

Перспективы внедрения принципов бережливого строительства

Д.Д. Коротеев, А.О. Васютин, А.А. Ким

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Аннотация: В наши дни строительная отрасль регулярно претерпевает изменения, на что влияет множество различных факторов. Большие и конструктивно сложные строительные проекты выявляют всё больше и больше несовершенств в традиционных методах строительства, например, увеличение сроков или затрат на производство, простои, задержки и пр. В поиске решений проблем в строительстве появился термин – бережливое строительство и его принципы, пришедшие на смену традиционным методам и направленные на нахождение новых подходов в осуществлении строительной деятельности.

В данной научной статье дано определение бережливого строительства, а также рассмотрена история возникновения бережливого строительства и его хронология. Приведено сравнение традиционной модели строительства и Lean-модели, а также проанализирована связь технологий информационного моделирования (ТИМ) с принципами бережливого строительства и приведен пример данной связи.

Ключевые слова: бережливое производство, бережливое строительство, строительство, принципы бережливого строительства, жизненный цикл объекта, технологии информационного моделирования, проектирование.

Введение

Строительная сфера занимает ведущие позиции среди отраслей материального производства и оказывает большое влияние на состояние экономики любой страны. Уровень ее развития во многом определяет развитие еще и смежных сфер, таких как социальная и производственная.

Развитие строительной сферы в настоящее время имеет весьма стремительный темп и характеризуется внедрением как новых технологий и материалов, так и появлением инновационных методов и подходов в управлении проектами. Тема глобального интегрирования принципов бережливого производства в строительство сегодня особенно актуальна в силу увеличивающихся объемов возведения объектов инфраструктуры и необходимостью ускорения и повышения эффективности взаимодействия участников строительства. Кроме того, в условиях обеспокоенности по поводу экологической устойчивости и нехватки ресурсов, необходимость в

рационализации строительных процессов и минимизации их негативного воздействия как никогда высока.

Целью данной статьи является анализ сущности бережливого строительства, его исторической эволюции, а также связи технологий информационного моделирования с принципами бережливого строительства.

Объектом исследования являются принципы бережливого строительства в сравнении с традиционными принципами организации и управления строительством, а предметом – их преимущества и недостатки, а также этапы развития.

Основная часть

Бережливое строительство (БС) является комплексным подходом организации строительной деятельности. Это понятие характеризует процессы, направленные на достижение максимальной эффективности и минимизацию всех видов отходов и потерь.

Методология БС направлена на решение всех видов проблем, возникающих в процессе жизненного цикла объекта. Применяя ее принципы, все участники строительной деятельности способны не только систематически выявлять и устранять неэффективные процессы, но и могут оптимизировать их, добиваясь в конечном итоге лучших результатов по достижению поставленных целей [1].

Для изучения проблем и возможностей, связанных с интеграцией принципов бережливого производства в строительство, необходимо обратиться к истории и обозначить истоки и наиболее яркие этапы, побудившие к использованию Lean-принципов и Lean-философии. Хронология основных событий представлена на рис. 1.

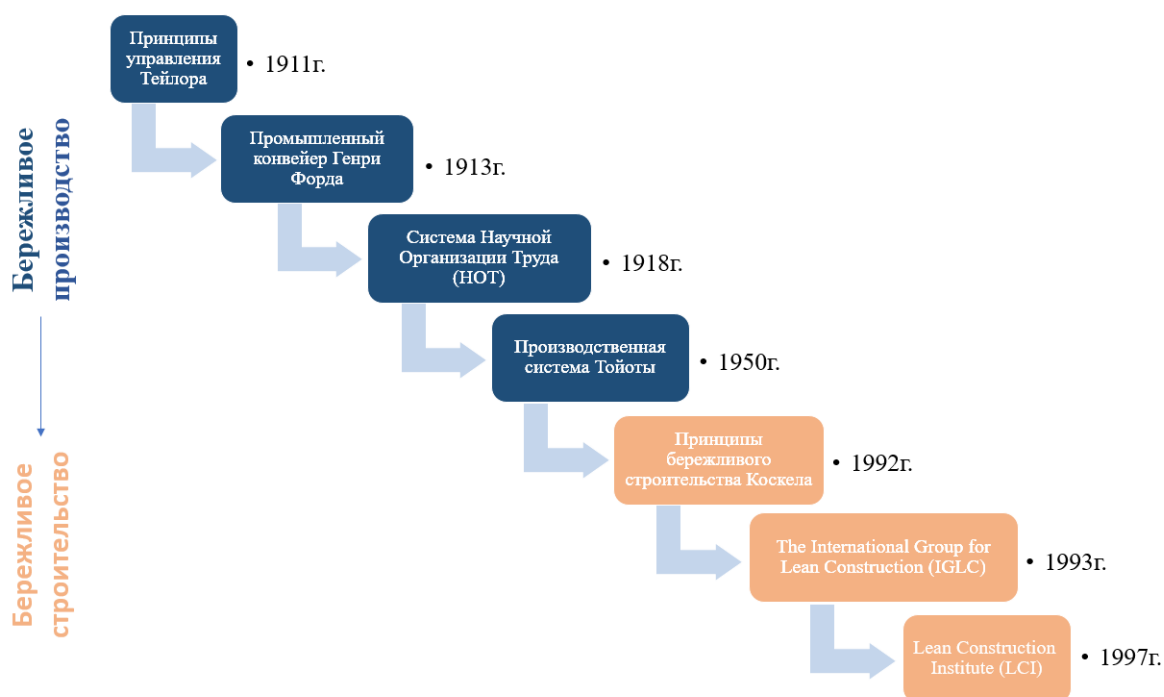


Рис. 1. – Развитие теории бережливого строительства во времени

Истоки бережливого производства можно отнести к началу XX века и работам Фредерика Тейлора. Деление сложных процессов и операций на их составные части для повышения общей производительности труда – основная идея американского инженера и ученого. Вышедшая в 1911 году в свет его книга «Принципы научного управления» сказалась на трудах другой известной личности этого времени – Генри Форда [2].

Инновационный подход американского промышленника представлял собой систему промышленного конвейера для поточного производства. Основной особенностью нововведенной системы была четкая последовательность рабочих процессов. Благодаря этому удалось наладить массовое производство в новых масштабах. Однако, кроме успеха, модель Форда столкнулась с присущими ей недостатками. Ее жесткая структура не позволяла приспособиться к разнообразию продукции, а фиксированная мощность препятствовала адаптации к меняющимся требованиям рынка [3].

Именно эти достижения двух великих ученых заложили основу бережливого производства, продемонстрировав эффективность и снижение затрат и подчеркнув важность адаптивности и расширяемости производственных систем.

В Советском союзе философия бережливости отчетливо просматривается в системе Научной Организации Труда (НОТ). Главным новшеством НОТ стало то, что система была направлена на создание гармоничной и продуктивной рабочей среды, в которой приоритет отдается как эффективности, так и благополучию работников [4].

Довольно крупных достижений в области бережливого производства удалось добиться японской компании Toyota (Japan, Aichi, Toyota city). Нефтяной кризис, спад японской экономики, послевоенная время – все эти факторы требовали от компании быстрой адаптивности к новым условиям и четкого стремления к повышению эффективности. Решением довольно острой проблемы выступило создание производственной системы - Toyota Production System. Благодаря ей удалось избежать неэффективности на каждом из этапов производства и, как следствие, повысить качество своей продукции [5, 6].

Практика использования бережливого производства в настоящее время постепенно интегрируется и в другие отрасли. Это послужило поводом для образования The International Group for Lean Construction (IGLC). Международная группа по бережливому строительству уже более 30 лет выступает центром развития исследований в области БС. Проанализировав их труды, можно заключить, что парадигма бережливого строительства с каждым годом становится более востребованной [7].

Рассматривая принципы БС, отчетливо удается заметить их сходство с принципами бережливого производства. Это можно объяснить их тесной связью и исторической адаптацией, которая была проанализирована ранее.

1. **Ценность.** Фокусировка внимания на том, что представляет высокую значимость для заказчика. Если проект подразумевает соблюдение высоких норм экологичности, то отдается предпочтение использованию экологически чистых материалов и методов строительства.

2. **Эффективность.** Максимизация эффективности всех процессов и подпроцессов строительства. Достигается путем регулярных проверок и внедрения инструментов бережливого строительства - Last Planner System, Just-in-time, 5s и др.

3. **Сотрудничество.** Важность опыта и знаний каждого человека, участвующего в строительстве, для оценки и принятия решений на каждом из уровней. Налаживание тесного общения и сотрудничества между всеми участниками строительной деятельности позволяет повысить эффективность командной работы и добиться большего успеха реализуемого проекта.

4. **Непрерывность.** Обеспечение хода строительства и всех сопутствующих ему процессов с минимальными перерывами и задержками.

5. **Совершенствование.** Стремление к постоянному совершенствованию всех аспектов строительного процесса. Систематический поиск и выявление этапов, процессов и областей, требующих улучшения; анализ данных и внедрение изменений для оптимизации результатов всего реализуемого проекта.

6. **Сокращение отходов.** Выявление и устранение отходов во всех их формах, включая избыточные запасы, перепроизводство, время ожидания, ненужную транспортировку и неиспользованную рабочую силу.

Каждый отдельно взятый этап жизненного цикла объекта содержит внутри себя четыре фундаментальных составляющих, которые оказывают непосредственное прямое влияние на эффективность реализуемого проекта. Их можно представить в качестве следующей зависимости, изображенной на рис. 2.



Рис. 2. – Зависимость фундаментальных составляющих проекта

Традиционная модель включает в себе прямое соотношение между стремлением улучшить качество получаемого продукта и уменьшить при этом его затраты по стоимости и времени. Долгое время за основу принималось следствие Лермана. Согласно ему, принимали возможным успешное соответствие лишь двум из основных целей проекта. Например, возвести здание дорого и качественно, с заметным увеличением продолжительности строительства [8].

Принципы БС позволили адаптировать традиционную модель под современные запросы и стандарты строительной сферы. Такая модель получила новое наименование - Lean-модель и заключила в себе весомые преимущества над старой. Благодаря ей удалось найти возможность следовать всем основным целям реализуемого проекта одновременно и систематически (возведение объекта недорого, качественно и точно в срок).

Технологии информационного моделирования (далее ТИМ) - неотъемлемая часть методологии БС. ТИМ и бережливое строительство

обладают тесной связью между собой и в системе образуют комплекс инновационных подходов и способов для прогрессивного развития строительной деятельности. Принцип БС в общем виде можно описать при помощи технологий информационного моделирования. В традиционном представлении проекты – это сборник 2D чертежей. При использовании ТИМ на первый план выходит создание информационной модели объекта. Она позволяет использовать процесс трехмерного моделирования и предоставляет информацию не только по основным характеристикам элементов и конструкций, но и учитывает важнейший показатель для строительных проектов – время [9, 10].

Процесс строительного производства занимает довольно продолжительный отрезок времени и включает в себя большое количество последовательных и взаимосвязанных этапов, которые в системе носят название «жизненный цикл объекта». На рис. 3 представлены инструменты ТИМ, эффективно используемые во время проектирования и строительства здания.

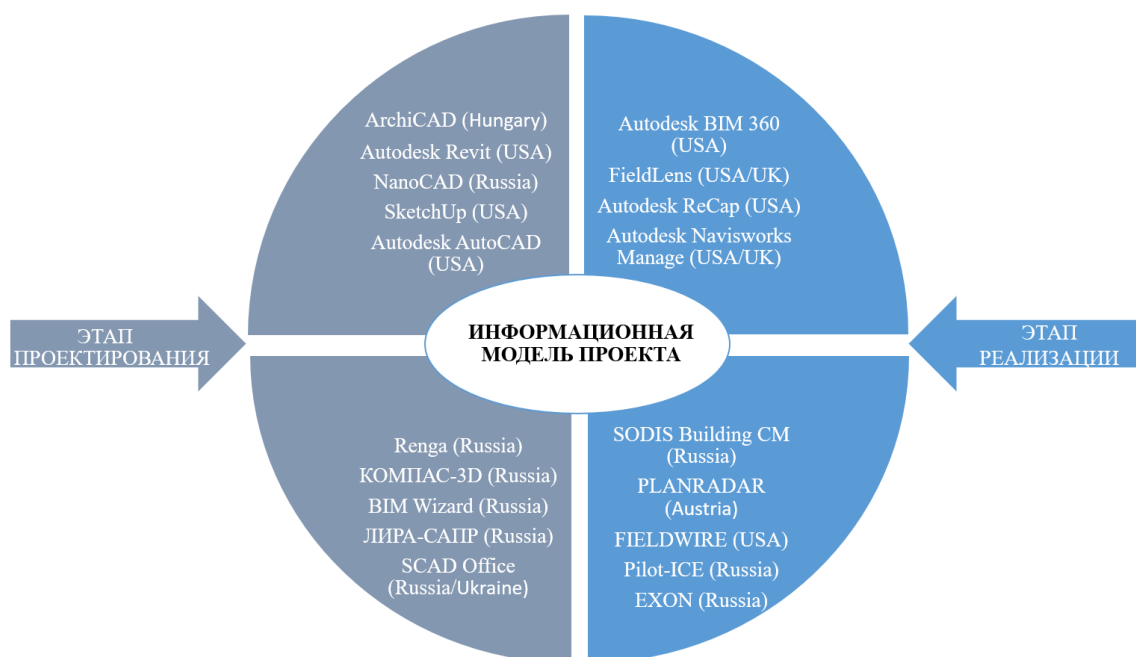


Рис. 3. – Наиболее распространенные инструменты ТИМ

Одной из важнейших стадий жизненного цикла строительства объекта является этап проектирования. Именно в этот временной промежуток можно предотвратить возникновение множества всевозможных рисков, которые могут негативно сказаться на целях реализуемого проекта.

Этап проектирования без использования ТИМ представляет собой традиционное проектирование, которое имеет постоянные риски без возможности оперативной корректировки на ранних стадиях, что приводит к задержкам сроков, простоям и всевозможным финансовым убыткам.

Этап проектирования с использованием ТИМ имеет ряд преимуществ, например, исключаются возможно издержки по срокам, так как появляется возможность обнаружить проблемы на начальных стадиях. Также положительной особенностью выступает более упрощенная координация и коммуникация между участниками инвестиционно-строительного проекта.

Использование ТИМ в целях бережливого строительства может также положительно повлиять на экологию, а именно способствовать более экологически чистому строительству. Добиться этого можно благодаря уменьшению экологических отходов в процессе строительства и снижению негативных воздействий от зданий на окружающую среду.

Примером такого опыта внедрения БС в Российской Федерации можно назвать офисный комплекс в городе Москва – башня «Федерация».

Данный объект сочетает в себе как использование экологически чистых материалов, так и применение различного вида технологий. Отдельного внимания заслуживают монтаж светопрозрачных конструкций из низкоэмиссионного стекла и установка системы вентиляции с возможностью рекуперации тепла. Благодаря данным особенностям, заложенным еще на этапе проектирования, удалось добиться снижения энергопотребления на 40% [11].

Заключение

Переход к бережливому строительству — это не только внедрение новых методов, процессов и идей, но и глобальное изменение мышления в подходе организации строительной деятельности в целом.

Использование принципов БС позволяет достичь более эффективных результатов проекта по сравнению с традиционными подходами. Сравнивая традиционную модель строительства и Lean-модель, мы видим, что БС обеспечивает явный перевес в сторону стремления улучшения результатов, сокращения отходов и непрерывного совершенствования, что соответствует современным запросам строительной сферы.

В данной научной статье была рассмотрена сущность бережливого строительства, проанализирована его историческая эволюция, сопоставлены старая и новая модели строительства, а также показана тесная связь между технологиями информационного моделирования и методологией БС.

Литература

1. Varshini. D Review of Organizational Adaptation of Lean Construction Techniques // Journal of Housing and Advancement in Interior Designing. 2024. Vol. 7. pp. 1-8.
 2. Маслова Т.И., Пискунова Н. Появление конвейера и создание научной организации труда как следствие развития стандартизации // Академическая публицистика. 2022. №6-1. С. 150-155.
 3. Архипова Я.Л. Разработка проекта внедрения системы бережливого производства // Гуманитарное знание. - Санкт-Петербург: Центр научно-информационных технологий "Астерион" (Санкт-Петербург), 2020. С. 3-11.
 4. Винокурова В.А. Концепция бережливого производства как основа повышения производительности труда // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. №1-1. С. 223-226.
-

5. Kulkarni S.A., Nagare R.R., Nagare D.N., Aware P.N. Toyota Production System - Maximizing Production Efficiency by Waste Elimination // International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. 2021. Vol. 8. pp. 287-291.
 6. Клочков Ю.П. «Бережливое производство»: понятия, принципы, механизмы // Инженерный вестник Дона, 2012, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/812
 7. Sarhan S., Pasquire C., Elnokaly A., Pretlove S. Lean and Sustainable Construction: A Systematic Critical Review of 25 Years of IGLC Research // Lean Construction Journal. 2019. pp. 1-20.
 8. Понявина Н.А., Емельянов Д.И., Чеснокова Е.А., Попова М.Е. Анализ принципов применения технологии «Бережливое Строительство» с целью повышения индекса производительности труда // Научный журнал строительства и архитектуры. 2021. №1 (61). С. 40-52.
 9. Соловьева Е.В., Даниелова А.Г. Адаптация строительных организаций России для эффективного внедрения и применения инновационных методов Бережливого строительства // Вестник Евразийской науки. 2020. №6. С. 1-8.
 10. Зеленцов Л.Б., Цапко К.А., Беликова И.Ф., Пирко Д.В. Совершенствование процесса строительства с использованием BIM-технологий // Инженерный вестник Дона, 2020, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6346
 11. Козлов Р.Н., Пешков А.В. Интеграция бережливого производства и BIM-технологий как основа эффективного проектного управления и организации производственных процессов на этапе строительства. // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. №13(2). С. 271-284.
-

References

1. Varshini. D Journal of Housing and Advancement in Interior Designing. 2024. Vol. 7. pp. 1-8.
2. Maslova T.I., Piskunova N. Akademicheskaja publicistika. 2022. №6-1. pp. 150-155.
3. Arhipova J.L. Gumanitarnoe znanie. - Sankt-Peterburg: Centr nauchno-informacionnyh tehnologij "Asterion" (Sankt-Peterburg), 2020. pp. 3-11.
4. Vinokurova V.A. Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2019. №1-1. pp. 223-226.
5. Kulkarni S.A., Nagare R.R., Nagare D.N., Aware P.N. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. 2021. Vol. 8. pp. 287-291.
6. Klochkov J.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/812
7. Sarhan S., Pasquire C., Elnokaly A., Pretlove S. Lean Construction Journal. 2019. pp. 1-20.
8. Ponjavina N.A., Emel'janov D.I., Chesnokova E.A., Popova M.E. Nauchnyj zhurnal stroitel'stva i arhitektury. 2021. №1 (61). pp. 40-52.
9. Solov'eva E.V., Danielova A.G. Vestnik Evrazijskoj nauki. 2020. №6. pp. 1-8.
10. Zelencov L.B., Capko K.A., Belikova I.F., Pirko D.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6346
11. Kozlov R.N., Peshkov A.V. Izvestija vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'. 2023. №13(2). pp. 271-284.

Дата поступления: 29.02.2024

Дата публикации: 5.04.2024