

Технология и организация строительства

УДК 658.5:624.05

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-4-146-152

© С. А. Болотин, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sbolotin@mail.ru

© S. A. Bolotin, Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: sbolotin@mail.ru

© А. Х. Дадар, канд. техн. наук, доцент
(Тувинский государственный университет)
E-mail: daryi@mail.ru

© A. Kh. Dadar, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Tuvan State University)
E-mail: daryi@mail.ru

© Р. А. Магамадов, аспирант

© R. A. Magamadov, post-graduate student

© А. Р. Мальсагов, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: r.magamadov.gst@mail.ru, inafr@mail.ru

© A. R. Mal'sagov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: r.magamadov.gst@mail.ru, inafr@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА В ПРОЦЕССЕ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ

FEATURES OF MONITORING ORGANIZATION IN THE PROCESS OF CONSTRUCTION OPERATIONAL MANAGEMENT

Основной целью оперативного управления строительством является рациональная организация строительного производства, которая существенным образом зависит от текущего состояния строительства. Регулирование хода строительного производства непосредственно связано с отклонениями оперативных планов и актуализированных графиков строительства, формируемых посредством организации соответствующего мониторинга. Строительство и регистрация его исполнения представляют собой сложный информационно-технологический процесс, построение которого влияет на основные технико-экономические показатели объекта строительства: качество, стоимость и своевременность. Показаны особенности организации мониторинга и конкретное влияние его результатов на эффективность процесса оперативного управления строительным производством.

Ключевые слова: оперативное управление строительным производством, актуальный график строительства, измерение объемов строительных работ, погрешность предсказания окончания строительства.

The paper presents the research results of the management aspect in construction analyzing the features of monitoring organization. The main purpose of operational management of construction is the rational planning of construction production, which significantly depends on the current state of construction. The progress regulation of the construction production is directly related to the deviations from operational plans and updated construction schedules formed by means of the relevant monitoring organization. Construction and registration of its performance is a complicated information-technological process, which affects the main technical and economic indicators of the construction object, such as quality, cost and timeliness. The article shows the features of monitoring organization and the effect of its results on the efficiency of the operational management process in construction industry.

Keywords: operational management of construction operations, actual construction schedule, volume measurements of construction works, errors in forecasting the completion of construction.

Основной целью оперативного управления строительством является рациональная организация строительного производства, которая зависит от текущего состояния хода строительства

и от его инфраструктурного обеспечения. Известно, что в строительном производстве на его нижнем уровне основным объектом управления является технологический процесс, регламент

которого определяется технологической картой. Ресурсное обеспечение строительных процессов зависит от организации интегрированного управления, решаемого в рамках более общей задачи, определяемой как организация строительства. Однако в общем случае регулирование хода строительства и любых технологических процессов строительного производства непосредственно связано с расхождениями оперативных планов и актуализированных графиков работ, формируемых в процессе осуществления мониторинга строительства.

Строительство представляет собой сложный информационно-технологический процесс, а особенности его реализации влияют на основные технико-экономические показатели будущего объекта, такие как стоимость, качество и своевременность ввода недвижимого объекта в эксплуатацию. Актуальной задачей оперативного управления строительным производством является анализ особенностей организации мониторинга с точки зрения определения его конкретного влияния на общую эффективность строительного процесса.

Рассмотрим некоторые принципы ведения мониторинга, описанные в монографии по организации строительства в США [1]. Владелец

(англ. *owner*) будущего объекта (в РФ это застройщик) в ходе строительства производит оплату выполненных подрядчиками работ без переплаты. И даже наоборот, владельцем удерживается с подрядчиков сумма в размере 5–10 % от стоимости выполненных работ, которая в случае выполнения строителями всех обязательств выплачивается им по окончании всего проекта. Принятый порядок расчетов служит основой страхования рисков, связанных с обеспечением своевременности и качества выполнения подрядных работ на строящемся объекте.

Для обеспечения вышеприведенного принципа необходимо учитывать нелинейную зависимость выполняемых объемов работ от времени. Рассмотрим рисунок, показывающий возможный характер роста выполняемых объемов работ во времени.

На рисунке видно, что планируемый ход строительства представляет собой нелинейную функцию времени. Если же эту функцию представить в виде линейной зависимости и по ней определять выполненные объемы работ, то окажется, что вначале (до точки перегиба) будет иметь место фактическое недовыполнение, а во второй половине графика фактически будет фиксироваться перевыполнение планового объема.



Схема графического анализа выполнения плановых сроков строительства [1, с. 155]

Аналогичная нелинейность планируемого роста капитальных вложений во времени заложена и в российские нормы продолжительности строительства [11]. Рассмотрим пример планируемого распределения капитальных вложений при строительстве жилого кирпичного здания (табл. 1).

Для данного объекта показан планируемый рост выполнения, который в явной форме учитывает фактическую неравномерность распределения объема во времени. Из представленного графика следует, что к окончанию 8-го месяца строительства должно быть выполнено 85 % работ. Если же не учитывать реальную неравномерность, то к этому сроку нормальным будет считаться выполнение работ только на 80 %. В результате для следующего периода оперативного управления ходом строительства не будет запланировано дополнительное увеличение темпа строительства, и это потенциально может привести к срыву запланированного срока окончания строительства.

В связи с этим следует отметить, что в практике мониторинга строительства довольно часто применяется именно метод линейной экстраполяции окончания строительства по причине его простоты и наглядности. Приведем данные практического мониторинга, получившего название «АСИК LAB», строительства жилого комплекса «Чистое небо» [12], застройщиком которого является строительная организация SetlCity [13].

Представленные в трех отчетах данные содержат срок планового окончания строительства D_p , определяемый датой 23.07.2017, но не содержат даты начала строительства D_s и его плановой продолжительности T_p . По этой причине не вошедшие в отчеты данные могут быть воссозданы с помощью следующих регрессионных зависи-

мостей. Планируемые темпы производства работ рассчитываются по следующей формуле:

$$I_p = \frac{100 - Q_{pm}}{\text{day}(D_p - D_m)}, \quad (1)$$

где Q_{pm} — планируемое выполнение работ на дату мониторинга; D_m — указанная в отчете дата проведения мониторинга; $\text{day}()$ — функция, переводящая разность дат в календарные дни.

В соответствии с расчетом оставшегося числа календарных дней до плановой сдачи объекта в эксплуатацию и планируемого на этот период объема работ можно восстановить планируемую продолжительность строительства с помощью формулы

$$T_p = \frac{100 \text{day}(D_p - D_m)}{100 - Q_{pm}}. \quad (2)$$

По следующей формуле можно рассчитать дату начала строительства объекта:

$$D_s = \text{date}(D_p - T_p), \quad (3)$$

где $\text{date}()$ — функция, вычисляющая дату события в соответствии с разностью планируемого окончания и продолжительности строительства.

В результате прогноз фактической продолжительности строительства объекта рассчитывается по формуле

$$T_f = \frac{100 \text{day}(D_m - D_s)}{Q_{fm}}. \quad (4)$$

На основании приведенных формул в последнем столбце табл. 2 показаны прогнозируемые даты сдачи рассматриваемого объекта в эксплуатацию. Для представленных мониторингов прогнозы задержки сроков сдачи составили: для мониторинга № 3 — 151 день, для № 4 — 161 день и для № 5 — 164 дня. Эти данные показывают, что прогноз окончания строительства зависит как от времени проведения мониторинга, так и от объемов выполненных работ.

Таблица 1

Варианты распределения планируемого выполнения объемов работ для 9-этажного кирпичного здания площадью 6000 м²

1 мес.	2 мес.	3 мес.	4 мес.	5 мес.	6 мес.	7 мес.	8 мес.	9 мес.	10 мес.
Подготовка	Подземная часть	Надземная часть						Отделка	
Планируемое распределение выполнения работ по СНиП, %									
7	21	32	43	53	64	74	85	93	100
Планируемое равномерное распределение выполнения работ, %									
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Данные по трем мониторингам организации SetlCity

Мониторинг	Начало	Конец	Середина	Время, %	Факт. объем, %	Прогноз сдачи в эксплуатацию
№ 3	16.01.2017	26.01.2017	21.01.2017	63,34	48,40	21.12.2017
№ 4	27.01.2017	09.02.2017	04.02.2017	66,19	49,67	31.12.2017
№ 5	10.02.2017	20.02.2017	15.02.2017	68,83	51,83	03.01.2018

Обратим внимание на огромный объем строительства данного объекта, составляющий почти 170 тыс. м² общей площади. Для такого объекта силами трех специалистов, число которых декларировано в отчетах, невозможно проверить выполненные подрядчиками объемы работ за один день. Из этого следует, что дата, на которую фиксируются выполненные работы, может быть принята только как некоторая условная дата и, следовательно, для корректного прогноза должна быть учтена погрешность усреднения, связанная с выбранной датой.

Единицей представления данных по планируемому и фактическим объемам работ является процент. Однако с точки зрения теории измерений определение процентов не входит в категорию прямых измерений, а их значение является результатом обработки измеренных данных [2, 3]. Для прямых измерений, проводимых в процессе мониторинга, могут быть использованы счетные, физические и геометрические характеристики, а также величины трудовых затрат и стоимости. Вместе с этим также необходимо учитывать и многообразие объектов измерения, по которым рассчитываются проценты выполнения работ. К измеряемым объектам могут относиться конструкции в натуре, списанные материалы, оплаченные работы и т. д. Из всего этого следует, что для представленных процентов планируемых и актуализированных работ также требуется обоснование соответствующих погрешностей.

Кратко остановимся на программном инструментарии в деле организации строительного мониторинга. В монографии [1] в целях контроля за ходом работ рекомендуется профессиональная программа P3e/c Primavera, наиболее часто используемая американскими строительными фирмами. Помимо программы Primavera [4], широкое распространение в организации

мониторинга строительного производства получили и другие программы управления проектами, например Microsoft Project [5], а также система стандартов в управлении проектами [14]. Перечисленные программы и система стандартизации позволяют профессионально организовать процесс мониторинга строительства, основанный на представлении результатов планирования и актуализации строительного производства в форме единого календарного графика, который в зарубежной литературе принято называть диаграммой Ганта. В качестве другого достоинства применения программ управления проектами отметим, что, например, такая программа, как Microsoft Project, позволяет отображать сразу десять этапов мониторинга в одном файле строительного проекта.

В цитируемых ранее мониторинговых отчетах [12] нет совместного отображения плана и факта на едином графике, а поэтому представленная информация допускает неопределенную интерпретацию. Так, например, указывается, что на дату проведения мониторинга по плану должно быть выполнено 100 % объема актуализированной работы, а в следующей графе отмечено ее нулевое выполнение. Далее в графе прогноза, определяющего задержку выполнения, фиксируется плановая продолжительность работы. При этом время от планируемого окончания работы до даты мониторинга никак не учитывается. В итоге рассчитанные системой штрафные санкции включают в себя только будущие задержки, но даже при их исчислении считается, что все невыполненные работы должны начаться сразу на дату проведенного мониторинга. Это достаточно странно, так как во всех мониторинговых отчетах приведено, что наиболее вероятной причиной является факт неподготовленности фронта работ, а на его подготовку требуется время, которое в итоге уве-

личивает задержку выполнения. Отмеченных казусов анализируемого мониторинга можно в значительной степени избежать, если осуществлять визуализацию данных в стандартных программах управления проектами.

В анализируемой системе мониторинга [12] штрафы за задержку сроков выполнения работ начисляют на соответствующие подрядные организации. Если организация выполняет более одной работы на объекте, то штраф определяется как максимальный штраф, рассчитанный по всем работам, то есть применяется известный в российском уголовном праве принцип поглощения [15]. По каждой работе учитывают задержку ее выполнения, умноженную на стоимость соответствующего договора подряда и величину принятого штрафного тарифа, определяемого как 0,1 % стоимости договора за каждый день задержки работы. В результате применения штрафной амнистии к задержке сдачи работы до даты мониторинга и применения принципа поглощения в 5-м мониторинговом отчете выполнен и представлен прогноз итогового штрафа, связанного с несвоевременным выполнением работ, в размере 26 млн руб. При этом представленный ранее прогноз задержки окончания строительства равен 164 дням. Рассмотрим, как этот прогнозируемый штраф корреспондирует с ФЗ № 214 в части взыскания пени за несвоевременную сдачу квартир [16].

Статья 6 ФЗ № 214 определяет срок передачи застройщиком объекта долевого строительства участнику долевого строительства, а в п. 2 определяются санкции за задержку срока сдачи: «В случае нарушения предусмотренного договором срока передачи участнику долевого строительства объекта долевого строительства застройщик уплачивает участнику долевого строительства неустойку (пени) в размере одной трехсотой ставки рефинансирования Центрального банка Российской Федерации, действующей на день исполнения обязательства, от цены договора за каждый день просрочки». Актуальную ставку рефинансирования ЦБ можно найти на сайте [17].

Допустим, что на момент сдачи объекта в эксплуатацию она будет иметь значение 10 %. В соответствии с данными мониторинга № 5 стоимость договоров, заключенных с под-

рядчиками, которые как раз и предопределили несвоевременность сдачи объекта в эксплуатацию на 164 дня, составила 3468 млн руб. Следовательно, солидарная часть штрафа подрядчиков за несвоевременную сдачу объекта в эксплуатацию должна составить 190 млн руб., что гораздо больше прогнозируемого мониторингом штрафа в 26 млн руб. Таким образом, можно заключить, что систему штрафов, заложенных в методику анализируемого мониторинга, следует совершенствовать. В научной литературе имеется ряд международных публикаций, ориентированных на практику анализа причин рисков несвоевременного выполнения работ и обоснование соответствующих штрафных санкций [6–8].

Вместе с этим любые количественные характеристики штрафов нуждаются в их юридическом обосновании. В монографии [1] всесторонне анализируется вопрос ведения исполнительной документации в строительных фирмах США: «В американском опыте оперативного контроля отчеты-рапорты о ходе работ — привычная и обязательная процедура. Они служат для сопоставления с утвержденным календарным планом (или СГ), сметой расходов и для оплаты промежуточных платежей подрядчикам. Основной смысл такой системы — возможность своевременно реагировать на отклонения, компенсировать их, чтобы в конечном счете обеспечить ввод объекта в заданные сроки и в пределах установленного бюджета».

В отечественной практике аналогами отчетов-рапортов являются общий и специальные журналы работ. В РФ также разработана довольно сбалансированная система ведения исполнительной документации, для описания действия которой в Санкт-Петербурге выпущен соответствующий справочник [18]. В соответствии с принятой системой ведения исполнительной документации, актуализация выполненных работ проводится по формам типа КС-2 и КС-6. Однако для цели фактической фиксации выполненных работ могут быть использованы и другие формы в общепринятой системе учета. Например, могут быть использованы акты освидетельствования скрытых работ, акты освидетельствования ответственных конструкций, исполнительные схемы и др. Ведение этих документов является обязательным, а поэтому их параметры могут быть ис-

пользованы в качестве контрольных точек (КТ), которые вводятся в систему анализируемого мониторинга [12]. Таким образом, КТ не только должны характеризоваться пространственными координатами, но и быть привязанными к соответствующим календарным графикам и юридически значимым документам.

Выводы

1. Безусловная полнота существующей системы мониторинга хода строительного производства делает его чрезвычайно сложным для причинно-следственного анализа влияния различных рисков, приводящих к объективно существующему запаздыванию строительства недвижимого объекта. Поэтому считаем, что для постановки эффективной методики прогноза продолжительности строительства рационально использовать метод нейросетевого моделирования [9], который достаточно успешно применяется для систем, характеризующихся сложной внутренней структурой.

2. Переход от календарного плана строительства к его актуализированному графику можно также охарактеризовать как информационно сложный процесс, поскольку в реализации строительства участвует большое число структурных элементов, прямо или опосредованно влияющих на строительные процессы, которые в свою очередь протекают в условиях воздействия на них различных рисков. В результате возникает расхождение между календарным планом и актуализированным календарным графиком, и это расхождение определяется ростом энтропии системы строительного производства. В нашей статье [10] представлен метод измерения энтропии актуализированного календарного графика, основанный на учете расхождения между началами и продолжительностями планируемого и актуализированного расписания работ. Нами показано, что уменьшению роста энтропии будет соответствовать введение в систему положительной управленческой энергии. Такой подход, постулирующий связь энтропии с энергетикой системы, дает возможность количественного измерения относительных усилий управляющей подсистемы, которые должны быть направлены на уменьшение несвоевременности выполнения строительных работ.

Библиографический список

1. Дикман Л. Г., Дикман Д. Л. Организация строительства в США. М.: АСВ, 2004. 377 с.
2. Пфанцгль И. Теория измерений. М.: Мир, 1976. 248 с.
3. Берка К. Измерения: понятия, теории, проблемы. М.: Прогресс, 1987. 320 с.
4. Бовтеев С. В. и др. Управление инвестиционными строительными проектами на основе PRIMAVERA. М.; СПб.: «СПбГАСУ — ПМСОФТ», 2008. 456 с.
5. Куперштейн В. И. Microsoft Project 2010 в управлении проектами. М.: ООО «ЛитРес», 2010. 506 с.
6. Sadi A., Sadiq A. Causes of delay in large construction projects // Journal Project Management. 2006. Vol. 24(4). Pp. 349–357.
7. Louzolo-Kimbembe P., Mbani E. New approach of delay penalties formulation: Application to the case construction projects in the Republic of Congo // Journal of Civil Engineering and Construction Technology. 2013. Vol. 4(1). Pp. 6–22.
8. Птухина И. С., Болотин С. А., Котовская М. А. Распределение ответственности между контрагентами строительства. Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 95 с.
9. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей: пер. с англ. М.: ИД «Вильямс», 2001.
10. Болотин С. А., Дадар А. Х., Магамадов Р. А. Энтропия актуального графика строительства // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3 (56). С. 123–129.
11. СНиП 1.04.03–85*. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений (с изм. на 1 июля 1990 г.).
12. Автоматизированная система инвесторского контроля. URL: <http://193.218.143.153:3407/labanaliz/Report/Devation?id=1036> (дата обращения: 10.04.2017).
13. Инвестиционно-строительная компания Setl City. URL: <http://www.setlcity.ru> (дата обращения: 12.04.2017).
14. Project Management Institute PMI. PMBOK (4th Edition). Standart of Project Management. Project Management Institute, Inc. URL: <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=2831128/> (дата обращения: 20.07.2013).
15. Уголовно-процессуальный кодекс РФ от 18.12.2001 № 174-ФЗ.
16. Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» от 30.12.2004 № 214-ФЗ (ред. от 17.06.2010). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_101448/ (дата обращения: 20.04.2017).

17. Центральный банк Российской Федерации. URL: <http://www.cbr.ru> (дата обращения: 20.04.2017).

18. Исполнительная документация в строительстве: справочное пособие. СПб.: Центр качества строительства, 2008. URL: <http://www.nastol.ru/Go/ViewArticle?id=4258> (дата обращения: 22.04.2017).

References

1. Dikman L. G., Dikman D. L. *Organizatsiya stroitel'stva v SShA* [Organization of construction in the USA]. Moscow, ASV Publ., 2004, 377 p.

2. Pfantsagl' I. *Teoriya izmereniy* [The theory of measurements]. Moscow, Mir Publ., 1976, 248 p.

3. Berka K. *Izmereniya: ponyatiya, teorii, problem* [Measurements: concepts, theories, problems]. Moscow, Progress Publ., 1987, 320 p.

4. Bovteev S. V., et al. *Upravlenie investitsionnymi stroitel'nymi projektami na osnove PRIMAVERA* [Management of investment construction projects on the basis of PRIMAVERA]. Moscow, St. Petersburg, SPbGASU – PMSOFT Publ., 2008, 456 p.

5. Kupershteyn V. I. *Microsoft Project 2010 v upravlenii projektami* [Microsoft Project 2010 in project management]. Moscow, LitRes Publ., 2010, 506 p.

6. Sadi A., Sadiq A. Causes of delay in large construction projects. *Journal Project Management*, 2006, vol. 24(4), pp. 349–357.

7. Louzolo-Kimbembe P., Mbani E. New approach of delay penalties formulation: Application to the case construction projects in the Republic of Congo. *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*, 2013, vol. 4(1), pp. 6–22.

8. Ptukhina I. S., Bolotin S. A., Kotovskaya M. A. *Raspredelenie otvetstvennosti mezhdu kontragentami stroitel'stva* [Allocation of responsibilities among contractors in the construction]. Saarbrücken, Deutschland, LAPLAMBERT Academic Publ., 2013, 95 p.

9. Kallan R. *Osnovnye kontseptsii neyronnykh setey* [The main concepts of neural networks]. Transl. from English. Moscow, Williams Publ., 2001.

10. Bolotin S. A., Dadar A. Kh., Magamadov R. A. *Ehntropiya aktual'nogo grafika stroitel'stva* [Entropy of

the actual construction schedule]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 3 (56), pp. 123–129.

11. SNiP 1.04.03–85*. *Normy prodolzhitel'nosti stroitel'stva i zadela v stroitel'stve predpriyatiy, zdaniy i sooruzheniy (cizm. na 1 iyulya 1990 g.)* [SNiP 1.04.03–85*. Norms of construction duration and reserve in construction of enterprises, buildings and structures (with Amendment for July 1, 1990)].

12. *Avtomatizirovannaya sistema investorskogo kontrolya* [Automated system of investor control]. Available at: <http://193.218.143.153:3407/labanaliz/Report/Devation?id=1036> (accessed: 10.04.2017).

13. *Investitsionno-stroitel'naya kompaniya SetlCity* [Investment -construction company SetlCity]. Available at: <http://www.setlcity.ru> (accessed: 12.04.2017).

14. Project Management Institute PMI.PMBOK (4th Edition). *Standart of Project Management*. Project Management Institute, Inc. Available at: <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=2831128/> (accessed: 20.07.2013).

15. *Ugolovno-protsessual'nyy kodeks RF ot 18.12.2001 no. 174-FZ* [Code of Criminal Procedure of the RF from 18.12.2001, no. 174-FZ].

16. *Federal'nyy zakon «Ob uchastii v dolevom stroitel'stve mnogokvartirnykh domov i inykh ob'ektov nedvizhimosti i o vnesenii izmeneniy v nekotorye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii» ot 30.12.2004 no. 214-FZ (red. ot 17.06.2010)* [Federal Law "About participation in shared-equity construction of apartment houses and other real estate objects and introduction of amendments to some Acts of the Russian Federation" from 30.12.2004 no. 214-FZ (edition from 17.06.2010)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_101448/ (accessed: 20.04.2017).

17. *Tsentrал'nyy bank Rossiyskoy Federatsii* [Central Bank of the Russian Federation]. Available at: <http://www.cbr.ru> (accessed: 20.04.2017).

18. *Ispolnitel'naya dokumentatsiya v stroitel'stve. Spravochnoe posobie* [Executive documentation in construction. Reference book]. St. Petersburg, Tsentr kachestva stroitel'stva Publ., 2008. Available at: <http://www.nastol.ru/Go/ViewArticle?id=4258> (accessed: 22.04.2017).