

## ПРОЕКТНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: СОДЕРЖАНИЕ, ВРЕМЯ И СТОИМОСТЬ

Голубова О.С., канд. экон. наук, доцент,  
Юхновец Е.А., Азатян А.С., Бондарик В.Е. (БНТУ)

**Аннотация.** Проектный треугольник, планирование содержания, планирование сроков выполнения работ, планирование стоимости работ.

Строительство – это проектно-ориентированная сфера деятельности. До возведения здания разрабатывается проектно-сметная документация, включающая кроме прочего, архитектурно-строительные чертежи, проект организации строительства, сметную документацию. На основании разработанной проектно-сметной документации проводятся торги по выбору подрядной строительной организации и выполняются строительно-монтажные работы. В основе системы управления проектами лежит категория тройного ограничения проекта. Тройное ограничение характеризует взаимосвязь между содержанием проекта, стоимостью, временем и качеством, как это показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Тройное ограничение проекта

Суть теории тройного ограничения заключается в том, что изменение одной стороны треугольника влияет на другие стороны. Ограничения содержания определяются перечнем работ, необходимых для строительства объекта. Ограничения стоимости определяются бюджетом, а ограничения времени – количеством времени, необходимого для реализации проекта. Изменяя содержание – состав работ – мы изменяем время и стоимость строительства объекта. Желая удешевить проект мы отказываемся от тех или иных работ, меняя состав работ и время их выполнения. Желая ускорить строительство, мы опять же принимаем технико-технологические решения, влияющие на состав работ и на стоимость. Поэтому успешность реализации проектов в строительстве оценивается по трем составляющим: выполнение полного комплек-

са работ в установленные сроки и с утвержденной стоимостью работ при сохранении всех качественных характеристик.

Порядок составления графика производства работ и расчета сметной стоимости строительства на основании чертежей проекта представлен на рисунке 2.

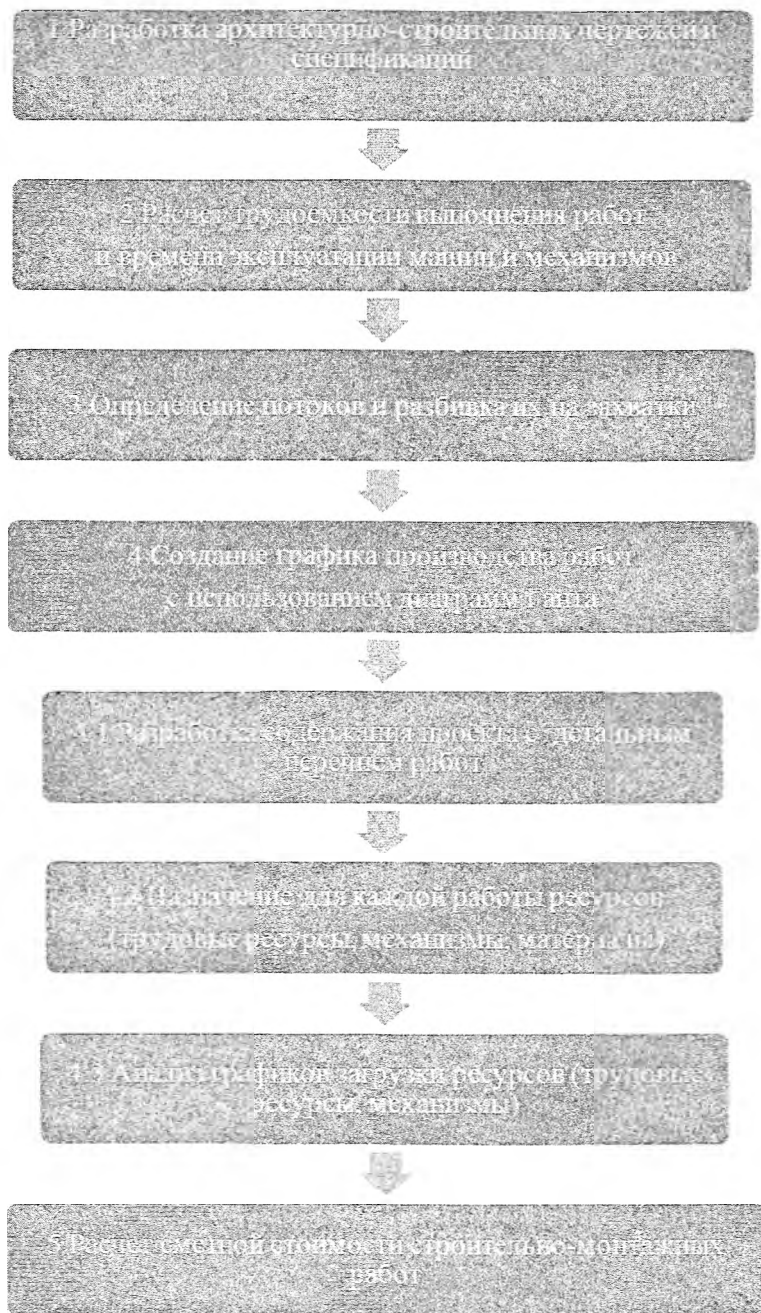


Рисунок 2 – Порядок составления графика производства работ и расчета сметной стоимости строительства на основании чертежей проекта

При разработке проекта самой значимой частью является проработка архитектурно-строительных решений – разработка содержания. Для проектирования объектов существует большое количество программных комплексов, позволяющих проектировать объекты в формате 2D и даже в 3D. Именно в

них формируется первичная информация о проекте – его содержание. Программное обеспечение, используемое для проектирования объектов в строительстве, в настоящее время поставляют следующие компании: Autodesk (Revit Structure, Revit MEP); Bentley (Bentley Structural Modeler и др); Tekla Corporation (Tekla Structures); Graphisoft (ArchiCAD); Gehry Technologies (Digital Project); Nemetschek (Allplan) и другие. Проектирование объектов строительства – самый длительный и ответственный этап разработки проекта и автоматизация процессов проектирования позволяет существенно повысить эффективность и качество проектных работ.

Для перехода к составлению графика производства работ и расчету затрат на их выполнение используются отчеты, включающие виды работ, и их объемы. Пример фрагмента проекта, с указанием ресурсов и объемов по каменным работам приведен на рисунке 3.

**Параметры**

- Взаимодействие с пользователем
  - Показать граф:
  - Показывать лог:
  - Стр№ 1: 1
- Системные параметры Allplan
  - Email:
  - Адрес фирмы: Konrad-Zuse-Platz 1, 81829
  - Время: 10:25
  - Дата: 30.04.2016
  - Имя проекта: Новый проект
  - Исполнитель: user
  - Логотип: C:\ProgramData\Nemetschek
  - Название фирмы: Nemetschek AG
  - Номер телефоны:

**Каменные работы**

Проект: Новый проект  
 Разработчик: user  
 Дата / время: 30.04.2016 / 10:25  
 Указание: Промеги учитываются в зависимости от VOB.

Материал	Краткий текст/Элемент №	Размеры:	Единица
Расчетная единица: м3			
кирпич полнотелый	0017Ств0000003450	2.530*0.120*2.170	0,937 м3
			0,937 м3
	0017Ств00000032529	2.180*0.120*2.170	0,568 м3
			0,568 м3
	0017Ств0000002467	2.430*0.120*2.170	0,833 м3
			0,833 м3
	0017Ств0000003254	0.57(0.113-0.120)*0.440*2.170 0.57(0.440*0.007)*2.170	0,111 м3 0,004 м3 0,115 м3
	0017Ств0000003965	2.040*0.120*2.170	0,531 м3 0,531 м3
	0017Ств0000003075	2.040*0.120*2.170	0,521 м3 0,521 м3

Рисунок 3 – Фрагмент проекта, с указанием ресурсов и объемов по каменным работам

Но для успешной реализации строительных проектов необходима проработка и управление такими ограничениями проекта как время и стоимость. Для управления временем используются программные продукты, базирующиеся на построении диаграмм Ганта и сетевых графиков: Microsoft Project, Spider Project, Primavera и других. Построенные по системе календаря они

позволяют планировать выполнение работ по временным периодам, устанавливать связи и временные зависимости между отдельными видами работ, оценивать трудоемкость и степень загрузки ресурсов по времени, планировать и контролировать сроки выполнения работ, прогнозировать показатели проекта на будущие периоды. Базируясь на содержании проекта, рабочих чертежах и спецификациях, специалисты планировщики формируют модели проекта, оптимизируя строительство объектов по срокам.

На рисунке 4 приведен график производства работ с детализацией ресурсов и графиком загрузки грузоподъемного механизма, разработанный с учетом объемов и последовательности выполнения работ и оптимизированный по времени эксплуатации машин и механизмов и загрузки трудовых ресурсов.

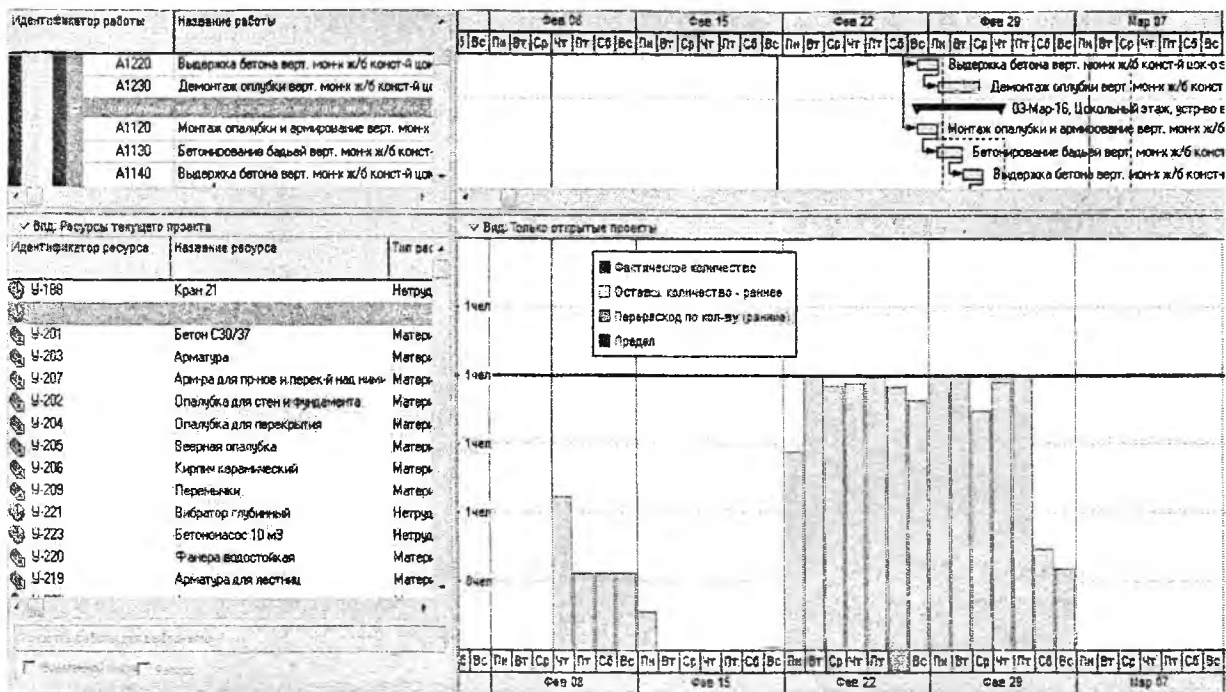


Рисунок 4 – График производства работ с детализацией ресурсов и графиком загрузки грузоподъемного механизма

Для расчета стоимости проекта, расчетов за выполненные работы в строительстве используются сметные программы, которые позволяют, используя нормативы расхода ресурсов и базу текущих цен, формировать стоимость строительства объектов в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов Республики Беларусь. Для составления сметной документации и расчетов за выполненные работы используются такие программные продукты, как RSTC, CIC, SMR-ПРО, SXW и другие. Специалисты-сметчики на основании комплектов чертежей формируют стоимость строительства объекта на единую дату составления сметной документации. Эта стоимость определяет бюджет проекта.

Расчет сметной стоимости строительства объекта, приведенный на рисунке 5, также осуществляется на основании перечня и объемов работ, полученных из чертежей архитектурно-строительного проекта.

Таким образом, для определения основных параметров проекта используется одна и та же информация, но в настоящее время она вручную переносится из одного программного продукта в другой. В итоге заказчик, строительная организация, органы государственного управления имеют дело с результатами работы многих специалистов, сформированными в различных программных продуктах, и только на бумаге имеющих вид целостного комплекта проектно-сметной документации.

The image shows a screenshot of a software application used for construction cost estimation. The interface is in Russian and displays a list of construction items on the left and a detailed cost breakdown table on the right. The table includes columns for item ID, name, quantity, unit, and various cost components.

№	Код	Наименование	Единица	Количество	Цена	Сметная стоимость	Сметная стоимость	Сметная стоимость
23	05-1-10	УСТРОЙСТВО ПОДГОТОВКИ ПОД МОНОЛИТНОЕ РОСТЕРКА ИЗ БЕТОНА С 2% (Л.13 ОК)	м²	2 182 289	339 026	23 251 490	1 999 023	38 560 434
24	05-1-01	УСТРОЙСТВО МОНОЛИТНОГО РОСТЕРКА ИЗ БЕТОНА С 2% (Л.13 ОК)	м²	30 487 846	13 547 088	187 873 662	14 443 413	224 453 021
25	05-1-1	ПОДГОТОВКА И РАБОТЫ ПОСЛЕДНЕГО ОСЛОЖНЕНИЯ ПОД ВАНДАМИТ ПОД ПЛИТУ ШКАТУ ЛИФТОВ	м²	48 877	4 870	68 699	3 821	95 447
26	05-1-1	ПОДГОТОВКА ИЗ БЕТОНА ОД. ПОД УСТРОЙСТВО МОНОЛИТНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ПОД ШКАТУ ЛИФТА 1 Э. ОК.	м²	44 226	8 229	420 225	28 953	826 182
27	05-1-15	МОНОЛИТНАЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ПЛИТА ПОД ШКАТУ ЛИФТА ИЗ БЕТОНА С 2% (Л.13 ОК)	м²	348 914	258 982	4 820 829	461 653	5 878 287

Below the table, there is a summary section with various metrics and a small grid of data.

Рисунок 5 – Расчет сметой стоимости строительства объекта

В настоящее время назрела необходимость объединения информации по всем трем ограничениям проекта в единое целое. Связь содержания проекта с управлением временем и стоимостью в единой информационной модели позволяет получить следующие преимущества:

- напрямую связать состав и объемы работ в спецификациях конструктивных разделов проекта, на графиках Ганта и в сметной документации, что позволяет избежать несоответствия расчетов, возникающие при наборах состава и объемов работ вручную;
- оценивать, как изменения в работах проекта влияют на сроки и стоимость строительства, и управлять этими процессами;
- получить обновляемый расчет объемов работ и расхода ресурсов, необходимых для выполнения работ, стоимости работ и ресурсов с привязкой к конкретному периоду времени, что позволяет обоснованно планировать сроки и стоимость работ;

- формировать графики финансирования с однозначным пониманием состава и объемов работ, на которые выделяются финансовые ресурсы, оптимизировать работы под финансовые ограничения, существующие в проекте;

- четко и однозначно формировать задания на подрядные торги, обособленно осуществлять выбор подрядной организации, с учетом ее производственной мощности и доступности ресурсов в каждый конкретный момент времени;

- повысить объективность планирования времени и стоимости работ при возможности показать на чертеже рассматриваемые конструкции и виды работ;

- автоматически выделять отдельные виды работ и конструкции, имеющие большую стоимость или составляющие длительные сроки выполнения работ, классифицировать работы по срокам и стоимости, их влиянию на реализацию проекта

- осуществлять сравнение конструктивных вариантов и осуществлять выбор в соответствии с их влиянием на сроки и стоимость выполнения.

Более того, в настоящее время при разработке документов проекта реализуется следующая последовательность развития событий: содержание – ресурсы – время – стоимость.

В то же время, часто временные ограничения или ограничения финансирования являются более жесткими и при проектировании объектов необходимо однозначно понимать, какие части объекта сколько стоят и какое время необходимо на их реализацию. Например, построить детский сад с бассейном или без бассейна, склад с магазином или без, жилой дом с отделкой или без отделки. Оперативная оценка того, как изменение тех или иных работ проекта влияют на сроки строительства и стоимость невозможна без интеграции информации. Вместе с тем, возможности вариантной проработки реализации проекта позволяют оптимизировать параметры проекта по срокам, стоимости, содержанию с учетом требований качества, что повышает эффективность строительной деятельности.

**Выводы.** Сокращение финансирования в строительстве, жесткие требования к рациональности использования всех ресурсов при строительстве объектов и сокращению сроков реализации проектов определяют новые требования к разработке документов строительного проекта. В настоящее время ведется активная работа по совмещению баз данных программных продуктов, используемых для разработки проекта. Такие работы требуют создания единой информационной системы, включающей перечень ресурсов, используемых в строительстве, с указанием технических параметров (марки, несущей способности, плотности, морозостойкости и так далее), а также затрат труда и времени эксплуатации машин и механизмов, необходимых для их установки и стоимости прямых затрат, связанных с приобретением, доставкой и монтажом на строительной площадке. Разработка таких баз данных, способных интегрироваться с различными программными продуктами, используемыми в строительстве позволяет повысить конкурентоспособность строительного сектора Республики Беларусь на внутреннем и внешнем рынках.

**Литература.** 1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Fifth Edition (PMBOK® Guide). An American National Standard ANSI / PMI 99 – 001–2013. 2. Заренков В.А. Управление проектами: Учеб. Пособие. -2е изд. –М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2006.—312с. 3. Ценообразование в строительстве: учеб. пособие / О.С. Голубова, Л.К. Корбан, А.Н. Сидоров. – Минск: Регистр, 2012. – 672 с.