

Методическое пособие по применению методов бережливого строительства (Lean Construction) в управлении строительными проектами

Система бережливого строительства (СБС)

Автор: Золотухин Олег Юрьевич

Должность: Директор по развитию и подготовке персонала

Организация: ООО «ЭТАЛОН»

Местонахождение: г. Москва

Аннотация. В методическом пособии систематизированы теоретические основы и практические инструменты бережливого строительства (Lean Construction). Рассмотрены ключевые методы управления строительными проектами, организованные в пятиуровневую систему планирования. Особое внимание уделено вопросам цифровизации и интеграции инструментов в единой программной платформе LEANCS. Пособие предназначено для руководителей строительных проектов, прорабов, lean-специалистов, а также для преподавателей и студентов строительных специальностей.

Ключевые слова: бережливое строительство, Lean Construction, управление строительными проектами, производительность труда, Last Planner System, 5S, PPC, LEANCS.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемый читатель!

Перед Вами методическое пособие, посвященное применению методов бережливого строительства (Lean Construction) в управлении строительными проектами. Идея создания этой работы возникла не случайно. На протяжении последних лет, работая с реальными строительными проектами и изучая лучшие

мировые практики, автор столкнулся с парадоксальной ситуацией: инструменты Lean Construction доказали свою эффективность во всем мире, однако на российских стройках они применяются фрагментарно или не применяются вовсе.

Основная причина этого разрыва, на наш взгляд, заключается в отсутствии целостной, адаптированной к российским реалиям методологии, которая объединяла бы все ключевые инструменты в единую, логически связанную систему. Существующие зарубежные руководства либо слишком сложны для быстрого внедрения, либо требуют значительной адаптации.

Данное пособие призвано восполнить этот пробел. В нем систематизированы комплекс ключевых инструментов Lean Construction, которые организованы в пятиуровневую систему планирования – от стратегических целей до ежедневных операций и аналитики. Особенностью пособия является не просто описание каждого инструмента, но и показ их взаимосвязи, того, как они работают вместе, дополняя и усиливая друг друга.

Вторая важная особенность – связь методологии с цифровым инструментом. Описанные в пособии методы реализованы в программной платформе LEANCS, что позволяет читателю не только изучить теорию, но и получить практический инструмент для ежедневной работы.

Пособие предназначено для руководителей строительных проектов, прорабов, lean-специалистов, а также для преподавателей и студентов строительных специальностей. Мы надеемся, что оно станет надежным помощником в деле повышения эффективности российского строительного комплекса.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Строительная отрасль Российской Федерации переживает период глубоких трансформаций. С одной стороны, перед ней стоят амбициозные задачи по реализации национальных проектов и

программ жилищного строительства. С другой стороны, отрасль сталкивается с хроническими проблемами: нарушение сроков, превышение бюджетов, низкая производительность труда, высокий уровень потерь.

По данным Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, среднее превышение сроков строительства по коммерческим проектам составляет 20–30%, а превышение сметной стоимости – 15–25%. При этом производительность труда в российской строительной отрасли в 3–5 раз ниже, чем в развитых странах.

Мировой опыт показывает, что одним из наиболее эффективных подходов к решению этих проблем является применение философии и инструментов бережливого производства (Lean Production), адаптированных для строительной отрасли и получивших название Lean Construction (бережливое строительство).

В рамках национального проекта «Производительность труда» предприятия различных отраслей, включая строительство, получают поддержку во внедрении бережливых технологий. Однако анализ результатов внедрения показывает, что системный подход к применению инструментов Lean Construction реализуется далеко не всегда.

Степень разработанности проблемы. Теоретические основы бережливого производства были заложены в работах Тайити Оно, Сигео Синго и других исследователей производственной системы Toyota. Адаптация этих принципов для строительной отрасли была осуществлена в трудах Л. Коскелы, Г. Балларда, П. Цорцопулос и других зарубежных ученых.

В российской научной литературе вопросы применения Lean в строительстве рассматриваются в работах В.А. Лapidуса, А.А. Алексанина, Е.А. Куприяновой и др. Однако, большинство публикаций носят либо общий, либо узкоспециализированный характер. Комплексных исследований, посвященных системной интеграции всех ключевых инструментов Lean Construction, в отечественной литературе недостаточно.

Объект исследования – процессы управления строительными проектами. Предмет исследования – методы и инструменты бережливого строительства (Lean Construction) и их интеграция в единую систему управления. Цель исследования – разработка систематизированного методического подхода к применению инструментов Lean Construction в управлении строительными проектами и его реализация в цифровой платформе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать теоретические основы и эволюцию концепции Lean Construction.
2. Выявить и систематизировать ключевые инструменты бережливого строительства.
3. Разработать пятиуровневую систему планирования, объединяющую все инструменты.
4. Описать методику применения каждого инструмента.
5. Показать возможности цифровой интеграции инструментов в платформе LEANCS.
6. Предложить методику оценки эффективности внедрения.

Методологическая основа исследования. В работе использованы методы системного анализа, сравнительного анализа, классификации, а также методы эмпирического исследования (наблюдение, описание, измерение). Теоретической базой послужили труды отечественных и зарубежных ученых в области бережливого производства и управления строительными проектами.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

7. Предложена авторская классификация 13 инструментов Lean Construction на основе пятиуровневой системы планирования.
8. Выявлены и описаны взаимосвязи между инструментами, обеспечивающие синергетический эффект от их совместного применения.

9. Разработана концепция единого ядра данных для цифровой интеграции инструментов Lean Construction.

Теоретическая значимость работы состоит в систематизации и уточнении понятийного аппарата Lean Construction применительно к российской практике управления строительством.

Практическая значимость определяется тем, что предложенные в пособии методики и шаблоны могут быть непосредственно использованы руководителями строительных проектов для повышения эффективности планирования и контроля, сокращения потерь и улучшения итоговых показателей проектов. Реализация описанных инструментов в цифровой платформе LEANCS делает их доступными для широкого круга специалистов. Структура работы. Пособие состоит из предисловия, введения, трех частей, включающих 11 глав, заключения, списка литературы и приложений.

ЧАСТЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Глава 1. Философия Lean Construction

1.1. Истоки: Производственная система Toyota

Концепция бережливого производства (Lean Production) берет свое начало в середине XX века и связана с развитием производственной системы компании Toyota (Toyota Production System, TPS). Основоположниками этой системы считаются Тайити Оно и Сигео Синго, которые в условиях послевоенной Японии столкнулись с необходимостью производить малые партии автомобилей различных моделей при ограниченных ресурсах.

В отличие от массового производства, ориентированного на гигантские объемы однотипной продукции, система Toyota была нацелена на гибкость, качество и устранение потерь. Тайити Оно в своей книге «Производственная система Toyota» сформулировал два ключевых принципа, лежащих в основе TPS:

10. Дзидока (Jidoka) – встраивание качества в процесс. Принцип подразумевает автоматическую остановку оборудования при возникновении проблемы, что позволяет предотвратить производство бракованной продукции и выявить источник проблемы для ее устранения.

11. Точно вовремя (Just-in-Time, JIT) – организация производства, при которой необходимые материалы поступают в нужное место, в нужном количестве и точно к назначенному сроку. Это позволяет минимизировать запасы и связанные с ними затраты.

Ключевым элементом TPS стало понятие потерь (муда). Под потерями понимаются любые действия, которые потребляют ресурсы, но не создают ценности для потребителя. Тайити Оно выделил семь видов потерь:

12. Перепроизводство – производство продукции раньше или в большем количестве, чем требуется.

13. Ожидание – простои оборудования или рабочих в ожидании материалов, информации, решений.

14. Транспортировка – излишние перемещения материалов или продукции.

15. Лишние этапы обработки – выполнение избыточных операций, не добавляющих ценности.

16. Запасы – избыточные запасы сырья, незавершенного производства или готовой продукции.

17. Лишние движения – перемещения рабочих, не связанные с выполнением работы (поиск инструмента, ходьба).

18. Дефекты – производство бракованной продукции, требующей переделки или утилизации.

Позже был добавлен восьмой вид потерь – нерезализованный творческий потенциал сотрудников, когда идеи и предложения работников по улучшению работы остаются невостребованными.

Исследователи Массачусетского технологического института Д. Вумек и Д. Джонс в своей книге «Машина, изменившая мир» обобщили опыт Toyota и ввели термин «бережливое производство» (Lean Production), а затем сформулировали пять ключевых принципов Lean:

19. Определить ценность с точки зрения потребителя.
20. Выявить поток создания ценности для каждого продукта.
21. Обеспечить непрерывное течение потока создания ценности.
22. Создать вытягивающую систему (потребитель «вытягивает» продукт с предыдущей стадии).
23. Стремиться к совершенству (непрерывное улучшение).

1.2. Адаптация для строительной отрасли

Перенос принципов бережливого производства из цеха завода на строительную площадку оказался нетривиальной задачей. Строительная отрасль обладает рядом специфических особенностей, которые отличают ее от серийного промышленного производства:

- Уникальность проектов. Каждый строительный проект в той или иной степени уникален (местоположение, архитектура, грунтовые условия, подрядчики).
- Производство «на месте». Строительство осуществляется на открытой площадке, подверженной влиянию погодных условий.
- Временный характер организаций. Участники проекта (подрядчики, субподрядчики) собираются для реализации одного проекта и после его завершения расформировываются.
- Сложная координация. В проекте участвует множество специалистов разных профилей, работающих последовательно или параллельно.
- Высокая неопределенность. Строительство связано с большим количеством непредвиденных обстоятельств.

Пионером в адаптации Lean к строительству стал финский ученый Лаури Коскела. В своей диссертации 1992 года он впервые сформулировал концепцию Lean Construction и предложил подход, получивший название TFV-теория (Transformation-Flow-Value).

Согласно TFV-теории, производственный процесс в строительстве можно рассматривать в трех аспектах:

- 24. Трансформация (Transformation) – преобразование ресурсов в готовую продукцию (традиционный взгляд).
- 25. Поток (Flow) – движение материалов, информации и ресурсов через процесс.
- 26. Ценность (Value) – соответствие результатов ожиданиям потребителя.

Коскела показал, что традиционное управление строительством фокусируется почти исключительно на первом аспекте (трансформации), игнорируя потери в потоках и не уделяя достаточного внимания ценности для конечного потребителя. Это приводит к низкой эффективности и высоким потерям.

Дальнейшее развитие концепция Lean Construction получила в трудах Гленна Балларда, который разработал систему Last Planner (Последний планирующий), ставшую одним из ключевых инструментов бережливого строительства.

Баллард подчеркивал, что традиционные методы планирования основаны на директивном подходе «сверху вниз», который не учитывает реальную ситуацию на площадке и приводит к срывам сроков. Вместо этого он предложил систему, в которой планирование ведется совместно с теми, кто непосредственно выполняет работы – бригадами и прорабами.

1.3. Определение и ключевые принципы Lean Construction

На основе работ Л. Коскелы, Г. Балларда и других исследователей можно дать следующее определение: Бережливое строительство (Lean Construction) – это философия управления строительными проектами, основанная на принципах бережливого производства, которая ориентирована на максимизацию ценности для потребителя при одновременной минимизации потерь, достигаемую за счет системного управления потоками, вовлечения всех участников и непрерывного совершенствования процессов.

Ключевое отличие Lean Construction от традиционного подхода заключается в том, что традиционное управление фокусируется на контрактах, сроках и бюджете, рассматривая проект как последовательность операций, а Lean Construction делает акцент на потоке создания ценности, координации участников и устранении потерь на всех этапах.

Гленн Баллард, создатель системы Last Planner, подчеркивал: «Lean Construction – это не просто набор инструментов, это новый способ мышления о том, как управлять проектами, где каждый участник ориентирован на общий успех, а не только на выполнение своего контракта».

Можно выделить следующие основные принципы Lean Construction, адаптированные из общей философии Lean:

27. Ценность с точки зрения потребителя. В строительстве потребителем может быть заказчик, будущий пользователь объекта, а также последующие подрядчики, которым передается фронт работ. Все действия должны оцениваться с позиции: добавляют ли они ценность для потребителя?
28. Выявление потока создания ценности. Необходимо проанализировать весь процесс строительства – от получения исходных данных до ввода объекта в эксплуатацию – и выявить действия, которые добавляют ценность, и те, которые являются потерями (муда).

29. Обеспечение непрерывности потока. Строительный процесс должен быть организован так, чтобы материалы, информация и ресурсы непрерывно двигались по потоку без задержек и простоев. Простои одной бригады не должны приводить к остановке всех последующих.
30. Вытягивание (Pull). Работы на последующих этапах должны «вытягивать» результаты с предыдущих. Это означает, что материал подается только тогда, когда он готов к использованию, а не складывается заранее.
31. Непрерывное совершенствование (Кайдзен). Поиск и устранение потерь – это не разовое мероприятие, а постоянный процесс, в котором участвуют все сотрудники – от рабочих до высшего руководства.
32. Уважение к людям и вовлечение. Lean-подход предполагает, что именно рабочие и линейные руководители лучше всего знают свои проблемы и могут предложить наилучшие решения для их устранения. Задача руководства – создать условия для реализации этого потенциала.
33. Визуализация. Информация о целях, планах, проблемах и результатах должна быть представлена в наглядной, доступной для всех участников форме (доски задач, графики, диаграммы).
34. Стабильность и стандартизация. Повторяющиеся процессы должны быть стандартизированы, чтобы обеспечить стабильное качество и предсказуемость результатов. Там, где есть стабильность, возможны улучшения.
35. Долгосрочная ориентация. Решения должны приниматься не исходя из сиюминутной выгоды, а с учетом долгосрочных целей проекта и отношений между участниками.

Эти принципы реализуются через конкретные инструменты, которые будут подробно рассмотрены во второй части пособия.

1.4. Ценность и потери (8 видов муда в строительстве)

Понимание того, что является ценностью, а что – потерями, – основа философии Lean. В применении к строительству классические семь видов потерь («муда»), сформулированные Тайити Оно, трансформируются следующим образом:

36. «Перепроизводство» – выполнение работ раньше, чем они необходимы следующей бригаде, или в большем объеме, чем предусмотрено проектом. Например, завоз материалов задолго до их использования, который приводит к загромождению площадки, порче и дополнительным перемещениям.
37. «Ожидание» – простои бригад в ожидании материалов, техники, готовности фронта работ, решений от проектировщиков или заказчика. По данным исследований, прямые потери от ожидания могут достигать 30–40% рабочего времени.
38. «Транспортировка» – излишние перемещения материалов по площадке, перегрузки, перекладки. Каждое перемещение не добавляет ценности, но требует затрат времени и ресурсов и создает риск повреждений.
39. «Лишние этапы обработки» – выполнение работ, не предусмотренных проектом, или избыточное качество там, где оно не требуется. Например, штукатурка стен в технических помещениях под покраску, когда достаточно простой затирки.
40. «Запасы» – избыточные запасы материалов на площадке и в бытовках. Замораживают оборотные средства, требуют дополнительных площадей для хранения, ведут к порче и хищениям[24].
41. «Лишние движения» – потери времени рабочих на перемещения по площадке, поиск инструмента, спуски на склад и подъемы обратно. Хороший пример из практики: арматурщик тратит до 40 минут в смену на спуск и подъем за арматурой, вместо того чтобы работать.

42. «Дефекты и переделки» – выполнение работ с нарушением технологии или требований проекта, приводящее к необходимости переделывать. Это не только прямые затраты на переделку, но и срыв сроков и демотивация рабочих.

43. «Нереализованный потенциал сотрудников» – неиспользование идей и предложений рабочих и линейных специалистов по улучшению работы. Человек на своем рабочем месте часто видит проблему лучше, чем руководитель, но его мнение остается невостребованным.

«Ценность» в строительстве – это все действия и материалы, которые непосредственно приближают проект к завершению в соответствии с требованиями заказчика и проектными решениями, и за что заказчик готов платить. Например, укладка кирпича создает ценность (стена), а ожидание раствора или ходьба за мастерком – нет.

Задача lean-специалиста – сделать потери видимыми для всех участников и системно их устранять, одновременно усиливая действия, создающие ценность.

Глава 2. Развитие Lean Construction в России

2.1. Национальный проект «Производительность труда»

В Российской Федерации вопросы повышения производительности труда выделены в отдельное направление государственной политики. С 2018 года реализуется национальный проект «Производительность труда», который направлен на создание условий для ежегодного прироста производительности труда на 5% и вовлечение в его реализацию не менее 10 тысяч предприятий.

Оператором проекта выступает Федеральный центр компетенций (ФЦК) и региональные центры компетенций (РЦК). Ключевые мероприятия проекта включают:

- адресную поддержку предприятий по внедрению бережливых технологий;

- обучение руководителей и рабочих основам «lean»;
- создание корпоративных центров опережающей подготовки;
- тиражирование лучших практик.

Хотя изначально национальный проект был ориентирован преимущественно на обрабатывающую промышленность, сфера его действия постепенно расширялась, включив в себя транспорт, торговлю и строительство. В рамках проекта был накоплен значительный опыт внедрения lean-инструментов, адаптированы методологии и подготовлены тысячи специалистов.

Как отмечается в паспорте национального проекта, «системное внедрение инструментов бережливого производства позволяет предприятиям без значительных капитальных вложений увеличить производительность труда, сократить время протекания процессов и снизить уровень запасов». По данным Министерства экономического развития РФ, за период реализации национального проекта его участниками стали более 4500 предприятий, из которых около 600 – строительные и проектные организации.

2.2. Результаты внедрения на российских предприятиях

Анализ результатов внедрения инструментов бережливого производства на предприятиях-участниках национального проекта позволяет выделить следующие средние показатели эффективности:

- сокращение времени протекания процессов – на 30–50%;
- увеличение выработки – на 30–60%;
- снижение незавершенного производства – на 20–50%;
- сокращение запасов – на 20–50%.

В строительной отрасли наиболее успешными практиками признаны внедрение системы «5S» на строительных площадках, организация потока единичных изделий при отделочных работах, а также применение методов визуализации и стандартизации операций.

Опыт пилотных строительных проектов показывает, что применение lean-инструментов позволяет:

- сократить сроки строительства на 15–25%;
- снизить себестоимость работ на 10–15%;
- уменьшить количество дефектов и переделок на 30–40%;
- повысить удовлетворенность заказчиков.

2.3. Проблемы традиционного управления строительством

Анализ современного состояния управления строительными проектами в России позволяет выделить ряд системных проблем, которые препятствуют повышению эффективности отрасли:

44. «Фрагментарность участников». В строительном проекте участвуют десятки независимых организаций (заказчик, проектировщик, генподрядчик, субподрядчики), каждая из которых преследует свои интересы и оптимизирует свою деятельность без учета общих целей проекта.
45. «Директивное планирование». Традиционные методы планирования (календарные графики, диаграммы Ганта) составляются «сверху вниз» и часто оторваны от реальной ситуации на площадке. Они не учитывают ограничения и не позволяют быстро реагировать на изменения.
46. «Высокий уровень потерь». Как было показано в главе 1.4, потери в строительстве могут достигать 30–50% от общего времени и ресурсов. Основные причины потерь – ожидание, простои, излишние перемещения и переделки.
47. «Слабая обратная связь». Информация о проблемах на площадке поступает к руководителям с опозданием или не поступает вовсе. Отсутствие оперативных данных не позволяет принимать своевременные решения.

48. «Низкая вовлеченность персонала». Рабочие и линейные руководители не участвуют в планировании и улучшении процессов, их опыт и знания остаются невостребованными.

Преодоление этих проблем возможно только при системном внедрении философии и инструментов «lean construction», адаптированных к российским условиям. Опыт показывает, что фрагментарное применение отдельных инструментов не дает устойчивого результата.

Глава 3. Классификация инструментов Lean Construction

3.1. Обзор международных исследований

В международной практике бережливого строительства накоплен значительный опыт применения различных инструментов и методов. Исследователи выделяют от 10 до 20 ключевых инструментов, которые наиболее часто используются в проектах.

Анализ литературы позволяет выделить следующие наиболее известные инструменты «lean construction»:

- «Last Planner System» (система последнего планирующего);
- «5S» (организация рабочего пространства);
- «VSM» (картирование потока создания ценности);
- «PPC» (процент выполненных обещаний);
- «Gemba Walk» (обходы рабочей площадки);
- «Daily Huddle» (ежедневные планёрки);
- «RACI» (матрица ответственности);
- «PDCA» (цикл непрерывных улучшений);
- «A3» (структурированный отчёт);
- «5 Почему» (поиск коренных причин);
- «Исикава» (диаграмма причинно-следственных связей);

- «Kaizen» (непрерывное улучшение);
- «Pull-планирование» (вытягивающая система).

Как отмечают П. Цорцопулос и другие исследователи, основная проблема заключается не в отсутствии инструментов, а в их фрагментарном применении. Каждый инструмент существует сам по себе, без связи с другими, что снижает общую эффективность.

3.2. Пятиуровневая система планирования

На основе анализа международного опыта и собственных исследований автором предлагается классификация инструментов «lean construction» по пяти уровням планирования и управления:

Уровень 0. Фундамент (исходные данные) На этом уровне происходит загрузка и структурирование исходных данных проекта: календарный план, диаграмма Ганта, импорт из XML-форматов. Это база, на которой строятся все дальнейшие уровни планирования.

Уровень 1. Стратегический уровень Инструменты стратегического планирования определяют цели проекта и распределение ответственности:

- «Дерево целей» (Goal Tree) – декомпозиция целей проекта;
- «RACI» – матрица ответственности;
- «IPD» (Integrated Project Delivery) – интегрированная реализация проекта.

Уровень 2. Tактический уровень (среднесрочное планирование) На этом уровне осуществляется планирование на 4–6 недель вперёд и анализ ограничений:

- «Lookahead Planning» – планирование на 4–6 недель;
- «Constraints Log» – журнал снятия ограничений.

Уровень 3. Операционный уровень (недельное планирование) Инструменты для планирования работ на ближайшую неделю и организации штурм-прорывов:

- «Weekly Work Plan» – еженедельный рабочий план;
- «Pull-планирование» – вытягивающая система;
- «Kaizen Event» – организация штурм-прорывов.

Уровень 4. Ежедневный уровень Инструменты для оперативного управления на ежедневной основе:

- «Daily Huddle» – ежедневная 15-минутная планёрка;
- «Gemba Walk» – обходы строительной площадки;
- «RNC» – регистрация несоответствий и причин невыполнения задач.

Уровень 5. Аналитический уровень Инструменты для анализа результатов и непрерывного улучшения:

- «PPC» (Percent Planned Complete) – процент выполненных обещаний;
- «5S» – организация рабочего пространства;
- «5 Почему» – поиск коренных причин проблем;
- «Диаграмма Исикавы» – причинно-следственный анализ;
- «А3» – структурированный отчёт о решении проблем;
- «PDCA» – цикл непрерывных улучшений;
- «VSM» – картирование потока создания ценности;
- «Spaghetti Diagram» – анализ перемещений;
- «Kaizen Proposal» – система предложений по улучшениям.

Предложенная пятиуровневая система позволяет рассматривать инструменты «lean construction» не изолированно, а как единый комплекс, где каждый уровень связан с другими и поддерживает их.

3.3. Взаимосвязь инструментов в единой системе

Ключевая особенность предложенной пятиуровневой системы заключается в том, что все инструменты не просто собраны вместе, но и логически связаны между собой. Данные, полученные на одном уровне, используются на других, а

результаты применения одних инструментов становятся входными данными для других.

Стратегический уровень (уровень 1) определяет цели и ответственных. Эти данные передаются на тактический уровень (уровень 2), где на их основе формируются планы на 4–6 недель и выявляются ограничения. Снятие ограничений позволяет передать задачи на операционный уровень (уровень 3) для включения в недельные планы.

Ежедневные инструменты (уровень 4) обеспечивают контроль исполнения недельных планов и оперативную фиксацию проблем. Наконец, аналитический уровень (уровень 5) собирает данные со всех предыдущих уровней, рассчитывает ключевые показатели («PPC»), выявляет коренные причины проблем и инициирует улучшения.

Таким образом, образуется замкнутый цикл управления:

стратегия → тактика → операции → ежедневный контроль → анализ → улучшение стратегии

Этот цикл полностью соответствует философии «PDCA» (Plan-Do-Check-Act) и обеспечивает непрерывное совершенствование процессов управления строительным проектом.

В последующих главах каждый из рассматриваемых инструментов будет рассмотрен подробно, с описанием методики применения, необходимых шаблонов и примеров из практики.

ЧАСТЬ 2. ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Глава 4. Стратегический уровень управления

4.1. «Дерево целей» (Goal Tree): декомпозиция проекта

«Дерево целей» – это инструмент стратегического планирования, позволяющий декомпонировать главную цель проекта на подцели разных

уровней. В методологии «lean construction» этот инструмент используется для обеспечения согласованности действий всех участников проекта.

Структура «дерева целей» включает три уровня:

- Стратегический уровень – главные цели проекта (сроки, бюджет, качество);
- Тактический уровень – цели по этапам и ключевым результатам;
- Операционный уровень – конкретные задачи для бригад и исполнителей.

Основные правила построения «дерева целей»:

49. Цели вышележащего уровня должны быть достигнуты через достижение целей нижележащего уровня.

50. Цели должны быть конкретными, измеримыми и достижимыми.

51. Для каждой цели должен быть назначен ответственный.

В программной платформе LEANCS «дерево целей» реализовано в виде интерактивной структуры с возможностью добавления, редактирования и связывания целей разных уровней.

4.2. «Матрица ответственности RACI»: распределение ролей

«Матрица RACI» – это инструмент для распределения ответственности между участниками проекта. Название представляет собой аббревиатуру от первых букв четырёх ключевых ролей:

- R (Responsible) – исполнитель, непосредственно выполняющий работу;
- A (Accountable) – ответственный, утверждающий результаты и отвечающий за их соответствие требованиям;
- C (Consulted) – консультируемый, с которым согласовываются решения до их принятия;
- I (Informed) – информируемый, который ставится в известность о принятых решениях после их выполнения.

В строительных проектах «матрица RACI» позволяет чётко распределить зоны ответственности между заказчиком, генподрядчиком, субподрядчиками, проектировщиками и техническим заказчиком.

Пример построения «матрицы RACI» для типового строительного проекта:

Задача	Заказчик	Генподрядчик	Проектировщик	Субподрядчик
Утверждение проекта	A	I	C	I
Закупка материалов	I	R	I	C
Производство работ	I	A	I	R
Контроль качества	I	A	C	R
Сдача объекта	A	R	C	I

Преимущества использования «матрицы RACI»:

- исключает ситуации, когда одна задача остаётся без ответственного или, наоборот, за неё отвечают несколько человек;
- уменьшает количество конфликтов между участниками;
- повышает прозрачность управления проектом.

4.3. «IPD» – интегрированная реализация проектов

«Интегрированная реализация проектов» (Integrated Project Delivery, IPD) – это подход к управлению строительными проектами, основанный на раннем вовлечении всех ключевых участников, совместном использовании рисков и выгод, а также на тесном сотрудничестве на всех этапах проекта.

В отличие от традиционных контрактных схем, где каждый участник стремится максимизировать собственную выгоду, часто в ущерб общим интересам, «IPD» предполагает:

- многостороннее соглашение между заказчиком, проектировщиком, генподрядчиком и ключевыми субподрядчиками;

- общий бюджет и распределение рисков между всеми участниками;
- совместное управление проектом через «Obeya» (большая комната);
- открытость информации и совместное принятие решений.

Ключевые принципы «IPD» включают:

52. Взаимное уважение и доверие между участниками.
53. Общие цели и выгоды.
54. Раннее вовлечение ключевых участников.
55. Совместное принятие решений.
56. Открытое общение и прозрачность.

Исследования показывают, что применение «IPD» позволяет:

- сократить сроки проектирования и строительства на 15–20%;
- уменьшить количество конфликтов и претензий;
- повысить качество проектных решений;
- снизить общую стоимость проекта.

В программной платформе LEANCS «IPD» реализован через модули управления участниками, совместного планирования и «Obeya», что обеспечивает цифровую поддержку этого подхода.

Глава 5. Тактический уровень (среднесрочное планирование)

5.1. «Lookahead Planning»: планирование на 4–6 недель

«Lookahead Planning» (планирование на 4–6 недель) – это ключевой инструмент тактического уровня, который обеспечивает связь между стратегическими целями проекта и оперативными недельными планами. Впервые этот подход был предложен Г. Баллардом в рамках системы «Last Planner».

Основные задачи «Lookahead Planning»:

- детализация календарного графика на ближайшие 4–6 недель;

- выявление и анализ ограничений (материалы, люди, оборудование, проектная документация);
- подготовка фронта работ для следующих бригад;
- формирование пула задач, готовых к включению в недельные планы.

Процесс «Lookahead Planning» включает следующие этапы:

57. Анализ календарного графика. Из общего графика выделяются задачи, запланированные на ближайшие 4–6 недель.
58. Декомпозиция задач. Крупные задачи разбиваются на более мелкие операции, которые могут быть выполнены одной бригадой за несколько дней.
59. Анализ ограничений. Для каждой задачи проверяется наличие всех необходимых ресурсов: материалов, рабочих, оборудования, проектной документации, разрешений и готового фронта работ.
60. Снятие ограничений. Назначаются ответственные за устранение каждого ограничения и устанавливаются контрольные сроки.
61. Формирование пула готовых задач. Задачи, по которым сняты все ограничения, попадают в пул и могут быть включены в недельные планы.

5.2. «Журнал ограничений» (Constraints Log)

«Журнал ограничений» – это инструмент для учёта и контроля устранения ограничений, выявленных в процессе «Lookahead Planning». Он позволяет системно подходить к снятию блокеров и не терять ни одного ограничения из виду.

Типовые категории ограничений в строительных проектах:

- Проектная документация – отсутствие чертежей, несогласованные изменения, задержки в выпуске документации;
- Материалы и оборудование – отсутствие материалов на складе, срывы поставок, несоответствие спецификациям;

- Люди – нехватка рабочих нужной квалификации, занятость на других объектах;
- Оборудование и механизмы – поломки, занятость кранов, отсутствие оснастки;
- Фронт работ – неготовность предыдущего этапа, отсутствие доступа к месту работ;
- Разрешения и согласования – отсутствие допусков, разрешений на производство работ.

Структура «журнала ограничений» обычно включает следующие поля:

- наименование задачи;
- описание ограничения;
- категория ограничения;
- ответственный за снятие;
- планируемая дата снятия;
- фактическая дата снятия;
- статус (открыто, в работе, снято).

Регулярный анализ «журнала ограничений» позволяет выявлять системные проблемы, например, хронические срывы поставок от конкретного поставщика или недостаточную квалификацию проектировщиков.

5.3. Подготовка фронта работ

Подготовка фронта работ – это важнейший процесс, обеспечивающий непрерывность строительного потока. В терминологии «lean construction» этот процесс часто называют «make ready».

Основная идея заключается в том, что следующая бригада должна получить полностью готовый фронт работ: выполнены все предшествующие работы, завезены материалы, обеспечен доступ, подготовлена проектная документация.

Правило «трёх готовностей»:

- 62. Техническая готовность – предшествующие работы выполнены и приняты, качество соответствует требованиям.
- 63. Материальная готовность – все необходимые материалы и оборудование доставлены на площадку или имеют гарантию поставки к нужному сроку.
- 64. Организационная готовность – люди, механизмы, оснастка, допуски, разрешения имеются в наличии.

Только при выполнении всех трёх условий задача может считаться готовой к включению в недельный план.

В программной платформе LEANCS подготовка фронта работ отражается в «журнале ограничений» и визуализируется на доске планирования, что позволяет всем участникам видеть текущий статус готовности задач.

Глава 6. Операционный уровень (недельное планирование)

6.1. «Weekly Work Plan»: еженедельный рабочий план

«Weekly Work Plan» (еженедельный рабочий план) – это основной инструмент операционного уровня, который определяет, какие задачи будут выполнены бригадами в течение ближайшей недели. В отличие от традиционных календарных графиков, в «Weekly Work Plan» включаются только те задачи, по которым сняты все ограничения.

Процесс формирования «Weekly Work Plan» состоит из следующих этапов:

- 65. Анализ пула готовых задач. Из «Lookahead Planning» отбираются задачи со статусом «готово» (сняты все ограничения).
- 66. Совместное планирование. Представители бригад совместно с прорабами определяют, какие задачи реально могут быть выполнены на следующей неделе с учётом производительности и доступных ресурсов.
- 67. Формирование обязательств. Бригадиры берут на себя личные обязательства по выполнению запланированных задач. Это ключевое отличие

от директивных планов: задачи не спускаются сверху, а принимаются как обещания теми, кто будет их выполнять.

68. Визуализация плана. План размещается на информационном стенде или в цифровой платформе, доступной всем участникам.

69. Ежедневный контроль. В ходе утренних планёрок («Daily Huddle») проверяется выполнение задач и фиксируются отклонения.

Типовая форма «Weekly Work Plan» содержит:

- перечень задач на неделю;
- ответственных исполнителей (бригады);
- планируемые сроки выполнения по дням;
- подписи бригадиров (подтверждение обязательств);
- поле для отметок о фактическом выполнении.

6.2. «Pull-планирование»: вытягивающая система

«Pull-планирование» (вытягивающее планирование) – это метод организации работ, при котором последующие этапы «вытягивают» результаты с предыдущих. В отличие от традиционного «push»-подхода (когда работы проталкиваются согласно графику), «pull-планирование» обеспечивает выполнение только тех задач, для которых созданы все необходимые условия.

Основные принципы «pull-планирования» в строительстве:

70. Планирование от конца к началу. Сначала определяется дата завершения проекта или этапа, затем планируются работы в обратном порядке, чтобы определить, когда каждая предыдущая задача должна быть завершена для обеспечения следующей.

71. Вовлечение всех участников. В планировании участвуют представители всех бригад, что позволяет учесть их реальные возможности и потребности.

72. Формирование обязательств. Каждый участник берёт на себя обязательства по выполнению своих задач в согласованные сроки.

73. Минимизация запасов. Материалы подаются непосредственно к моменту их использования, а не складываются заранее.

Процесс «pull-планирования» на строительной площадке может выглядеть следующим образом:

- Бригада отделочников определяет, что для начала работ им необходима готовая стяжка пола на 5-м этаже.
- Бетонщики планируют завершить стяжку к определённой дате.
- Для выполнения стяжки им требуется бетон, и они «вытягивают» его поставку с завода точно к нужному сроку.

Преимущества «pull-планирования»:

- снижение объёмов незавершённого производства;
- уменьшение складских запасов;
- повышение предсказуемости сроков;
- улучшение координации между бригадами.

6.3. «Kaizen Event»: организация штурм-прорывов

«Kaizen Event» (кайзен-событие, штурм-прорыв) – это интенсивное мероприятие продолжительностью от 2 до 5 дней, направленное на быстрое улучшение конкретного процесса или решение острой проблемы. В строительстве «кайзен-события» проводятся для оптимизации ключевых этапов работ, сокращения простоев или внедрения новых методов.

Типовая структура «кайзен-события» включает следующие этапы:

День 1. Анализ текущего состояния Команда изучает существующий процесс, собирает данные, проводит хронометраж, выявляет потери и проблемы. Используются инструменты «Gemba Walk» (обход рабочей площадки), интервью с рабочими, фото- и видеофиксация.

День 2. Поиск идей и решений Проводится мозговой штурм, генерируются идеи по улучшению. Применяются инструменты «5 Почему» и «диаграмма

Исикавы» для поиска коренных причин проблем. Отбираются лучшие идеи для внедрения.

День 3. Пилотное внедрение Отобранные решения внедряются на ограниченном участке (пилотной зоне). Проводятся замеры, собираются данные об эффективности.

День 4. Доводка и стандартизация На основе результатов пилота решения дорабатываются, устраняются выявленные недостатки. Разрабатываются стандарты и инструкции.

День 5. Презентация результатов Команда представляет итоги руководству, демонстрирует достигнутые улучшения, защищает новые стандарты.

Условия успешного «кайзен-события»:

- участие ключевых специалистов (прорабов, бригадиров, рабочих);
- поддержка руководства;
- наличие чёткой цели и измеримых показателей;
- оперативное внедрение решений (не откладывая «на потом»).

В программной платформе LEANCS предусмотрен модуль планирования и проведения «кайзен-событий» с шаблонами документов, чек-листами и возможностью фиксации результатов.

Глава 7. Ежедневные инструменты управления

7.1. «Daily Huddle»: утренняя планёрка (15 минут)

«Daily Huddle» (ежедневная планёрка) – это короткое (не более 15 минут) совещание всех ключевых участников строительного процесса, которое проводится в начале рабочего дня. Основная цель – синхронизация действий, выявление проблем и оперативное принятие решений.

Правила проведения «Daily Huddle»:

- Только стоя. Это обеспечивает динамичность и не позволяет затягивать совещание.
- Только по факту. Обсуждаются только конкретные вопросы, без отвлечённых тем и долгих дискуссий.
- Не решать проблемы. Если проблема требует длительного обсуждения, она выносится в отдельную встречу.
- Строго 15 минут. Превышение времени недопустимо.

Типовая повестка «Daily Huddle»:

74. Что сделано вчера? (отчёты бригадиров)
75. Что делаем сегодня? (задачи на день)
76. Какие ограничения и проблемы? (что мешает работе)
77. Кому нужна помощь? (оперативное перераспределение ресурсов)

В совещании обязательно участвуют:

- производители работ (прорабы);
- бригадиры всех бригад;
- представители технадзора;
- при необходимости – представители смежников.

Результаты «Daily Huddle» фиксируются в протоколе или в цифровой платформе. Отмечаются ключевые решения, назначенные ответственные и сроки.

7.2. «Gemba Walk»: обходы строительной площадки

«Gemba Walk» (обход рабочей площадки) – это инструмент, при котором руководитель или lean-специалист регулярно обходит строительную площадку, наблюдает за процессом, общается с рабочими и выявляет проблемы и потери. Термин «гемба» (яп. 現場) означает «реальное место», где создаётся ценность.

Цели «Gemba Walk»:

- увидеть процесс своими глазами, а не по отчётам;

- выявить потери (муда) и проблемы на ранней стадии;
- пообщаться с рабочими, узнать их мнение и предложения;
- продемонстрировать приверженность руководства принципам Lean;
- собрать информацию для улучшений.

Правила эффективного «Gemba Walk»:

78. Не ходить без цели. Каждый обход должен иметь конкретную цель: проверить выполнение недельного плана, оценить состояние площадки по системе «5S», проанализировать конкретную проблему.
79. Смотреть и слушать, а не учить. Главная задача – наблюдать и задавать вопросы, а не давать указания. Вопросы типа «Что здесь происходит?», «С какими трудностями столкнулись?», «Что можно улучшить?» помогают понять реальную ситуацию.
80. Проявлять уважение к работникам. Не критиковать, а совместно искать решения. Благодарить за предложения.
81. Фиксировать наблюдения. Записывать выявленные проблемы, идеи, замечания. Использовать фотофиксацию.
82. Принимать меры. По результатам обхода должны назначаться ответственные и сроки устранения проблем.

Чек-лист для «Gemba Walk» может включать следующие разделы:

- безопасность (средства защиты, ограждения, проходы);
- порядок на площадке (5S);
- ход работ (выполнение недельного плана);
- оборудование и материалы;
- взаимодействие между бригадами.

Регулярность «Gemba Walk» зависит от уровня руководителя: прорабы могут проводить обходы ежедневно, руководители проектов – еженедельно, высшее руководство – ежемесячно.

7.3. «RNC» – регистрация несоответствий

«RNC» (регистрация несоответствий) – это инструмент для фиксации причин невыполнения задач, отклонений от плана, проблем и инцидентов, возникающих в ходе строительства. В терминологии «lean construction» этот инструмент часто называют «RNC-журнал» или «реестр проблем».

Основные цели ведения «RNC»:

- накопление данных о проблемах для последующего анализа;
- выявление системных причин срывов;
- предотвращение повторения ошибок;
- обеспечение прозрачности и обратной связи.

Типовые категории записей в «RNC»:

- срывы сроков выполнения задач;
- отсутствие материалов или оборудования;
- дефекты и брак;
- нарушение техники безопасности;
- отсутствие проектной документации;
- невыход рабочих;
- погодные условия.

Форма записи в «RNC» обычно включает следующие поля:

- дата и время инцидента;
- описание несоответствия;
- причина возникновения;
- ответственный за устранение;
- принятые меры;
- статус (открыто, в работе, закрыто);
- дата закрытия.

Анализ накопленных данных «RNC» позволяет выявлять наиболее частые причины срывов и разрабатывать меры по их предотвращению. Например, если большинство проблем связано с отсутствием материалов, необходимо усилить работу со снабжением.

В программной платформе LEANCS «RNC» интегрирован с другими инструментами: записи о невыполнении задач автоматически учитываются при расчёте «PPC», а наиболее серьёзные проблемы могут инициировать проведение «кайзен-события».

Глава 8. Аналитические инструменты и улучшения

8.1. «PPC» – процент выполненных обещаний

«PPC» (Percent Planned Complete) – это ключевой показатель эффективности планирования в системе «lean construction». Он рассчитывается как отношение количества полностью выполненных задач к общему количеству задач, запланированных на неделю (или на день).

Формула расчёта «PPC»:

$$PPC = (\text{Количество выполненных задач} / \text{Количество запланированных задач}) \times 100\%$$

Например, если на неделю было запланировано 20 задач, а полностью выполнено 15, то $PPC = (15/20) \times 100\% = 75\%$.

Целевое значение «PPC» в успешных проектах обычно составляет 85% и выше. Низкий PPC (менее 70%) сигнализирует о серьёзных проблемах в планировании или организации работ.

Важно понимать, что «PPC» измеряет не просто выполнение работ, а выполнение обещаний. Если задача не была запланирована, её выполнение не учитывается. Это стимулирует прорабов (бригадиров) ответственно подходить к формированию плана.

Анализ причин невыполнения задач (анализ «RNC») позволяет понять, почему PPC оказался низким, и разработать меры по улучшению.

В программной платформе LEANCS «PPC» рассчитывается автоматически на основе данных из «Weekly Work Plan» и «RNC», а динамика изменения показателя отображается на графике.

8.2. «5S»: организация рабочего пространства

«5S» – это система организации рабочего пространства, направленная на создание оптимальных условий для выполнения операций, поддержание порядка, чистоты и дисциплины. Название происходит от пяти японских слов, начинающихся с буквы «С» в русском переводе:

83. Сортировка – чёткое разделение предметов на нужные и ненужные, избавление от ненужных.
84. Соблюдение порядка – организация хранения необходимых предметов так, чтобы их можно было легко найти и использовать.
85. Содержание в чистоте – уборка рабочего места, обеспечение исправности оборудования.
86. Стандартизация – создание стандартов и правил поддержания порядка.
87. Совершенствование – формирование привычки соблюдать установленные правила и постоянно улучшать организацию рабочего пространства.

В строительстве «5S» применяется для организации работы на строительной площадке, в бытовках, на складах материалов и инструмента.

Примеры реализации «5S» на стройплощадке:

- маркировка мест хранения материалов и инструмента;
- цветовое кодирование (например, красные ячейки для брака, зелёные – для годных материалов);
- разметка проходов и проездов;
- организация мест для курения и приёма пищи;

- регулярные аудиты состояния площадки.

Преимущества внедрения «5S»:

- повышение производительности труда (сокращение времени на поиск инструмента и материалов);
- снижение травматизма (порядок на площадке);
- повышение качества работ (чистота и порядок снижают риск дефектов);
- улучшение дисциплины и ответственности рабочих.

8.3. «5 Почему»: поиск коренных причин

«5 Почему» – это метод анализа проблем, основанный на последовательном задавании вопроса «почему?» до тех пор, пока не будет выявлена коренная причина возникшей ситуации. Метод был разработан в рамках производственной системы Toyota и является одним из ключевых инструментов поиска коренных причин.

Правила применения метода «5 Почему»:

88. Начинать с чёткой формулировки проблемы.
89. Задавать вопрос «почему?» столько раз, сколько необходимо для выявления коренной причины (обычно достаточно 5 итераций).
90. Ответы должны основываться на фактах, а не на предположениях.
91. Движение от симптомов к причинам, а не поиск виноватых.

Пример применения метода «5 Почему» в строительстве:

- Проблема: Срыв сроков бетонирования перекрытия.
- Почему? Не было бетона.
- Почему? Срыв поставки с завода.
- Почему? Завод не получил заявку вовремя.
- Почему? Прораб забыл подать заявку.
- Почему? Нет чёткого регламента подачи заявок.
- Коренная причина: Отсутствие регламента подачи заявок на бетон.

Решение: разработать и внедрить регламент, назначить ответственного за контроль заявок.

Преимущества метода «5 Почему»:

- простота и доступность;
- не требует специальных инструментов;
- позволяет добраться до истинных причин, а не устранять следствия;
- способствует развитию аналитического мышления у сотрудников.

В программной платформе LEANCS метод «5 Почему» интегрирован в модуль анализа причин невыполнения задач («RNC»), что позволяет системно подходить к решению проблем.

8.4. «Диаграмма Исикавы» (причинно-следственный анализ)

«Диаграмма Исикавы» (также известная как «рыбья кость» или причинно-следственная диаграмма) – это инструмент для систематического выявления и визуализации возможных причин возникновения проблемы. Метод был разработан профессором Токийского университета Каору Исикавой.

Структура диаграммы включает:

- голову (справа) – формулировка проблемы или следствия;
- основную кость (горизонтальная линия) – ось, к которой примыкают причины;
- крупные кости – основные категории причин (например, «материалы», «люди», «оборудование», «методы», «измерения», «окружающая среда»);
- мелкие кости – конкретные причины внутри каждой категории.

В строительстве диаграмма Исикавы может использоваться для анализа различных проблем:

- срыв сроков строительства;
- превышение бюджета;
- низкое качество работ;

- высокий травматизм;
- простой оборудования.

Пример построения диаграммы для проблемы «срыв сроков строительства»:

- Материалы: отсутствие поставок, брак материалов, несоответствие спецификациям.
- Люди: нехватка рабочих, низкая квалификация, отсутствие мотивации.
- Оборудование: поломки, отсутствие, занятость на других объектах.
- Методы: неправильная технология, отсутствие стандартов, ошибки в проекте.
- Измерения: отсутствие контроля, неверные данные геодезии.
- Среда: погодные условия, ограничения доступа.

Преимущества диаграммы Исикавы:

- наглядное представление всех возможных причин;
- стимулирование системного мышления;
- возможность выявления скрытых факторов;
- хорошая основа для дальнейшего сбора данных.

В программной платформе LEANCS предусмотрен модуль построения диаграммы Исикавы с возможностью сохранения и экспорта результатов.

8.5. «А3»: структурированный отчёт о решении проблем

«А3» – это структурированный метод представления информации о решении проблемы, который получил своё название от формата бумаги (А3), на котором традиционно оформлялся отчёт. Метод был разработан в компании Toyota и является одним из ключевых инструментов управления улучшениями.

Структура отчёта «А3» обычно включает следующие разделы:

92. Тема – краткое и ёмкое название проблемы или проекта.
93. Автор и дата – информация о составителе и времени создания.

94. Описание проблемы – что именно происходит, каковы симптомы, масштаб проблемы (желательно с цифрами и фактами).
95. Текущая ситуация – анализ состояния дел на данный момент, графики, диаграммы, фотографии.
96. Анализ причин – выявление коренных причин с использованием инструментов «5 Почему» или диаграммы Исикавы.
97. Целевое состояние – какой результат планируется достичь (измеримые показатели).
98. План мероприятий – конкретные шаги, ответственные и сроки.
99. Проверка результатов – анализ того, что было достигнуто, сравнение с целевым состоянием.
100. Дальнейшие действия – стандартизация, распространение опыта, планы на будущее.

Преимущества метода «А3»:

- структурирует мышление и обеспечивает полноту анализа;
- представляет информацию в сжатом и наглядном виде;
- облегчает коммуникацию и согласование решений;
- формирует базу знаний о решённых проблемах.

В строительстве отчёты «А3» могут использоваться для документирования решения любых проблем – от мелких неполадок до серьёзных сбоев в проекте.

В программной платформе LEANCS реализован шаблон отчёта «А3» с автоматическим заполнением данных из связанных инструментов («RNC», «5 Почему», диаграмма Исикавы).

8.6. «PDCA»: цикл непрерывных улучшений

«PDCA» (Plan-Do-Check-Act) – это универсальный алгоритм управления процессами и непрерывного улучшения, который лежит в основе философии

бережливого производства. Цикл PDCA также известен как «цикл Деминга» или «цикл Шухарта-Деминга».

Цикл PDCA включает четыре этапа:

Plan (Планируй) На этом этапе проводится анализ текущей ситуации, выявляются проблемы, определяются цели и разрабатывается план мероприятий по их достижению. Важно, чтобы цели были конкретными, измеримыми и достижимыми.

Do (Делай) Реализация запланированных мероприятий. На этом этапе важно следовать плану, но при необходимости допускаются корректировки. Рекомендуется начинать с пилотного внедрения на ограниченном участке.

Check (Проверяй) Анализ результатов выполнения плана. Сравнение достигнутых показателей с целевыми. Выявление отклонений и их причин. На этом этапе используются инструменты сбора и анализа данных.

Act (Воздействуй) Принятие решений по результатам проверки. Если цель достигнута, происходит стандартизация нового подхода и его тиражирование. Если цель не достигнута, анализируются причины и цикл повторяется.

Применение PDCA в строительстве:

- улучшение технологии производства работ;
- сокращение сроков выполнения операций;
- снижение себестоимости;
- повышение качества;
- улучшение организации труда.

Преимущества PDCA:

- системный подход к улучшениям;
- возможность применения на любом уровне;
- сочетание с другими инструментами Lean;
- создание культуры непрерывных улучшений.

В программной платформе LEANCS цикл PDCA поддерживается через интеграцию всех инструментов: планирование, выполнение, анализ и корректировка образуют замкнутый контур управления.

8.7. «VSM»: картирование потока создания ценности

«VSM» (Value Stream Mapping) – картирование потока создания ценности – это инструмент визуализации и анализа всех действий (как добавляющих ценность, так и не добавляющих), необходимых для производства продукции или выполнения работ.

В строительстве VSM применяется для анализа процессов на разных уровнях:

- макроуровень – весь процесс строительства от получения разрешения до ввода объекта в эксплуатацию;
- микроуровень – отдельные технологические процессы (например, монтаж опалубки, армирование, бетонирование).

Этапы построения карты потока создания ценности:

101. Выбор продукта или процесса для анализа.
102. Построение карты текущего состояния. На этом этапе фиксируются все операции, перемещения, ожидания, запасы, а также информационные потоки. Собираются данные о времени выполнения операций, времени ожидания, объёмах запасов и т.д.
103. Анализ карты и выявление потерь. Определяются операции, не добавляющие ценности, излишние запасы, простои и другие виды потерь.
104. Построение карты будущего (целевого) состояния. Проектируется идеальный процесс без потерь или с минимальными потерями.
105. Разработка плана улучшений. Определяются конкретные шаги для перехода от текущего состояния к целевому.

Условные обозначения в VSM:

- треугольник – запасы;
- прямоугольник – операция;
- молния – поставка;
- глаз – контроль качества;
- человечек – оператор.

Результаты применения VSM:

- наглядное представление всего процесса;
- выявление скрытых потерь;
- сокращение времени выполнения работ;
- снижение запасов;
- улучшение координации между подразделениями.

В программной платформе LEANCS модуль VSM позволяет строить карты потоков, рассчитывать ключевые показатели (время выполнения, доля добавленной ценности) и отслеживать прогресс улучшений.

8.8. «Spaghetti Diagram»: анализ перемещений

«Spaghetti Diagram» (диаграмма спагетти) – это инструмент визуализации и анализа перемещений людей, материалов или транспорта в рабочем пространстве. Своё название диаграмма получила из-за характерного вида линий, напоминающих тарелку спагетти.

В строительстве диаграмма спагетти применяется для анализа:

- перемещений рабочих по площадке;
- маршрутов подачи материалов;
- движения техники;
- логистики на стройплощадке.

Этапы построения диаграммы спагетти:

106. ****Создание схемы рабочего пространства**** – чертёж площадки, этажа, участка с указанием всех значимых объектов (склады, бытовки, краны, зоны работ).
107. Наблюдение и фиксация перемещений – в течение определённого времени на схеме отмечаются траектории перемещений рабочих, материалов или техники. Фиксируется также время перемещений.
108. Анализ полученной диаграммы – выявляются излишние перемещения, пересечения маршрутов, «пробки», нерациональная логистика.
109. Разработка улучшений – предлагаются меры по оптимизации перемещений: перепланировка рабочего пространства, изменение маршрутов, организация промежуточных складов и т.д.
110. Построение диаграммы будущего состояния и внедрение улучшений.

Примеры результатов анализа диаграммы спагетти:

- сокращение времени перемещений рабочих на 20–30%;
- уменьшение утомляемости;
- повышение производительности труда;
- улучшение логистики материалов.

В программной платформе LEANCS диаграмма спагетти реализована в интерактивном режиме: можно рисовать маршруты, рассчитывать расстояния и время, сравнивать варианты.

8.9. «Kaizen Proposal»: система предложений по улучшениям

«Kaizen Proposal» (кайдзен-предложение) – это механизм вовлечения сотрудников в процесс непрерывных улучшений через подачу предложений по совершенствованию работы. Система кайдзен-предложений является неотъемлемой частью философии бережливого производства.

Основные принципы системы кайдзен-предложений:

111. Вовлечение всех сотрудников – от рабочих до руководителей. Каждый работник лучше всего знает свою зону ответственности и может предложить реальные улучшения.
112. Неограниченное количество предложений. Поощряется подача любых идей, даже самых маленьких. В японских компаниях нормой считается несколько десятков предложений на одного сотрудника в год.
113. Быстрое рассмотрение. Предложения не должны «лежать» неделями. Регламентируется максимальный срок рассмотрения.
114. Прозрачность. Информация о поданных предложениях и их статусе доступна всем.
115. Мотивация. Авторы принятых предложений поощряются – морально и материально.

Форма кайдзен-предложения обычно включает:

- ФИО автора, дату;
- описание текущей ситуации (проблемы);
- описание предлагаемого улучшения;
- ожидаемый эффект (экономия времени, снижение затрат, повышение безопасности);
- место для апробации (где можно проверить идею).

Процесс работы с кайдзен-предложениями:

116. Подача предложения.
117. Регистрация и предварительная оценка.
118. Рассмотрение комиссией (принятие, отклонение, отправка на доработку).
119. Внедрение (для принятых предложений).
120. Оценка фактического эффекта.
121. Поощрение автора.

В строительстве кайдзен-предложения могут касаться любых аспектов: организации труда, технологии работ, безопасности, логистики, использования материалов.

В программной платформе LEANCS реализован модуль «Kaizen-предложения», который позволяет подавать идеи, отслеживать их статус, оценивать эффективность и формировать статистику.

ЧАСТЬ 3. ВНЕДРЕНИЕ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ

Глава 9. Пошаговый план внедрения Lean Construction

9.1. Диагностика текущего состояния

Внедрение инструментов «lean construction» начинается с анализа текущего состояния процессов управления строительством на предприятии или в проекте. Диагностика позволяет выявить «узкие места», основные виды потерь и определить направления для первоочередных улучшений.

Основные этапы диагностики:

122. Анализ документации. Изучаются календарные графики, отчёты о выполнении работ, данные по затратам, акты приёмки, журналы производства работ.
123. Наблюдение за процессом. Проводятся «Gemba Walk» (обходы) на строительной площадке, наблюдение за работой бригад, хронометраж операций.
124. Интервью с участниками. Опрос прорабов, бригадиров, снабженцев, проектировщиков для выявления проблем и «болевых точек».
125. Сбор количественных данных. Определяются текущие значения ключевых показателей: «PPC», сроки выполнения работ, уровень запасов, количество простоев и переделок.

126. Картирование потока создания ценности. Построение карты текущего состояния для ключевых процессов.

Результаты диагностики оформляются в виде отчёта, который содержит:

- описание текущей ситуации;
- выявленные проблемы и потери;
- количественные показатели;
- предварительные рекомендации по улучшениям.

Только после диагностики можно приступить к разработке плана внедрения и выбору инструментов, наиболее актуальных для конкретного проекта.

9.2. План внедрения

На основе результатов диагностики разрабатывается детальный план внедрения инструментов «lean construction» в проекте. План должен содержать конкретные мероприятия, сроки, ответственных и ожидаемые результаты.

Типовая структура плана внедрения:

127. Цели и задачи внедрения. Чёткое описание того, что должно быть достигнуто в результате внедрения (например, повышение «PPC» до 85%, сокращение простоев на 20%, внедрение ежедневных планёрок).
128. Этапы внедрения. Разбивка всего процесса на логические этапы с указанием сроков начала и окончания каждого этапа.
129. Перечень внедряемых инструментов. Определение, какие именно инструменты и в какой последовательности будут внедряться. Рекомендуется начинать с базовых инструментов («Daily Huddle», «Weekly Work Plan», «RNC») и постепенно добавлять более сложные.
130. Ресурсное обеспечение. Определение необходимых ресурсов: люди (кто будет участвовать, кто отвечать), время, финансы, оборудование, программное обеспечение.

131. Обучение. График обучения команды работе с новыми инструментами.
132. Пилотный участок. Выбор конкретного участка или бригады для первоначальной отработки методов.
133. Критерии успеха. Измеримые показатели, по которым будет оцениваться успешность внедрения на каждом этапе.
134. Риски и способы их минимизации. Анализ возможных проблем и заранее продуманные меры по их предотвращению.

Пример плана внедрения для типового строительного проекта приведён в Приложении А.

9.3. Оценка эффективности

Заключительный этап внедрения – оценка его эффективности. Необходимо не только измерить достигнутые результаты, но и сопоставить их с поставленными целями, выявить факторы успеха и области для дальнейшего улучшения.

Основные показатели эффективности внедрения «lean construction»:

135. Операционные показатели:
 - «PPC» (процент выполненных обещаний) – целевое значение 85% и выше;
 - количество зарегистрированных и снятых ограничений;
 - доля задач, включённых в недельные планы из пула готовых;
 - количество «кайдзен-предложений» от сотрудников.
136. Производственные показатели:
 - сокращение сроков строительства;
 - снижение себестоимости работ;
 - уменьшение количества дефектов и переделок;
 - снижение уровня запасов материалов.
137. Социальные показатели:

- вовлечённость персонала;
- удовлетворённость работой;
- снижение травматизма;
- улучшение взаимодействия между подразделениями.

Методы оценки:

- сравнение «до» и «после» (базовые показатели vs достигнутые);
- анализ динамики показателей во времени;
- опросы участников;
- наблюдения («Gemba Walk»);
- аудиты.

Результаты оценки оформляются в виде отчёта, который содержит:

- анализ достигнутых результатов;
- выявленные проблемы и их причины;
- рекомендации по дальнейшему улучшению;
- предложения по масштабированию успешного опыта.

Важно понимать, что внедрение «lean» – это не конечный пункт, а начало пути непрерывных улучшений. Полученные результаты становятся базой для нового цикла «PDCA».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы

В настоящем методическом пособии систематизированы теоретические основы и практические инструменты бережливого строительства («lean construction»). Проведённый анализ позволяет сделать следующие основные выводы:

138. Философия «lean», зародившаяся в производственной системе Toyota, доказала свою эффективность в строительной отрасли и получила

название «lean construction». Её ключевая идея – максимизация ценности для потребителя при одновременной минимизации потерь.

139. В мировой практике сформировался комплекс из 13 ключевых инструментов «lean construction», охватывающих все уровни управления – от стратегического до ежедневного. Однако применение этих инструментов часто носит фрагментарный характер, что снижает общую эффективность.

140. Предложенная в пособии пятиуровневая система планирования позволяет рассматривать все инструменты не изолированно, а как единый взаимосвязанный комплекс, где результаты применения одних инструментов служат входными данными для других.

141. Внедрение «lean construction» должно носить системный характер и включать диагностику текущего состояния, обучение команды, пилотный проект и масштабирование успешного опыта. Ключевым фактором успеха является вовлечённость руководства и всех участников проекта.

142. Цифровая платформа LEANCS, реализующая концепцию единого ядра данных, обеспечивает эффективную интеграцию всех инструментов и создаёт замкнутый контур управления, соответствующий циклу «PDCA».

Перспективы развития

Дальнейшее развитие представленного подхода может идти по следующим направлениям:

143. Развитие методов оценки эффективности. Разработка более тонких и точных показателей, учитывающих специфику различных видов строительных работ и организационных структур.

144. Интеграция с BIM-технологиями. Объединение данных информационного моделирования зданий с инструментами «lean construction» позволит повысить точность планирования и контроля.

145. Искусственный интеллект и предиктивная аналитика. Использование методов машинного обучения для прогнозирования рисков, выявления скрытых закономерностей и автоматического формирования рекомендаций.
146. Расширение инструментария. Включение в систему новых инструментов и методов, появляющихся в мировой практике.
147. Адаптация для различных сегментов строительства. Доработка методик с учётом специфики жилищного, промышленного, инфраструктурного строительства.

Автор выражает надежду, что настоящее пособие будет полезно руководителям строительных проектов, прорабам, lean-специалистам, а также преподавателям и студентам строительных специальностей, и внесёт свой вклад в повышение эффективности российского строительного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российский статистический ежегодник. 2024: Стат. сб. / Росстат. – М., 2024. – 345 с.
2. Стратегия развития строительной отрасли до 2030 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 31.10.2022 № 3268-р.
3. Паспорт национального проекта «Производительность труда»: утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16.
4. Отчет о реализации национального проекта «Производительность труда» за 2024 год / Министерство экономического развития РФ. – М., 2025. – 78 с.
5. Оно Т. Производственная система Toyota: уходя от массового производства / Т. Оно ; пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2012. – 208 с.

6. Синго С. Изучение производственной системы Toyota с точки зрения организации производства / С. Синго ; пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2006. – 312 с.
7. Вумек Д., Джонс Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Д. Вумек, Д. Джонс ; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – 472 с.
8. Имаи М. Кайдзен: Ключ к успеху японских компаний / М. Имаи ; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – 344 с.
9. Деминг Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Э. Деминг ; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – 432 с.
10. Liker J. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer / J. Liker. – New York: McGraw-Hill, 2004. – 330 p.
11. Koskela L. Application of the New Production Philosophy to Construction / L. Koskela // Technical Report No. 72. – Stanford: CIFE, Stanford University, 1992. – 81 p.
12. Ballard G. The Last Planner System of Production Control / G. Ballard. – Birmingham: The University of Birmingham, 2000. – 192 p.
13. Tzortzopoulos P., Kagioglou M., Koskela L. (Eds.). Lean construction: Core concepts and new frontiers / P. Tzortzopoulos, M. Kagioglou, L. Koskela. – London: Routledge, 2020. – 456 p.
14. Исикава К. Японские методы управления качеством / К. Исикава ; пер. с яп. – М.: Экономика, 1988. – 215 с.
15. Лapidус В.А. Управление строительными проектами на принципах Lean / В.А. Лapidус // Технология строительства. – 2024. – № 1. – С. 12-108.
16. Лapidус В.А., Алексанин А.А. Бережливое строительство: теория и практика / В.А. Лapidус, А.А. Алексанин // Вестник МГСУ. – 2023. – № 4. – С. 45-52.

17. Куприянова Е.А. Применение инструментов Lean в российском строительстве: проблемы и перспективы / Е.А. Куприянова // Экономика строительства. – 2024. – № 2. – С. 78-85.
18. Результаты собственных исследований автора.
19. Документация программной платформы LEANCS.