ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69:658

А.А. Морозенко, Д.В. Красовский

НИУ МГСУ

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ КЛЮЧЕВЫХ СОБЫТИЙ

Аннотация. Рассматриваются текущие проблемные задачи в управлении инвестиционно-строительными проектами (ИСП), изучаются вопросы повышения эффективности строительного производства на основе формирования рефлексно-адаптивной организационной структуры. Анализируется необходимость формирования матрицы ключевых событий ИСП, которая позволит создать оптимальную структуру проекта, на основе программы работ по его реализации. Для удобства представления программы реализации проекта во времени даются рекомендации по объединению работ в отдельные, экономически самостоятельные функциональные блоки. Предложен алгоритм формирования матрицы ИСП, учитывающий экономически самостоятельные функциональные блоки и этапы реализации ИСП. Обосновывается использование расширенной сетевой модели, дополненной организационно-структурными ограничениями на различных стадиях реализации проекта, с выделением ключевых событий, принципиально влияющих на дальнейший ход реализации ИСП.

Ключевые слова: матрица ключевых событий, управление инвестиционно-строительными проектами, рефлексно-адаптивная организационная структура, сетевое моделирование, жизненный цикл проекта

DOI: 10.22227/1997-0935.2016.11.105-113

Двигаясь по пути создания единой информационной модели строительного объекта, на стадии проектирования актуализируется вопрос детальной проработки и комплексной взаимоувязки строительно-технологических, организационно-правовых, логистических и финансовых процессов с ресурсно-производственными возможностями реализуемого инвестиционно-строительного проекта (ИСП). Современные информационные технологии в области организации строительного производства позволяют целенаправленно оперировать различными ресурсными базами проекта, оперативно вносить изменения в проектные решения, однако не предлагают комплексного подхода к управлению ИСП в целом [1–3]. Эта важнейшая задача в процессе реализации проекта сегодня в полном объеме возлагается на руководителей проекта и полностью зависит от их компетентности, стиля управления, скорости принятия решений, масштаба реализуемого проекта, количества участников и многих других факторов. Возникает необходимость глубокой проработки проектных решений и прогнозирования событий, которые с высокой степенью вероятности принципиально влияют на реализацию проекта. Одним

из условий конкурентоспособности современной организации, реализующей ИСП, является строгое соблюдение ранее установленных и согласованных сроков строительства [4–8].

Исследуя крупномасштабные ИСП, можно сделать вывод о том, что существующие методы календарного планирования и управления крупномасштабными проектами допускают ряд условностей, которые в конечном счете влияют на общую организацию строительства, ведут к увеличению сроков и непроизводственных затрат [9, 10]. Настало время пересмотреть методы управления и организации строительного производства [11, 12], дополнив ранее отработанные методики календарного планирования организационно-структурными ограничениями на различных стадиях реализации проекта, выделяя ключевые события, принципиально влияющие на дальнейший ход реализации ИСП.

Принципиальным условием успешной реализации проекта является формирование организационной структуры адаптивного типа, создаваемой по принципу объединения в функциональные блоки различных работ, сгруппированных по технологической близости и производственно-логической замкнутости [13] и находящихся в системе взаимодействия контрольно-исполнительного и информационно-аналитического модулей [14, 15]. Создавая отдельные функциональные блоки, отвечающие за свои процессы, повышается скорость принятия решений в установленной зоне ответственности, а соответственно и реакции на внешние воздействия всей организационной структуры [16].

Планирование зависит от временного деления жизненного цикла ИСП [17]. На каждом из этапов выполняются различные задачи и процессы для достижения конечной точки этапа и перехода на следующую стадию проекта. На этапах работают разные функциональные блоки с неравномерным коэффициентом загруженности. Задача организаторов заключается в создании оптимальной организационной структуры функциональных блоков проекта на различных стадиях его реализации [18–20]. Декомпозиция проекта на конечное число временных отрезков с конечными событиями, необходимыми для четкой и ясной работы организационной структуры сформирует матрицу ключевых событий ИСП. Очевидно, что одни события выделяются на фоне других и имеют большее значение для проекта. Такие события являются ключевыми и по ним необходимо формировать матрицу проекта. Этот подход конкретизирует работу функциональных блоков, которые нацелены на реализацию определенного события в заданной последовательности. Изменения в работе функциональных блоков на различных этапах, определяют изменяющуюся организационную структуру ИСП.

Матрица ключевых событий — информационная модель ИСП, основанная на ключевых событиях производственно-строительной деятельности, интегрированных в структуру в функциональную структуру проекта. Предлагаемая модель может стать информационной основой для управления ИСП, используя прогнозируемые и фактически достигнутые результаты. Данный подход позволит расширить сетевое моделирование технологического процесса, его информационную составляющую, объединить в модели все функциональные блоки, установив логические связи, чем значительно повысит эффективность планирования и принятия оперативных решений в реальных ситуациях.

В технологическом плане строительный процесс довольно понятная и структурированная модель с отработанными технологическими процессами, работами и операциями. Наглядным примером является сетевая модель планирования строительных работ в виде орграфа вершинами которого, являются события. Приведем фрагмент традиционного сетевого графика с установленной технологической последовательностью выполнения работ.

Согласно графику (рис. 1), работа 4–5 может начаться только после достижения события «4», после работ 2–4 и 3–4. В классическом исполнении сетевой модели строительных процессов принято учитывать производственно-технологическую составляющую, назначая ресурсы и распределяя их по строительным работам, зачастую не просчитывая возможности функциональных блоков, всесторонне обеспечивающих строительный процесс. Такой принцип организации строительного производства сильно устарел, так как сопутствующие бизнес-процессы реализуются функциональными блоками, имеющими свои организационно-ресурсные ограничения. В этом случае необходимо объединить строительную сетевую модель с другими функциональными процессами проекта. Тогда отобразится зависимость от события 4, учитывающая сроки работ исполнительно-управленческой структуры ИСП.

Рис. 1. Пример сетевого моделирования с взаимосвязью функциональных блоков

Для примера можно рассмотреть выполнение работы 4–5 на строительной площадке, до начала которой необходимо завершить работы 2–4 и 3–4, также произвести подготовительную работу, невидимую в обычном сетевом графике:

- организационную — поиск подрядчика на данный вид работы, обеспечение его всем необходимым, подключение к временным сетям, передача проектной документации;
- правовую — заключение подрядных договоров, получение разрешений на работы;
- инвестиционную — решение вопросов взаиморасчетов;
- логистическую — разработку планов по доставке и хранению материалов;
- контроллинговую — работы вне площадки строительства.

Тогда моменты начала работ будут определяться не технологической завершенностью предыдущего процесса, а возможностями по срокам выполнения функционально-блоковых задач организационной структуры проекта. Время как первая оценочная характеристика события 4 будет зависеть от следующих факторов:

$$T_4^{\text{нач}} = \max(T_{2-4}; T_{3-4}; T_{\text{орг}}; T_{\text{прав}}; T_{\text{ин}}; T_{\text{лог}}; T_{\text{контр}}).$$

На данный момент в планировании строительства в сетевых моделях в общем виде учитывается организационная составляющая без детального просчета сроков и распределения ресурсов по организационной структуре сопутствующих бизнес-процессов. Нужно констатировать тот факт, что в современных условиях перечисленные выше функциональные блоки имеют самостоятельный регламент действий, свои финансовые показатели и производственные возможности. Вопрос комплексной взаимоувязки всех функциональных блоков на этапе разработки проекта, как правило, не прорабатывается. Выполнив эту работу, можно достичь нового качественного уровня организации и управления проектом.

В действительности, если развить сетевую модель в данном направлении, будут видны совершенно другие критические пути реализации проекта. Эти пути будут проходить по другим событиям и возможно не на самой строительной площадке, а на этапах подготовки и планирования строительно-монтажных работ.

Задачами разработки новой модели организационной структуры является установление регламента взаимодействия в функциональных блоках на каждом этапе проекта при изменении блоковой организационной подструктуры в зависимости от этапа и загрузки по видам работ. Для этого необходимо провести детальное описание матрицы на каждом этапе проекта, разделяя строительно-технологическую цепочку на обособленные захватки с выделением ключевых событий.

Простейшим примером расширения сетевого моделирования с учетом матрицы ключевых событий можно представить фрагмент сетевого графика возведения нулевого цикла объекта. Для упрощения модели возьмем три последовательных работы, определенных технологией строительства: арматурные 1–2, опалубочные 2–3 и бетонные работы 3–4 (рис. 2). Расширение модели и объединение в функциональные блоки однотипных работ дают наглядное представление не только о дополнительно установленных критических работах, но и формирует общее представление об организационной структуре, реализующей проектные решения. В таком случае контроль работ и сроков стоит выполнить не только в технологическом плане, но и в работах всех функциональных блоков по всем возможным критическим событиям, объединенным в матрицу ключевых событий.

Предлагаемый методологический подход даст новые возможности в области управления строительными бизнес-процессами на всех этапах проекта, позволит организаторам строительного производства наиболее обоснованно формировать организационную структуру, гибко трансформирующуюся к определенной фазе ИСП, сокращая тем самым ресурсные затраты.

Рис. 2. Функционально-технологическая сетевая модель (на примере возведения фундамента)

Библиографический список

1. Морозенко А.А. Информационный подход к решению организационных задач — основа прогресса в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 9. С. 44–47.
2. Гинзбург А.В. Системы информатизации: комплексные решения в строительстве // Вестник МГСУ. 2011. № 6. С. 388–393.
3. Липидус А.А., Фельдман А.О. Информационные потоки как современный фактор оценки организационно-технологического потенциала строительного проекта // Научное обозрение. 2015. № 21. С. 313–316.
4. Красовский Д.В., Рогачев К.В. Особенности возведения строительных конструкций АЭС // Энергетик. 2014. № 10. С. 48–49.
5. Бовтеев С.В., Терентьева Е.В. Управление сроками строительного проекта // Управление проектами и программами. 2014. № 2 (38). С. 158–173.
6. Черных Е.А. Применение принципа потока в бережливом строительстве // Менеджмент качества. 2010. № 2 (10). С. 102–121.
7. Липидус А.А. Влияние современных технологических и организационных мероприятий на достижение планируемых результатов строительных проектов // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2 (3). С. 1.
8. Кузьмина Т.К., Славин А.М. Моделирование деятельности технического заказчика на этапе технического надзора // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 4. С. 62–66.
9. Жавнеров П.Б., Гинзбург А.В. Проблемы повышения организационно-технологической надежности строительных организаций // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 11. С. 156–161.

10. Гинзбург А.В., Жавнеров П.Б. Влияние мероприятий по повышению организационно технологической надежности на функционирование строительной организации и планирование строительства // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 3. С. 94–96.

11. Олейник П.П., Кузьмина Т.К. Моделирование деятельности технического заказчика на этапе предпроектной проработки и подготовки к строительству // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2 (3). С. 18–20.

12. Большаков С.Н., Волков А.А. К вопросу проектирования и построения виртуальных организационных структур в строительстве // Вестник МГСУ. 2013. № 11. С. 218–225.

13. Морозенко А.А. Матрица проекта — основа оптимальной организационной структуры инвестиционно-строительного проекта // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 7. С. 49–51.

14. Морозенко А.А. Рефлексно-адаптивный тип органических структур строительных предприятий // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 8. С. 72–74.

15. Морозенко А.А., Теличенко В.И. Оценка гибкости инвестиционно-строительного проекта на основе информационного подхода // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 4. С. 62–65.

16. Морозенко А.А. Рефлексно-адаптивная модель организационной структуры инвестиционно-строительных проектов // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 3. С. 209–213.

17. Олейник П.П., Бродский В.И. Организация планирования строительного производства // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2 (3). С. 40–43.

18. Морозенко А.А. Синергетический подход к повышению гибкости структуры инвестиционно-строительного проекта на основе критерия устойчивости Найквиста — Михайлова // Вестник МГСУ. 2012. № 8. С. 203–206.

19. Морозенко А.А. Структурные преобразования предприятия в условиях ограничения материально-технических ресурсов // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 9. С. 34–36.

20. Асаул А.Н., Иванов С.Н. Организационно-экономическая модель сетевой информационной системы регионального инвестиционно-строительного комплекса // Экономическое возрождение России. 2010. № 3 (25). С. 43–55.

Поступила в редакцию в сентябре 2016 г.

Об авторах: **Морозенко Андрей Александрович** — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики, **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (499) 183-25-83, morozenkoAA@mgsu.ru;

Красовский Дмитрий Викторович — аспирант кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики, **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (499) 183-25-83, newcharcher@mail.ru.

Для цитирования: Морозенко А.А., Красовский Д.В. Управление инвестиционно-строительными проектами на основе матрицы ключевых событий // Вестник МГСУ. 2016. № 11. С. 105–113. DOI: 10.22227/1997-0935.2016.11.105-113

A.A. Morozenko, D.V. Krasovskiy

**MANAGEMENT OF INVESTMENT-CONSTRUCTION PROJECTS BASING
ON THE MATRIX OF KEY EVENTS**

Abstract. The article considers the current problematic issues in the management of investment-construction projects, examines the questions of efficiency increase of construction operations on the basis of the formation of a reflex-adaptive organizational structure. The authors analyzed the necessity of forming a matrix of key events in the investment-construction project (ICP), which will create the optimal structure of the project, basing on the work program for its implementation. For convenience of representing programs of the project implementation in time the authors make recommendations to consolidate the works into separate, economically independent functional blocks. It is proposed to use an algorithm of forming the matrix of an investment-construction project, considering the economic independence of the functional blocks and stages of the ICP implementation. The use of extended network model is justified, which is supplemented by organizational and structural constraints at different stages of the project, highlighting key events fundamentally influencing the further course of the ICP implementation.

Key words: matrix of key events, management of investment-construction projects, reflex-adaptive organizational structure, network modeling, project life cycle

References

1. Morozenko A.A. Informatsionnyy podkhod k resheniyu organizatsionnykh zadach — osnova progressa v stroitel'stve [Information Approach to Solving Organizational Problems Is the Basis of Progress in Construction]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering]. 2016, no. 9, pp. 44–47. (In Russian)
2. Ginzburg A.V. Sistemy informatizatsii: kompleksnye resheniya v stroitel'stve [Informationization Systems: Complex Solutions in Construction]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2011, no. 6, pp. 388–393. (In Russian)
3. Lapidus A.A., Fel'dman A.O. Informatsionnye potoki kak sovremennyy faktor otsenki organizatsionno-tekhnologicheskogo potentsiala stroitel'nogo proekta [Information Flows as a Modern Factor in Evaluating Organizational and Technological Capacity of a Building Project]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review]. 2015, no. 21, pp. 313–316. (In Russian)
4. Krasovskiy D.V., Rogachev K.V. Osobennosti vozvedeniya stroitel'nykh konstruktсий AES [Particular Ways of Constructing NNP]. *Energetik* [Power Engineer]. 2014, no. 10, pp. 48–49. (In Russian)
5. Bovtsev S.V., Terent'eva E.V. Upravlenie srokami stroitel'nogo proekta [Management of a Construction Project Term]. *Upravlenie proektami i programmami* [The Project Management Journal]. 2014, no. 2 (38), pp. 158–173. (In Russian)
6. Chernykh E.A. Primenenie printsipa potoka v berezhlivom stroitel'stve [Application of the Principle of Flow in Lean Construction]. *Menedzhment kachestva* [Quality management]. 2010, no. 2 (10), pp. 102–121. (In Russian)
7. Lapidus A.A. Vliyaniye sovremennykh tekhnologicheskikh i organizatsionnykh meropriyatiy na dostizheniye planiruemykh rezul'tatov stroitel'nykh proektov [The Influence of Modern Technological and Organizational Procedures on Achievement of the Planned Results of Construction Projects]. *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva* [Technology and Organization of Construction Industry]. 2013, no. 2 (3), p. 1. (In Russian)
8. Kuz'mina T.K., Slavin A.M. Modelirovaniye deyatel'nosti tekhnicheskogo zakazchika na etape tekhnicheskogo nadzora [Modeling the Activities of a Technical Customer at the Stage of Technical Supervision]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering]. 2015, no. 4, pp. 62–66. (In Russian)
9. Zhavnerov P.B., Ginzburg A.V. Problemy povysheniya organizatsionno-tekhnologicheskoy nadezhnosti stroitel'nykh organizatsiy [Problems of Increasing Organizational and Technological Reliability of Construction Companies]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstven-*

nogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of Irkutsk State Technical University]. 2014, no. 11, pp. 156–161. (In Russian)

10. Ginzburg A.V., Zhavnerov P.B. Vliyanie meropriyatiy po povysheniyu organizatsionno tekhnologicheskoy nadezhnosti na funktsionirovanie stroitel'noy organizatsii i planirovanie stroitel'stva [Influence of Measures to Improve Organizational and Technological Reliability on Operation of a Building Organization and Construction Planning]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya* [Scientific and Technical Volga Region Bulletin]. 2014, no. 3, pp. 94–96. (In Russian)

11. Oleynik P.P., Kuz'mina T.K. Modelirovanie deyatel'nosti tekhnicheskogo zakazchika na etape predproektnoy prarabotki i podgotovki k stroitel'stvu [Modeling the Activities of a Technical Customer at the Stage of Pre-Design and Pre-Construction]. *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva* [Technology and Organization of Construction Industry]. 2013, no. 2 (3), pp. 18–20. (In Russian)

12. Bol'shakov S.N., Volkov A.A. K voprosu proektirovaniya i postroeniya virtual'nykh organizatsionnykh struktur v stroitel'stve [Status and Prospects of Designing the Virtual Organizational Structures of Construction Companies]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013, no. 11, pp. 218–225. DOI: <http://dx.doi.org/10.22227/1997-0935.2013.11.218-225>. (In Russian)

13. Morozenko A.A. Matritsa proekta — osnova optimal'noy organizatsionnoy struktury investitsionno-stroitel'nogo proekta [Project Matrix is a Basis of Optimal Organizational Structure of Investment-Construction Project]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering]. 2015, no. 7, pp. 49–51. (In Russian)

14. Morozenko A.A. Refleksno-adaptivnyy tip organicheskikh struktur stroitel'nykh predpriyatiy [Reflex-Adaptive Type of Organic Structures of Construction Companies]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering]. 2013, no. 8, pp. 72–74. (In Russian)

15. Morozenko A.A., Telichenko V.I. Otsenka gibkosti investitsionno-stroitel'nogo proekta na osnove informatsionnogo podkhoda [Assessment of Flexibility of Investment Construction Projects on the Basis of the Information-Intensive Approach]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering]. 2012, no. 4, pp. 62–65. (In Russian)

16. Morozenko A.A. Refleksno-adaptivnaya model' organizatsionnoy struktury investitsionno-stroitel'nykh proektov [Reflex-adaptive Model of the Organizational Structure of Investment and Construction Projects]. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya* [Scientific and Technical Volga Region Bulletin]. 2013, no. 3, pp. 209–213. (In Russian)

17. Oleynik P.P., Brodskiy V.I. Organizatsiya planirovaniya stroitel'nogo proizvodstva [Organization of Construction Industry Planning]. *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva* [Technology and Organization of Construction Industry]. 2013, no. 2 (3), pp. 40–43. (In Russian)

18. Morozenko A.A. Sinergeticheskiy podkhod k povysheniyu gibkosti struktury investitsionno-stroitel'nogo proekta na osnove kriteriya ustoychivosti Naykvista — Mikhaylova [Synergetic Approach to Improvement of the Structural Flexibility of an Investment Construction Project on the Basis of the Nyquist — Mikhailov Criterion of Stability]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, no. 8, pp. 203–206. (In Russian)

19. Morozenko A.A. Strukturnye preobrazovaniya predpriyatiya v usloviyakh ogranicheniya material'no-tekhnicheskikh resursov [Restructuring of Enterprises in the Context of Limited Material and Technical Resources]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering]. 2010, no. 9, pp. 34–36. (In Russian)

20. Asaul A.N., Ivanov S.N. Organizatsionno-ekonomicheskaya model' setevoy informatsionnoy sistemy regional'nogo investitsionno-stroitel'nogo kompleksa [Organizational Economic Model of Network Information System of the Regional Investment Construction Complex]. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii* [Economic Revival of Russia]. 2010, no. 3 (25), pp. 43–55. (In Russian)

About the authors: **Morozenko Andrey Aleksandrovich** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Thermal and Nuclear Power Objects Construction, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (499) 183-25-83; morozenkoAA@mgsu.ru;

Krasovskiy Dmitriy Viktorovich — postgraduate student, Department of Thermal and Nuclear Power Objects Construction, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (499) 183-25-83; newcharcher@mail.ru.

For citation: Morozenko A.A., Krasovskiy D.V. Upravlenie investitsionno-stroitel'nymi proektami na osnove matritsy klyuchevykh sobytiy [Management of Investment-Construction Projects Basing on the Matrix of Key Events]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2016, no. 11, pp. 105–113. (In Russian) DOI: 10.22227/1997-0935.2016.11.105-113