



УДК 51-7

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ЗАКУПКИ СЫРЬЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Ю.А. Самойленко, А.Н. Скоба, Samojlenkojulja@mail.ru

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

Проведен анализ существующих моделей оптимальной стратегии закупки сырья предприятиями для решения задачи разработки статической модели оптимизации бизнес-процесса закупки сырья по критерию максимизации прибыли на основе теоретического анализа методов моделирования производственных запасов. Для обеспечения максимизации прибыли за основу принимаются экономико-математические модели оптимизации заказов производственных ресурсов современного предприятия.

Ключевые слова: модель оптимальной стратегии закупки сырья предприятиями, методы моделирования, экономико-математическое моделирование.

ANALYSIS OF EXISTING MODELS OF OPTIMAL STRATEGY OF PURCHASE OF RAW MATERIALS BY ENTERPRISES

Y.A. Samoylenko, A.N. Scoba

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

A comprehensive analysis of the existing models of the optimal strategy for the purchase of raw materials by enterprises was carried out to solve the problem of developing a static model for optimizing the business process of purchasing raw materials by the criterion of maximizing profits based on a theoretical analysis of modeling methods of production stocks. To ensure profit maximization, the development of an economic and mathematical model for optimizing the orders of production resources of a modern enterprise is taken as the basis.

Keywords: model of optimal strategy for the purchase of raw materials by enterprises, modeling methods, economic and mathematical modeling.

В настоящее время выявляется тенденция повышения роли математических методов в управлении бизнес-процессами на современных предприятиях. Особенностью современных предприятий является то, что они, как правило работают на основе позаказного планирования, поскольку спрос на их продукцию является производным и существенно зависит от колебаний спроса на продукцию конечного потребления. С учетом колебания спроса и цен, предприятия оптимизируют издержки, приобретая крупные партии ресурсов. Из этого следует появление такой проблемы как - накопления производственных запасов, несопоставимых динамики заказов покупателей продукции, то есть функции запасов от заказов имеют нелинейный характер.

Несовершенство существующих моделей оптимального производственного планирования проявляется в неполноте учета взаимосвязей между такими стадиями бизнес-процесса предприятия, как стадии заготовления, производства и реализации продукции. Кроме того, в современных моделях оптимизируется, как правило, только финансовый критерий (прибыль, затраты), и не учитываются временные показатели бизнес-процесса.

Модель – это условный образ реального объекта, который создается для более глубокого изучения действительности [1].

Рассмотрим некоторые типы экономико-математических моделей описания бизнес-процессов закупки сырья современными предприятиями (Таблица 1).



Таблица 1

Основные данные моделей закупки сырья

Модель	Параметр управления	Преимущества	Недостатки
Динамическая модель финансово-хозяйственной деятельности	Цена продукции	Данная модель учитывает дефицит или избыток продукции на складе в общей сумме выручки от реализации.	В модели не учтены показатели дебиторской и кредиторской задолженности, складские остатки.
Модель оптимального распределения ресурсов в производство	Объем готовой продукции	В данной модели оптимизируется распределение ресурсов с оперативной заменой недостающих видов сырья и материалов, что обеспечивает менеджмент предприятия адекватными данными о положении дел на производстве.	В данной модели не учитываются остатки незавершённого производства и готовой продукции, а также не рассматриваются показатели дебиторской и кредиторской задолженности, что снижает достоверность рассчитанных показателей оптимального распределения ресурсов в производстве.
Модели оперативного планирования производства	Объем заказа	Учитываются объемы заказов по видам сырья и продукции, объемы сырья в наличии на складе с формированием матрицы взаимосвязи видов выпускаемой продукции и технологических процессов.	В данной модели не учитывается незавершённое производство, показатели дебиторской и кредиторской задолженности.
Модель формирования затрат предприятия на стадии планирования	Цена товарной продукции	В данной модели учитывается полный цикл изготовления продукции на всех этапах производства. Ряд показателей, используемых в модели, влияет на длительность производственного цикла.	В данной модели не рассматриваются долги предприятия перед другими организациями и долги, причитающиеся предприятию от организаций.
Оптимизационная математическая модель задачи оперативного планирования и управления производством в условиях рыночной экономики	Цена реализации продукции	В данной модели оптимизируются и сокращаются потери ресурсов, снижается себестоимость продукции, ускоряется оборачиваемость оборотных средств.	В данной модели не рассматриваются долги предприятия перед другими организациями и долги, причитающиеся предприятию от организаций.
Модель с фиксированным размером заказа	Объем выпускаемой продукции	Преимуществом данной модели является простота ее применения, которая обуславливается минимальным размером партии.	Данная модель применяется только тогда, когда издержки управления запасами значительны и их можно вычислить.



Продолжение таблицы 1

Модель	Параметр управления	Преимущества	Недостатки
Модель закупки сырья с фиксированным уровнем запасов	Объем произведенной продукции	В данной модели нет необходимости каждый раз подсчитывать остаток запаса – лишь тогда, когда подходит время следующего заказа.	Модель применяется только в случаях, когда управление запасами достаточно стабильно, спрос предсказуем, и поставка товаров происходит в установленные сроки.
Двухуровневая модель управления запасами	Объем произведенной продукции	Модель применяют в условиях, когда реализация запасов очень неравномерна во времени, подвержена существенным колебаниям и не поддается планированию и прогнозированию.	В данной модели рассматривают только товарные запасы, и не учитывают запасы сырья, материалов на складе.
Модель управления запасами с учетом прогноза продаж на месяц	Прогнозный объем продаж продукции	Применение данной модели обеспечивает стабильность динамики спроса на продукцию, сокращение буферных запасов, гибкость планирования ресурсов.	В данной модели не рассматриваются все этапы изготовления продукции, что ведет к дефектам в системе планирования и организации производственного процесса.

Динамическая модель финансово-хозяйственной деятельности рассматривает подпроцессы заготовки сырья и складирования готовой продукции [2]. В обобщенном виде модель имеет вид:

$$\Pi = P \cdot (b - b^-) - \sum_r Z_r - Z_{\text{скл}} - Z_{\text{нд}} \rightarrow \max ,$$

где P – цена продукции; b – спрос на продукцию; b^- – неудовлетворенный спрос (дефицит) на продукцию; r – вид ресурса; Z_r – финансовые затраты на ресурсы; $Z_{\text{скл}}$ – затраты на хранение излишков сырья и продукции на складе; $Z_{\text{нд}}$ – затраты на покрытие санкций за недопоставку продукции.

Модель оптимального распределения ресурсов в производство [3]. Рассматриваются процессы производства и складирования готовой продукции. В обобщенном виде модель имеет вид:

$$O = \sum_{k=1}^m \left(\sum_{i=1}^m k_{\text{вз}} \cdot k_M^{ik} - \sum_{j=1}^n \beta_{kj} \cdot V_{\text{гп}} \right) \rightarrow \min ,$$

где O – отклонения израсходованных ресурсов от нормативов; m, n – количество используемых в производстве видов ресурсов и количество видов выпускаемой продукции; k, i, j – виды ресурсов; $k_{\text{вз}}$ – коэффициент взаимозаменяемости ресурсов; k_M^{ik} – коэффициент матрицы перераспределения ресурсов, отражающий количество i -го ресурса, заменяющего k -ый ресурс; β_{kj} – элемент матрицы нормативных расходов; $V_{\text{гп}}$ – объем готовой продукции.

Модели оперативного планирования производства. Учитываются объемы заказов по видам сырья и продукции, объемы сырья в наличии на складе с форми-



рованием матрицы взаимосвязи видов выпускаемой продукции и технологических процессов. Объем работ при выполнении i -го заказа на j -ом оборудовании составит:

$$V_{ij} = \frac{V_i}{\prod_j P_{ij}},$$

где V_i – общий объем заказа; P_{ij} – выход готовой продукции при выполнении i -го заказа на j -ом оборудовании.

Если мощности предприятия превышают имеющийся объем заказов, то необходимо выполнить имеющиеся заказы с минимальными затратами, критерием эффективности является минимизация затрат на выполнение заказа

$$Z_i = \sum_j \sum C_{ij} \cdot X_{ij} \rightarrow \min,$$

где Z_i – затраты предприятия на изготовление заказа; C_{ij} – затраты на выпуск единицы продукции i -го заказа на j -м оборудовании; X_{ij} – объем заказа.

В случае возможности выбора заказчиков в качестве критерия оптимальности используют показатель прибыли, т.е.:

$$\Pi_i = \sum_i^n \sum_j^J (C_i \cdot X_{ij} - C_{ij} \cdot X_{ij}) \rightarrow \max,$$

где C_i – цена единицы продукции.

Также критерием оптимальности может быть максимальный объем продукции в рублях.

$$V_i = \sum_i^n \sum_j^J C_i \cdot X_{ij} \rightarrow \max,$$

где V_i – объем продукции в рублях.

Модель формирования затрат предприятия на стадии планирования. Рассматриваются заготовительный, обрабатывающий и сборочный этапы производства продукции. В ней оптимизируется общая себестоимость единицы товарной продукции на основе учета себестоимости единицы продукции на каждом этапе технологического процесса:

$$C_{\text{ТП}} = \sum C_{1k} \cdot Z_{1k} + \sum C_{2k} \cdot Z_{2k} + \sum C_{3k} \cdot Z_{3k} \rightarrow \min,$$

где $C_{\text{ТП}}$ – общая себестоимость единицы товарной продукции; 1 – заготовительный этап; 2 – обрабатывающий этап; 3 – сборочный этап; C_{1k} – себестоимость продукции на заготовительном этапе; C_{2k} – себестоимость продукции на этапе обработки; C_{3k} – себестоимость продукции на этапе сборки; Z_{1k} – количество продукции на заготовительном этапе; Z_{2k} – количество продукции на этапе обработки; Z_{3k} – количество продукции на этапе сборки.

Затем определяется цена товарной продукции с учетом существующих затрат и планируемой прибыли:

$$C_{\text{ТП}} = C_{\text{ТП}} + Z + \Pi,$$

где $C_{\text{ТП}}$ – цена товарной продукции; Z – затраты на единицу продукции; Π – планируемая прибыль на единицу продукции.



Оптимизационная математическая модель задачи оперативного планирования и управления производством в условиях рыночной экономики [4]. Рассматриваются все стадии основного производства. Критерием оптимизации является разница между рыночной ценой, переменной себестоимостью и затратами на реализацию изделий. Модель выглядит следующим образом:

$$\Pi_{\text{ПС}} = \max \left(\sum \left(\Pi - \sum V_{\text{ЗАГ}} \cdot Z_{\text{ЗАГ}} - \sum V_{\text{КОМП}} \cdot \Pi_{\text{КОМП}} - Z_{\text{Р}} \right) \cdot I_{\text{В}} \right),$$

где $\Pi_{\text{ПС}}$ – прибыль по переменной себестоимости; Π – цена реализации всей продукции; $V_{\text{ЗАГ}}$ – количество заготовок; $Z_{\text{ЗАГ}}$ – затраты на обработку заготовок; $V_{\text{КОМП}}$ – количество комплектующих; $\Pi_{\text{КОМП}}$ – цена комплектующих; $Z_{\text{Р}}$ – затраты на реализацию продукции; $I_{\text{В}}$ – выработка продукции на заключительной стадии обработки.

Модель с фиксированным размером заказа. Используется для расчета затрат на хранение и формирование запаса и включает три основные составляющие: непосредственная стоимость содержания запасов, стоимость капитала, замороженного в запасах, и расходы, связанные с естественной убылью. Модель оптимального размера заказа выглядит следующим образом:

$$Z_{\text{общ}} = \sqrt{2 \cdot Z_{\text{Д}} \cdot Z_{\text{ХР}} \cdot Y} \rightarrow \min ,$$

где $Z_{\text{общ}}$ – общие издержки на хранение и формирование запаса предприятия.

Модель закупки сырья с фиксированным уровнем запасов. Рассчитывается объём закупаемого сырья с учётом уровня запасов предприятия. Размер заказа товара определяется как разница между рассчитанным максимальным уровнем запаса и фактической величиной запасов на момент проверки товара на складе. Максимальный уровень заказа рассчитывается по формуле:

$$M = S_{\text{д}} \cdot (L + R) + D ,$$

где $S_{\text{д}}$ – средний суточный сбыт; L – время доставки товара; R – длительность промежутка времени между проверками товарных запасов на складе; D – страховой запас.

В двухуровневой модели управления запасами рассчитывается постоянный уровень запасов, для которого установлен нижний предел размера закупки сырья (заказа). Эти параметры вычисляются по формулам:

$$M = S_{\text{д}} \cdot (L + R) + D ,$$

$$P = S_{\text{д}} \cdot \left(L + \frac{R}{2} \right) + D ,$$

где P – точка заказа.

Порядок применения данной модели можно сформулировать так: если в момент периодической проверки $J_{\text{Ф}} + g_0 < P$, то подается заказ $g = M - J_{\text{Ф}} - g_0$; если $J_{\text{Ф}} + g_0 > P$, то заказ не подается.

При этом $J_{\text{Ф}}$ – фактический уровень запаса в момент проведения проверки, g_0 – оптимальный размер заказа.

В модели управления запасами с учетом прогноза продаж на месяц рассчитывается размер заказа с учетом страхового запаса. Размер заказа определяется формулой:

$$Q = F_{M+1} + SS - I_{M+1} + F_M ,$$

где F_{M+1} – прогноз продажи на месяц $M + 1$; SS – страховой запас; I_{M+1} – переходящий запас (остаток) на начало месяца; F_M – прогноз продаж на месяц M .

**Выводы.**

Таким образом, рассмотренные модели обладают рядом недостатков:

1. Не во всех моделях учитываются показатели дебиторской и кредиторской задолженности.
2. В существующих моделях не решаются проблемы выбора оптимальной стратегии закупки сырья.
3. Современный уровень экономико-математического моделирования производственных систем не отражает нелинейный характер динамики экономических показателей предприятий, что обуславливает необходимость поиска путей совершенствования методов моделирования.
4. Актуальной представляется задача разработки моделей, учитывающих комплекс критериев эффективности, многомерный вектор производственный программы в качестве параметров управления, а также систему практически значимых ограничений на состояние предприятия, с последующим численным моделированием.

Список цитируемой литературы

1. Багриновский, К. А., Матюшок В. М. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие [Текст] / К. А. Багриновский, В. М. Матюшок. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 220 с.
2. Балабина, О. И. Формирование модели управления запасами для реорганизации бизнес-процессов при переходе к "тянущим" системам [Текст] / О. И. Балабина // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. – 2008. – С. 57-61.
3. Барановская, Т. П. Поточные и инвестиционно-ресурсные модели управления агропромышленными комплексом: монография [Текст] / Т. П. Барановская, В. И. Лойко, А. И. Трубилин. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 352 с.
4. Большой энциклопедический словарь. Математика [Текст] / Под ред. Ю. В. Прохорова. – М.: Научное изд-во «Большая Российская Энциклопедия», 2000. – 848 с.

© Ю.А. Самойленко, А.Н. Скоба, 2020