

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Теоретические и научно-методические основы организационно-технологического моделирования реализации крупномасштабных городских проектов рассредоточенного строительства

УДК 67.01

Киевский И.Л.

Канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Научно-проектный центр “Развитие города”» (г. Москва);
e-mail: ikievski@yandex.ru

Король Е.А.

Д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой жилищно-коммунального комплекса, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва); e-mail: professorkorol@mail.ru

Статья получена: 10.04.2020. Рассмотрена: 04.05.2020. Одобрена: 22.06.2020. Опубликовано онлайн: 30.06.2020. ©РИОР

Аннотация. Для повышения эффективности организации градостроительного развития в крупных городах в условиях применения программно-целевых методов управления необходимо проанализировать теоретические и научно-методические основы организационно-технологического моделирования реализации крупномасштабных городских проектов рассредоточенного строительства.

Ключевые слова: градостроительное развитие, строительный комплекс, крупномасштабные городские проекты, организация и управление строительством, организационно-технологическое моделирование, координация и управление, метод аналогий.

Устойчивое развитие крупных городов и мегаполисов в современных условиях, обеспечи-

вается за счет скоординированной реализации ряда программных мероприятий в приоритетных отраслях городской экономики. Традиционными драйверами развития городов и связующим звеном для таких мероприятий являются строительный и транспортный комплексы, а также комплекс ЖКХ.

В последние десятилетия продемонстрирована эффективность применения единого, комплексного подхода к развитию субъектов РФ через определение основных целевых индикаторов и показателей, а также их достижение посредством реализации системы программ, подпрограмм и мероприятий. Программно-целевой метод управления городом реализуется за счет координации 14 государственных программ (ГП) Москвы.

THEORETICAL AND SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL MODELING OF THE IMPLEMENTATION OF LARGE-SCALE URBAN PROJECTS OF DISPERSED CONSTRUCTION

Ilya Kievskiy

Candidate of Technical Sciences, General Director, LLC “Research and Design Center City Development”, Moscow;
e-mail: ikievski@yandex.ru

Elena Korol'

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Housing and Communal Services, State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow;
e-mail: professorkorol@mail.ru

Manuscript received: 10.04.2020. **Revised:** 04.05.2020. **Accepted:** 22.06.2020. **Published online:** 30.06.2020. ©РИОР

Abstract. To increase the efficiency of organizing urban development in large cities in the context of the application of program-targeted management methods, it is necessary to analyze the theoretical and scientific-methodological foundations of organizational and technological modeling, the implementation of large-scale urban projects of dispersed construction.

Keywords: urban development, construction complex, large-scale urban projects, organization and management of construction, organizational and technological modeling, coordination and management, analogy method.

В то же время фактическое градостроительное развитие Москвы за последние 5 лет в соответствии с этой новой парадигмой также характеризуется большим количеством крупномасштабных городских проектов, имеющих межведомственное и межотраслевое значение, и зачастую, реализуемых одновременно в разных частях города. К таким проектам или даже направлениям можно отнести программы «Моя улица» и «Мой район», которые охватывают разноплановые виды строительного-монтажных и ремонтных работ, выполняемых одновременно на десятках улиц города, программу развития Московского центрального кольца (МЦК) и Московские центральные диаметры (МЦД) со строительством транспортно-пересадочных узлов и комплексным благоустройством прилегающей территории, программу строительства и реконструкции транспортного каркаса города, программу развития Москва-реки и прилегающей территории, программу реновации жилой застройки со сносимыми сериями пятиэтажных домов и еще ряд направлений и программ.

Особенностью таких крупномасштабных городских проектов является не только многопрофильность задач, но и различная система подчинения, когда организации, ведомства и задействованные структуры варьируются от частных организаций до федеральных министерств, а также разнородная по источникам система финансирования и территориальная рассредоточенность объектов.

Эти проекты, как правило, носят долговременный и уникальный характер, что находит отражение на всех этапах градостроительного проектирования, финансируются с участием городского бюджета, связаны со значительными градостроительными преобразованиями, производственные процессы, в составе которых требуют адекватной организации производства, использования новых информационных технологий, повышения эффективности функционирования органов городского управления.

Традиционный опыт управления не всегда позволяет отвечать таким вызовам и требуется единый, методически и научно обоснованный инструментарий для муниципальной власти, позволяющего осуществлять системную координацию и управление крупномасштабными

городскими проектами рассредоточенного строительства (КГПРС), в которых задействованы строительный, жилищно-коммунальный и транспортный комплексы города.

Вместе с тем каждому крупномасштабному проекту в области градостроительства присущи общие этапы и структурные элементы, общие принципы организации и управления строительством, технологические последовательности, общие логистические цепочки, нормативно-техническая и законодательная база. В статье традиционное понятие «производственные процессы в строительстве», охватывающее общестроительные строительные-монтажные работы, специальные работы, транспортные и погрузо-разгрузочные работы, существенно расширено на организационно-технологическое моделирование градостроительной деятельности в целом. Авторы понимают под «производственными процессами в градостроительстве» многокомпонентные комплексы работ, включающие территориальное планирование, градостроительное проектирование, архитектурно-строительное и организационно-технологическое проектирование, строительство и благоустройство. В статье описывается выявленная эволюционная зависимость и логическая взаимосвязь между государственными программами города Москвы и крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства как дополняющего и связующего элемента в системе градостроительного развития.

Базовой идеей анализа системотехнических процессов координации и управления крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства является исследование реализации конкретных КГПРС, осуществляемых в городе, с целью системотехнической оценки динамики и изменения (трансформации) процессов координации и управления, сопровождающих весь проект, для последующей разработки взаимосвязей структурных элементов и переходу к совершенствованию теоретических и научно-методических основ организационно-технологического моделирования реализации крупномасштабных городских проектов рассредоточенного строительства.

Предлагается установить, что крупномасштабным городским проектом рассредоточенного строительства может считаться проект или программа, финансируемая с использованием средств бюджета, координируемая одним органом государственной власти, направленная на создание или реконструкцию капитальных объектов, расположенных вне одной строительной площадки, на значительном удалении друг от друга и объединенных общими сроками или условиями реализации.

В соответствии с перечисленными классификационными признаками определено, что для структуризации проектов целесообразно использовать три основных критерия: «Объем выполняемых работ» (млрд руб./млн кв. м), «Количество одновременно строящихся объектов» (шт.) и «Количество задействованных организаций и работающих» (ед./тыс. человек). В соответствии с указанными критериями предложено установить 3 основные группы (класса) крупномасштабных городских проектов рассредоточенного строительства: крупные городские проекты, крупнейшие городские проекты и мегапроекты.

Выявлено, что все группы крупномасштабных городских проектов рассредоточенного строительства можно типизировать по видам (типам)

выполняемых работ и по условиям строительства (рис. 1).

Впервые примененное и описанное понятие «крупномасштабный городской проект рассредоточенного строительства», открывает новую парадигму развития строительного комплекса, формирует новые требования к организации строительства, координации и управлению градостроительным развитием городов.

Объединяющими факторами при реализации всех КГПРС является следующее. Прежде всего, это источник принятия решения или лицо принимающее решение о начале проекта (ЛПР). Статус лица принимающего решения, уровень и положение ответственного исполнителя, количество органов государственной власти (ОИВ), задействованных в проекте, определяют масштаб проекта. В зависимости от масштаба и уникальности проекта определяется необходимость в корректировке системы управления: проект или встраивается в существующую систему или требует новой с созданием отдельных штабов или даже созданием специализированных структур для управления.

Также от масштаба проекта зависит необходимость разработки новых нормативно-правовых актов (в том числе и на федеральном уровне) и необходимость разработки информаци-



Рис. 1. Классификация крупномасштабных городских проектов рассредоточенного строительства

онно-аналитической (геоинформационной) системы управления.

Так, ЛПР первого уровня, которое задает «движение» проекту, является его инициатором и главным координатором. Жестко связанные с ним ЛПР второго уровня, являясь основной командой руководителя, отвечают каждый за свой функционал и, получив «импульс», начинают функционировать независимо друг от друга, начиная задействовать связанные с ними ЛПР третьего уровня, продолжая оставаться на одной «орбите» проекта, выполняя каждый свой функционал, но находясь в зависимости от вышестоящего (рис. 2).

Если провести аналогию между физическими законами и реализацией КГПРС, то получим следующие основные формулы, характеризующие работу спиннера.

Момент импульса (аналог — документ, утверждающий КГПРС):

$$L = r \times p, \quad (1)$$

где r — радиус-вектор частицы относительно выбранного начала отсчёта;

p — импульс частицы.

Аддитивность момента импульса:

$L_{\Sigma} = \sum_i L_i$, где i — количество элементов (частиц).



Рис. 2. Функциональная схема организации принятия решений (принцип взаимосвязанных спиннеров)

Скорость вращения — векторное произведение (аналог координации КГПРС)

$$L = |r||p|\sin\theta_{r,p}, \quad (2)$$

где $\theta_{r,p}$ — угол между r и p ,

$$L = r \times p = (r_{\perp} + r_{\parallel}) \times p = r_{\perp} \times p + r_{\parallel} \times p = r_{\perp} \times p.$$

$$L = r \times p = r \times (p_{\perp} + p_{\parallel}) = r \times p_{\perp},$$

где r_{\perp} , r_{\parallel} — составляющие радиус-вектора, перпендикулярная и параллельная вектору импульса;

p_{\perp} , p_{\parallel} — составляющие вектора импульса, перпендикулярная и параллельная радиус-вектору.

Сила трения (аналог компетентности специалистов).

$$F_{\text{тр}} = k \times N, \quad (3)$$

где $F_{\text{тр}}$ — сила трения, k — коэффициент трения, N — сила реакции опоры.

Сила сопротивления среды (аналог действия внешних факторов, влияющих на КГПРС).

$$F_{\text{сопр}} = k \times V, \quad (4)$$

где $F_{\text{сопр}}$ — сила сопротивления среды, k — коэффициент сопротивления, V — скорость движения тела. При больших скоростях, сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости.

$$F_{\text{сопр}} = k \times V^2.$$

Предложенный метод аналогий базируется на принципе подобия, изоморфизма и универсальности законов строения и развития мира. Из формул [1–4] следует функциональная связь основных параметров сопоставляемых процессов: момента импульса (масштаба и уровня задач), расстояния (радиуса) от точки приложения импульса (количества уровней управления), силы трения (компетентности специалистов), силы сопротивления среды (влияния внешних факторов на реализацию проекта). В силу того, что спиннер крутится не вечно, останавливается, для продолжения его враще-

ния нужны новые импульсы. В системе управления для этого должны быть определены основные параметры, оптимизирована структура по уровням иерархии, приняты меры к снижению силы трения за счет повышения квалификации специалистов и плановой дисциплины, проведены мероприятия по информированию жителей и профессионального сообщества для снижения силы сопротивления среды. Выполнение задачи должно регулярно фиксироваться обратной связью, анализироваться, чтобы инициировать новые адресные импульсы в необходимом объеме и с рациональной интенсивностью. Под координацией здесь понимается согласование и упорядочение действий (работы) различных элементов системы управления в процессе их совместной деятельности (рис. 3).

Согласованность действий достигается путем установления рациональных связей (коммуникаций) между элементами в форме информационного обмена, отчетов, совещаний и т.д. Формирование единой методологии комплексного моделирования процессов координации и управления КГПРС основывается на анализе бизнес-процессов, происходящих внутри органов государственной власти или других заказчиков и функционала, выполняемого ими, а также дополнительного функционала, выполняемого подведомственными или приглашенными организациями.

Для создания единого информационного пространства, механизма координации и управления (выделено пунктиром на рис. 3.) используются предварительно сформированные агрегированные данные, сведения и отчеты. За счет



Рис. 3. Методологическая схема комплексного моделирования процессов координации и управления КГПРС

этого существенно минимизируются временные затраты на обработку, систематизацию данных, аналитику и принятие решений. При необходимости в процессе реализации проекта происходит корректировка элементов механизма, адаптация к новым задачам.

На этой основе выявлены и систематизированы основные предметные области информационного блока системы управления и координации КГПРС (рис. 4).



Рис. 4. Основные предметные области информационного блока схемы управления и координации КГПРС

Сутевая (предметная область) с областью визуализации, отвечающие на вопросы: «Что? Где?» Основа любой информационной системы — база данных, хранящая характеристики всех объектов рассматриваемого проекта (паспорта) и связей между ними, а также электронные архивы, привязанные к объектам или территориям.

Картографическая составляющая для КГПРС является принципиально важным элементом. Наглядное представление размещения объектов, взаимосвязи между ними, принадлежность к различным территориальным единицам и т.п. позволяет гораздо лучше ориентироваться в проекте, расширяет спектр аналитических представлений, облегчает задачу при разработке плана реализации проекта, способствует эффективной координации при работе со смежными структурами и органами власти.

Область планирования и управления, отвечающая на вопросы: «Как? Когда? В какой последовательности?», является главным инструментом управления и координации любого КГПРС. Одним из основных вопросов, на который требуется ответить при принятии решения о реализации любого КГПРС, является вопрос о продолжительности всего проекта в целом и каждого этапа в отдельности. Распределение работ во времени, взаимосвязь таких работ, дальнейший расчет трудозатрат и необходимых капиталовложений (бюджет проекта) невозможны без специализированных инструментов и механизмов.

Значимым преимуществом использования в механизме координации и управления (МКУ) адаптированных инструментов календарного планирования является возможность мониторинга хода реализации проекта на любых стадиях. Сравнение плана и факта по этапам, наглядное отображение на графике с пересчетом общего срока реализации проекта, цветовая индикация — все эти функции призваны оценивать ход реализации проекта и сигнализировать о критических ситуациях, требующих управленческого вмешательства.

Аналитическая и отчетная область, отвечающая на вопросы: «Что это значит? Все ли идет правильно? Что надо поменять?», позволяет оценивать ход реализации проекта и вносить в него изменения.

Эта часть механизма представляет собой комплекс аналитических инструментов (графики, схемы, диаграммы), расчетные подпрограммы или модули, позволяющие сделать дополнительные проверки или расчеты, выходные и отчетные формы (в том числе в виде графиков, карт или аналитики) и может быть развита в зависимости от особенностей КГПРС. Базовая модель системы управления и координации крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства на примере программы реновации (аналогичная структура использовалась при реализации системы управления другими КГПРС) может быть представлена в виде трех взаимосвязанных элементов, представляющих собой отдельные блоки или направления, работающие на выполнение одной задачи — реализация КГПРС (рис. 5).



Рис. 5. Базовая модель системы управления и координации КГПРС на примере программы реновации

Таковыми блоками являются схема взаимодействия органов власти (СВОВ) с регламентом взаимодействия (РВОВ), структура управления и координации (СУИК) и информационное обеспечение координации и управления (ИОКИУ) с механизмом координации и управления (МКУ). Если первые два блока представляют собой набор управленческих инструментов, направленный на регламентированное взаимодействие органов исполнительной власти, со встроенной системой штабов и рабочих групп, включая распределение ответственности по уровням принятия решений, то информационный блок является наиболее трудоемким и принципиально важным в системе управления и координации каждого КГПРС, может отличаться или

обладать функционалом, отражающим специфику КГПРС.

Такой информационный блок будет основой для принятия решений, консолидированным ресурсом и хранилищем данных, а также инструментом реализации и мониторинга программы.

Таким образом, описанные теоретические и научно-методические основы организационно-технологического моделирования реализации крупномасштабных городских проектов рассредоточенного строительства становятся отправной точной для дальнейшей разработки алгоритмов и последующего создания механизма координации и управления конкретными крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства.

Литература

1. Андриюшкевич С.К. Разработка системы мониторинга с использованием имитационного моделирования [Текст] / С.К. Андриюшкевич [и др.] // Проблемы информатики. — 2010. — № 4. — С. 65–75.
2. Анимица Е.Г. Городская политика: теория, методология, практика [Текст] / Е.Г. Анимица, Н.Ю. Власова, Я.П. Силин. — Екатеринбург: НЭ УрО РАН, 2004. — 306 с.

3. Баранов В.В. Модели коллективных решений в управлении развитием крупномасштабных систем [Текст] / В.В. Баранов // В сборнике «Управление развитием крупномасштабных систем». MLSD 2014. — М.: ИПУ РАН, 2014. — С. 19–31.
4. Батоева Э.В. Организация строительного производства [Текст] / Э.В. Батоева. — Иркутск: Изд-во БГУП, 2007. — 213 с.
5. Васильев С.Н. Управление развитием крупномасштабных систем [Текст] / С.Н. Васильев [и др.]; под ред. А.Д. Цвиркуна. — М.: Физматлит, 2012. — 496 с.
6. Гордон У. Синектика: Развитие творческой способности [Текст] / У. Гордон. — Нью-Йорк, 1961. — 180 с.
7. Грабовый П.Г. Организация строительства и девелопмент недвижимости [Текст] / П.Г. Грабовый. — Ч. 1: Организация строительства. — 4-е изд., перераб. и доп.; под общ. ред. П.Г. Грабового. — М.: АСВ, Просветитель, 2018. — С. 648.
8. Гусаков А.А. Системотехника строительства [Текст] / А.А. Гусаков; предисл. Г.С. Поспелова. — М.: Стройиздат, 1983. — 440 с.
9. Кельтон В. Имитационное моделирование [Текст] / В. Кельтон, А. Лоу. — СПб.: Питер; Киев: BHV, 2004. — 847 с.
10. Киевский Л.В. Градостроительная политика и отраслевые государственные программы [Текст] / Л.В. Киевский, С.И. Левкин // В сборнике «Развитие города. Сборник научных трудов 2006–2014 гг.»; под ред. Л.В. Киевского. — М.: СвР-АРГУС, 2014. — С. 103–117.
11. Киевский И.Л. Координация и управление крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства в Москве [Текст] / И.Л. Киевский // Промышленное и гражданское строительство. — 2019. — № 8. — С. 6–13.
12. Сinenko С.А. Управление проектами [Текст] / С.А. Сinenko. — М.: Изд-во МГСУ, 2009. — 101 с.
13. Теличенко В.И. Управление проектами реконструкции и реновации жилой застройки [Текст] / В.И. Теличенко [и др.]. — М.: АСВ, 2009. — 208 с.

References

1. Andryushkevich S.K., Zhuravlev S.S., Zolotuhin E.P., Kovalev S.P., Okol'nishnikov V.V., Rudometov S.V. Razrabotka sistemy monitoringa s ispol'zovaniem imitacionnogo modelirovaniya [Development of a monitoring system using simulation]. *Problemy informatiki* [Problems of Informatics]. 2010, I. 4, pp. 65–75.
2. Animica E.G., Vlasova N.Yu., Silin Ya.P. *Gorodskaya politika: teoriya, metodologiya, praktika* [Urban politics: theory, methodology, practice]. Ekaterinburg: NE UrO RAN Publ., 2004. 306 p.
3. Baranov V.V. Modeli kolektivnykh reshenij v upravlenii razvitiem krupnomasshtabnykh system [Collective decision models in managing the development of large-scale systems]. *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh system* [Management of the development of large-scale systems]. Moscow: IPU RAN Publ., 2014, pp. 19–31.
4. Batoeva E.V. *Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva* [Organization of construction production]. Irkutsk: BGUP Publ., 2007. 213 p.
5. Vasil'ev S.N., Cvirkun A.D. *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh system* [Management of the development of large-scale systems]. Moscow: Fizmatlit Publ., 2012. 496 p.
6. Gordon U. *Sinektika: Razvitie tvorcheskoj sposobnosti* [Synectics: Developing Creativity]. N'yu-Jork, 1961. 180 p.
7. Grabovoj P.G. *Organizatsiya stroitel'stva i development nedvizhivosti. Chast' 1: Organizatsiya stroitel'stva* [Organization of construction and real estate development. Part 1: Organization of construction]. Moscow: ASV Publ., NIA «Prosvetitel'» Publ., 2018, p. 648.
8. Gusakov A.A. *Sistemotekhnika stroitel'stva* [Construction systems engineering]. Moscow: Strojizdat Publ., 1983. 440 p.
9. Kel'ton V., Lou A. *Imitacionnoe modelirovanie* [Simulation modeling]. St. Petersburg: Piter Publ.; Kiev: BHV Publ., 2004. 847 p.
10. Kievskij L.V., Levkin S.I. Gradostroitel'naya politika i otraslevye gosudarstvennyye programmy [Urban planning policy and sectoral government programs]. *Razvitie goroda. Sbornik nauchnykh trudov 2006–2014 gg.* [City development. Collection of scientific papers 2006–2014]. Moscow: SvR-ARGUS Publ., 2014, pp. 103–117.
11. Kievskij I.L. Koordinatsiya i upravlenie krupnomasshtabnymi gorodskimi proektami rassredotochenogo stroitel'stva v Moskve [Coordination and management of large-scale urban dispersed construction projects in Moscow]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil construction]. 2019, I. 8, pp. 6–13.
12. Sinenko S.A. *Upravlenie proektami* [Project management]. Moscow: MGSU Publ., 2009. 101 p.
13. Telichenko V.I., Korol' E.A., Kagan P.B. *Upravlenie proektami rekonstrukcii i renovacii zhiloy zastrojki* [Project management of reconstruction and renovation of residential buildings]. Moscow: ASV Publ., 2009. 208 p.