

УДК 658.7

**Кошелев Владимир Алексеевич**

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный экономический университет»

Россия, Самара<sup>1</sup>

Доцент кафедры маркетинга и логистики

Кандидат экономических наук

[Kafedra-kl@yandex.ru](mailto:Kafedra-kl@yandex.ru)

## **Управление материальными потоками в строительстве на основе концепции бережливого производства**

**Аннотация.** В статье проанализированы актуальные сегодня проблемы адаптации и практического применения современных методов управления материальными потоками в жилищном строительстве. Специфика строительного производства обуславливает необходимость изучения возможностей использования методов и инструментов логистики с целью оптимизации потоковых процессов в условиях неопределенности и рисков. Поэтому основное внимание в статье посвящено изучению возможностей внедрения концепции бережливого производства во взаимосвязи с теорией ограничений и методом шести сигм в сфере жилищного строительства.

Автором рассматриваются этапы процесса управления потоковыми процессами, содержание которых определяется в соответствии с концепцией бережливого строительства. Выявлены отличия промышленного и строительного производства с позиции реализуемости принципов концепции, произведена группировка операций в строительстве по критерию создания ценности. Характеризуя составляющие процесса управления материальными потоками, автор выделяет компоненты логистической модели управления движением материалов в строительстве, рассматривает инструменты, применяемые для планирования и организации выполнения логистических операций в жилищном строительстве. В статье представлен авторский подход, основанный на оценке возможностей внедрения концепции бережливого производства в строительстве с учетом рисков.

**Ключевые слова:** строительство; бережливое производство; шесть сигм; теория ограничений; риск-анализ; логистика; управление потоками.

---

<sup>1</sup> 443112, г. Самара, ул. Советской Армии, 141

В теории и практике менеджмента получили распространение три подхода к оптимизации бизнес-процессов – бережливое производство, шесть сигм и теория ограничений.

Концепция бережливого производства была основана на принципах менеджмента компании Тойота (Toyota) и обращает внимание на устранение любого вида потерь, т.е. базовая идея – организация производства должна быть максимально упрощена и должна исключать потери. Концепция шести сигм основана на принципах всеобщего управления качеством, базовая идея – уменьшение вариабельности процессов. Теория ограничений Э. Голдратта основана на понимании существующих в системе ограничений и возможностей их регулирования [8]. Сочетание методов шести сигм, бережливого производства и теории ограничений позволяет сформулировать концепцию рационального строительства.

Бережливое производство 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. Шесть сигм – метод выявления и устранения дефектов, ошибок и других количественно измеряемых показателей, нежелательных для потребителей. Тем самым, оба метода связаны с устранением потерь. Бережливое производство устраняет потери в ходе операционной деятельности, метод шести сигм – за счет снижения отклонений.

Для любого проекта в сфере строительства существуют три взаимообусловленных ограничения – время, объем работ, стоимость, определяющие зону реализации проекта. Если один или более факторов меняются, это отражается на других факторах, - позитивно или негативно.

*Стоимость.* Каждый проект имеет 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 временных 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. Второй важный аспект, непосредственно связанный с объемом работ, – качество, изменение которого оказывает влияние и на стоимость, и на сроки.

Интенсивность конкурентной борьбы на рынке объектов жилищного строительства возрастает по мере того, как застройщики пытаются найти новые способы сокращения затрат, даже в условиях усложнения проектов. Эксперименты с различными подходами к управлению качеством, формами партнерства обеспечивают определенные улучшения, однако это нельзя назвать формированием единой концепции. Появление концепции бережливого (lean) производства было связано с изменениями в конкурентном окружении

промышленных компаний. Подобные внешние изменения характерны также и для строительства.

Определим ряд изменений, которые являются общими для промышленного и строительного производства (табл.1):

- Нивелирование специфики посредством стандартизации, модульной координации, расширения роли подрядчиков и поставщиков;
- Сложности производства минимизируются за счет предварительной сборки, привлечения специализированных и многофункциональных команд;
- Количество временных взаимосвязей между организациями сокращается посредством перехода к долгосрочным стратегическим альянсам.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика параметров промышленного и строительного производства**

Параметры	Промышленное производство	Строительное производство
Характеристики продукции	Точно определены	Уточняются по мере выполнения работ
Организация и выполнение работ	Точно определены. План производства детализирован. Последовательность большинства задач задана, взаимосвязи проанализированы и задокументированы. Позиции определяют требуемые компетенции	Частично определены, но детали не проверены. Последовательность задач определена частично. Взаимосвязи вследствие противоречивых оценок, распределенных ресурсов определены частично. Общие профессиональные компетенции требуются для множества позиций
Сборка	Производство установленного набора объектов, для которых определено на старте процесса, как они будут использованы	Выпуск только одного продукта. Детали того, как будет реализован проект, в полной мере не известны на старте
Стратегия улучшений	Быстрое обучение в процессе первого выпуска	Быстрое обучение в процессе планирования и этапа монтажно-сборочных работ

Сравнение промышленного и строительного производства выявляет их принципиальное отличие. Промышленная продукция перемещается между рабочими участками, последовательно проходя все этапы производственного процесса. Строительная продукция не перемещается между рабочими участками, оставаясь статичной, однако рабочие участки последовательно сменяют друг друга в зависимости от вида выполняемых работ (персонал, оборудование и другие ресурсы для устройства полов — один участок; аналогичные ресурсы для монтажа систем водоснабжения и водоотведения — другой участок и т.д.). Другими словами, в промышленном производстве продукция движется через стационарные рабочие участки, а в строительстве рабочие участки — через стационарную продукцию [4].

Исследование рисков в строительном производстве показывает действие факторов, препятствующих внедрению концепции. Прежде всего, контрактные отношения в большей степени ориентированы на товары и услуги, но не на поведение и действия. В частности, возникающие потери в значительной мере обусловлены поведенческими причинами, проблемами. Вторая группа проблем заключается в кажущейся эффективности использования одних и тех же инструментов для различных функций. К примеру, может ли работа полностью координироваться в рамках графика, который обеспечен обновляемыми прогнозами, ограниченными требованиями, и может быть разделен на небольшие планы, соответствующие специфическим видам деятельности. Третья группа проблем связана с необходимостью одновременного поступления всех видов ресурсов (трудовых, технических, материальных), соблюдения допустимых погодных условий и завершения предшествующей фазы работ, что повышает вариабельность процессов и итоговых результатов как по срокам, так и по стоимости. Одновременное выполнение работ несколькими подрядчиками так же способствует расширению спектра помех.

Г. Хоуэлл и Г. Баллад приводят результаты опроса 175 менеджеров, представляющих широкий спектр строительных проектов разного размера и типов. Полученные данные свидетельствуют, что в 85% случаев менеджеры недооценивают уровень неопределенности [10]. Проблемы, о которых они не знали, были более значимыми, чем те проблемы, о которых было известно. Поэтому необходимо собирать и анализировать информацию о возникающих в системе проблемах.

Центральным положением концепции бережливого строительства 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. Бережливое производство 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 выстроить стабильную систему, улучшаемую посредством инструментов бережливого производства и шести сигм. 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.

Бережливое строительство концентрируется 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.

Применение 5S практики в строительстве способствует реализации принципов бережливого строительства 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, 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.

Уменьшение потерь в строительном производстве выражается в более предсказуемом процессе в течение меньшего периода времени. Чтобы идентифицировать потери в конкретном процессе, в первую очередь необходимо иметь точные данные о течении процесса. Для этого требуется документирование каждого процесса по принципу «как есть» перед тем, как принимать решения о внесении изменений. Чтобы воспроизвести точное отображение процесса, целесообразно начинать документирование, начиная с завершающей стадии, постепенно перемещаясь к стартовой фазе. Такой подход позволяет зафиксировать весь процесс в деталях без риска пропустить какие-либо составляющие. После того, как процесс задокументирован, строится карта потока, которая отражает взаимодействие различных участников.

Следующим этапом после создания карты является изменение процесса по принципу «как должно» с целью минимизации потерь при условии соблюдения отклонений в шесть сигм и с учетом системных ограничений. Каждый шаг следует оценить с точки зрения характера и степени влияния на процесс – добавляет ценность, способствует созданию ценности, не добавляет ценность. Первые составляющие определяются как критически значимые, поскольку они создают ценность предложения; вторые следует пересмотреть и изменить, поскольку без них невозможно реализовать шаги, создающие ценность; остальные необходимо исключить, т.к. они не создают никакой ценности для потребителей и не способствуют ее созданию (табл.2). После категоризации всех составляющих действия, не создающие ценность, должны быть исключены, в результате чего срок выполнения задач сокращается. Однако процесс оптимизации на этом не завершен, поскольку могут быть выявлены возможности оптимизации стадий, добавляющих ценность.

**Таблица 2**

**Типология операций в строительстве по критерию создания ценности**

Операции, создающие ценность	Операции, способствующие созданию ценности	Бесполезные операции
Операции базового цикла	Операции по выполнению строительно-монтажных работ Организация работы технических и транспортных средств	Некачественное выполнение работ Работы по устранению дефектов Повторное выполнение работ Ожидание поставок материалов или техники
Логистические операции	Заказ материальных ресурсов и техники Доставка материалов от поставщиков или со склада до строительного участка Перемещение материалов на площадке по потребности	Нерациональные перемещения материалов между участками Нерациональные перемещения материалов на склад вместо непосредственной доставки на участка Некомплектные поставки Поставка избыточных ресурсов
Вспомогательные операции	Анализ и учет объемов и состава строительного мусора с целью выявления видов операционных потерь	Перемещение мусора по участку, вывоз сверхнормативного объема мусора

Внедрение концепции предполагает систематическую проверку качества использования практических инструментов. Первоначально должен быть определен приоритет для каждого метода, порядок и график выполнения оценки.

Создание процесса по принципу «как должно» позволяет интегрировать новые технологии и обеспечить ту же ценность для потребителя, но с другими временными параметрами. Анализ процессов так же должен выявить задачи, которые могут выполняться синхронно, а не последовательно, тем самым формируется критический путь, охватывающий весь временной цикл проекта. Задачи, которые являются необходимыми, но не включены в критический путь, могут быть завершены параллельно с другими задачами, не увеличивая общее время цикла. Определение критического пути позволяет выявить и расширить узкие места таким образом, что они больше не создают препятствий при выполнении других задач. Идентификация узких мест является наиболее значимой задачей вследствие непосредственного влияния таких мест на общую продолжительность выполнения работ. Диаграммы Ганта способствуют мониторингу и управлению последовательностью и продолжительностью выполнения работ.

Ошибки и переделки также оказывают влияние на срок выполнения работ. После исключения лишних операций, оставшиеся операции должны быть проанализированы и изменены с целью избегания ошибок.

Важно учитывать, что ошибки не допускаются, если процесс проработан таким образом, чтобы предупредить возникновение ошибок и сопутствующих потерь. В завершение составляется финальный документ, который запускается в производство после пилотного тестирования в условиях масштабирования с целью подтверждения эффективности внесенных изменений и выявления несоответствий, которые оказались непредвиденными. После завершения тестирования, новый процесс может быть запущен.

Уровень сложности не имеет прямой зависимости от объемов финансирования. Его значение полезно для оценки опыта требуемого персонала, объема работ, необходимого уровня систематизации. В этой связи целесообразно разделять организационный, ресурсный и технический уровни сложности.

Организационный уровень сложности повышается с увеличением числа вовлеченных в процессы поставок и производства организаций и степень их интеграции. Этот уровень является достаточно высоким даже для проектов небольшого масштаба. Согласно формуле Гракуниаса, 6 организаций создают 222 взаимосвязи между различными участниками и выполняемыми ими функциями [7]. Нестандартные контракты увеличивают уровень сложности.

Ресурсный уровень сложности растет вместе с расширением масштабов проекта и разнообразием номенклатуры ресурсов.

Технический уровень сложности повышается с использованием нестандартных технологий, поскольку инновации требуют дополнительных исследований и тестирования.

Таким образом, весь процесс управления потоковыми процессами в строительстве можно разделить на следующие этапы:

1. Сбор и анализ исходной информации, оценка уровня сложности.
2. Определение потока проектных и строительно-монтажных работ.
3. Синхронизация работ.
4. Разработка карт логистических процессов.

## 5. Разработка регламентов.

На первом этапе определяется профиль каждой операции по установленным параметрам, и устанавливаются взаимосвязи между различными операциями. В качестве параметров используются: технология осуществления операции (работ), время подготовки и время выполнения, виды ресурсов и минимальные потребности в ресурсах. Параметрами взаимосвязей являются: объем материальных запасов, незавершенного строительства, выполненных работ, совместно применяемые ресурсы.

На втором этапе определяется последовательность выполнения работ, с помощью диаграмм Ганта разрабатывается график выполнения работ (формируется строительный цикл).

На этапе синхронизации с учетом имеющихся ресурсных и технологических ограничений, допустимых операционных расходов (потенциального изменения величины) устанавливаются виды работ, которые могут выполняться параллельно. Учет производительности операций производится на основе универсальной единицы измерения (к примеру, рабочий день) [4].

Следующий этап заключается в разработке логистической поддержки процессов выполнения строительного-монтажных работ. Компоненты логистической модели управления представлены в таблице 3.

Поскольку процесс является возобновляемым и с целью сокращения усилий разрабатываются инструменты поддержки администрирования и контроля передачи информации: график формирования потребности в материалах и график поставки материалов на участки.

**Таблица 3**

### **Компоненты логистической модели управления материальными потоками**

Инструмент управления	Характеристика
Координация поставок материалов	Управление моделью в течение цикла строительного-монтажных работ
План поставок	Содержит даты поставок материальных ресурсов на весь срок реализации проекта. План согласовывается координатором совместно с каждым поставщиком
Расписание заявок	Детализированная версия плана поставок на трехнедельный период. Расписание составляется координатором по согласованию с каждым подрядчиком
План поставок на участки	План содержит дневные требования в материалах по строительным участкам
Комплектные спецификации	Комплект – это комплекс материалов, требуемых для одного рабочего дня на одном строительном участке. Весь проект разделяется на комплекты. Состав каждого комплекта определяется подрядчиками. План разрабатывается совместно с поставщиком и координатором.

График формирования потребности составляется, исходя из данных о состоянии объекта, скорости выполнения работ, установленных лимитах. График поставки разрабатывается на основе графика потребности с учетом запасов на центральном и

приобъектных складах. При возникновении рискованной ситуации график корректируется с учетом изменений и временных ограничений согласно разработанному регламенту.

Составление графиков движения материалов осуществляется одновременно с проектированием системы поставок, поскольку с одной стороны, система поставок определяет возможности комплектации стройки, с другой стороны, требования к комплектации влияют на конфигурацию системы.

На заключительном этапе процесса управления потоковыми процессами разрабатываются регламенты и инструкции для персонала. Деятельность всех субъектов, участвующих в процессе производства, должна быть интегрирована таким образом, чтобы инструменты логистики были доступны каждому и использовались непрерывно, обеспечивая достижение синергического эффекта. В таблице 4 приведены инструменты, которые могут применяться для планирования и организации выполнения логистических операций в жилищном строительстве. При применении указанных инструментов важно обеспечить обратную связь с целью получения аналитической информации о состоянии процессов и оперативным внесением изменений в графики и планы в соответствии с потребностями.

**Таблица 4**

**Инструментальное обеспечение логистики строительства**

Стадия производственного цикла	Инструменты и регламенты
Проектирование	Логистическое обеспечение проекта Анализ технологических альтернатив Проектная документация
Планирование	План выполнения работ План потребности в материалах План загрузки техники План работ собственного персонала План работ подрядчиков
Материально-техническое обеспечение	Спецификации материальных ресурсов План поставок материалов на участки Регламенты на заказ и поставку материалов Требования к материалам и поставщикам Регламент на заказ техники Регламент оценки и учета материальных потерь
Выполнение работ	План выполнения работ по объектам/этажам Отчетность по производительности персонала Отчетность по использованию техники Документация по информационной системе Правила техники безопасности

В настоящее время коммерческий успех в различных сферах экономической деятельности заключается в открытом, взаимовыгодном партнерстве со всеми участниками цепей поставок, когда каждая компания стремится добавить ценность каждому процессу и не сокращает затраты без учета их влияния на функционирование системы поставок. Несмотря на целый комплекс специфических особенностей строительства, положительный опыт и достижения, имеющиеся в других сферах, могут быть применены и в строительном производстве. Поэтому крайне важное значение для эффективного применения концепции имеет качество взаимоотношений между участниками системы поставок, степень доверия и возможности координации и согласования действий, возможности информационного



обслуживания в реальном времени. Так, своевременная информация обеспечивает дополнительную ценность и выступает способом решения стратегических задач [2]. Необходимо оценить силу позиций поставщиков и подрядчиков, взаимные ограничения и выгоды, качество информационного обмена, оперативной активности и ее последствий.

Таким образом, строительство имеет сходство с промышленным производством и специфические различия, которые не позволяют в полной мере реализовать современные инструменты управления потоковыми процессами. Вместе с тем имеются возможности для оптимизации параметров логистических процессов с учетом влияния рисков факторов на основе интеграции трех концептуальных подходов: бережливого производства, шести сигм и теории ограничений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонова А.Н. Трансформация форм и методов информационного обеспечения бизнес-процессов в условиях становления неэкономии // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2012. - №4(22). – С.215-218.
2. Кириллова Л.К. Глобальная конкуренция как фактор трансформации логистических решений // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2014. - №3(113). – С.71-75.
3. Кошелев В.А. Оценка проектных затрат в строительстве с учетом рисков // Российское предпринимательство. – 2014. - №5(251). – С.63-68.
4. Черных Е.А. Применение принципа потока в бережливом строительстве // Менеджмент качества. – 2010. - №2. – с.102-121
5. Яхнеева И.В. Управление эффективностью цепей поставок с учетом профиля рисков // Российское предпринимательство. - 2013. - № 6 (228). - С. 100-106.
6. Cain Clive T. Profitable Partnering for Lean Construction. – Oxford: John Wiley & Sons. – 2008. – 256 p.
7. Construction Project Management: An Integrated Approach / Edited by Peter Fewings. – New York: Routledge. – 2013. – 624 p.
8. Dettmer William H. Goldratt's Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement. – Milwaukee: ASQ Quality Press, 1997. – 378 p.
9. Forbes Lincoln H., Ahmed Syed M. Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices. – CRC Press. – 2010. – 524 p.
10. Lean Construction / Edited by Luis Alarcon. – Rotterdam: CRC Press, 1997. – 508 p.

**Рецензент:** Носков Сергей Викторович, профессор кафедры маркетинга и логистики, ФГБОУ ВПО «Самарский государственный экономический университет».

**Vladimir Koshelev**  
Samara State University of Economics  
Russia, Samara  
[Kafedra-kl@yandex.ru](mailto:Kafedra-kl@yandex.ru)

## **Material management in construction based on lean production principles**

**Abstract.** The article discusses the problems of adaptation and practical application of materials management methods in housing construction which are increasingly important at the present day. Specific nature of construction production determines a need to explore the feasibility of using logistic tools in order to optimize the material management under risk conditions. Therefore, the focus of the article is devoted to exploring the possibilities of lean production implementation in housing construction in combination with the theory of constraints and the six sigma methodology.

The author considers the process of material management determined in accordance with concept of lean construction. In the article the differences between industrial and construction industry are revealed from the perspective of lean production principles, the operations in construction are grouped by adding value criterion. Describing the components of the material management process, the author identifies the components of logistic management model in construction; he considers the tools used for logistics planning and management in housing construction. The article describes the approach based on an assessment of capability for implementing the concept of lean production in construction under risk conditions.

**Keywords:** construction; lean production; six sigma; theory of constraints; risk analysis; logistics; material management.

## REFERENCES

1. Agafonova A.N. Transformacija form i metodov informacionnogo obespechenija biznes-processov v uslovijah stanovlenija neojekonomiki // Vektor nauki Tol'jatskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2012. - №4(22). – S.215-218.
2. Kirillova L.K. Global'naja konkurencija kak faktor transformacii logisticheskikh reshenij // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta. – 2014. - №3(113). – S.71-75.
3. Koshelev V.A. Ocenka proektnyh zatrat v stroitel'stve s uchetom riskov // Rossijskoe predprinimatel'stvo. – 2014. - №5(251). – S.63-68.
4. Chernyh E.A. Primenenie principa potoka v berezhlivom stroitel'stve // Menedzhment kachestva. – 2010. - №2. – s.102-121
5. Jahneeva I.V. Upravlenie jeffektivnost'ju cepej postavok s uchetom profilja riskov // Rossijskoe predprinimatel'stvo. - 2013. - № 6 (228). - S. 100-106.
6. Cain Clive T. Profitable Partnering for Lean Construction. – Oxford: John Wiley & Sons. – 2008. – 256 p.
7. Construction Project Management: An Integrated Approach / Edited by Peter Fewings. – New York: Routledge. – 2013. – 624 p.
8. Dettmer William H. Goldratt's Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement. – Milwaukee: ASQ Quality Press, 1997. – 378 p.
9. Forbes Lincoln H., Ahmed Syed M. Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices. – CRC Press. – 2010. – 524 p.
10. Lean Construction / Edited by Luis Alarcon. – Rotterdam: CRC Press, 1997. – 508 p.