

## **БЕРЕЖЛИВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО (LEAN CONSTRUCTION), КАК ОДИН ИЗ ВЕКТОРОВ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.**

Детина Андрей Юрьевич  
*студент Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного  
университета (СПбГАСУ)  
г. Санкт-Петербург (Россия)  
e-mail: [knb1983@mail.ru](mailto:knb1983@mail.ru)*

Международный и российский опыт показывают, что очень часто наблюдаются большие потери при реализации крупных инвестиционных проектов. Выражаются они классически: в перерасходе бюджета и увеличении сроков, причем самая большая «бомба» закладывается на этапе планирования, когда инвестор не полностью оценивает все возможные риски проекта. Если говорить о текущих российских реалиях, то наблюдается интересная картина – к реализации планируются инфраструктурные мегапроекты с вовлечением колоссальных инвестиций, с другой стороны, коммерческая недвижимость в условиях существенного падения инвестиций замерла в ожидании ценового пика. В таких условиях выиграют те генподрядчики и девелоперы, кто сможет оперативно управлять себестоимостью в соответствии с изменениями рынка, а также смогут соблюсти сроки проекта и качество работ. Здесь на вооружение могут быть взяты прикладные инструменты из международной практики. Сегодня мы поговорим об одном из них – бережливом строительстве (БС) или LEAN construction. LEAN или бережливое производство (БП) – в широком смысле система управления производственным предприятием, нацеленная на систематический анализ и устранение всех видов потерь.

Согласно ГОСТ Р 56020-2014 БП: Концепция организации бизнеса, ориентированная на создание привлекательной ценности для потребителя путем формирования непрерывного потока создания ценности с охватом всех процессов организации и их постоянного совершенствования через вовлечение персонала и устранение всех видов потерь [1].

Необходимо знать, что в соответствии с концепцией БП вся деятельность предприятия делится на операции и процессы, добавляющие ценность для будущего потребителя, и операции, и процессы, не добавляющие ценности и даже наоборот – отталкивающие потребителя по причине неоправданного удорожания продукта.

Рассмотрим заявленный принцип БП (или LEAN) и его применение в строительстве, начнем с определения – в применении к строительному процессу, LEAN – система управления всеми этапами жизненного цикла проекта, направленная на сокращение временных и стоимостных издержек проекта.

Данный подход начал появляться в середине 20 века и имеет корни из промышленного производства (автомобилестроение/авиастроение). В качестве ключевого примера необходимо рассмотреть историю с японским концерном «Toyota», где БП было впервые применено. Автор этого подхода Таичи Оно однажды задумался о том, что производительность американца в 9 раз выше, чем у японца, при этом люди «физически» одинаковые и значит проблема кроется в том, что японцы делают что-то лишнее. Так он начал систематизацию потерь и борьбу по их устранению. В результате данная работа с потерями охватила весь концерн и переросла в производственную систему концерна «Toyota». В процессе анализа рабочего процесса Таичи Оно попробовал взглянуть на рабочий процесс «наоборот» с конца, изучив все процессы от финальной сборки к заготовительным участкам. Так он выявил, что рабочие (условного цеха N) зачастую тратят время на производство деталей и изделий, которые не нужны прямо следующему по цепочке цеху (N+1) и таким образом в цеху N создается запас и наблюдается «перепроизводство». В этом же время детали, которые нужны цеху N+1 отсутствуют и цех простаивает, либо занимается производством изделия, которое не нужно цеху N+2. Для устранения данных потерь (перепроизводство, излишние запасы, ожидание) Таичи Оно предложил систему

вытягивания «канбан», принцип работы которой в том, что цех N выполняет только ту работу, которая сейчас нужна N+1, и в итоге предприятие производит только то, что нужно клиенту.

Такой подход к организации производства привлек внимание всего мира в пик энергетического кризиса, когда концерн «Toyota» продемонстрировала возможность существенного снижения себестоимости выпускаемой продукции, при сохранении маржи и высокого уровня качества продукции. Позже, эта система помогла концерну «Toyota» выйти на первое место в мире по продажам автомобилей.

Таичи Оно выделил 7 видов основных потерь:

- потери из-за перепроизводства
- потери времени из-за ожидания
- потери на ненужной транспортировке
- потери из-за лишних операций и ненужной обработки
- потери из-за лишних запасов
- потери из-за ненужных перемещений и телодвижений
- потери из-за выпуска бракованной продукции [11]

Таичи Оно полагал, что потери из-за перепроизводства основным видом потерь, от которого появляются остальные. Джеффри Лейкер, исследователь опыта производственной системы концерна «Toyota» добавил еще один вид потерь: нереализованный творческий потенциал сотрудников компании. Также принято выделять еще два источника потерь: перегрузка рабочих, сотрудников или мощностей при работе с повышенной интенсивностью и неравномерность выполнения операции, например - прерывистый график работ из-за колебаний спроса.

Таким образом, методология БП обобщила опыт концерна «Toyota» и многих других компаний, которые начали применять эффективные производственные системы. Сам термин Lean Production (бережливое производство) был введен Джоном Крафчиком в конце 80-х годов прошлого века и в общем случае определял Lean Production как интегрированный набор методов организации производства, определяемых через термины Just-in-time (точно во время), TQM (Total quality management - всеобщее управление качеством), TPM (Total productive maintenance - всеобщее обслуживание оборудования) и набор методов управления персоналом, включая бригадную организацию труда и вовлечение работников в принятие решений. [5,6]

Под концепцию бережливого производства также попадают такие известные методики, как реинжиниринг, маркетинг отношений с поставщиками и потребителями, Kaizen (улучшение операций и процессов, с каждым шагом добавляющее ценность), система вытягивания заказов - Kanban, Рока-юке (защита от непреднамеренных ошибок), 5S (организация рабочего места), организация производственных ячеек («японский модуль»), быстрая переналадка оборудования (SMED) и другие. [6]

БП представляет собой метод создания ценности для потребителя с помощью продуктов и услуг, которые производятся с минимальными потерями, оптимальной скоростью и в точном соответствии с требованиями рынка. БП устраняет потери в ходе операционной деятельности.

Для любого проекта в строительной отрасли существуют три взаимообусловленных ограничения – время, объем работ, стоимость, которые определяют параметры реализации проекта. Если один или более факторов меняются, это отражается и на других факторах, положительно или отрицательно.

Стоимость. Каждый проект имеет свой ограниченный бюджет, фиксирующий предельный объем потребляемых ресурсов. Достижение бюджетного ограничения означает, что дальнейший ход работ возможен при условии дополнительного финансирования. Однако обратим внимание, что в отличие от распространенного понимания бюджета проекта, ограничение стоимости имеет отношение не только к денежным средствам, но и в целом используемым ресурсам, включая финансовые, правовые, информационные, трудовые, маркетинговые.

Время. Ключевой составляющей строительного проекта является временной параметр. Проект имеет временные точки начала и окончания работ, в пределах которых строительно-монтажные работы должны быть выполнены. Если нарушаются сроки выполнения работ, это приводит к изменению двух других ограничений. В строительстве стоимостная оценка времен-

ных отклонений может быть достаточно высокой и выражаться в краткосрочных потерях, а также иметь долгосрочные последствия в виде репутационных потерь.

Объем работ. Рассматривая данное ограничение, остановимся на нескольких аспектах. Прежде всего, виды и график выполнения работ зависят от характеристик проекта, поэтому для типовых проектов риск корректировки объема работ вследствие проектных изменений минимален. Вторым важным аспектом, непосредственно связанным с объемом работ, – качество, изменение которого оказывает влияние и на стоимость, и на сроки.[4]

Центральным положением концепции бережливого строительства (БС) является обеспечение надежности и стабильности системы производства. Задача состоит в минимизации перемещений потоков таким образом, чтобы действия, которые не приносят ценность, были исключены. Однако управление потоками в строительстве является более сложным, чем в промышленности, поскольку неопределенность имеется и в том, что должно быть выполнено, и в обеспечении требований для комплектации. БС сокращает потери за счет существенного уменьшения неопределенности. Внедрение стратегии направлено на стабилизацию потоков посредством сокращения вариаций, соответствия трудовых ресурсов доступной работе и в конечном итоге повышению производительности. Однако целесообразно использовать концепцию в рамках теории ограничений, с помощью которой можно оптимизировать бизнес-процессы и выстроить стабильную систему, улучшаемую посредством инструментов бережливого производства. Это положение утверждает, что необходимо рассматривать влияние рисков с позиции системы в целом и разрабатывать меры по управлению рисками с учетом значимости потерь для всего процесса строительства и итоговых показателей эффективности – себестоимости продукции, срока выполнения работ и удовлетворенности покупателей. [4]

БС сосредоточено на сокращении всех видов потерь, одни из которых являются очевидными и предвидимыми, другие являются скрытыми. Именно риск анализ позволяет идентифицировать такие виды потерь – от потерь материалов и потерь перемещений до ресурсных потерь. Процессы, которые включают в себя бесполезные элементы и процедуры, потери ресурсов, являются затратными. [3]

Применение практики 5S в строительстве способствует реализации принципов БС и включает в себя ежедневную подготовку рабочих мест в конце дня к следующему рабочему дню: размещение инструмента и расходных материалов (перчаток и пр.) в подсобном помещении, уборку мусора на рабочем участке, распределение ответственности за организацию рабочих мест. Такой подход позволит избежать нерациональных перемещений персонала в поиске необходимого инструмента, материалов и пр., обеспечить сохранность материалов и инструмента, сократить время на подготовку к выполнению работ.

Возвращаясь к концепции Lean Construction, приходится констатировать, что инициаторы объективно столкнулись с невозможностью буквального переноса методов БП в условия строительной площадки. Среди основных причин такой ситуации можно выделить:

1. уникальность каждого инвестиционно-строительного проекта с точки зрения как локализации и логистики производственных ресурсов, так и сложности возводимого объекта недвижимости;
2. существенное влияние на стоимость, сроки и технологичность операций и процедур на площадке проекта качества подготовки производства и первичных проектных решений, в том числе в области организации строительного производства, монтажа и пуско-наладки;
3. наличие в календарном графике реализации проекта большого количества волатильных этапов, таких как проведение конкурсов, ожидание решений и согласований, утверждение экспертиз и реакций на обнаруженные отклонения, которые существенно влияют на планирование ресурсов;
4. существенную вариабельность процессов организации производства, связанных с объективным влиянием климата, географии, непредвиденных природных явлений, этнонациональных особенностей и иных факторов безопасности, ограничивающих жесткие технологические мероприятия;

5. экстремальные условия реализации проектов, связанные с непредвиденными обстоятельствами, требующими срочного наличия тех или иных сооружений.

Не смотря на сложности при реализации внедрения принципов БС в производственный процесс компании, можно рассмотреть, как будет происходить интеграция. Первое с чего необходимо начать – подготовить интегрированный план-график проекта, в котором синхронизированы графики выдачи рабочей документации (РД), поставки оборудования и материалов, выполнения СМР. Причем, как и в случае с концерном «Toyota», необходимо взглянуть на данный процесс «с конца», т.е. необходимо зафиксировать дату начала эксплуатации объекта и от этой даты необходимо отсчитывать последовательно «влево» работы. Данное упражнение «вытягивает» план-график инвестиционного проекта и позволяет сбалансировать работу. Это полный аналог системы «канбан» в БП позволяет избежать ситуации, когда простаивает бригада, выполняющая работу по критическому пути из-за того, что не подготовлен соответствующий раздел РД или не привезены какие-то комплектующие, при этом могут быть готовы РД на работы, не находящиеся на критическом пути. Важно помнить – время, которое потеряно на критическом пути, это время, потерянное во всей системе.

Таким образом, с вероятностью 99%, обновлённый план-график не впишется в доступный промежуток времени, т.е. от сегодняшнего дня до окончания строительства. Поэтому необходимо подключить инструментарий Таичи Оно по анализу потерь. График необходимо разбить по каждому участку и проанализировать возникающие потери – возможно ли сдвинуть данную работу «вправо», возможно ли сделать работу в более короткий срок? На все подобные вопросы необходимо искать ответ совместной команде строителей, проектировщиков, инженеров, снабженцев, сметчиков. Одним из примеров классификации потерь может быть деление на операционные (проблемы выполнения работы конкретным подрядчиком из-за низкого качества рабочих или недостатка рабочей силы) и межоперационные (напр. координация работы субподрядчиков между собой или подрядчика и проектировщика). Важно отметить, что межоперационные потери могут составлять огромную долю – вплоть до 80%. И их выявление как раз и связано с вытягивающим планированием. При этом важно отметить, что классификация потерь может быть различной, т.к. производственная система каждой компании в чём-то уникальна.

После того как потери в плане будут проанализированы и устранены, необходимо очень систематично контролировать исполнение данного «вытягивающего» плана. Как и говорилось выше, одна из весомых потерь на площадке – координация различных служб заказчика, ген. подрядчика и субподрядчиков. Для того чтобы сократить данную потерю, концерн «Toyota» использовал мощнейший инструмент «визуальный менеджмент», призванный изменить классические советские совещания в эффективные короткие, но частые обсуждения с активным диалогом участников. Для этих целей создается доска управления участком, площадкой (по всем уровням управления) на которой отображается предстоящий план производства работ на месяц, суточные задания, дефициты в комплектации и РД, меры по решению данных проблем и обязательно бонус, который получит бригада в случае выполнения задач. Идея проста – чтобы достичь цель, ее нужно написать, потом визуализировать. Какой бы простой ни казалась данная концепция, она дает хорошие результаты с точки зрения плана и факта выполнения задач и при этом очень сложна во внедрении.

И тут можно столкнуться с первыми проблемами во внедрении. Одной из причин отсутствия положительного эффекта от внедрения всех аспектов LEAN здесь является как раз требование составить план на столь длительный срок, такое требование часто вводит в ступор и план-график составляется формально. Если нет реально работающего графика, то не с чем сравнивать факт выполнения, отсутствует эффект от хронометража выполнения работ и накопление статистики теряет свою ценность.

Но если это все сделано, тогда долгосрочный график позволит проанализировать – на каких работах происходит наибольшее число временных потерь. Все это обеспечит фиксацию факта исполнения и задержки, что позволит количественно понять негативный эффект. То есть если будет какое-то несоответствие, то ген. подрядчик сразу сможет понять причины срыва плана по выполнению той или иной задачи и при дальнейшем планировании будет это учиты-

вать. Следовательно, принцип LEAN формирует базу со статистикой задержек, с последующим систематическим обсуждением проблем и поиска путей их решения. Это еще один из важнейших аспектов принципа LEAN – постоянное совершенствование, нельзя останавливаться на однократном сокращении потерь, издержек и повышении качества. Любая выявленная проблема должна быть решена, чтобы она не повторилась в будущем. Это очень слабо совместимо с нашей российской культурой строймонтажа, поэтому длительность внедрения увеличивается и требует большой воли руководства предприятия.

Еще один подводный камень – в случае успешной работы системы LEAN, заказчик может получить сокращение сроков реализации конкретной работы, но, к сожалению, он не сможет получить сокращение всего графика проекта. Дело в том, что последующая работа уже зафиксирована по времени (например, подрядчик, задействованный в следующем этапе, не может выйти раньше даты, прописанной в контракте). И это очень тяжело разрешить в первом пилотном проекте, поэтому в пилоте задача LEAN – не допустить увеличения сроков. И уже в последующих проектах при «вытягивающем» планировании необходимо помнить о том, что подобные работы можно сделать быстрее и таким образом сдвинуть график «вправо». [11]

Между тем, внедрение полного цикла LEAN в жизнь строительного объекта, процесс далеко не быстрый. Как было сказано выше, первый, реализованный по всем правилам проект, вряд ли приведет к существенному эффекту, однако опыт реализации такого проекта создаст задел для будущих проектов. При внедрении LEAN важна каждая деталь системы управления – культура работы с поставщиками и даже культура работы с персоналом, необходимо понимание и участие каждого работника. Только если каждый рабочий, каждый проектировщик, каждый поставщик работает на каждом этапе процесса «в унисон» друг с другом – достигается колоссальный эффект по сокращению сроков и стоимости работ. В случае если люди на стройплощадке проекта не замотивированы на улучшение качества работы, то получение данного эффекта только путем внедрения одной только системы «вытягивающих» план-графиков обречено на провал.

По опыту внесения изменений в систему управления показывает, что есть очень простая и понятная формула: качество результата – это минимум из качества системы и качества реализации или результат – это минимум из качества плана и качества его исполнения.

Следовательно, для эффективного внедрения LEAN мало красивых процессов и правильной системы принятия решений. Очень важна работа с персоналом, причем на каждом уровне, поднять мотивацию каждого человека, систематически работать над ошибками, работать, и не закрывать глаза на проблемы взаимодействия различных подразделений. И по опыту на это уходит самое большое время, минимум несколько лет. Общих рецептов здесь нет – все зависит от культуры самой организации. [7]

И так, можно подвести небольшой итог: в случае внедрения LEAN подхода можно существенно сократить объем пере расходования средств по проектам. Также сократить сроки выполнения проектов от 10% до 20%, что составляет значительную сумму при учете общих экономических трудностей в России на ближайшие годы.

В этой связи необходимо понимать, что БС – тот инструмент, который внедряется длительный срок и быстрых результатов ожидать не стоит. Однако как показал опыт западных и восточных компаний, LEAN является единственным высокопроизводительным подходом к реализации масштабных проектов. И чем больше мы откладываем его внедрение, тем больше мы откладываем положительный эффект от его реализации. Как уже было сказано выше, ряд крупных генподрядчиков уже занимаются внедрением этой системы, например ГК «РосАтом». Данный подход применялся при строительстве «Калининской АЭС», «Ростовской АЭС» и сейчас он тиражируется на другие объекты.

Многие компании, которые уже ощутили положительный эффект при использовании LEAN-технологий в своем опыте устойчиво убеждены, что пик внедрения системы бережливого производства – тема ближайшего будущего, обратной дороги нет.

## Литература

1. ГОСТ Р 56020-2014 Бережливое производство. М.: Стандартиформ, 2015.
2. Черных Е.А. Применение принципа потока в бережливом строительстве // Менеджмент качества. – 2010. – №2. – с.102 – 121
3. Будзуляк Б.В., Апостолов А.А., Селезнев Н.Ф., Моисеев Л.П. Бережливое строительство – стратегическое направление развития отрасли // Газовая промышленность. – 2011. – №11. – с.10 – 14
4. Кошелев В.А. Управление материальными потоками в строительстве на основе концепции бережливого производства // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. № – 5(24) 88EVN514
5. Дж.Вумек, Д. Джонс. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании // М.: Альпина Паблишер. – 2018.
6. Дж.Лейкер. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира // М.: Альпина Бизнес Бук. – 2004.
7. Горелик П.И. Бережливое строительство как инновационный метод управления строительством // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. № – 12(27). – с.40 – 48.
8. Дикман Л. Г. Организация строительного производства // М.: Ассоциации строительных вузов, – 2006. – с.608.
9. Бовтеев С.В., Терентьева Е.В. Управление сроками строительного проекта // Управление проектами и программами. – 2014. – № 02 (38). – с.158 – 173.
10. BIM-технологии, как базис бережливого строительства [Электронный ресурс] <https://ok-inform.ru/economics/33509-bim-tehnologii-kak-bazis-berezhlivogo-stroitelstva.html> (Дата обращения 07.09.2020)
11. Бережливое строительство [Электронный ресурс] <https://www.arendator.ru/articles/135295-berezhlivoe-stroitelstvo/> (Дата обращения 07.09.2020)