

## Экономико-математическое моделирование строительных процессов

© 2013 В.А. Кошелев

кандидат экономических наук

© 2013 Л.А. Сосунова

доктор экономических наук, профессор

Самарский государственный экономический университет

E-mail: kafedra-kl@yandex.ru

Рассматриваются факторы внешней и внутренней среды строительного предприятия. Определяются основные стратегические решения строительной организации в области логистики. Разработана модель многофакторного анализа себестоимости строительной продукции.

*Ключевые слова:* строительная продукция, факторы, оптимизация, стратегии, логистика строительства, информационные технологии.

Задача оптимизации потоковых процессов сводится к определению оптимального времени запаздывания по критерию минимальных интегральных затрат, которое позволит идентифицировать оптимальный экономический поток. Этот виртуальный поток обеспечивает максимальную экономическую эффективность предприятия. Отклонение фактического времени запаздывания от оптимального позволит найти величину экономических потерь (резерва) и задействовать внутренние и внешние резервы их ликвидации.

Финансово-экономические факторы, в частности экономические, определяют стоимостные параметры собственно материального потока, степень его рациональности. Существуют следующие экономические показатели, характеризующие стоимостные параметры материального потока:

- уровень производственных запасов в строительстве. Оценка состояния и движения запасов проводится в динамике и по отклонению от нормативной величины, если последняя является оптимальной. Оптимальная величина производственного запаса определяется из условия минимума целевой функции общих расходов строительной организации (транспортных расходов, расходов по хранению запасов, единовременных вложений в оборотные средства и основные фонды складского назначения);

- уровень незавершенного строительства. Данный показатель определяется как отношение затрат незавершенного строительства к стоимости готовой продукции. Оценка состояния незавершенного строительства по этому показателю проводится в динамике и по отклонениям фактического значения от нормативной величины;

- материалоемкость готовой строительной продукции (без амортизации) и уровень матери-

альных затрат в себестоимости готовой продукции (без амортизации).

Несмотря на кажущуюся схожесть данных показателей, их динамика не совпадает для нормально функционирующих строительных организаций. Так, материалоемкость готовой продукции должна снижаться, т.е. увеличиваться доля конечной продукции в строительстве и маржинальный доход. В свою очередь, уровень материальных затрат в себестоимости готовой продукции может незначительно расти, так как все большее количество овеществленного труда должно замещать живой труд. Этой тенденции должна противостоять экономия материально-технических ресурсов.

В качестве факторов, определяющих направления формирования и развития логистической системы строительной организации, а также отдельных логистических инноваций, следует рассматривать такие показатели, как удельный расход используемых видов материальных ресурсов на единицу готовой строительной продукции, технологичность строительных работ и т.д.

Авторами проведен факторный анализ удельных затрат на производство строительной продукции (себестоимости строительной продукции) на основе множественного линейного корреляционно-регрессионного анализа<sup>1</sup>.

В качестве основных факторов выбраны такие, как длительность оборота запасов ( $X_1$ ), уровень незавершенного строительства ( $X_2$ ) и сроки строительства ( $X_3$ ). Расчет параметров модели множественной линейной регрессии проведен с использованием программного продукта.

$$Y = 525,02 + 0,075 \cdot X_1 + 4,756 \cdot X_2 + 0,024 \cdot X_3.$$

Результаты экономико-математического моделирования зависимости себестоимости строи-

тельной продукции от влияющих факторов позволяют определить абсолютную эластичность:

- сокращение длительности оборота запасов на 1 день ведет к снижению себестоимости строительной продукции на 0,075 руб./тыс. руб.;
- снижение уровня незавершенного строительства на 1 % ведет к снижению себестоимости строительной продукции на 4,456 руб./тыс. руб.;
- уменьшение сроков строительства на 1 день ведет к снижению себестоимости строительной продукции на 0,024 руб./тыс. руб.

**Факторы, относящиеся к управляющей подсистеме.** Эта группа охватывает факторы, характеризующие уровень менеджмента строительной организации, в частности уровень стратегического управления (анализа, постановки целей и разработки стратегий, формулирования организационной структуры и потенциала строительной организации и т.д.). Используемые в управлении строительной организации логистические стратегии относятся к функциональным и должны определяться стратегиями глобальной конкуренции.

Логистическая стратегия строительной фирмы, основанная на снижении уровней затрат, предполагает выявление резервов инвестиционно-строительного процесса, определение узких мест и последовательное их устранение. В качестве критерия оптимизации выбирается минимум издержек на товародвижение при заданных ограничениях по таким параметрам, как качество объекта, срок его сдачи и т.д. Стратегическая цель логистики соотносится со стратегией бизнеса, которая направлена на участие в ценовой конкуренции. Снижение издержек на продвижение экономических потоков является основанием для снижения общей стоимости возведения объектов и, соответственно, цен реализации строительной продукции.

Стратегия строительной фирмы, основанная на сохранении уровня затрат на движение экономических потоков, обычно связана с инновациями либо в процессе строительно-монтажных работ, либо в системе управления ресурсами, которые ведут к повышению качества, сокращению сроков строительства. В данном случае строительная организация должна организовать продвижение потоков строительных материалов, трудовых ресурсов таким образом, чтобы не превышать достигнутый уровень издержек. Содержание данной стратегии в значительной степени совпадает с содержанием стратегии, основанной на возможности и необходимости увеличения затрат на товародвижение. Обычно эта стратегия используется в неценовой конкуренции по

признаку срока возведения объекта. При постановке цели исходят из допустимого размера повышения издержек.

Логистическая стратегия усиления степени взаимодействия с потребителями заключается в формировании или усилении системы гибкого реагирования на запросы потребителей. Бизнес-стратегия строительной фирмы может быть направлена на определение характеристик объекта только на первоначальном этапе проектирования, не предусматривающих их изменение в дальнейшем или дополнение проекта добавочными характеристиками на различных этапах инвестиционно-строительного процесса. В случае ориентации бизнес-стратегии на более полное удовлетворение потребностей инвесторов (заказчиков) логистика строительной фирмы должна иметь возможность быстро сформировывать новые товарные потоки и потоки рабочей силы.

Одним из аспектов логистики является рассмотрение движения экономического потока с точки зрения стратегии сокращения сроков от момента заключения договора до момента расчетов партнеров по сделке и доведения экономического потока до его потребителя. Это так называемый оперативно-финансовый аспект логистики. В отношении строительной фирмы логистические методы могут быть использованы для эффективной организации всех экономических потоков. В случае выбора данной стратегии логистике строительной организации придается статус системообразующего, интегрирующего фактора, с обязательным представителем логистических структур на высшем уровне управления.

Ориентация логистических процессов на соответствие определенному классу качества означает формирование комплексов информационной логистической поддержки различного содержания. Здесь делается акцент на соответствие качества логистических процессов заданному качеству объекта. Если в бизнес-стратегии выбрана ориентация на средний или низкий уровень качества, то стратегия логистики будет заключаться в обеспечении соотношения цены материальных ресурсов и качества объекта на соответствующем уровне. Выбор стратегии, направленной на низкий или средний уровень качества, обычно означает ориентацию на снижение издержек или на сокращение сроков строительства.

Логистика строительной фирмы организационно может быть оформлена в виде систем с различной степенью интеграции логистических функций и субъектов логистики. Это может быть стратегия, ориентированная на существование отдельных видов логистической деятельности, стратегия внутренней интеграции логистики,

признающей выгоды от внутренней кооперации и объединения отдельных функций в одну, и стратегия интеграции в масштабе всей цепи поставок. Она позволяет осуществлять кооперацию между всеми звеньями цепи поставок, обмениваться информацией и ресурсами. Обычно реализация стратегии, направленной на интеграцию всей цепи поставок, сопровождается снижением издержек, или улучшением качества логистического процесса, или сокращением сроков возведения объекта.

Стратегический выбор строительных организаций в области логистики осуществляется между тремя основными стратегиями:

- “тощей” стратегией, обеспечивающей в первую очередь управление затратами строительной организации, с целью снижения стоимости возводимых объектов;
- динамической стратегией, ориентированной на достижение максимальной удовлетворенности потребителей;
- стратегией интеграции, предполагающей сотрудничество с другими звеньями цепи поставок, формирование союзов с поставщиками строительных материалов, изделий и конструкций и заказчиками (или инвесторами).

“Тощую” стратегию целесообразно применять в стабильных процессах, например, при возведении крупного промышленного объекта, строительство которого рассчитано на длительный период. Динамическую стратегию имеет смысл использовать в случае необходимости быстро реагировать на изменяющиеся обстоятельства. “Тощая” и динамическая стратегии не исключают друг друга, имеют достоинства и ограничения, особенно, если какие-то характеристики берутся изолированно и в предельном варианте.

**Факторы внешней среды.** Эта группа факторов, влияющая на выбор логистической системы строительного предприятия или вида логистических нововведений, включает пять рыночных конкурентных сил по М. Портеру. Однако не менее важными являются факторы взаимодействия строительных организаций с другими субъектами рынка. Оценка степени взаимодействия строительной организации (простое взаимодействие на основе контрактов, кооперация, интеграция) позволяет сделать обоснованный выбор направлений формирования и развития логистической системы.

Например, одна из форм кооперации - это образование союзов на основе логистического сервиса. Так же, как и для производства, появление союзов на основе логистического сервиса есть следствие применения управленческого решения в отношении определения границ ком-

петентности. При выяснении ключевой сферы компетентности функции логистики, в первую очередь, могут быть переданы на сторону. Это обуславливается, прежде всего, эффективностью специализации по предоставлению логистических услуг. Большинство видов логистических услуг подвержено эффекту масштаба, когда эффективность и качество сервиса повышаются с ростом масштаба их оказания.

Союзы на основе логистического сервиса могут возникать между фирмами, предоставляющими специализированные услуги, различного функционального содержания. Союзы на основе логистического сервиса могут иметь характер горизонтально интегрированных объединений, когда речь идет об интеграции транспортных и складских организаций.

Особого внимания заслуживает появление поставщиков интегрированных услуг, которые выступают своеобразными подрядчиками, размещающими заказы у субподрядчиков - фирм, оказывающих такие услуги, как исследование рынка, проектирование, транспортировка, хранение, экспедирование, предоставление информации, разработка программных и системных продуктов, ремонт строительной техники.

Интеграция заключается в формировании системных требований (системы “поставщик-потребитель”) к трем основным векторам параметров. Первый вектор определяет мощность материального потока. Этот вектор формируется в зависимости от производственной мощности предприятия строительных материалов, а также в зависимости от потребности подрядной организации. Его параметры выявляются в результате взаимодействия соответствующих подразделений поставщика и потребителя. Второй вектор определяет периодичность поставки материальных ресурсов. В строительстве недостаточно использовать традиционные методы управления запасами - следует учитывать оперативно-календарное планирование самого строительного процесса, его стадии и особенности технологии. Третий вектор определяет системные требования к качеству поставляемых материальных ресурсов. Все три вектора формируются совместно, исходя из индивидуальных параметров и целей взаимодействующих сторон. В зависимости от выбора одной из логистических стратегий изменяется значение и такого результирующего параметра, как цена. “Тощая” стратегия подразумевает снижение издержек на поставку строительных материалов, динамическая - не придает такого значения цене, а усиливает важность качества поставок. В любом случае основой интеграции поставщика и потребителя выступает материаль-

ный поток, параметры которого являются результатом интеграционных процессов.

Информационные потоки в строительстве охватывают множество субъектов: инвесторов, заказчиков, застройщиков, подрядчиков, проектно-изыскательские организации, научно-исследовательские институты, предприятия промышленности строительных материалов, изделий и конструкций, предприятия строительного и дорожного машиностроения, физических лиц, государственные органы.

На стадии проектирования в организации информационных потоков принимают участие такие субъекты, как государственные органы, информационные потоки которых носят директивный характер. В нормативных документах обобщены стандарты в области организации архитектурно-строительного проектирования. Они касаются порядка разработки и согласования проектной документации в строительстве, состава, порядка разработки и согласования градостроительных проектов, систем проектной документации для строительства, основных требований к составлению и оформлению документации по инженерно-геодезическим изысканиям.

На стадиях выполнения строительных работ, обеспечения материально-техническими ресурсами, организации поставок, а также финансирования строительного производства могут применяться современные информационные технологии.

MRP-система (Material Requirements Planning) - планирование цепочки материальных требований - нацелена на минимизацию издержек хранения запасов на различных участках производства. Задача MRP - в каждый момент времени обеспечить соответствующее количество материальных ресурсов на каждом участке их потребления. Информационные системы, основанные на MRP, позволяют оптимально регулировать поставки комплектующих, контролировать складские запасы и технологию производства. MRP-система в силу ее ограниченности указанными функциями, которые сформировались без учета производственных мощностей, их загрузки и стоимости рабочей силы, получила свое развитие в виде MRP II - системы, предназначенной для планирования всех ресурсов предприятия.

Для учета финансовой составляющей к системам MRP II добавляется финансовый модуль FRP (Finance Requirements Planning) - планирование цепочки финансовых требований.

В совокупности MRP II и FRP получили название системы планирования ресурсов предприятия ERP (Enterprise Resource Planning). ERP-система основана на интеграции управления финансовыми и материальными потоками в рамках единого информационного поля<sup>2</sup>.

Внедрение ERP в строительстве преследует достижение таких целей:

- обеспечение своевременной и комплектной поставки сырья и материалов в соответствии с планом строительства;
- минимизация затрат на строительство;
- повышение управляемости и эффективности производственных процессов строительства;
- функционирование материально-технического обеспечения строительства.

Внедрение ERP в строительстве должно сопровождаться анализом информационных потоков и учетом их особенностей. Строительство предполагает множественность информационных потоков: только для процессов снабжения формируются более двадцати информационных потоков, возникающих между отделом МТО и поставщиками, государственными органами, другими подразделениями строительной компании, транспортными предприятиями, аналоговыми органами.

Возможность MRP II в рамках ERP-строительства предполагает: расчет потребности в материальных ресурсах на основе плана строительства; планирование закупок строительных материалов; составление графика перевозки строительных материалов; резервирование материальных ресурсов на складах под запланированные строительные работы.

Интегрированной составляющей ERP-строительства может являться система управления цепью поставок (SCM - Supply Chain Management).

Таким образом, формирование логистических систем обусловлено закономерным развитием строительного производства. Однако конкретные регионы, рынки и строительные организации имеют неодинаковые предпосылки логистизации, что требует исследования рациональности их коммерческих процессов.

<sup>1</sup> Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. М., 2011.

<sup>2</sup> Дикерсбах Й.Т., Келлер Г. Планирование и управление производством с помощью решений SAP ERP / пер. П. Шапчиц. М., 2011.