

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Е.В. Гусев**

*Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия*

**Цель исследования.** Рассмотрены и проанализированы наиболее важные причины нестабильности управленческих решений при решении задач календарного планирования, логистического обеспечения и организации строительства.

**Материалы и методы.** Основой для проведения исследования выступает модель технологических объектных зависимостей.

**Результаты.** Описывается двухэтапный метод решения главной задачи управления строительством объекта. На первом этапе решается задача распределения объемов работ во времени, по планируемыми периодам (декада, месяц, квартал). С учетом этого распределения на втором этапе разрабатываются организационные решения для построения графика строительства объекта.

**Заключение.** Принятая модель для решения задач управления производственной деятельностью строительной организации позволила расширить область повышения надежности управленческих решений на стадии планирования строительно-монтажных работ, а на стадии организации производства – повысить вариативность этих решений.

*Ключевые слова:* модель технологических объектных зависимостей, МОТЗ, автоматизированные системы управления, особенности строительного производства.

Автоматизации управления строительства и строительного производства в 1970–80-е годы в СССР уделялось большое внимание. Было разработано и внедрено в эксплуатацию большое количество автоматизированных систем управления в строительстве (АСУС), подсистем, комплексов и отдельных задач с использованием экономико-математических методов и компьютерных технологий [1]. Задачи календарного планирования строительства объектов занимают центральное место в АСУС. Это связано с тем, что согласованная работа всех участников строительства не может строиться без календарного плана. Оптимизация расстановки механизмов, системы управления перевозками, оптимизация запасов материалов и других задач затрагивают лишь локальные производственные проблемы производственно-хозяйственной деятельности строительной организации [2–4].

За эти прошедшие годы был накоплен опыт, особенно в области экономико-математического моделирования и компьютеризации в строительстве, строительном производстве и календарном планировании. Были удачи и разочарования. Неудач было больше, что привело к определенному пессимизму.

Период перехода экономики на рыночные рельсы характерен отсутствием научных публикаций в области автоматизации в решении задач по управлению строительством, строительного производства и календарного планирования.

Развитие технологий информационного моделирования (ТИМ) в значительной мере активизировало работу по автоматизации решения задач управления. 3D-программные комплексы обладают большой информативностью и наглядностью [5–14]. Это позволяет решать задачи планирования (4D), учета и контроля (5D) и другие более эффективно. Надо отметить, что решение задач планирования, организации строительства и строительного производства базируется на прежней методологии и подходах. Причиной такой ситуации явилось отсутствие анализа неудач ранее разработанных систем управления. Этому положению дел способствовал большой времен-

## Краткие сообщения

ной период (порядка 15–20 лет), когда научно-исследовательские работы в области планирования и организации строительства объектов не проводились.

Строительство и строительное производство имеет ряд существенных особенностей, отличающих его от промышленного производства. Они обусловили отличие подходов к разработке автоматизированных систем управления в промышленном строительстве. Если в промышленности базой для разработки АСУ является сама система управления, то в строительстве это сам объект управления, то есть процесс изготовления продукции строительной организацией. На практике такой базовой моделью является календарный план строительства объекта и его составляющая – график строительства объекта в виде циклограммы, линейной и сетевой моделей. Календарные планы строительства объекта входят в перечень обязательных документов проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР). На их основе решаются многие задачи планирования, организации, учета, контроля и регулирования строительства объекта. Графики строительства обеспечивают решение управленческих задач необходимой информацией. Рассмотрим принципиальную схему последовательности решения логистической задачи (рис. 1).



Последовательность решения логистической задачи (принципиальная схема)  
The sequence of solving a logistics problem (schematic diagram)

Важно отметить один момент. Из всех приведенных блоков только на четвертом разрабатываются документы, обладающие юридической силой.

Первый блок связан с разработкой календарного плана строительства объекта и его главной составляющей – объектного графика. Графики строительства относятся к классу организационно-технологических моделей (ОТМ), в которых отражаются организация строительного производства и технологическая последовательность взаимосвязанных работ.

Сама по себе последовательность решения задач логистического обеспечения строительства объекта не вызывает никаких сомнений. График позволяет определить распределение объемов каждой работы во времени (блок 2), что позволяет рассчитать календарную потребность (блок 3). На основании календарной потребности формируются и утверждаются план-графики с поставщиками ресурсов. Разработанные планы обеспечения направлены на реализацию разработанного календарного плана строительства объекта.

Но на ход строительного производства воздействуют различные факторы внешней и внутренней среды. Эти воздействия требуют корректировки графика строительства. Но эти корректировки требуют изменения в распределении объемов работ во времени, календарной потребности и графика поставок. План-графики практически не подлежат изменению благодаря своей юридической особенности. Возникает двойственность требований к источнику информации, то есть к графику строительства. С одной стороны, он должен не изменяться, чтобы информация для решения задач была бы стабильной и устойчивой. Но график – это модель, отражающая характерные черты объекта управления. Это технологическая последовательность взаимосвязанных работ и комплекс организационных решений. Организационные решения включают определение номенклатуры работ, выбор механизмов, состава бригад, расчет продолжительности выполнения каждой работы, совмещение производства работ и прочее. В этом случае одно из требований, которым должна обладать модель, – она должна легко корректироваться. На лицо объективное противоречие: быть устойчивым к воздействию факторов и легко корректироваться.

Одно из направлений в повышении стабильности информации, получаемой из графиков строительства, заключается в повышении надежности решений при разработке самого графика.

Разработаны и используются различные методы определения продолжительности, совмещения выполнения взаимосвязанных работ, учет влияния различных факторов (управление рисками) и другие. Однако добиться адекватности разработанного графика и действительного хода строительства объекта не удастся. Это один из аспектов несбалансированности управленческих решений и их реализации.

Рассмотрим еще один аспект. Цель социально-экономической системы, в том числе и строительной организации, описывается системой технико-экономических показателей (ТЭП). Согласно схеме взаимодействия общих функций управления, после формирования целевых задач в виде системы ТЭП вступает в действие функция «Планирование». Задачей на этом этапе разработки управленческих решений является определение «что надо сделать?», чтобы достичь запланированных показателей. Это стоимость и физические объемы работ в целом и в каждом планируемом периоде, доход и затраты, рентабельность и прибыль и т. д. Далее функция «Организация» направлена на разработку управленческих решений, связанных с реализацией запланированных объемов работ и логистического обеспечения строительного производства. Формируются документы, которые обеспечивают «как будем делать?» то, что запланировано.

Фактически последовательность реализации функций «Планирование» и «Организация» нарушена. Сначала разрабатывается организационно-технологическая модель в виде линейного, сетевого графика или циклограммы, а затем определяются объемные показатели, которые необходимо выполнить для достижения целевых установок. Получается, что первоначально решается «как будем делать?», а затем «что будем делать?».

Организационно-технологические модели по своей сути должны легко изменять свои параметры социальной адаптации к воздействию внешних и внутренних факторов. Учитывая эти особенности графиков строительства, можно сделать следующие выводы:

1. Применение графиков строительства в качестве модели объекта управления не позволяет сформировать устойчивый и стабильный документооборот, необходимый для логистического обеспечения строительства объекта и строительного производства.

2. Графики строительства необходимы для решения задач, связанных с общими функциями управления «Регулирование», «Учет», «Контроль».

3. Нарушение взаимосвязей в реализации общих функций управления «Планирование» и «Организация» не способствуют разработке документооборота, соответствующего действительному ходу реализации проекта.

Для разрешения определенных противоречий и повышения надежности управленческих решений необходимо в процесс формирования документооборота внести изменения. Они заключаются в следующем.

Прежде всего необходимо изменить базовую модель управления на более устойчивую. Такой моделью может служить модель объектных технологических зависимостей (МОТЗ). Эта модель описывает не только технологическую последовательность взаимосвязанных работ, но и количественные оценки этих взаимосвязей. Подробно о моделировании технологии строительства объекта можно ознакомиться в [15]. Она обладает значительной стабильностью, так как технология возведения объекта сохраняется и не изменяется в ходе строительного производства. МОТЗ позволяет решать задачи планирования и организации строительства, не нарушая последовательность взаимосвязи функции управления «Планирование» и «Организация». При этом календарное планирование строительства объекта разбивается на два этапа.

На первом этапе определяются виды и объемы работ, которые необходимо выполнить для реализации запланированных технико-экономических показателей по плановым периодам с учетом потенциала строительной организации, финансирования, логистического обеспечения, технологии строительства объекта и других факторов и условий.

На втором этапе разрабатываются организационные решения с учетом ранее запланированных по плановым периодам объемов работ, то есть рассчитывается график строительства объекта.

Двухэтапный подход к решению задачи календарного планирования СМР имеет ряд особенностей. На первом этапе, исходя из поставленной задачи – выполнение запланированных технико-экономических заданий, необходимо разработать такой план распределения объемов работ, который должен быть сбалансирован с плановыми заданиями и логистическим обеспечением. Деятельность строительной организации протекает в жестких рамках большого количества различ-

ных ограничений организационного, социального, технологического, технического, снабженческого характеров и других требований. Учет такого множества ограничений и требований ставит под сомнение предпосылку о наличии у руководства строительной организации некоторого множества решений в планировании СМР. Поэтому, в отличие от известных постановок, решение данной задачи направлено не на выбор наилучшего варианта по установленному критерию, а на поиск пути достижения цели при данных условиях. Сущностью задачи является поиск такого набора работ на объектах производственной программы в натуральном и стоимостном выражении, который обеспечивает выполнение экономических плановых заданий. Решение сводится к нахождению сложной совокупности объемов работ, которые строительная организация должна выполнить в каждом плановом периоде планируемого года для обеспечения собственной жизнеспособности.

На втором этапе рассчитывается график строительства объекта. Некоторые особенности разработки графика связаны с применением базовой модели объектных – технологических зависимостей и решением задачи на первом этапе. Поскольку распределение объемов работ ведется по каждому плановому периоду планируемого года, то и организационные решения разрабатываются согласно этому распределению. Основой для определения количества возобновляемых и невозобновляемых ресурсов является запланированный ранее на первом этапе объем работы в рассматриваемом плановом периоде. Потребление и использование этих ресурсов может быть неравномерным на всем протяжении выполнения работы.

График строительства, разработанный на основе МОТЗ в виде линейного графика Ганта, обладает большой информативностью по отношению к обычному. Это связано с появлением частных и полных резервов времени по началу и окончанию каждой работы, возможностью проектировать начало и окончание работ «внутри» временной области раздельно друг от друга.

Двухэтапное сбалансированное календарное планирование СМР позволяет повысить надежность управленческих решений на этапе планирования (распределения) объемов работ по планируемым периодам, а на этапе организации производства работ – увеличить адаптационные качества модели управления.

Надежность управленческих решений на этапе определения объемных параметров календарного плана повышается за счет отсутствия зависимости – планирования объемов работ на основе принятых организационных решений. В данном случае основой решения задачи является модель технологии строительства объекта, отображающая технологические взаимосвязи между работами по их началу и окончанию, количественные оценки этих связей и временные области выполнения работ.

Организационные решения по своей сути не должны быть такими стабильными, как решения на стадии планирования. Это объясняется тем, что в процессе разработки графика строительства объекта учесть все факторы, которые могут повлиять на производственный процесс, невозможно. Поэтому график как модель строительного производства должен легко корректироваться. Модель объектных технологических зависимостей (МОТЗ), принятая для решения поставленных задач, позволяет расширить возможности графика строительства к воздействию неучтенных факторов внутренней и внешней среды за счет новых свойств коммуникационного характера.

### *Литература / References*

1. Гусев Е.В. Технологическое моделирование и сбалансированное планирование строительно-монтажных работ. Челябинск: Редактор, 1990. 147 с. [Gusev E.V. *Tekhnologicheskoye modelirovaniye i sbalansirovannoye planirovaniye stroitel'no-montazhnykh rabot* [Technological Dependence and Balanced Planning of Construction Works]. Chelyabinsk, Redaktor, 1990. 147 p.]
2. Baldwin A., Bordoli D. *Handbook for Construction Planning and Scheduling*. UK, John Wiley & Sons, 2014. 408 p.
3. Halpin D.W. *Construction Management*. New York, John Wiley & Sons, 2011. 448 p.
4. Mincks W., Johnston H. *Construction Jobsite Management*. Cengage Learning, 2010. 480 p.
5. Talapov V.V. About The General Scheme of the Information Model of Construction Object. *News of higher educational institutions. Construction*, 2017, vol. 697, no. 1, pp. 91–97.
6. Талапов В.В. Три принципа, лежащие в основе BIM. САПР и графика. 2016. № 8 (238). С. 12–15. [Talapov V.V. [Three Principles Underlying BIM]. *CAD and graphics*, 2016, vol. 238, no. 8, pp. 12–15. (in Russ.)

7. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. *BIM Handbook. Second edition*. N.Y., Wiley, 2011, 626 p.
8. Bergin M.S. History of BIM. *Architecture Research Lab*, 2017, pp. 1–6.
9. Rowlinson S. Building Information Modelling, Integrated Project Delivery and all that. *Construction Innovation. Emerald Group Publishing Ltd*, 2017. DOI: 10.1108/CI-05-2016-0025.
10. Volk R., Stengel J., Schultmann F. Building Information Modeling (BIM) for Existing Buildings – Literature Review and Future Needs. *Automation in Construction*, 2014. DOI: 10.1016/j.aut-con.2013.10.023.
11. Isikdag U, Aouad G., Underwood J., Wu S. Building Information Models: a Review on Storage and Exchange Mechanisms. *Proceedings of the CIB W78's 24th International Conference on IT in Construction*, 2007, pp. 135–143.
12. Trani M.L., Cassano M., Minotti M., Todaro D. Construction Site BIM Requirements. *Proceedings 30th Annual Association of Researchers in Construction Management Conference, ARCOM 2014*, 2014, pp. 663–672.
13. Caldas C.H., Soibelman L. Automating Hierarchical Document Classification for Construction Management Information Systems. *Automation in Construction*, 2003, vol. 2, no. 4, pp. 395–406.
14. Galloway P.D. Survey of the Construction Industry Relative to the Use of CPM Scheduling for Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2006, 132(7), pp. 697–711.
15. Gusev, E. Construction and Assembly Works Planning: Optimization or Search for Solutions. *3rd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2017). – SHS Web Conf. Section: Sustainable Development of Industrial Enterprises*, 2017, vol. 35, no. 01147, 6. p. DOI: 10.1051/shsconf/20173501147.

Гусев Евгений Васильевич, д-р техн. наук, профессор кафедры прикладной экономики, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, gusevev@susu.ru.

Поступила в редакцию 18 мая 2020 г.

DOI: 10.14529/ctcr200313

## SIGNIFICANT FEATURES OF IMPROVING RELIABILITY OF DECISION-MAKING IN CONSTRUCTION MANAGEMENT

E.V. Gusev, gusevev@susu.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

**Aim.** The author is considered and analyzed the most important reasons for the instability of managerial decisions in solving problems in construction, for example, scheduling in construction, logistics and construction administration.

**Materials and methods.** The basis of the research is Project Technological Dependencies Model.

**Results.** A two-stage method for solving the main task of managing the construction of an object is described. At the first stage the task of distributing the volume of work over time for the planned periods (decade, month, quarter) is solved. At the second stage organizational solutions are developed to build a construction schedule for the facility with distribution from the first step in mind.

**Conclusion.** The author suggests using a project technological dependencies model to solve the problems of managing the production activities of a construction organization. This model allows

## Краткие сообщения

---

you to expand the field of improving the reliability of management decisions at the planning stage of construction and installation works. Also, this model allows to increase the variability of solutions at the stage of production organization.

*Keywords: project technological dependencies model, PTDM, automated control systems, construction features.*

*Received 18 May 2020*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Гусев, Е.В. Некоторые аспекты повышения надежности управленческих решений в строительстве / Е.В. Гусев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 123–128. DOI: 10.14529/ctcr200313

### FOR CITATION

Gusev E.V. Significant Features of Improving Reliability of Decision-Making in Construction Management. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2020, vol. 20, no. 3, pp. 123–128. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr200313

---