временными.

Метод наглядно показывает, каким образом каждый этап связан с другими этапами, что также дает информацию о том, когда потребуются материалы, когда будут нужны машины и

оборудование и каких руководителей и рабочих задействовать. В настоящее время метод критического пути успешно применяется в ряде строительных проектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СН 1.02.02-2023. Сосав и содержание проектной документации / М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2023. – 87с.
2. СН 1.03.04-2020. Организация строительного производства / М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 49 с.
3. Пикус Д.М. Организация и управление в строительстве: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / Д.М. Пикус, Н.М. Зайко. – Минск: РИВШ, 2021. – 166 с.: ил.
4. Дикман Л.Г. Организация строительного производства: учебник для студентов, обучающихся по специальности 290300 «Промышленное и гражданское строительство» – «Строительство»/ Л.Г. Дикман. – Изд. 7-е, стереотипное. – Москва: Издательство АСВ, 2017. – 586 с.
5. Н.И. Зайко Организация производства: методическое пособие по подготовке к экзамену / Н.И. Зайко – Минск: БНТУ, 2013. – 80 с.
6. А.Н. Юзефович Организация, планирование и управление производством – Пермский государственный технический университет / А.Н. Юзефович – Москва: Издательство АСВ, 2013 – 361 с.
7. М.А. Цыганкова Проект производства работ: учебное пособие / – Тюмень: ТИУ, 2019. – 120 с.
8. Подробное руководство по методу критического пути // [Электронный ресурс] Платформа Smartsheet – 2023. – Режим доступа: <https://ru.smartsheet.com/critical-path-method> (дата обращения 09.10.2023).
9. Метод критического пути: как помогает экономить время // [Электронный ресурс] Деловая среда – Платформа знаний и сервисов для бизнеса – 2023. – Режим доступа: <https://dasreda.ru/media/for-managers/metod-kriticheskogo-puti/> (дата обращения 09.10.2023).
10. Разработка основных элементов проекта производства работ на строительство отдельного объекта [Электронный ресурс] : методические указания по курсовому проектированию для студентов специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 02 02 - «Экспертиза и управление недвижимостью», 1-27 01 01 - «Экономика и организация производства» направление 1-27 01 01-17 «Экономика и организация производства /строительство/» всех форм обучения / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью» ; сост.: Д. М. Пикус [и др.]. – Минск: БНТУ, 2023. – 61 с.

REFERENCES

1. SN 1.02.02-2023. Having and content of project documentation / M-in architecture and construction of the Republic of Belarus. – Minsk, 2023. – 87с.
2. SN 1.03.04-2020. Organization of construction production / M-in tours and construction of the Republic of Belarus. – Minsk, 2021. – 49 p.
3. Pikus D.M. Organization and management in construction: training manual. In 2 hours. C. 1 / D.M. Pikus, N.M. Zaiko. – Minsk: RIVSH, 2021. – 166 p.: il.
4. Dikman L.G. Organization of construction production: textbook for students studying in specialty 290300 «Industrial and civil construction» – «Construction»/ L.G. Dikman. – Edit. 7th, stereotype. – Moscow: Publishing ABS, 2017. - 586 p.
5. N.I. Zaiko Organization of production: methodical manual on preparation for the exam / N.I. Zaiko – Minsk: BNTU, 2013. – 80 p.
6. A.N. Yuzefovich Organization, planning and management of production – Perm State University of Technology / A.N. Yuzefovich – Moscow: ACV Publishing House, 2013 – 361 p.

7. M.A. Tsygankova Project of work: educational manual / – Tyumen: TIU, 2019. – 120 p.

8. Detailed Critical Path Guide // [Electronic Resource] Smartsheet Platform – 2023. – Access mode: <https://ru.smartsheet.com/critical-path-method> (reference date 09.10.2023).

9. Critical Path Method: How to Save Time // [Electronic Resource] Business Environment – Business Knowledge and Services Platform - 2023. – Access mode: <https://dasreda.ru/media/for-managers/metod-kriticheskogo-puti/> (reference date 09.10.2023).

10. Development of the main elements of the project of production of works for the construction of a separate object [Electronic resource]: methodical instructions for course design for students of specialties 1-70 02 01 «Industrial and civil construction», 1-70 02 «Expertise and real estate management», 1-27 01 01 - «Economy and organization of production» direction 1-27 01-17 «Economy and organization of production /construction/» of all forms of training / Belarusian National Technical University, Department «Economy, organization of construction and real estate management» ; co.: D. M. Pikus [et al.]. – Minsk: BNTU, 2023. – 61 p.