Миронов С.В., Пищухин А.М., Скамьин А.М.

УПРАВЛЕНИЕ АССОРТИМЕНТОМ И ОБЪЕМОМ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Строительное предприятие, работающее по заказам, представляет систему массового обслуживания. В работе показано, как на основании такой модели можно оптимизировать производительность каждой технологии, а также оценить целесообразность освоения предприятием той или иной новой строительной технологии.

В условиях рынка стратегические аспекты деятельности строительных организаций (планирование пакета технологий, объемов производимой продукции, используемых ресурсов) приобретают особую актуальность. Строительная фирма не может специализироваться только на одной строительной технологии (при условии, что она не является в этой отрасли монополистом) ввиду наличия конкурентов, а также крайней неравномерности и неоднородности поступающих заказов. Она вынуждена решать задачу оптимальной специализации в области строительных технологий.

Каждую технологию можно представить в виде некоторой системы, довольно независимой от других систем (технологий), освоенных фирмой. Следовательно, совокупность технологий фирмы (пакет технологий) образует метасистему.

Выбор и функционирование конкретной реализуемой технологии в каждый момент времени в этой метасистеме диктует рынок строительных работ и услуг посредством заявок или заказов. Технологии, используемые для производства продукции, не пользующейся спросом, убыточны для фирмы, и наоборот, востребованные на рынке технологии должны быть срочно освоены фирмой, при условии наличия у нее необходимых ресурсов.

Для качественного и эффективного строительства необходимо наличие производственно-технической базы, квалифицированного персонала, способности ведения больших объемов работ и возможности вложения значительных средств и ресурсов. И поскольку любое строительство сопряжено со значительными вложениями средств, имеется немалая доля риска. В этой связи правильная стратегия строительной фирмы приобретает принципиальное значение: от эффективности действия той или иной модели, используемой для выработки этой стратегии, зависит функционирование и развитие организации в целом, расширение ее деятельности на рынке услуг. Правильно выбранная модель улучшает экономические показатели работы, поэтому при выборе ее типа требуется строгое обоснование.

Математическую модель легче всего построить при условии подчинения объемов поступающих заказов требованию марковости. В этом случае вероятности превышения рыночным спросом некоторых уровней, начиная с которых строительной фирме целесообразно осваивать новую технологию (смотри рисунок 1, на котором S – объемы спроса, T – период поступления заказов), описываются уравнениями Колмогорова.

Используя статистическую информацию о поведении рынка, можно математически оценить (для каждого вида строительной продукции либо услуг) среднее время между всплесками спроса (t_i), среднюю «высоту» всплесков и их среднюю длительность по формулам случайных процессов /1/. Перемножая последние два параметра, можно оценить средний объем одного всплеска (v_i) и, умножая этот объем на цену единицы продукции или услуги (c_i), перевести эту оценку в денежную форму. Находя количество всплесков в единицу времени (величина обратная среднему времени между всплесками спроса), можно оценить доход (за месяц, за год и т. д.).

Доход фирмы от выпуска *n* видов продукции за время T составит:

$$Д = \left(\frac{c_1 v_1}{t_1} + \frac{c_2 v_2}{t_2} + \ldots + \frac{c_n v_n}{t_n}\right)T \qquad (1).$$

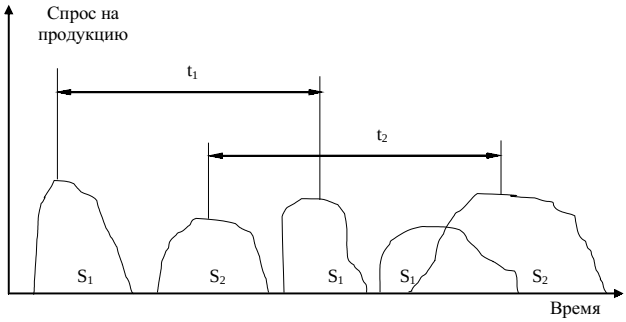

Рисунок 1. Схема превышения спросом уровня целесообразности

За это же время Т фирма производит расходы (даже если не осуществляет никакой деятельности), связанные с доходом, со скоростью *γ(Д)*. Чтобы фирма не разорилась, должно выполняться неравенство

$$\left(\frac{c_1 v_1}{t_1} + \frac{c_2 v_2}{t_2} + \ldots + \frac{c_n v_n}{t_n}\right) T \geq \gamma(Д) T \,. \qquad (2).$$

С другой стороны, вновь осваиваемая (n+1)-я технология требует первоначальных капитальных вложений (К), а также учета срока окупаемости ($T_{ок}$) и эксплуатационных расходов (Э). Поэтому должно выполняться следующее неравенство:

$$\frac{c_{n+1} v_{n+1}}{t_{n+1}} T_{ok}^{n+1} \geq K_{n+1} + Э_{n+1} T_{ok}^{n+1} \,. \qquad (3).$$

Оценка технологий, применяемых предприятием, по вышеприведенным формулам может потребовать такой их производительности, которая будет не по силам даже крупной фирме. К тому же при простое более производительного оборудования убытки фирмы будут возрастать пропорционально производительности. Очевидно, необходима оптимизация производительности каждой из технологий для заданного состояния рынка.

Поскольку выполнение заказов связано с многократным исполнением однотипных задач и операций, можно применить для описания процесса обслуживания заказов (функционирования метасистемы) модель системы массового обслуживания (СМО).

Предприятие обладает *n* технологиями для выполнения ряда работ и производства продукции. Каждому типу работ соответствует своя технология, и работа не может быть выполнена с использованием другой. Применяя принцип суперпозиции поступающих заявок, можно рассматривать реализацию той или иной технологии раздельно, а предприятие – как совокупность одноканальных СМО с отказом (смотри рисунок 2).

Функционирование СМО выглядит следующим образом:

– входящий поток заявок в систему является простейшим по каждому каналу (пуассоновским);

– на вход поступают заявки с частотой λ_i;

– производительность технологий μ_1, μ_2, μ_3,…, μ_n;

– вероятность одновременного появления k разнородных заявок /2/:

$$P_{1,2,3\ldots k}(t) = (1 - e^{-\lambda_1 t}) \cdot (1 - e^{-\lambda_2 t}) \cdot (1 - e^{-\lambda_3 t}) \cdot \ldots$$

$$\ldots \cdot (1 - e^{-\lambda_k t}) \cdot e^{t(-\lambda_{k+1} - \lambda_{k+2} - \lambda_{k+3} - \ldots - \lambda_{n-1} - \lambda_n)} \,. \qquad (4).$$

Для оценки качества работы модели будем использовать суммарные потери в единицу времени:

$$\alpha = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot z_i + \sum_{i=1}^{n} (\xi_i \cdot s_i) \,, \qquad (5)$$

где m – число потерянных заявок;

n – число имеющихся технологий;

z_i – стоимость потерянной заявки;

ξ_i – время простоя i-ой технологии;

s_i – стоимость простоя технологии в единицу времени.

Считая количество отказов пропорциональным вероятности отказа заявке, а потери от простоя технологии пропорциональными ее производительности с коэффициентом α, получаем:

$$\frac{m_i \lambda_i}{\lambda_i + м_i} + \alpha_i м_i \,.$$

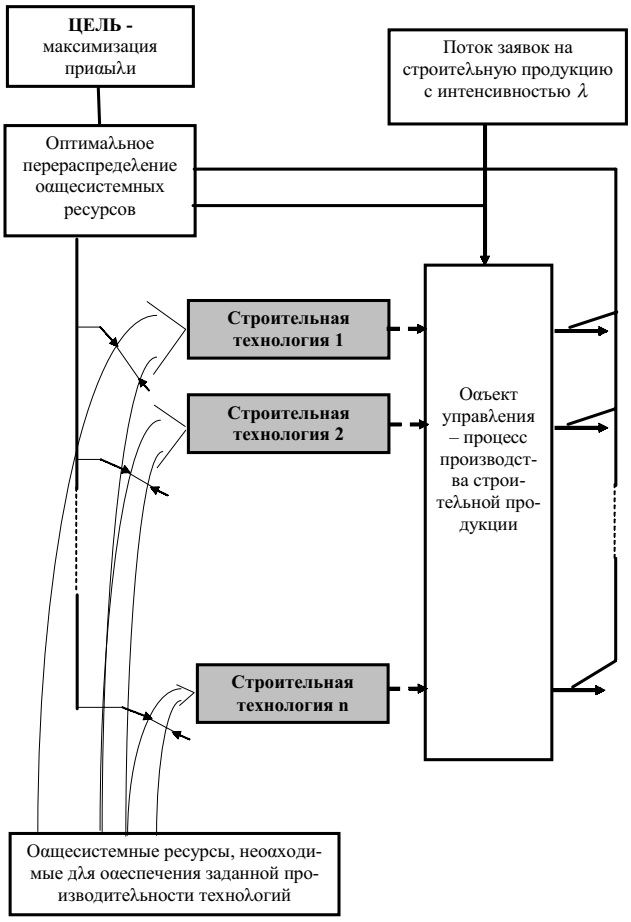

Рисунок 2. Модель формирования процесса производства строительной продукции и услуг

Оптимизируя полученное выражение $\frac{d}{d\mu}\left| \frac{m_i\lambda_i}{\lambda_i+\mu_i}+\alpha_i\mu_i \to \min\right.$, имеем $\frac{-m_i\lambda_i}{(\lambda_i+\mu_i)^2}+\alpha_i=0$, так как нас интересуют только положительные значения, то оптимальное значение:

$$\mu=-\lambda+\sqrt{\frac{m}{\alpha}\lambda}. \qquad (7)$$

График зависимости производительности технологии от интенсивности заказов и соотношения m/α демонстрирует (смотри рисунок 3), что минимально допустимая производительность существует при $\frac{m}{\alpha}>\lambda$, то есть стоимость потерянных заявок должна превосходить стоимость простоя в величину λ. Отсюда следует простая методика выявления целесообразности включения технологии в пакет технологий предприятия.

Имея модель функционирования строительного предприятия, необходимо создать оптимальный пакет технологий. Для выполнения этой задачи нужно перебрать востребованные рынком технологии и найти наиболее эффективные по предложенному критерию.

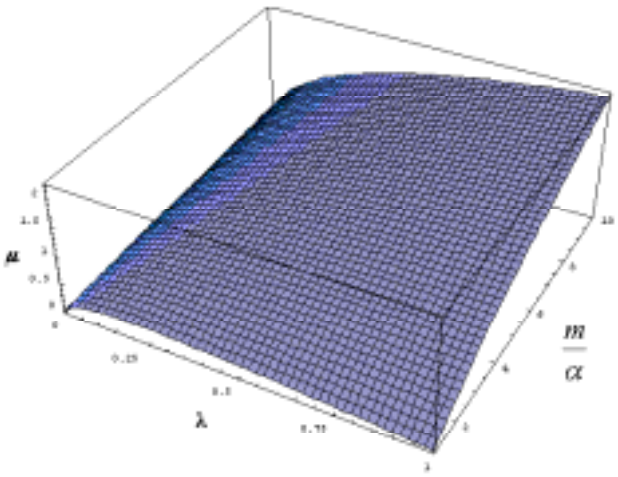

Рисунок 3. Поверхность оптимальных решений

Стратегия деятельности предприятия может быть построена с помощью обработки большого количества статистического материала и прогнозирования. Разработка подобной стратегии наиболее удобна и занимает меньше времени при использовании специальных программных средств, а именно системы поддержки принятия решения.

Список использованной литературы:
1. Волков И.К., Зуев С.М., Цветкова Г.М. Случайные процессы. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1999. – 448 с.
2. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 367с.
3. Грачиков Ю.Ю., Пищухин А.М., Скамьин А.М. Оптимизация номенклатуры и объемов продукции строительной фирмы.