

# Методы и критерии оценки эффективности цепей поставок в строительстве

## Methods and Criteria for Assessing the Efficiency of Supply Chains in Construction

DOI 10.12737/2306-627X-2025-14-3-83-91      Получено: 22 августа 2025 г. / Одобрено: 28 августа 2025 г. / Опубликовано: 25 сентября 2025 г.

**Теренина И.В.**  
Д-р экон. наук, профессор, ФГБОУ ВО  
«Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»,  
г. Ростов-на-Дону

**Terenina I.V.**  
Doctor of Economic Sciences, Professor,  
Rostov State University of Economics,  
Rostov-on-Don

**Проценко И.О.**  
Д-р экон. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российская академия народного  
хозяйства и государственной службы при Президенте Российской  
Федерации», г. Москва  
e-mail: io@ranepa.ru

**Protsenko I.O.**  
Doctor of Economic Sciences, Professor, Russian Presidential Academy  
of National Economy and Public Administration,  
Moscow  
e-mail: io@ranepa.ru

**Аннотация**  
В статье рассмотрены научные подходы и методы управления цепями поставок в строительстве, особенности и сложности в управлении цепями поставок, а также критерии оценки эффективности ЦП в строительстве, которые важно учитывать как в процессе контроля и принятия решений по поставкам продукции.  
**Ключевые слова:** управление цепями поставок в строительстве, системы организации поставок в строительстве, факторы, методы и критерии эффективности цепей поставок в строительстве.

**Abstract**  
The article examines scientific approaches and methods of supply chain management in construction, features and difficulties in supply chain management, as well as criteria for assessing the effectiveness of the supply chain in construction, which are important to consider both in the process of control and decision-making on product deliveries.  
**Keywords:** supply chain management in construction, supply chain management systems in construction, factors, methods and criteria the efficiency of supply chains efficiency in construction.

### ВВЕДЕНИЕ

Логистика как интегрированный инструмент оптимизации ресурсов при управлении материальными и сопутствующими потоками является не только драйвером, но также координатором участников ЦП, важным связующим звеном по управлению бизнес-процессов, операционной деятельностью, разработке и принятию стратегических решений в управлении цепями поставок. Стохастическая экономическая среда, финансовая неустойчивость мирового рынка, санкции и многие другие факторы влияют на надежность, устойчивость цепей поставок в разных отраслях и сферах деятельности экономики. Одновременно активно развивающийся процесс цифровизации в логистике и управлении цепями поставок ставит непростые задачи в научно-практической среде по поиску, разработке и применению разных подходов, методов для организации стабильных поставок, качественного логистического сервиса; применения IoT, искусственного интеллекта, цифровых двойников для развития эффективного бизнеса и повышения конкурентоспособности участников ЦП.

В последние годы в связи со сломом существующих логистических цепочек, зависимость промышленности, торговли, строительства и др. отраслей от

организации логистических бизнес-процессов, в частности, инструментария логистики и УЦП резко возросла. Традиционно решаемые логистические задачи и проблемы, связанные с генерированием, поглощением и преобразованием материальных, финансовых, информационных, сервисных и трудовых потоков, дополнились задачами оптимизации затрат по управлению этими потоками по всей интегрированной цепочке добавленной стоимости.

В настоящее время в научной среде отсутствует единое мнение в области методов, способов и направлений оптимизации цепей поставок, а также критериев оценки их эффективности и устойчивости.

Теоретико-методологическая основа формирования эффективных цепей поставок заложена в трудах таких отечественных ученых, как Аникин Б.А., [1] Афанасенко И.Д., Борисова В.В.[2], Дыбская В.И.[13], Иванов Д.А. [3], Проценко И.О. [5, 7], Пузанова И.А. [8], Сергеева В.И. [12], Щербакова В.В. [6].

Д.А. Иванов в работе «Управление цепями поставок» [3] выделил пять направлений оценки эффективности управления цепями поставок: результативность (достижение поставленных целей), производительность (степень достижения постав-

ленных целей), эффективность (достижение целей с минимальными затратами ресурсов), потенциальная эффективность (определяется перед управлением цепями поставок), реальная эффективность (достигается через обеспечение устойчивости цепей поставок). Нам представляется, что эти научно-практические оценки не обеспечивают комплексного подхода к управлению цепями поставок.

В настоящее время в научной среде отсутствует единое мнение в области методов, способов и направлений оптимизации цепей поставок, а также критериев оценки их эффективности и устойчивости.

Большой вклад в изучение сущности и обоснование структуры системы управления цепями поставок внесли Тяпухин А.П., Коловертнова М.Ю., Тарасенко Е.А. [11] в работе «Система управления цепями поставок: сущность и методический подход к формированию», в которой обосновали сущность понятия «управление цепями поставок»; разработали классификацию системы и подсистем управления цепями поставок и предложили алгоритм формирования системы управления цепями поставок.

Ананд К.Р., Рамалингаия, Партибан П. [14] в работе «Оценка факторов экологичности цепочки поставок с использованием DEMATEL» [16] большое внимание уделили исследованию факторов, учет которых в цепочках поставок приводит к снижению нагрузки на окружающую среду. Авторы исследования использовали многокритериальный инструмент для принятия решений, который способен преобразовывать качественные данные в количественные результаты. Однако эмпирические исследования дают различные результаты, которые трудно экстраполировать на цепочки поставок в других случаях, других странах, регионах, отраслях.

Джордж Дж. и Пиллаи В.М. [17] отмечали, что в современном мире конкуренция ведется не между компаниями, а между цепочками поставок. Сравнение показателей эффективности цепочек поставок помогает выявить наиболее эффективные цепочки поставок. Ими был выполнен обзор литературы, включающий более 50 источников, который позволил выявить факторы, оказывающие влияние на эффективность цепочек поставок. Среди них выделены структура цепочки поставок, политика управления запасами, обмен информацией, потребительский спрос, методы прогнозирования, время выполнения заказа и продолжительность периода проверки. Оптимальный выбор параметров этих факторов повышает эффективность цепочки поставок.

Хендсон Пимента и Питер Болл [15] в работе «Анализ практики обеспечения экологической устойчивости в рамках управления восходящими

цепочками поставок» основное внимание уделили деятельности по управлению цепочками поставок, которая обычно отвечает за распространение практик экологической устойчивости. Авторы доказали, что мероприятия по SCM на стадии разработки лучше планировать с учетом характеристик продуктов и процессов, главным образом с точки зрения экологических аспектов затрат и результатов. Они сгруппировали эти факторы по трем основным направлениям: управление закупками (13 факторов), оценка эффективности (7 факторов) и коммуникации в цепи поставок (25 факторов).

В результате исследования авторы делают вывод, что экологичное производство и экологичная логистика создают основу для формирования устойчивых цепочек поставок, способных решать задачи бизнеса и снижать негативное воздействие на окружающую среду.

Чакраборти А., Аль-Амин М., Балдаччи [9] в работе «Анализ внутренних факторов управления экологичными цепочками поставок: Интерпретирующий подход к структурному моделированию» исследуют факторы внутренней среды цепей поставок. Авторы разработали алгоритм анализа факторов, влияющих на эффективность функционирования цепочек поставок. Среди выявленных факторов: хранение и управление материалами, управление возвратными потоками, коммуникации с поставщиками, применение передовых технологий и ИТ инструментов, приоритет они отдали намерениям руководства достичь эффективного функционирования цепочек поставок.

Следует отметить, что строительство как отрасль имеет свои особенности и отличия от других отраслей экономики, поэтому формирование цепей поставок в строительстве и оценка их эффективности также имеет специфические особенности. Вопросы управления цепями поставок в строительстве исследовали такие российские ученые, как Симионова Н.Е., Кириченко Д.А., [9] Литвина Д.Б., [4], Теренина И.В. [10].

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Мы исследовали и использовали следующие научные методы: общенаучные (анализ, синтез, классификации, абстрагирования), теоретические (системный подход и сравнительный анализ), эмпирические (наблюдение, измерение, контент-анализ), математико-статистические (факторный и кластерный анализы), экономические (экстраполяции, расчетно-аналитический, ресурсный, точки безубыточности, функционально-стоимостного, ABC анализа), экспертные (методы Дельфи, мозгового штурма, ранжирования, морфологический, синтетический) и

Таблица 1

Экономические методы оценки эффективности функционирования цепочек поставок в строительстве

№ п/п	Наименование метода	Сущность	Решаемые задачи	Недостатки
1	Метод экстраполяции	Перенос тенденций развития производства за прошлые периоды на планируемый	<ul style="list-style-type: none"><li>• прогнозирование;</li><li>• формирование гипотез</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ограниченная область применения;</li><li>• резкие изменения временного ряда ограничивают сферу использования;</li><li>• невозможность применения в условиях динамичной среды;</li><li>• необходимость наличия точной и достоверной статистической информации.</li></ul>
2	Расчетно-аналитический метод	Установление количественного влияния каждого конкретного вида ресурса или их совокупности на расчетную величину	<ul style="list-style-type: none"><li>• анализ и планирование прибыли, рентабельности и т.д.</li><li>• прогнозирование характеристик функционирования системы на основе базовых параметров;</li><li>• анализ экономической деятельности предприятия;</li><li>• моделирование состояния архитектуры организации.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Трудоёмкость.</li><li>• Зависимость точности прогнозов от качества исходных данных и правильности выбранных моделей и допущений.</li><li>• Трудности применения в условиях высокой неопределённости</li></ul>
3	Ресурсный метод	Базируется на системном подходе к определению затрат, необходимых для производства продукции	Максимальная точность в определении затрат на себестоимость	<ul style="list-style-type: none"><li>• Высокая трудоёмкость расчётов.</li><li>• Сложности с учётом всех возможных ресурсов и их стоимости.</li><li>• Недостаток специалистов соответствующей квалификации.</li><li>• Сложности получения данных по ресурсам, необходимых для проведения расчёта ресурсным методом.</li></ul>
4	Метод точки безубыточности	Показывает, при каком объеме производства затраты на производство равны полученным доходам	<ul style="list-style-type: none"><li>• Определение безубыточности функционирования системы и целесообразности производства продукции;</li><li>• Размещение элементов инфраструктуры</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Вероятность погрешности.</li><li>• Сложности с разграничением постоянных и переменных расходов.</li><li>• Искажение результатов из-за некоторых допущений (например, предположение о неизменности цен, переменных затрат на единицу продукции и общих постоянных затрат).</li><li>• Игнорирование качественных факторов</li></ul>
5	Функционально-стоимостной анализ	<ul style="list-style-type: none"><li>• Системное исследование функций объекта.</li><li>• Выявление системообразующих функций исследуемого объекта, определение функциональной структуры объекта, значимости и стоимости отдельных функций, разработка рекомендаций по изменению логистического процесса</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• снижение затрат;</li><li>• проектирование объектов и закупки материалов;</li><li>• улучшение стоимостных характеристик материального потока;</li><li>• оценки процессов оформления заказов в логистической системе;</li><li>• формирование стоимостных характеристик;</li><li>• анализ и оптимизация выполняемых функций</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• излишняя детализация;</li><li>• сложность модели;</li><li>• сложности получения качественной информации об объекте;</li><li>• наличие специальных программных средств;</li><li>• необходимость изменения модели в связи с изменениями внешней и внутренней сред</li></ul>
6	Система сбалансированных показателей в цепях поставок	Комплексная оценка бизнес-процессов в цепях поставок	<ul style="list-style-type: none"><li>• Разработка стратегий.</li><li>• Планирование.</li><li>• Координация деятельности участников ЦП через систему показателей</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• отсутствие связи между процессами и конечными целями ЦП;</li><li>• разрыв связей в деятельности всех участников ЦП на разных уровнях управления;</li><li>• проблемы в инвестировании строительного объекта участниками ЦП</li></ul>
7	ТСО/Совокупная стоимость владения	Совокупная оценка владения и эксплуатации строительного объекта/СО на протяжении его жизненного цикла	<ul style="list-style-type: none"><li>• планирование</li><li>• анализ эффективности затрат</li><li>• снижение рисков</li><li>• контроль и учет расходов</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• проблемы в прогнозировании из-за нестабильности рынка;</li><li>• проблема в доступности и точности данных;</li><li>• сложности в поиске компромиссов между участниками</li></ul>

др. Более подробно описание решаемых задач, ограничения в их применении, недостатки представлены в таблицах 1, 2, 3.

Экономические методы используются для анализа эффективности функционирования цепей по-

ставок, бизнес-процессов, управления ресурсами и тому подобное. Они применяются во всех отраслях экономики и характеризуются объективностью, измеримостью, сравнимостью, универсальностью, прогнозируемостью. К сожалению, они не могут от-

ветить на все вопросы, касающиеся оценки эффективности функционирования ЦП, так как им присущи некоторые недостатки и ограничения. В частности, зависимость от достоверности и полноты исходных данных, им присуще некоторое упрощение реальности, характерное для всех методов, использующих модели для изучения реальных объектов, зачастую эти методы требуют сложных расчетов, и как следствие, возникает потребность в квалифицированных специалистах и программном обеспечении, и наконец, отсутствует возможность учитывать неэкономические факторы, такие как репутационные риски, экологические последствия и др.

Экспертные методы базируются на качественной оценке параметров. Они являются единственно возможной альтернативой или дополнением экономическим методам в условиях неопределенности, недостатка данных или в других уникальных ситуациях. Безусловными достоинствами этих методов являются гибкость, анализ факторов неэкономического характера, скорость выполнения, адаптивность, возможность находить нестандартные решения. Тем не менее, они не лишены некоторых недостатков, таких как квалификация и субъективность экспертов, сложность организации, невозможность транслировать на повторяющиеся процессы.

Таблица 2

## Экспертные методы анализа эффективности функционирования цепочек поставок в строительстве

№ п/п	Наименование метода	Сущность	Решаемые задачи	Недостатки
1	Метод Дельфи	Структурированный процесс для получения согласованного мнения, в результате обсуждения с контролируемой обратной связью	<ul style="list-style-type: none"> <li>• управление проектами;</li> <li>• стратегическое планирование и прогнозирование;</li> <li>• упорядочение проблем;</li> <li>• оценка информации;</li> <li>• прогноз и оценка логистических процессов;</li> <li>• оценка эффективности функционирования логистических систем</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Большие временные затраты;</li> <li>• Высокие требования к квалификации экспертов;</li> <li>• Сложно сохранить анонимность обсуждения (риск группового мышления);</li> <li>• Высокие требования к дисциплине и самоорганизации</li> </ul>
2	Метод мозгового штурма	Мобилизация интеллектуального потенциала системы и стимулирование творческой активности участников. Оперативное решение проблем	Генерация новых идей. Решение нестандартных проблем. Разработка стратегий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сложно генерировать нестандартные, эффективные решения;</li> <li>• необходимость критического анализа;</li> <li>• хаотичность процесса, отсутствие структуры;</li> <li>• не подходит для сложных аналитических задач</li> </ul>
3	Ранжирование	Обеспечивает структурирование системы по одному или нескольким признакам	Обеспечивает оценку значимости того или иного фактора; анализ рисков, оптимизацию использования ресурсов, выбор наиболее эффективных звеньев ЦП	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Субъективность;</li> <li>• превалирование качественной оценки, сложность трансформации качественной оценки в количественную;</li> <li>• сложность использования при большом количестве элементов, а также выбор наиболее важных элементов</li> </ul>
4	Морфологический	Анализ системы по ключевым параметрам, определение возможных вариантов реализации для каждого параметра, построение морфологической матрицы и выбор оптимального решения. Эффективен для комплексного анализа, но требует структурированного подхода и дополнения другими элементами	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проектирование и оптимизация ЦП;</li> <li>• управление рисками;</li> <li>• инновационные решения;</li> <li>• снижение издержек</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сложность вычислений и трудоемкость анализа;</li> <li>• субъективность в выборе параметров</li> </ul>
5		Базируется на интеграции (аналитика больших данных, ИИ, машинное обучение, теория игр) и синтезе данных, моделей и процессов для оптимизации управления материальными, информационными, финансовыми, сервисными и трудовыми потоками	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прогнозирование спроса;</li> <li>• управление запасами;</li> <li>• управление рисками;</li> <li>• повышение гибкости и устойчивости ЦП</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сложность внедрения;</li> <li>• дорогостоящие технологии;</li> <li>• недостаток квалифицированных кадров;</li> <li>• в условиях высокой неопределенности рынка точность прогнозов может падать</li> </ul>

Таблица 3

Другие методы оценки эффективности функционирования цепочек поставок в строительстве

№ п/п	Наименование метода	Сущность	Решаемые задачи	Недостатки
Методы многокритериальной оптимизации				
1	Анализ иерархий	Декомпозиция проблемы на уровни, парные сравнения, назначение весов, проверка согласованности	<ul style="list-style-type: none"><li>Выбор поставщиков;</li><li>оптимизация маршрутов;</li><li>управление запасами;</li><li>управление рисками;</li><li>выбор инвестиционного решения.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Субъективность оценок;</li><li>трудоемкость при большом количестве критериев;</li><li>сложность применения для больших систем;</li><li>высокая чувствительность к изменениям</li></ul>
3	Метод взвешенных критериев	Альтернативные решения оцениваются по нескольким критериям с учетом их относительной важности (весов)	<ul style="list-style-type: none"><li>Выбор поставщиков;</li><li>оптимизация маршрутов;</li><li>управление запасами;</li><li>управление рисками;</li><li>выбор инвестиционного решения.</li></ul> Преимущества метода: простота, гибкость, наглядность, учет субъективных факторов	<ul style="list-style-type: none"><li>Линейность оценки;</li><li>возможны логические противоречия (нет проверки на согласованность);</li><li>чувствительность к шкале критериев</li></ul>
4	TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) – выбор альтернатив, наиболее близких к идеальному решению	Основан на принципе компромисса: лучший вариант должен минимизировать расстояние до «наилучшего» и максимизировать расстояние до «наихудшего результата»	<ul style="list-style-type: none"><li>Выбор поставщиков;</li><li>оптимизация маршрутов;</li><li>управление запасами;</li><li>оценка устойчивости ЦП (анализ рисков)</li></ul> Преимущества: объективность, гибкость, масштабируемость, интуитивно понятная логика	<ul style="list-style-type: none"><li>Чувствительность к весам;</li><li>проблема равномерного распределения;</li><li>не учитывает взаимосвязи критериев</li></ul>
Методы машинного обучения				
5	Кластеризация данных	Кластеризация метод машинного обучения, который позволяет автоматически группировать объекты в кластеры на основе их схожести. В УЦП этот метод помогает выявлять скрытые закономерности и оптимизировать процессы.	<ul style="list-style-type: none"><li>Сегментация клиентов и поставщиков;</li><li>оптимизация ассортимента;</li><li>управление рисками;</li><li>адаптация условий сотрудничества для различных категорий поставщиков</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Низкое качество исходных данных;</li><li>зависимость от выбранных параметров</li></ul>
6	Прогнозное моделирование	Прогнозное моделирование – это инструмент предсказания будущих событий или тенденций на основе исторических и текущих данных. Оно включает: анализ закономерностей, построение моделей, верификацию прогнозов	<ul style="list-style-type: none"><li>Прогнозирование спроса;</li><li>планирование поставок;</li><li>управление ресурсами;</li><li>финансовое планирование;</li><li>анализ рисков</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Зависимость от исходных данных;</li><li>сложность учета непредсказуемых событий;</li><li>ограниченность моделей;</li><li>необходимость больших вычислительных ресурсов;</li><li>сложность интерпретации полученных результатов;</li><li>высокие затраты на внедрение</li></ul>
Сценарный анализ и имитационное моделирование				
7	Монте-Карло	Численный метод, базирующийся на статистическом моделировании величин для анализа сложных систем. В нашем случае для прогнозирования спроса и оценки риска в ЦП	<ul style="list-style-type: none"><li>Прогнозирование спроса;</li><li>оптимизация запасов;</li><li>управление рисками в ЦП;</li><li>финансовое моделирование;</li><li>прогнозирование загрузки производства при нестабильном спросе</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Сложность вычислений;</li><li>высокая зависимость от качества исходной информации;</li><li>сложность интерпретации;</li><li>плохо адаптирован к резким, непредсказуемым изменениям внешней среды</li></ul>
8	Динамическое моделирование	Динамическое моделирование позволяет анализировать поведение системы в разные моменты времени, учитывая накопленные изменения и обратные связи. Преимущества динамического моделирования в УЦП: <ul style="list-style-type: none"><li>адаптация к изменениям в реальном времени;</li><li>наглядное представление процессов (например, через AnyLogic, Simul8);</li><li>проверка стратегий на стадии разработки</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Оптимизация производственных мощностей;</li><li>прогнозирование узких мест в производстве;</li><li>минимизация издержек хранения;</li><li>оптимальное планирование поставок сырья;</li><li>планирование производства;</li><li>прогнозирование и анализ рисков;</li><li>повышение эффективности ЦП</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Высокая сложность реализации;</li><li>трудности получения корректных исходных данных;</li><li>невысокий уровень прогнозирования (модели не могут учитывать все внешние факторы, а также могут устаревать из-за изменений в технологии или конкурентных условий);</li><li>субъективность интерпретации</li></ul>

Рассмотренные в таблице 3 методы относятся к методам системного анализа и используются для решения сложных задач в условиях неопределенности, множественности критериев и больших объемов данных.

Методологическими недостатками данных методов являются субъективность выбора алгоритма проведения анализа, сложность интерпретации, игнорирование контекста, сложность вычислений и некоторых других.

Множество факторов, влияющих на эффективность цепей поставок, и необходимость их идентификации и измерения требуют использования адекватных методов формирования и отбора критериев. Для эффективного управления цепями поставок необходимо системно идентифицировать ключевые факторы, комбинировать методы и регулярно оценивать адекватность используемой модели из-за высокой изменчивости внешней среды.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Управление цепями поставок строительного комплекса ставит сложные задачи по оптимизации затрат на всех стадиях движения потоков, качеству услуг и продукции в процессе строительства, получению максимальной прибыли и повышению эффективности бизнес-процессов в ЦП.

Так как в настоящий момент в экономической литературе отсутствует единство мнений в определении понятия и сущности цепей поставок, в частности, цепей поставок строительного комплекса и строительной отрасли, не определен их состав и структура, часто понятия «цепь поставок» и «логистическая цепь» рассматриваются как однородные. Выскажем свою точку зрения по этому поводу.

Цепь поставок в строительстве представляет собой совокупность организаций, процессов и ресурсов, обеспечивающих эффективное взаимодействие всех участников строительного процесса в рамках создания готового объекта недвижимости. Взаимодействие и координация всех участников интегрированного процесса в ЦП, а именно поставщиков, подрядчиков, субподрядчиков, логистических компаний, заказчиков и инвесторов базируется на решении общих задач с учетом особенностей ЦП в строительстве. Особенности в управлении ЦП в строительстве связаны с большим количеством участников данного процесса, зависимостью от сроков строительства и графика поставок, учетом рисков поставок, цен на продукции и пр., логистическими проблемами по организации поставок.

А целью УЦП в строительстве является оптимизация затрат на всех стадиях управленческого процесса, качество выполняемых работ, инновационные

технологии, получение прибыли каждым из участников цепи, что в конечном счете обеспечивает эффективное функционирование ЦП.

Цепи поставок в строительстве обладают рядом существенных отличий, обусловленных спецификой строительного производства.

В первую очередь — это территориальная закреплённость объектов, зависимость от природно-климатических условий, высокая материалоемкость и трудоемкость, длительность производственного цикла, а также высокая стоимость готовой строительной продукции. Во-вторых, это подвижность орудий и средств труда, бригадная форма организации труда, высокий уровень физического и морального износа транспортных средств, машин и механизмов, недостаток складских помещений и общий низкий уровень инфраструктуры строительного производства.

Цепи поставок в строительстве могут быть разные по сложности и составу участников в зависимости от особенностей, объемов и структуры проекта, требований по срокам, качеству, объему строительных работ, продукции и услуг, а также организации системы поставок. Как известно, выделяют следующие основные системы поставок в строительстве.

1. Традиционная система, при которой материалы закупает заказчик или генподрядчик и предоставляет их подрядчику, который выполняет необходимые работы. При данной системе заказчик имеет свободу выбора поставщиков материалов и услуг, контролирует качество материалов. Рисковой составляющей в данной системе являются срывы или задержки поставок, трудности в организации логистики

2. Поставка «под ключ», при которой заказчик самостоятельно принимает решение о закупке материалов и выполняет работы. Примерами являются система Design & Build (D&B) и EPC-контракты. Особенности такой системы поставок являются централизация ответственности, соблюдение сроков и их контроль со стороны подрядчика с учетом рисков для заказчика: снижение контроля при одновременном повышении стоимости строительного объекта.

3. Система «Управляемые поставки» (Construction Management) строится на координации закупок и поставок менеджером строительства объекта. Данная система используется при необходимости организации взаимодействия с большим количеством субподрядчиков. При эффективной организации данной системы ее плюсами являются гибкость, адаптивность и оптимизация затрат в ЦП.

4. Система на принципах логистического аутсорсинга — передача третьему лицу, компании комплекса услуг по закупкам, хранению и организации

поставок. Система эффективна в том случае, если третья сторона обеспечивает качественные услуги, оптимизирует затраты и управляет ЦП. Но такая система требует анализа таких рисков, как финансовые, логистические, информационные, технологические.

На выбор способа поставок влияют критерии, состав которых может быть разным в зависимости от приоритетов, внутренних и внешних факторов, например, сроки строительства, объемы и масштабы проекта, бюджет, требования по качеству, экологичность и др.

Основными способами поставок являются следующие:

- централизованные при закупке и поставке единым пакетом одновременно для нескольких объектов;
- децентрализованные, при которых подрядчики самостоятельно закупают материалы;
- прямые поставки от поставщика-производителя больших объемов, что упрощает логистику, при соблюдении, гарантии качества;
- Just-in-Time/Точно в срок — поставка на строительный объект в соответствии с графиком работ. Риски срыва поставок и несоблюдения сроков высоки;
- через дистрибьюторов и дилеров, закупка у официальных поставщиков, что обеспечивает гибкость и мобильность, качество сервиса;
- франчайзинговые и складские программы на основе взаимодействия с сетевыми поставщиками, дают преимущества по срокам поставок и качеству продукции.

Выбор системы поставок может предполагать свой состав критериев оценки эффективности ЦП. В общем плане выделим наиболее важные, на наш взгляд, критерии оценки эффективности ЦП в строительстве.

Рассчитать количественно показатель надежности цепи поставок строительной продукции практически невозможно, по причине неадекватности математических моделей, большого количества исходных данных, трудности их получения, сложности расчетов, отсутствия апробированного методологического аппарата и т.д.

Финансовое состояние участника цепи поставок является ключевым фактором, определяющим не только его устойчивость, но и общую эффективность всей системы. Устойчивое финансовое здоровье позволяет компании оперативно реагировать на рыночные изменения, инвестировать в новые технологии и расширять ассортимент предлагаемых товаров и услуг.

Важно учитывать, что финансовое состояние зависит от множества факторов: ликвидности, рентабельности, уровня задолженности, а также способности генерировать денежные потоки. Анализ этих показателей помогает выявить узкие места и риски, угрожающие стабильности этой компании.

Взаимодействие с другими участниками цепи поставок также накладывает отпечаток на финансовое состояние: долгосрочные контракты и партнерства могут способствовать снижению затрат, тогда как краткосрочные сделки часто несут в себе высокие риски. Кроме того, внимание к вопросам кредитоспособности поставщиков и клиентов позволяет минимизировать вероятность финансовых потерь.

Таким образом, всесторонний анализ финансового состояния снабженцев, дистрибьюторов и конечных потребителей становится необходимым условием для построения эффективной и устойчивой цепи поставок.

## ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка эффективности цепей поставок в строительстве осложнена из-за высокой динамичности строительных проектов, большого количества участников цепи поставок, нестабильности внешней среды, сложности отбора критериев для формирования оптимальной оценки функционирования цепей поставок.

Множество факторов, влияющих на эффективность функционирования ЦП, а также динамично меняющаяся внешняя среда создают необходимость разработки механизма выбора адекватных критериев оценки эффективности цепей поставок.

Эффективность и гибкость функционирования ЦП также связана и зависит от перераспределения прибыли между участниками ЦП. Если падает прибыль в самом слабом звене, это ведет к снижению эффективности всей цепочки поставок.

Для повышения эффективности функционирования цепей поставок в строительстве необходимо комбинировать количественные и качественные методы оценки, внедрять цифровые инструменты (BIM, IoT, big data) и обеспечивать координацию между всеми участниками технологического процесса.

Необходимо также отметить, что независимо от выбора системы организации поставок и структуры ЦП важное значение имеет управление рисками в ЦП. В данном исследовании не рассматриваются виды рисков, их классификация относительно выбора систем поставок и структуры ЦП, так как это самостоятельное и важное направление в УЦП.

Таблица 4

Критерии оценки эффективности цепей поставок

№ п/п	Наименование критерия	Характеристика и описание критерия	Измеряется
Логистические показатели в ЦП			
1	Надежность	Свойство системы, или элемента системы сохранять во времени, и в значении заданных параметров свои свойства, обеспечивающие возможность реализовывать свои функции в рамках поставленной задачи	Качественные показатели: безотказность, безопасность, доступность, долговечность
2	Уровень качества логистического сервиса	Комплексная относительная характеристика, определяемая путем сравнения фактических значений показателей с нормативными/плановыми. Использование современных технологий; квалификация персонала, организация бизнес-процессов, характеристика и качество сырья и материалов, и т.д.	KPI логистического сервиса: %
3	Условия расчетов	Согласованные надлежащим образом и оформленные договором, условия расчетов за поставленную продукцию и оказанные услуги между участниками цепи поставок	Качественный показатель. Соблюдение сроков и порядка оплаты за полученные товары и оказанные услуги
4	Возможность внеплановых поставок	Оценка вероятности возникновения нештатных ситуаций, требующих внеплановых поставок	Вероятностная оценка критерия
5	Оборачиваемость запасов на складе участника цепи поставок	Характеризует скорость, с которой средний запас преобразуется в денежные средства на складе участников цепи поставки	Период оборачиваемости, коэффициент оборачиваемости
6	Использование производственных мощностей	Характеризуется использованием производственного потенциала. Эффективное использование производственных мощностей способствует снижению себестоимости, а следовательно, росту конкурентоспособности предприятия	Коэффициент экстенсивного и интенсивного использования; коэффициент сменности оборудования, загрузки оборудования; интегральный коэффициент использования мощностей
7	Доля заказов, выполненных в срок	Отношения числа заказов, выполненных в срок, к общему числу заказов	Показатель – количественный, %
8	Общее число дней пребывания запаса в цепи поставок	Число дней нахождения запасов внутри цепи поставок	Показатель количественный, дни
9	Уровень брака	Количество материально-технических ресурсов, находящихся в цепи поставок имеют дефекты, которые нельзя или нецелесообразно устранить	Отношение количества брака к общему количеству товаров в цепи поставок, %
10	Продолжительность цикла заказа	Показывает, сколько времени необходимо для продвижения материального потока по цепи поставок	Количественный показатель, дни, часы
11	Доля транспортных затрат	Доля транспортных затрат в общих затратах по продвижению материального потока в цепи поставок	Отношение стоимости экономических ресурсов, связанных с перемещением материальных ресурсов, к общим затратам в цепи поставок, %
12	Доля складских затрат	Доля складских расходов по обеспечению хранения, обслуживания, затрат на инвентарный риск и др.	Отношение стоимости затрат на хранение, обработку и обслуживание материальных ресурсов к общим затратам в ЦП, %.
13	Скорость прохождения материального потока	Соответствие скорости прохождения материального потока по цепи поставки от начального звена до конечного в соответствии с заданным значением	Единицы времени, дни, недели, месяцы
14	Гибкость цепи поставок	Способность цепи поставок адаптироваться к изменениям во внешней и внутренней среде	Качественный показатель, экспертная оценка по балльной шкале
Финансовые показатели			
15	Период окупаемости	Это период времени, по истечении которого затраты на реализацию проекта покрываются полученной прибылью	Единицы времени: месяцы, годы
16	Финансовое состояние участника цепи поставок	Обеспечивает возможность оперативно реагировать на рыночные изменения, инвестировать в новые технологии, расширять ассортимент работ и услуг	Ликвидность, рентабельность, финансовая устойчивость, платежеспособность
17	Индекс доходности	Показывает долю прибыли в инвестиционных вложениях. Отношение дисконтированной суммарной стоимости прогнозируемых поступлений (чистый денежный поток) к стоимости объекта/объема вложений	Доля единицы
18	Норма доходности	Равна процентной ставке, при которой чистая прибыль от проекта равна нулю при сохранении условий сделки	Измеряется в %
19	Чистая приведенная стоимость	Финансовый показатель, который показывает будущий ожидаемый доход в ЦП	В денежном выражении



## Литература

1. Аникин Б.А. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика : учебно-методическое пособие / Б.А. Аникин. – Москва : Проспект, [б. г.]. – Часть 1 – 2015. – 344 с. – ISBN 978-5-392-16343-4.
2. Афанасенко И.Д. Логистика в системе совокупного знания : монография / И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 169 с. – (Научная мысль). – DOI 10.12737/1521266. – ISBN 978-5-16-017020-6.
3. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010 г. 660 с
4. Литвина Д.Б., Теренина И.В. Особенности взаимодействия концепции «Логистики» и «Управления цепями поставок» в строительстве // ИВД. 2012. №4-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vzaimodeystviya-kontseptsii-logistiki-i-upravleniya-tsepyami-postavok-v-stroitelstve> (дата обращения: 02.05.2025).
5. Логистика и управление цепями поставок - взгляд в будущее [Текст] макроэкономический аспект /О.Д.Проценко, И.О. Проценко; Российская акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Российской Федерации.
6. Логистика: учебник для вузов / под редакцией В.В.Щербакова. – 2-е изд., перераб. и доп.– Москва: Юрайт, 2025.– 252с.– (Высшее образование).– ISBN 978-5-534-06792-7
7. Проценко И.О. Концепция управления цепью поставок и потенциалы преимущества с позиции интегрального менеджмента / И.О. Проценко // Российское предпринимательство. – 2006. – Т. 7, № 1. – С. 69-72.
8. Пузанова И.А. Интегрированное планирование цепей поставок // Управление. 2015. №2 (8). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integrirovannoe-planirovanie-tsepey-postavok> (дата обращения: 02.05.2025).
9. Симионова Н.Е., Кириченко Д.А. Эффективность цепей поставок: подсистемы, процессы, показатели // Экономика строительства. 2021. №2 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-tsepey-postavok-podsistemy-protsestry-pokazately> (дата обращения: 24.04.2025)
10. Теренина И.В. Управление цепями поставок путем создания виртуальных предприятий в строительном комплексе // Российское предпринимательство. 2006. №7.
11. Тяпухин А.П., Коловертнова М.Ю., Тарасенко Е.А. Система управления цепями поставок: сущность и методический подход к формированию // Вестник евразийской науки. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-upravleniya-tsepyami-postavok-suschnost-i-metodicheskii-podhod-k-formirovaniyu> (дата обращения: 21.06.2025).
12. Управление цепями поставок в цифровой экономике: учебник для вузов/ под общей редакцией В.И.Сергеева.– Москва: Юрайт, 2025.– 1005с.– (Высшее образование).– ISBN 978-5-534-19672-6.
13. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналитический обзор [Текст] / В.В. Дыбская, В.И. Сергеев, Н.Н. Лычкина и др. ; под общ. и науч. ред. В.И. Сергеева; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. – 190, [2] с. – 500 экз. – ISBN 978-5-7598-2348-3 (в обл.). – ISBN 978-5-7598-2243-1 (e-book).
14. Anand K.R., Ramalingaiah, Parthiban P. Evaluation of green supply chain factors using DEMATEL // Applied Mechanics and Materials. 2014, vol. 592-594, pp. 2619-2627. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM. 592-594.2619.
15. Chakraborty A., Al Amin M., Baldacci R. Analysis of internal factors of green supply chain management: An interpretive structural modeling approach // Cleaner Logistics and Supply Chain. 2023, vol. 7, p. 100099. DOI: 10.1016/j.clscn.2023.100099
16. George J., Pillai V.M. A study of factors affecting supply chain performance // Journal of Physics: Conference Series. 2019. vol. 1355, no. 1, p. 12018. DOI: 10.1088/1742-6596/1355/1/012018.
17. Pimenta H.C., Ball P.D. Analysis of environmental sustainability practices across upstream supply chain management // Procedia CIRP. 2015, vol. 26, pp. 677- 682. DOI: 10.1016/j.procir.2014.07.036.

## References

1. Anikin B.A. Logistika i upravleniye tsepyami postavok. Teoriya i praktika : uchebno-metodicheskoye posobiye / B.A. Anikin. – Moskva : Prospekt, [b. g.]. – Chast' 1 – 2015. – 344 s. – ISBN 978-5-392-16343-4.
2. Afanasenko I.D. Logistika v sisteme sovokupnogo znaniya : monografiya / I.D. Afanasenko, V.V. Borisova. – Moskva : INFRA-M, 2024. – 169 s. – (Nauchnaya mysl'). – DOI 10.12737/1521266. – ISBN 978-5-16-017020-6.
3. Ivanov D. A. Upravleniye tsepyami postavok. SPb.: Izd-vo Politehnicheskogo universiteta, 2010 g. 660 s.
4. Litvina D.B., Terenina I.V. Osobennosti vzaimodeystviya kontseptsii «Logistiki» i «Upravleniya tsepyami postavok» v stroitel'stve // IVD. 2012. №4-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vzaimodeystviya-kontseptsii-logistiki-i-upravleniya-tsepyami-postavok-v-stroitelstve> (data obrashcheniya: 02.05.2025).
5. Logistika i upravleniye tsepyami postavok - vzglyad v budushcheye [Tekst] makroekonomicheskiiy aspekt /O.D.Protsenko, I.O. Protsenko; Rossiyskaya akad. nar. khoz-va i gos. sluzhby pri Prezidente Rossiyskoy Federatsii.
6. Logistika : uchebnik dlya vuzov / pod redaktsiyey V. V. Shcherbakova. – 2-ye izd., pererab. i dop. – Moskva : Yurayt, 2025. – 252 s. – (Vyssheye obrazovaniye). – ISBN 978-5-534-06792-7
7. Protsenko I.O. Kontseptsiya upravleniya tsep'yu postavok i potentsialy preimushchestva s pozitsii integral'nogo menedzhmenta / I.O. Protsenko // Rossiyskoye predprinimatel'stvo. – 2006. – T. 7, № 1. – S. 69-72.
8. Puzanova I.A. Integrirovannoye planirovaniye tsepey postavok // Upravleniye. 2015. №2 (8). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integrirovannoe-planirovanie-tsepey-postavok> (data obrashcheniya: 02.05.2025).
9. Simionova N.Ye., Kirichenko D.A. Effektivnost' tsepey postavok: podsistemy, protsessy, pokazately // Ekonomika stroitel'stva. 2021. №2 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-tsepey-postavok-podsistemy-protsestry-pokazately> (data obrashcheniya: 24.04.2025)
10. Terenina I. V. Upravleniye tsepyami postavok putem sozdaniya virtual'nykh predpriyatiy v stroitel'nom komplekse // Rossiyskoye predprinimatel'stvo. 2006. №7.
11. Tyapukhin A.P., Kolovertnova M.Y., Tarasenko Y.A.Sistema upravleniya tsepyami postavok: sushchnost' i metodicheskiiy podkhod k formirovaniyu // Vestnik yevraziyskoy nauki. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-upravleniya-tsepyami-postavok-suschnost-i-metodicheskiiy-podhod-k-formirovaniyu> (data obrashcheniya: 21.06.2025).
12. Upravleniye tsepyami postavok v tsifrovoy ekonomike: uchebnik dlya vuzov / pod obshchey redaktsiyey V.I. Sergeyeva. – Moskva : Yurayt, 2025. – 1005 s. – (Vyssheye obrazovaniye). – ISBN 978-5-534-19672-6.
13. Tsifrovyye tekhnologii v logistike i upravlenii tsepyami postavok: analiticheskiy obzor [Tekst] / V.V. Dybskaya, V.I. Sergeyev, N.N. Lychkina i dr. ; pod obshch. i nauch. red. V.I. Sergeyeva ; Nats. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki». – M. : Izd. dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2020. – 190, [2] s. – 500 ekz. – ISBN 978-5-7598-2348-3 (v obl.). – ISBN 978-5-7598-2243-1 (e-book).
14. Anand K.R., Ramalingaiah, Parthiban P. Evaluation of green supply chain factors using DEMATEL // Applied Mechanics and Materials. 2014, vol. 592-594, pp. 2619-2627. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM. 592-594.2619.
15. Chakraborty A., Al Amin M., Baldacci R. Analysis of internal factors of green supply chain management: An interpretive structural modeling approach // Cleaner Logistics and Supply Chain. 2023, vol. 7, p. 100099. DOI: 10.1016/j.clscn.2023.100099.
16. George J., Pillai V.M. A study of factors affecting supply chain performance // Journal of Physics: Conference Series. 2019. vol. 1355, no. 1, p. 12018. DOI: 10.1088/1742-6596/1355/1/012018.
17. Pimenta H.C., Ball P.D. Analysis of environmental sustainability practices across upstream supply chain management // Procedia CIRP. 2015, vol. 26, pp. 677- 682. DOI: 10.1016/j.procir.2014.07.036.