

УДК 658.012, 691.2

**Коклюгина Л.А.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: [the-lusy@mail.ru](mailto:the-lusy@mail.ru)

**Коклюгин А.В.** – доцент

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

## **К ВОПРОСУ ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ПО КРИТЕРИЮ ВРЕМЕНИ**

### **АННОТАЦИЯ**

В статье рассматриваются вопросы выбора конструктивного решения по критерию времени для подрядной организации в условиях проведения тендера на строительные-монтажные работы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** эффективное конструктивное решение, критерий времени, продолжительность строительства, тендер.

**Koklyugina L.A.** – candidate of the technical sciences, associate professor

**Koklyugin A.V.** – associate professor

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

## **FOR THE QUESTION OF CONSTRUCTIVE DECISION CHOICE BY TIME CRITERION**

### **ABSTRACT**

The article set the questions of constructive decision choice by time criterion for contractors during realization tenders on the building-construction works.

**KEYWORDS:** effective constructive decision, time criterion, duration of building construction, tenders.

При проведении тендеров, на которых участники предлагают свои условия по продолжительности и стоимости возведения зданий и сооружений, точность предварительной оценки продолжительности бывает достаточно низкой, поскольку основой служит опыт возведения объектов-аналогов.

На современном этапе строительства промышленных и гражданских зданий наблюдаются большие достижения в инженерно-техническом оснащении возведения зданий и сооружений: современные конструкции и материалы, техника, новые технологии, высокий уровень квалифицированных специалистов.

Однако при подготовке и управлении инвестиционным строительным процессом многие специалисты по организации строительного производства, строители-технологи, специалисты органов экспертизы и надзорных органов отмечают усредненность нормативной базы, регламентирующей состав, содержание и порядок разработки организационно-технологической документации, необходимой для производства строительного-монтажных работ. Более того, изменения в системе хозяйствования и переход к рыночной экономике очень слабо отразились на методах определения продолжительности ведения работ. Замечание, сделанное В.А. Афанасьевым в труде «Поточная организация строительства» в 1990 г., актуально до сих пор: «К сожалению, календарное планирование осуществляется, как правило, весьма поверхностно и не доводится до определения времени работы каждой бригады на каждом частном фронте... Это одна из главных причин неудовлетворительного состояния строительства... Бессмысленно надеяться на успех в строительстве без детальной разработки календарных планов так же, как надеяться на успешную работу транспорта без расписания. Опыт и интуиция руководителей не могут заменить расписания».

По мнению [1] и результатам обследования объекта N, проведенного авторами статьи, нередко наименьшие значения продолжительности и стоимости строительства, заявленные в тендерной документации, могут привести, наоборот, к увеличению продолжительности строительства и даже поставить на грань банкротства подрядную организацию. Снижается качество работ.

Следует заметить, что на сегодня каждая строительно-монтажная организация по-своему внедряет новые приемы ведения работ, использует новую технику с разной эффективностью. Неравномерное или недостаточное финансирование также ставит организации в неравные условия.

Вследствие данных и многих других причин сложно дать объективную оценку работы строительных организаций для достижения определенного производственного уровня, особенно с применением новых эффективных конструкций. Сделать же правильный выбор варианта конструктивного решения, отвечающий требованиям всех участников инвестиционного проекта при использовании традиционных критериев [2], – еще более сложная задача. А формализация по какому-либо синтезированному критерию, например, по приведенным затратам, может привести к ошибочному результату, поскольку, включая в себя частные критерии, требует правильного их согласования [3], а также прогнозирования их изменчивости в процессе функционирования системы [4].

Продолжительность строительства является одним из основных показателей на всех этапах экономической, проектной, плановой и организационной подготовки и осуществления строительства [5]. Продолжительность строительства устанавливается на раннем этапе разработки инвестиционного строительного проекта: на стадии «Эскизный проект» или «Проектная документация». От продолжительности зависит стоимость заемных средств, потери от замороженных средств и расчеты, связанные с вводом объекта в эксплуатацию. Любые изменения существенно влияют на экономические показатели проекта. Поэтому при заключении договоров подряда на строительные работы календарный план является неотъемлемой частью договора, где указываются санкции срыва сроков. В американской практике установленный срок ввода – один из основных параметров контракта [6].

Изготовление и применение новых эффективных конструкций, а также новых технологий, производственных машин и оборудования вносят свои сложности в определение продолжительности.

Продолжительность, как правило, задается заказчиком в директивно **сжатые** сроки. Для определения продолжительности составляется календарный план в составе ПОС – как обязательное приложение к договору – разработка графиков производства работ и заданий по технологическим этапам и комплексам работ. При составлении календарного плана разработчик оперирует следующими величинами: *директивная, нормативная и расчетная (плановая) продолжительность*.

Чем обоснованнее и достовернее будут эти величины, тем точнее будет обеспечена фактическая продолжительность. Как же определить продолжительность, что предлагают нормативы?

На данном этапе расчеты продолжительности строительства в ПОС выполняются по единой методике, приведенной в [7].

Для объектов, не имеющих прямых норм в СНиП 1.04.03-85\*(91), предлагается *расчетный метод* определения продолжительности  $T_h$ , основанный на функциональной зависимости ее от стоимости строительно-монтажных работ  $C$  и вида объекта [5]. Зависимость вида:

$$T_h = A_1 \sqrt{C} + A_2 C, \quad (1)$$

где  $C$  – объем строительно-монтажных работ в денежном выражении в ценах 1984 г.;  $A_1$  и  $A_2$  – параметры уравнения, определенные по данным статистики.

Данная методика требует корректировки и совершенствования при привязке к современным ценам.

Сопоставить результаты расчетов при использовании новых эффективных конструкций, в частности, конструкций покрытия из МК по [5] не удастся, вследствие сильной усредненности и отсутствия конкретных исходных данных. Кроме того, в ней указано, что при их отсутствии для определения продолжительности используют исходные данные по объектам-аналогам, имеющим сходные объемно-планировочные, конструктивные решения, близкие объемы, площади, мощности, сметную стоимость.

Однако отличительной чертой новых конструктивных решений является отсутствие объектов-аналогов. Близкие объемы, площади, мощности не могут служить достоверным фактором определения продолжительности монтажа, поскольку новым эффективным решением может быть, например, удобство монтажа, что существенно сократит время установки конструкции.

Применение сетевых графиков, предложенное в качестве определения продолжительности строительства уникальных объектов с преобладанием новых конструкций, может установить взаимосвязь между участниками строительства. Применение компьютерных программ позволяет проводить оптимизацию сетевых графиков во времени. Можно уточнить, варьировать объемы и последовательность наиболее трудоемких работ [5].

Но, чтобы грамотно построить сетевой график, необходимы достоверные исходные данные. При их отсутствии для построения сетевых графиков и календарного плана предлагается пользоваться таблицами в МДС, извлеченными из СНИП 1.04.03-85 для отдельных, актуальных и наиболее часто строящихся типовых объектов. Даже если исходить из того факта, что по некоторым позициям продолжительность строительства в МДС приводится откорректированной с учетом достижений в области технологии и организации строительства, в таблицах даны обобщенные данные с разбивкой по периодам строительства: подготовительный период, подземная часть, надземная часть и отделочные работы. Продолжительность строительства в особых условиях, в МДС предлагается определять на основании расчетов в ПОС.

Таким образом, «круг замкнулся» – определить продолжительность монтажа новых эффективных конструкций покрытия по предлагаемой методике не представляется возможным.

Определенный интерес при нахождении продолжительности представляет *метод фотографии трудового процесса*, когда нескольким исполнителям предлагают выполнить одинаковую работу при одинаковых условиях труда при больших объемах работ [8]. В дальнейшем нарабатывается индивидуальная база трудозатрат ( $Q$ ):

$$Q = t \times R, \quad (2)$$

где  $t$  – время выполнения процесса,  $R$  – трудовые ресурсы.

Исходя из условия ограничения по ресурсам, можно получить оптимальное время  $t = f(R, Q)$ .

Рассмотрим предложенный в [9] пример расчета показателя технологичности стропильных ферм. Для этого использовался показатель трудоемкости, рассчитанный по нормативам заводоизготовителей. Этот показатель индивидуален для каждого завода. Он зависит от серийности, наличия механизации при изготовлении определенной партии конструкции, перераспределения времени на подготовительный и основной периоды и т.д.

Из графика (рис.) видно, что реальная оценка уровня технологичности требует количественного определения возможностей завода. Только при учете фактической трудоемкости изготовления можно дать обоснованную оценку технологичности, поскольку средние показатели «сглажены» и не отражают реальной картины изменения трудоемкости.

Однако правильно подсчитать трудоемкость выполнения работ, особенно в мелкосерийном и единичном производстве, достаточно сложно. По мнению [10], почти единственным возможным методом нормирования становится субъективная оценка нормировщиком трудоемкости изделия или операции. Даже при большом опыте нормировщика часто возникают ошибки, что ведет к погрешностям в определении трудоемкости работ.

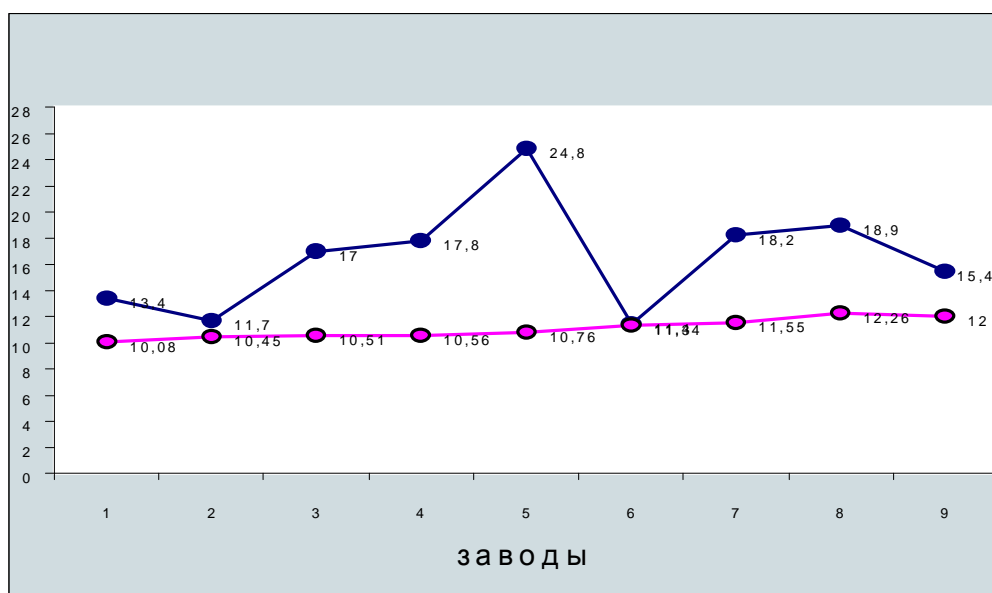


Рис. Средние показатели технологичности и удельной трудоемкости изготовления стропильных ферм

1 – трудоемкость изготовления 1 т конструкций

2 – средняя трудоемкость изготовления 1 т конструкций стропильных ферм

*Калькуляционный метод* заключается в разбивке всего комплекса работ на простые процессы, где определяется норма времени для каждого процесса, в дальнейшем формируется норма для всего комплекса.

Очевидно, что ни один из предложенных методов в чистом виде не может быть использован для определения продолжительности выполнения работ с применением новых конструктивных решений на этапе проведения тендеров.

Следует определить область допустимых значений времени для внесения их в характеристическую таблицу для подрядной организации всеми возможными методами. Далее выявляется вариант, наиболее близкий к реальной продолжительности.

*Пример временной оптимизации методом дифференцирования*

На объекте N выполняется основной процесс монтажа ферм покрытия из горячекатаных уголков одноэтажного промышленного здания трудоемкостью, определенной по актам выполненных работ согласно ТЭР 09-03:

декабрь  $Q_1=3762,2$  чел.час;

январь  $Q_2=5383,2$  чел.час;

март  $Q_3=278,2$  чел.час.

Калькуляция затрат на используемые ресурсы:

$C_1=214,7 \times 8=1717,7$  руб./чел.дн. – оплата трудозатрат рабочих;

$C_2=5000$  руб./чел. – затраты на обустройство стройплощадки;

$C_3=672,1 \times 8=5376,8$  руб./см. – оплата машиномены работы крана;

$C_4=4000$  руб. – единовременная оплата на транспортировку крана, монтаж, демонтаж крана.

Чтобы найти оптимальную длительность процесса  $t^{opt}$  и оптимальные затраты  $C$  на оплату ресурсов:

$$C = C_1 \times Q + C_2 \times Q/t + C_3 \times t + C_4, \quad (3)$$

$$\text{находим производную: } \frac{dC}{dt} = 0, \quad -\frac{C_2 \times Q}{t^2} + C_3 = 0, \quad (4)$$

Получим расчетную продолжительность  $t^{opt}=33,1$  смены,  $R^{opt}=35$  чел. При ограничении на ресурсы (звено монтажников 5 чел.),  $t = \frac{Q}{R}=235,6$  смен. Оптимальные затраты – 3319224 руб.

Фактическая продолжительность выполнения процесса составила 120 смен.

Таким образом, увеличение интенсивности труда привело к сокращению продолжительности фактической, по сравнению с расчетной, вдвое.

При дальнейшем обследовании объекта N по решению Арбитражного Суда РТ были выявлены нарушения директивных сроков строительства, а также отклонения от геометрических размеров, нарушения требований СНиП, что повлекло за собой необходимость выполнения дополнительных работ. Стоимость этих работ превысила эффект от сокращения сроков монтажа. Следовательно, срок, предложенный в тендерной документации, был нереально заниженным для подрядной организации и заведомо приводящим к убыткам.

Для определения продолжительности выполнения процесса вводим ограничения по продолжительности: устанавливаем интервал значений сроков выполнения работ, где  $T^{\min}$  значением, очевидно, будет директивный срок, предложенный для проведения тендера,  $T^{\max}$  – нормативное время, определенное по МДС, а точка допустимого оптимума, полученная из выражения (3), будет определять оптимальную длительность процесса.

Следующим шагом будет введение полученных данных в состав характеристических таблиц, с помощью которых по [11] можно найти оптимальное конструктивное решение покрытия.

### Выводы

1. При проведении тендеров на строительные-монтажные работы инвесторы и заказчики заведомо сокращают предлагаемые сроки строительства, что приводит к выбыванию из участников тендера малых и средних строительных организаций, и предлагают условия, при которых даже крупные СМО не могут выполнить работу в срок с надлежащим и соответствующим договорным условиям качеством.
2. При подготовке тендерной документации к объектам, содержащим новые конструктивные решения, заявленный срок исполнения договора должен попадать в интервал, полученный по расчетам методом временной оптимизации, а также усредненным методом по нормативам и другими возможными методами. Только тогда заявленный срок будет наиболее реально отражать ход ведения строительные-монтажных работ.
3. Анализируя результаты расчетов, можно сделать вывод, что наиболее приемлемым для подрядной организации будет конструктивное решение, которое не требует больших затрат на оплату машино-смен работы крана, затрат на обустройство стройплощадки, а именно дополнительных укрупнительных стендов, механизмов, приспособлений, оснастки и др. при минимальной трудоемкости.
4. При получении оптимального решения, полученного путем нахождения компромисса между всеми участниками инвестиционного строительного процесса, необходимо ввести коэффициент надежности для подрядной организации согласно теории организационно-технологической надежности, т.к. результат определения продолжительности будет находиться в интервале допустимых значений.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гук В.В. О проектировании технологических процессов в строительстве // Жилищное строительство, 2002, № 12. – С. 2-5.
2. Кузнецов И.Л. Выбор оптимального конструктивного решения в системе легких металлических конструкций. – Казань: Каз. инж.-стр. ин-т, 1990. – 89 с.
3. Коклюгина Л.А. Оценка и выбор конструктивного решения металлических конструкций для реализации инвестиционного проекта // Автореф. дис. кандидата техн. наук. – Казань: КГАСА, 2000. – 21 с.
4. Исаев А.В., Кузнецов И.Л. Вариантность критериев оптимальности при синтезе рационального конструктивного решения на примере стальных стропильных ферм // Известия КазГАСУ, 2009, № 1 (11). – С. 92-98.
5. МДС 12-43.2008 Нормирование продолжительности строительства зданий и сооружений.
6. Дикман Л.Г., Дикман Д.Л. Организация строительного производства в США. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 376 с.
7. Пособие к СНиП 1.04.03-85\* прил. 3. Расчетный метод определения продолжительности строительства объектов, не имеющих прямых норм в СНиП 1.04.03-85\*.
8. Болотин С.А., Вихров А.Н. Организация строительного производства – М.: Изд. центр «Академия», 2007. – 208 с.
9. ЦНИИПроектстальконструкция. Материалы по металлическим конструкциям. / Сб. статей под ред. Мельникова, вып. 18. – М.: Стройиздат, 1975.
10. Бешелев С.Д. Экспертные оценки в принятии плановых решений. – М.: Экономика, 1976. – 79 с.
11. Коклюгина Л.А. Выбор конструктивного решения в процессе реализации инвестиционного проекта: Учебное пособие. – Казань, 2003. – 45 с.