УДК 658.5

© К. М. Крюков, канд. экон. наук, доцент

© А. А. Пода, магистр

(Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия)

E-mail: kkrioukov@gmail.com

DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-3-141-147

© К. М. Kryukov, PhD in Sci. Ec., Associate Professor

© А. А. Poda, Master

(Don State Technical University, Rostov-on-the-Don Russia)

E-mail: kkrioukov@gmail.com

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF MODERN ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN THE CONSTRUCTION OF A COMPLEX OF RAILWAY INFRASTRUCTURE FACILITIES

Анализируется значимость строительной отрасли в показателях экономического роста страны, отмечаются основные проблемы, связанные с негативным состоянием строительной отрасли, предлагаются механизмы использования технологии информационного моделирования на всех стадиях жизненного цикла проекта. Особое внимание уделяется организационно-технологическому моделированию на стадиях проектирования и строительства с использованием информационных технологий.

Ключевые слова: экономический рост, организационно-технологические решения, BIM моделирование.

The paper presents the analysis results of the construction industry significance in the indicators of the country's economic growth. The main problems associated with the negative state of the construction industry are considered. The authors propose using mechanisms of information modeling technology at all the stages of the project life cycle. Particular attention is paid to organizational and technological modeling at the design and construction stages using information technology.

Keywords: economic growth, organizational and technological solutions, BIM simulation.

Указом Президента РФ поставлена задача обеспечить темпы экономического роста выше мировых¹. Чтобы достичь поставленных целей, необходимо прежде всего разобраться, что такое экономический рост, что влияет на его увеличение и какими способами его можно повысить.

Экономический рост — увеличение объема выпуска товаров и услуг в рассматриваемой экономической системе (в стране, регионе, мире). Мерой экономического роста служит прирост реального ВВП в целом или на душу населения².

Над проблемой экономического роста работают многие экономисты мира, и за предложения по решению этих проблем неоднократно вручались нобелевские премии по экономике

[1, 2]. Вместе с тем однозначного решения проблем не было достигнуто.

В России после негативных тенденций 1990-х гг. начиная с 1995 г. наблюдается рост ВВП. Однако только к концу 2007 г. величина ВВП смогла достигнуть уровня 1990 г. в сопоставимых ценах. При рассмотрении периода с 1995 по 2018 г. необходимо отметить, что практически во все периоды имела тенденция роста ВВП. При этом наблюдалось снижение темпов роста в периоды кризисов 2008 и 2014 г. Наибольший прирост ВВП дает нефтяная отрасль. Строительство входит в пятерку отраслей, которые вносят наибольший вклад в ВВП. Наиболее высокие показатели доли строительной отрасли в валовой добавочной стоимости были достигнуты в 2008 г. (6,33 %) и 2011 г. (7,61 %)³ (рис. 1).

¹ Указ Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» № 204 от 7 мая 2018 г.

² URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Экономический_рост

³ Российский статистический ежегодник. М.: Росстат, 2018. 694 с.

Рис. 1. Доля отрасли «Строительство» в валовой добавленной стоимости РФ

За период 2003–2008 гг. доля строительства в валовой добавленной стоимости возрастала. Однако в последующие периоды наблюдается постоянная тенденция к уменьшению доли строительства в валовой добавленной стоимости. Скачок, который можно наблюдать на графике в 2011 г., связан с тем, что данные по ВВП начиная с 2011 г. содержат изменения, связанные с внедрением положений Системы национальных счетов 2008 г. Ввиду пересмотра Росстатом данных по ВВП сопоставимые значения данного показателя делятся на три периода: 1995–2011 гг., 2011–2015 гг., 2015–2018 гг., что осложняет анализ. Тем не менее определенные тенденции явно просматриваются. Увеличение доли строительства в 2018 г. по оценкам экспертов связано с тем, что в конце 2018 г. статистическим ведомством было добавлено более 5 % потерянного ранее роста объемов строительных работ за счет ввода крупных объектов в сфере добычи и транспортировки углеводородов в Тюменской области ХМАО и ЯМАО на сумму более полутриллиона рублей, которые по каким-то причинам не учитывались за поэтапный ввод незавершенного строительства по предыдущим годам⁴. Стратегией развития строительной отрасли планируется к 2030 г. довести вклад строительства в ВВП до 7,8 %.

Таким образом, чтобы достичь поставленных целей, необходимо проанализировать основные недостатки строительной отрасли в последние периоды времени и понять, что является негативными ключевыми факторами и что необходимо сделать, чтобы переломить ситуацию в строительной отрасли.

Анализируя объемы выполненных работ, необходимо отметить, что хотя в текущих ценах они растут, но при переводе в постоянные цены за последние пять лет наблюдается снижение

на несколько процентных пунктов ежегодно (рис. 2).

Проводя анализ действующих строительных организаций за аналогичный период времени, необходимо отметить, что значительную долю объемов работ выполняет ограниченное число крупных и средних предприятий. Доля объемов выполненных строительных работ предприятиями, не относящимися к субъектам малого предпринимательства, за последние годы практически не изменяется и составляет примерно 36 % от общего объема строительных работ. Вместе с тем их доля в общем количестве строительных организаций уменьшается от 5,1 % в 2010 г. до 3,5 % в 2018 г. Таким образом, эти компании становятся монополистами на рынке строительства. Данная тенденция имеет негативный характер из-за отсутствия конкуренции. Такие организации и возводят крупные объекты, такие как Крымский мост, космодром «Восточный», судостроительный комплекс «Звезда», «Лахта-центр», мост через Амур, объекты нефтегазового комплекса, включая «Силу Сибири», «Северный поток-2» и «Ямал СПГ», и др. С точки зрения снижения рисков, связанных с вложением бюджетных средств, такие строительные холдинги предпочтительнее. В этих организациях работают высокопроизводительные специалисты высокой квалификации. Подобное масштабное строительство в основном обеспечено новейшей современной техникой и технологиями, позволяющими возводить любые объекты вплоть до уникальных. Строительство таких объектов, как правило, сопровождается передовым менеджментом с применением современных инновационных управленческих решений, и исполнительная власть постоянно контролирует процесс на различных уровнях. Однако отсутствие конкуренции порой приводит к увеличению сметной стоимости объектов, иногда в несколько раз.

⁴ Строительство в России 2018. Статистический сборник. М., 2018. 120 с.

Рис. 2. Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство»

Примерами могут служить строительство космодрома «Восточный», футбольного стадиона «Зенит-арена».

Анализируя финансовое положение предприятий строительной отрасли, следует отметить, что вклад в экономический рост страны после 2012 г. постоянно уменьшается, отрасль в целом в 2015 и 2017 г. принесла отрицательный результат. Кризисные явления 2008 г. и особенно 2014 г. увеличили число убыточных строительных организаций, что негативно сказалось на строительной отрасли в целом (рис. 3).

На отрицательный результат деятельности строительных предприятий могут оказывать влияние увеличение стоимости ресурсов, используемых в строительстве (строительных материалов, изделий и конструкций, рабочей силы, применяемых машин и механизмов), использование непроизводительной техники и технологии, неквалифицированного труда, а также от-

сутствие финансирования от заказчиков или инвесторов при сдаче объектов в целом или сдаче отдельных этапов работ.

Необходимым условием повышения эффективности строительного комплекса в целом является эффективность каждого отдельного инвестиционного проекта на всех стадиях жизненного цикла. Следует отметить, что работа по совершенствованию проектирования объектов строительства ведется в том числе за счет внедрения методов технологии информационного моделирования. Данные методы позволяют уменьшить как количество ошибок при проектировании и определении сметной стоимости, так и непроизводственные потери и сократить срок строительства отдельного объекта и комплекса объектов. Долю применения технологии информационного моделирования в сфере проектирования планируется довести к 2030 г. до 75 % для объектов, финансируемых за счет бюджетных

Рис. 3. Финансовый результат строительной отрасли по годам

средств. Но вместе с тем технология информационного моделирования практически не используется в строительных организациях из-за отсутствия нормативных документов, регулирующих разработку организационно-технологических решений с ее использованием. Рассмотрим одно из направлений инвестиционно-строительной деятельности, связанное непосредственно с проектированием организационно-технологических решений в проектах организации строительства и проектах производства работ [3].

Анализируя зарубежный опыт проектирования производства работ, необходимо отметить, что в развитых странах имеются BIM-стандарты, которые предусматривают разработку проектов производства работ подрядчиком с использованием технологии информационного моделирования^{5,6,7,8}. Имеющиеся в России рекомендательные документы по проектированию организации строительства и производству работ не предусматривают использование технологии информационного моделирования^{9,10}. Правительство РФ занимается вопросами внедрения технологии информационного моделирования в строительстве, однако на современном этапе данная технология не получила достаточного развития.

Нерациональный выбор основных и вспомогательных машин и механизмов, нескоординированные действия субподрядных организаций, несвоевременное обеспечение материально-техническими ресурсами, ошибки в рабочей документации, дополнительные объемы работ, не запланированные в сметных расчетах, которые выявляются только при разработке проекта про-

изводства работ, — все эти проблемы связаны с некачественной проработкой организационно-технических решений [4]. Решение этих и подобных задач возможно лишь при комплексном системном подходе путем построения реальной ресурсной модели проекта. При решении задач организационно-технологического моделирования необходимо учитывать большое количество параметров, не только пространственных, но и временных. В дополнение к требованиям стандарта по организации строительства (СП 48.13330.2011) необходимо разрабатывать информационную модель строительного подрядчика, дополняющую информационную модель проектировщиков и учитывающую технологические и организационные решения на стадии строительства. Отсюда возникают новые требования к исходным данным, передаваемым подрядчику для разработки ППР, меняются и требования к самому ППР, который должен сопровождаться информационной моделью [3]. В настоящее время для разработки отдельных параметров проекта производства работ используются показатели, выполненные на основе ГЭСН-2001, ФЕР-2001, ТЕР-2001 с дополнениями и изменениями. Однако в данных нормативах в большинстве случаев используются ресурсы и нормы затрат труда, не соответствующие современному развитию строительной отрасли. Следовательно, имеется большая вероятность того, что неверно будут определены затраты времени и соответственно стоимость отдельных видов работ и комплекса объектов в целом. Все эти погрешности приводят к серьезным отклонениям от реальной стоимости объекта и сроков продолжительности строительства. Мероприятия, предусмотренные Минстроем РФ по переходу на ресурсный метод определения стоимости строительства объектов, создание единой информационной базы стоимостей ресурсов¹¹, до конца не решают эти проблемы.

Изменения, происходящие в строительной отрасли, требуют новых подходов к организационно-технологическому проектированию в строительстве, и для успешной их реализации необходимо учитывать больше информа-

⁵ National BIM standard – United States. Version 2. National Institute of building sciences building SMART alliance, 2012. 676 p.

⁶ PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling. The British Standards Institution, 2013. 68 p.

⁷ New Zealand BIM Handbook. A guide to enabling BIM on building projects. Building and construction productivity partnership, 2014. 142 p.

⁸ AEC (CAN) BIM protocol. Implementing Canadian BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry based on international collaboration. Version 1. The AEC (UK) committee, AEC (CAN) CanBIM designers committee, 2012. 54 p.

⁹ СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 1201–2004.

¹⁰ РД 11-06–2007. Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2007. 237 с.

¹¹ Постановление Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2016 г. № 1452 «О мониторинге цен строительных ресурсов».

ции и исходных данных. Все это влечет за собой постановку новых задач, которые ранее не рассматривались в процессе организационно-технологического проектирования [5].

В связи с большим объемом информации, подлежащей разработке и в дальнейшем контролю, необходимо прежде всего установить детализацию разработки организационно-технологических моделей. Хотя разработка ППР является прерогативой подрядчика, представляется необходимым согласование степени детализации организационно-технологических моделей с заказчиком в договорах подряда. Отображение такой информации в договоре подряда прежде всего обяжет заказчика передавать генподрядчику проект не только на чертежах, но и в электронном виде с использованием технологии информационного моделирования. Дальнейшее использование информационной модели для разработки организационно-технологической документации позволит моделировать процесс строительства с привязкой элементов, конструкций и этапов работ ко времени. Это помогает заказчику осуществлять надзор за ходом строительства.

Для организации работы строительного подрядчика основные разделы информационной модели должны отражать пространственные характеристики площадки строительства (строительный генеральный план строительной площадки), временные характеристики строительства объекта (календарный план производства работ на объекте), организацию строительного контроля (ведение исполнительной документации на объекте), стоимостные характеристики объекта, а также моделирование процесса строительства в целом.

Использование трехмерной модели строительного генерального плана позволяет выполнить проверку проектных решений, моделируя работу основных монтажных машин и механизмов, проверить соответствия опасных зон работы путям перемещения рабочих и машин, правильность организации складских площадок и расстановки временных зданий и сооружений и др. Особое внимание должно уделяться принятым мероприятиям по охране труда и технике безопасности при производстве строительномонтажных работ. Подрядчик таким образом

может проверить риски по параметрам технологии производства работ, опасным зонам, увязке работы субподрядных организаций и т. п. Использование анимации (например, при работе кранов) позволяет более точно отразить влияние на различные параметры в текущий момент времени.

При проектировании строительного генерального плана должна использоваться трехмерная модель местности, на которой планируется реализация проекта. Рельеф местности, существующие близлежащие объекты, которые могут повлиять на организацию строительного процесса, должны быть отображены в трехмерной модели.

Немаловажным фактором является фиксация первоначально утвержденной модели организации работ на строительной площадке. В течение строительства по различным причинам будут вноситься какие-либо изменения в его процесс. Эти изменения могут требовать обязательного согласования с заказчиком. Поэтому необходимо фиксировать все изменения в информационной модели, а также моделировать деятельность согласованных с заказчиком операций.

Информационная модель календарного планирования должна содержать временные шкалы для плановых сроков выполнения работ и для фактически выполненных работ. Отображение на одной модели плановых и фактических данных позволяет подрядчику оперативно реагировать на отклонения от плана и принимать конкретные решения. Увязка информационной модели календарного планирования и модели строительного генерального плана позволяет в трехмерном виде отслеживать процесс строительства, а также контролировать соблюдение техники безопасности, наличие складирования строительных материалов и конструкций, строительные потоки в пространстве и времени.

Для организации контроля при производстве строительномонтажных работ при составлении актов на скрытые работы должны использоваться средства фото- и видеофиксации. Полученные файлы должны заноситься в информационную модель. Данное требование позволяет оперативно и своевременно вести необходимую исполнительную документацию, а впоследствии подго-

товить полный комплект документов при сдаче объекта приемочной комиссии.

Использование информационной системы позволяет не только определить стоимость объекта (на основе ФЕР, ТЕР, ГЭСН), но и использовать собственные расценки, используя информацию ранее произведенных видов или комплексов работ. Информационная модель позволяет смоделировать использование выделенных средств по периодам строительства, привязать стоимость конструкций к самим конструкциям объекта в модели и тем самым в режиме реального времени отслеживать изменение стоимости строительства объекта, снизить непредвиденные расходы и сэкономить общий бюджет проекта.

Использование технологии информационного моделирования как генеральным подрядчиком, так и заказчиком позволяет оперативно согласовывать изменения с заказчиком и проектировщиками в рамках единой информационной модели.

Частичная апробация предложенных мероприятий была произведена при строительстве железнодорожной инфраструктуры на Северо-Кавказской железной дороге на участке подходов к Крымскому мосту. Практическое применение представленных предложений является начальным этапом на пути комплексного применения технологии информационного моделирования, но использование данной методики уже показало свою эффективность. Источниками инвестиционных вложений на данных объектах являются бюджетные средства. Следовательно, полученный эффект повышает не только коммерческую эффективность подрядных организаций, но и бюджетную эффективность за счет рационального использования государственных средств и своевременного и качественного ввода комплекса объектов в эксплуатацию.

Основные выводы:

- проведен анализ существующей ситуации в строительстве с точки зрения вклада отрасли в повышение темпов экономического роста;
- выявлено, что лишь дополнительными инвестиционными вложениями в отрасль без внедрения новых методов организации и управления ситуацией не изменить;

- для совершенствования организации строительного производства предлагается внедрение технологии информационного моделирования;

- выявлены основные факторы организационно-технологических решений, которые при использовании технологии информационного моделирования могут оказать положительный эффект при строительстве объектов;

- апробация первых результатов уже показала свою эффективность и, следовательно, может быть предложена к дальнейшему использованию и развитию.

Библиографический список

1. Solow R. M. Technical change and the aggregate production function // Review of Economics and Statistics. 1957. Vol. 39. No. 3. Pp. 312–320.
2. Romer P. M. Endogenous technological change // Journal of Political Economy. 1990. Vol. 98. No. 5. Pp. 71–102.
3. Вайсман С. М., Байбурун А. Х. Разработка организационно-технологических решений в строительстве с использованием технологий информационного моделирования (ТИМ) // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2016. Т. 16, № 4. С. 21–28. DOI: 10.14529/build160404.
4. Жаров Я. В. Принятие организационно-технологических решений в строительстве на основе технологии многомерного моделирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2014. 22 с.
5. Пакидов О. И. Основы BIM: Информационное моделирование для строителей. Набережные Челны, 2014. URL: <http://isicad.ru/ru/articles/Pakidov/BIM-building-book-3.pdf>.
6. Николаев И., Марченко Т., Точилкина О. Инвестиции как источник экономического роста // Общество и экономика. 2019. № 5. С. 5–27. DOI: 10.31857/S020736760004940-3.
7. Шараев Ю. В. Теория экономического роста. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. 252 с.
8. Топчий Д. В., Токарский А. Я. Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования информационных технологий // Вестник Евразийской науки. 2019. Т. 11, № 3, URL: <https://esj.today/PDF/52SAVN319.pdf>
9. Мамаев А. Е. Этапы реализации методики контроля календарного графика строительства на основе BIM технологии // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 29–30 марта 2018 г. СПб.: СПбГАСУ, 2018. С. 18–22.

10. Шипилова Н. А., Халилов С. Р. Обоснование организационно-технологических решений // «Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего»: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. Западно-Сибирский научный центр. 2016. С. 167–170.

References

1. Solow R. M. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, 1957, vol. 39, no. 3, pp. 312–320.
2. Romer P. M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 1990, vol. 98, no. 5, pp. 71–102.
3. Vaysman S. M., Bayburin A. Kh. *Razrabotka organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy v stroitel'stve s ispol'zovaniem tekhnologiy informatsionnogo modelirovaniya (TIM)* [Development of organizational and technological solutions in construction using information modeling technologies (BIM)]. *Vestnik YuUrGU. Seriya «Stroitel'stvo i arkhitektura» – Bulletin of SUSU. Construction and architecture series*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 21–28. DOI: 10.14529/build160404.
4. Zharov Ya. V. *Prinyatie organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy v stroitel'stve na osnove tekhnologii mnogomernogo modelirovaniya. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Making of organizational and technological solutions in construction technology based on multidimensional modeling. Author's thesis of PhD in Sci. Tech. diss.]. Moscow, 2014, 22 p.
5. Pakidov O. I. *Osnovy BIM: Informatsionnoe modelirovanie dlya stroiteley* [Fundamentals of BIM: Information modeling for builders]. Naberezhnye Chelny, 2014. Available at: <http://isicad.ru/ru/articles/Pakidov/BIM-building-book-3.pdf>
6. Nikolaev I., Marchenko T., Tochilkina O. *Investitsii kak istochnik ekonomicheskogo rosta* [Investments as a source of economic growth]. *Obshchestvo i ekonomika – Society and economy*, 2019, no. 5, pp. 5–27. DOI: 10.31857/S020736760004940-3.
7. Sharaev Yu. V. *Teoriya ekonomicheskogo rosta* [Theory of economic growth]. Moscow, Izd. dom GU VShE Publ., 2006, 252 p.
8. Topchiy D. V., Tokarskiy A. Ya. *Kontseptsiya kontrolya kachestva organizatsii stroitel'nykh protsessov pri provedenii stroitel'nogo nadzora na osnove ispol'zovaniya informatsionnykh tekhnologiy* [Concept of quality control of the organization of construction processes during construction supervision based on the use of information technologies]. *Vestnik Evraziyskoy nauki – Bulletin of Eurasian science*, 2019, vol. 11, no. 3. Available at: <https://esj.today/PDF/52SAVN319.pdf>
9. Mamaev A. E. *Etapy realizatsii metodiki kontrolya kalendarnogo grafika stroitel'stva na osnove BIM tekhnologii* [Stages of implementation of the methodology for monitoring the construction schedule based on BIM technologies]. *Trudy Vseros. nauch.-prakt. konf. Sankt-Peterburg, 29–30 marta 2018 g. «BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury»* [Proc. of the All-Russia scientific-practical conf., St. Petersburg, March 29–30, 2018]. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2018, pp. 18–22.
10. Shipilova N. A., Khalilov S. R. *Obosnovanie organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy* [Justification of organizational and technological solutions]. *Trudy IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Zapadno-Sibirskiy nauchnogo tsentra «Nauchno-tekhnicheskii progress: aktual'nye i perspektivnye napravleniya budushchego»* [Proc. of the Int. sci.-pract. conf. of the West Siberian scientific center “Scientific and technical progress: current and promising directions of the future”]. 2016, pp. 167–170.