

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИБЫЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ОПЕРАЦИОННОГО БЮДЖЕТА

© 2018 Есипова Ольга Васильевна

кандидат экономических наук

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева
(Самарский университет)

443086, г. Самара, Московское шоссе, д. 34

E-mail: olga.esipova773@mail.ru

Разработана экономико-математическая модель расчета прибыли на основе метода бюджетирования, значений предложения и спроса на продукцию, что позволяет определить оптимальный уровень цен и объем закупок. Бюджетирование понимается в узком смысле, как планирование операционных бюджетов с учетом сезонности спроса на продукцию.

Ключевые слова: прибыль, бюджетирование, операционные бюджеты, сезонность, спрос, предложение.

В настоящее время в литературе существует большое количество экономико-математических моделей управления деятельностью коммерческих предприятий. Одни авторы решают задачи управление на стратегическом уровне (более 1 года) [1–5], другие на тактическом уровне (менее 1 года) разрабатывают системы планирования производства [6], системы по функциональным областям управления [7] или решают только финансовые задачи [8–9].

В данной статье используется узкое ком-

плексное понимание бюджетирования — это инструмент планирования, в рамках которого с определенной периодичностью составляются бюджеты, отражающие не только финансовую, но и хозяйственную деятельность экономического субъекта. Основным недостатком этого понимания является отсутствие других функций управления (реализация, учет, контроль, регулирование), которое для разрабатываемой модели является несущественным (см. рис. 1). Важной частью бюджетирования в рамках комплексного

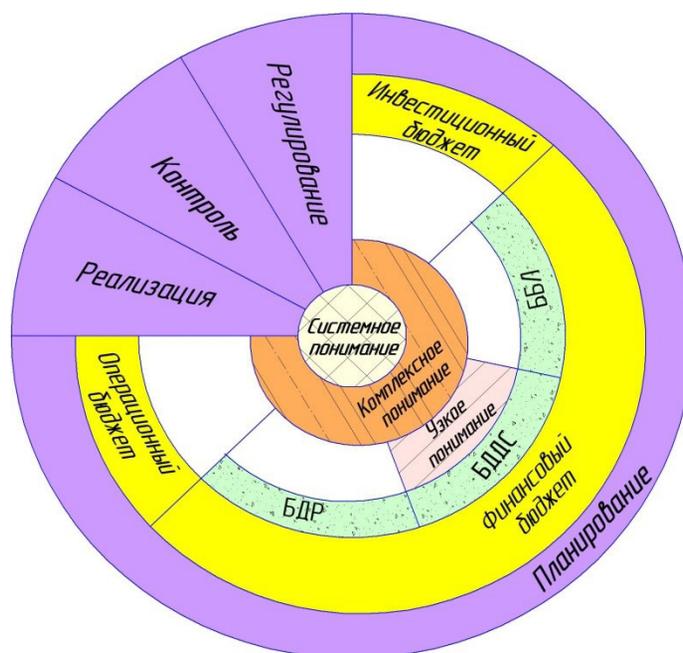


Рис. 1. Три взгляда на систему бюджетирования

понимания являются операционные бюджеты.

Операционный бюджет (operational budget) — входит в состав сводного бюджета организации и отражает хозяйственную деятельность через систему специальных экономико-технических показателей. Операционный бюджет состоит из ряда бюджетов: бюджета, отражающего доходы — это бюджет продаж; основных бюджетов — бюджета производства, бюджета производственных запасов; а также бюджетов, отражающие расходы — бюджет трудовых, материальных затрат, бюджет накладных, коммерческих расходов; сводный бюджет — бюджет себестоимости.

Все бюджеты математически моделируются, входные данные одного бюджета являются переменными входными данными другого бюджета. Моделирование бюджетов происходит в обратном направлении по отношению к реальному течению основных бизнес-процессов.

Формирование бюджетов начинается с продаж, а затем переходить на моделирование производства и заканчивать поставками.

Модель операционного бюджета включает переменные, указанные на рисунке 2.

d	прогнозируемый индивидуальный спрос
D	прогнозируемый рыночный спрос
D^*	фактический спрос
i	вид готовой продукции, где $i = 1, \dots, I$
I	количество ассортиментных позиций готовой продукции
j	вид сырья и материалов $j = 1, \dots, J$
J	количество видов сырья и материалов
k	категория труда
K	количество категорий труда, используемых в производстве $k = 1, \dots, K$
L	количество труда, необходимого для всей производственной программы в трудочасах
M	объем прихода сырья на склад
m	расход в производство сырья со склада
n	номер отдельного потребителя или поставщика ($n = 1, \dots, N$)
N_c	количество потребителей
N_s	количество поставщика
p	цена единицы готовой продукции
q	объем реализованной готовой продукции
Q	объем производства готовой продукции
R	выручка от реализованной продукции
s	объем закупок у поставщика
S	суммарный объем закупок сырья и материалов по всем поставщикам
t	текущий период $t = 1, \dots, T$
T	число периодов во временном промежутке (дней в неделе, месяцев в году)
w	размер почасовой оплаты труда
W	суммарный расход на оплату труда
x	коэффициент, учитывающий повторяющиеся изменения спроса
X	остаток готовой продукции или сырья на складе
y	текущее наблюдение $y = 1, \dots, Y$
Y	количество наблюдаемых временных промежутков
z	цена за единицу сырья или материала
Z	суммарные расходы на материалы и сырье в денежном выражении
μ	технологический коэффициент (норматив) расхода сырья и материалов на единицу готовой продукции
λ	технологический коэффициент (норматив) потребности труда

Рис. 2. Описание переменных экономико-математической модели операционных бюджетов

Отправной и исходной точкой всего процесса бюджетирования является бюджет продаж – это операционный бюджет, содержащий информацию об ассортименте, объемах продаж, ценах и доходе от реализации каждого вида продукции. Бюджет может составляться при наличии неопределенности на основе эконометрических методов прогнозирования, а при наличии «твердых заказов» – на основе вытягивающего спроса. В данной статье предлагается формировать бюджет продаж на основе функций спроса.

Значения функции спроса возможно аппроксимировать, путем анализа статистических данных об изменениях объемов продаж в предыдущих периодах или просуммировать данные из анкет отдельных потребителей, в которых они указывают свои индивидуальные платежеспособные потребности при различных уровнях цен.

Введем следующие обозначения: I – количество ассортиментных позиций готовой продукции, $i = 1, \dots, I$ – вид готовой продукции, N_C – количество потребителей, $n = 1, \dots, N_C$ – номер отдельного потребителя, p_i – цена единицы готовой продукции i -го вида, d_{in} – спрос на i -й вид продукции со стороны n -го потребителя, то функция рыночного спроса представляет собой сумму функций индивидуального спроса по всем потребителям готовой продукции:

$$D_i(p_i) = \sum_{n=1}^{N_C} d_{in}(p_i).$$

Предположим, что цена по каждому продукту изменяется в ограниченном диапазоне – от минимального до максимального значения $\forall i = 1, \dots, I \quad p_i^{\min} \leq p_i \leq p_i^{\max}$. Спроса каждого потребителя, можно представить в виде таблицы, используемой как форма для анкетирования (см. табл. 1).

При прогнозе изменяющегося спроса, который повторяется в определенные промежутки времени, предлагается использовать специальный коэффициент x_i^t , учитывающий сезонные колебания.

Коэффициент рассчитывается как отношение среднего объема спроса для каждого из периодов к среднему объему спроса по всем периодам [10]:

$$x_i^t = \frac{\bar{D}_i^{*t}}{\bar{D}_i^*}.$$

С учетом рассчитанного таким образом коэффициента в каждый из периодов можно провести корректировку объемов спроса

$$\forall i = 1, \dots, I \wedge \forall t = 1, \dots, T \quad \tilde{D}_i^t(p_i) = D_i(p_i) \cdot x_i^t.$$

В модели предполагается, что весь спрос потребителей удовлетворен, объем продаж предприятия равен объему спроса, зависит от цены на готовую продукцию. В случае повторяющихся колебаний, учитывается коэффициент сезонности. Тогда формула показывает зависимость объема реализованной продукции i -го вида в t -ом периоде от установленной цены.

$$q_i^t(p_i) \equiv \tilde{D}_i^t(p_i).$$

или при отсутствии повторяющихся колебаний $q_i^1(p_i) = q_i^t(p_i) = q_i^T(p_i) \equiv D_i(p_i)$.

Выручка предприятия по всем продуктовым позициям в t -ом периоде получается в результате суммирования дохода по всем продуктам:

$$R^t(p) = \sum_{i=1}^I R_i^t(p_i) = \sum_{i=1}^I q_i^t(p_i) \cdot p_i.$$

Далее используется вектор цен на готовую продукцию $p = (p_1, \dots, p_i, \dots, p_I)$.

Таким образом, общая выручка организации по всему прогнозируемому временному периоду в целом рассчитывается, как сумма дохода:

$$R(p) = \sum_{t=1}^T R^t(p) = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I R_i^t(p_i) = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I q_i^t(p_i) \cdot p_i.$$

Далее формируется бюджет производства – это операционный бюджет, содержащий информацию об объемах производства готовой продукции, объемах незавершенного производства и о запасах готовой продукции в натуральных показателях.

Остатки готовой продукции на конец $(t+1)$ -го периода $X_{Q_i}^{t+1}$ будут равны сумме остатков

Таблица 1. Таблица функции индивидуального спроса

Цена	p_i^{\min}	...	p_i	...	p_i^{\max}
Объем спроса	$d_{in}(p_i^{\min})$...	$d_{in}(p_i)$...	$d_{in}(p_i^{\max})$

на начало t -го периода $X_{Q_i}^t$ и объема выпуска Q_i^t за вычетом расхода готовой продукции, реализованной потребителям $q_i^t(p_i)$:

$$X_{Q_i}^{t+1} = X_{Q_i}^t + Q_i^t - q_i^t(p_i).$$

Далее формируется операционный бюджет материальных затрат, который содержит информацию о прямых производственных затратах, а именно расходовании материальных и финансовых оборотных ресурсов (сырье, материалы, комплектующие) за бюджетный период.

Если J – количество исходного сырья и материалов, используемых в производстве на самом низшем уровне технологии, то для j -го вида сырья и материалов ($j = 1, \dots, J$) остатки на конец $(t + 1)$ -го периода $X_{M_j}^{t+1}$ будут равны сумме остатков на начало t -го периода $X_{M_j}^t$ и объемам прихода их на склад M_j^t за вычетом расхода в производство m_j^t :

$$X_{M_j}^{t+1} = X_{M_j}^t + M_j^t - m_j^t.$$

Далее определяются удельные прямые затраты в физическом выражении классическим способом - метод технологического нормирования на единицу выпуска:

$$m_j^t(Q^t) = \sum_{i=1}^I m_{ij}^t(Q_i^t), \quad m_{ij}^t(Q_i^t) = Q_i^t \cdot \mu_{ij},$$

где μ_{ij} – технологический коэффициент (норматив) расхода сырья и материалов на единицу готовой продукции μ_{ij} – технологический коэффициент (норматив) расхода сырья и материалов на единицу готовой продукции, m_{ij}^t – потребность в материалах и сырье j -го вида при производстве готовой продукции i -го вида в t -м периоде в объеме Q_i^t , $Q^t = (Q_1^t, \dots, Q_i^t, \dots, Q_I^t)$ – вектор объемов производства в t -м периоде.

Далее необходимо выделить операционный бюджет закупок производственных запасов, содержащий информацию об объемах

закупаемого сырья и материалов, ценах на них и объемах необходимых для этого денежных средств за бюджетный период.

При формировании бюджета закупок необходимо определить функции предложения поставщиков для каждого вида производственных запасов. Данные по ценам на закупочные материалы можно определить, путем анкетирования поставщиков, где цены зависят от различных объемах закупок, так же функции предложения можно аппроксимировать, анализируя статистические данные предыдущих периодов.

Если использовать следующие обозначения: J – количество видов сырья и материалов, $j = 1, \dots, J$ – вид производственных запасов, $z_{jn}(s_{jn})$ – цена единицы материала или сырья j -го вида у n -го поставщика, s_{jn} – объем закупок j -го вида материала или сырья у n -го поставщика, N_S – количество поставщиков, $n = 1, \dots, N_S$ – номер отдельного поставщика, S_j – суммарный объем закупок j -го вида материала или сырья по всем временным периодам по всем поставщикам, то функция предложения представляет собой средневзвешенную цену закупки по всем поставщикам:

$$z_j(S_j) = \frac{1}{S_j} \sum_{n=1}^{N_S} z_{jn}(s_{jn}) \cdot s_{jn}, \quad \text{где } S_j = \sum_{n=1}^{N_S} s_{jn}.$$

Если предположить, что объем закупок по каждому из видов сырья и материалов и для каждого поставщика изменяется в ограниченном диапазоне

$$\forall j = 1, \dots, J, \forall n = 1, \dots, N_S \quad s_j^{\min} \leq s_{jn} \leq s_j^{\max},$$

то с учетом вышеуказанных обозначений данные, необходимые от каждого из поставщиков для формирования функции предложения, можно представить в виде таблицы, используемой как форма для анкетирования (см. табл. 2).

Закупки производственных запасов по объемам могут точно соответствовать потребностям производства $\forall t = 1, \dots, T, \forall j = 1, \dots, J \quad S_j^t = M_j^t$ или не соответствовать из-за складских и транспортных особенностей, но при этом остаток на складе всегда должен

Таблица 2. Таблица функции индивидуального спроса

Объем закупки	S_j^{\min}	...	S_{jn}	...	S_j^{\max}
Цена	$z_{jn}(S_j^{\min})$...	$z_{jn}(S_{jn})$...	$z_{jn}(S_j^{\max})$

поддерживаться не менее определенного неснижаемого уровня, что можно записать в формализованном виде следующим образом

$$\forall t = 1, \dots, T, \forall j = 1, \dots, J \quad \sum_{\tau=1}^t S_j^\tau \geq \sum_{\tau=1}^t M_j^\tau.$$

Расходы организации на закупку по всем видам сырья и материалов в t -ом периоде получаются в результате суммирования расходов по всем комплектующим:

$$Z^t(S) = \sum_{j=1}^J Z_j^t(S) = \sum_{j=1}^J z_j(S_j) \cdot S_j^t.$$

Таким образом, общие расходы на закупку по всему прогнозируемому временному периоду в целом рассчитывается:

$$Z(S) = \sum_{t=1}^T Z^t(S) = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^J Z_j^t(S) = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^J z_j(S_j) \cdot S_j^t.$$

После бюджеты закупок формируется операционный бюджет прямых затрат на труд или бюджет трудовых, содержащий информацию о затратах по оплате труда.

При расчете прямых затрат методом технологического нормирования, при котором определяются удельные прямые затраты в физическом выражении (в трудочасах) на единицу выпуска, трудовые затраты в t -м периоде, выраженные в трудочасах. Для производства объема готовой продукции i -го вида определяется как:

$$L_{ik}^t(Q_i^t) = Q_i^t \cdot \lambda_{ik},$$

где λ_{ik} – технологический коэффициент (норматив) потребности труда k -ой категории на 1 готовой продукции i -го вида, причем $k = 1, \dots, K$, где K – квалификация труда (специальностей и разрядов), используемых в производстве.

Необходимое количество труда для всей производственной программы в трудочасах по всем видам продукции определяется как:

$$L_k^t = \sum_{i=1}^I L_{ik}^t(Q_i^t) = \sum_{i=1}^I Q_i^t \cdot \lambda_{ik}.$$

В бюджете трудовых затрат так же определяются затраты на труд в денежном выражении путем умножения необходимого рабочего времени на соответствующие часовые ставки оплаты труда

$$W_k^t(Q^t) = L_k^t(Q^t) \cdot w_k = w_k \cdot \sum_{i=1}^I Q_i^t \cdot \lambda_{ik}, \quad \text{где}$$

w_k – размер почасовой оплаты труда k -ой

квалификации труда, определяемой по тарифной сетке оплаты труда на предприятии.

Суммарный фонд оплаты труда в t -ом периоде можно оценить следующим образом:

$$W^t(Q^t) = \sum_{k=1}^K W_k^t(Q^t).$$

Нормативы трудовых затрат вычисляются по той же технологической схеме, что и нормативы материальных затрат, но только при вычислении трудовых норм суммируется время, необходимое для проведения отдельных работ.

Далее формируется бюджет накладных и коммерческих расходов. Под накладными расходами понимается – все расходы организации, кроме прямых материальных затрат и прямой заработной платы.

Далее формируется бюджет коммерческих расходов, в котором отображаются расходы, связанные с продвижением и сбытом продукции.

Завершающим операционным бюджетом является бюджет себестоимости. Данный бюджет является расчетным и необходим для определения планируемой производственной себестоимости и себестоимости реализованной продукции, а также остатков на конец периода. Бюджет себестоимости формируется на основании бюджетов производства, потребления материалов, оплаты труда и накладных затрат.

Показатели себестоимости используются в управленческом учете для анализа точки безубыточности по каждой ассортиментной позиции готовой продукции, что позволяет сделать вывод об увеличении объемов производства или сокращения, вплоть до снятия с производства.

Существуют несколько подходов расчета себестоимости. Расчет себестоимости может осуществляться по произведенной и по реализованной продукции (см. рисунок 3). Себестоимость по произведенной продукции рассчитывается как сумма $C_{иП}$ накладных расходов, W_i^t трудовых расходов и прямых материальных затрат Z_i^t на единицу готовой продукции:

$$C_{иП}^t = \frac{Z_i^t + W_i^t + C_{иП}^t}{Q_i^t}.$$

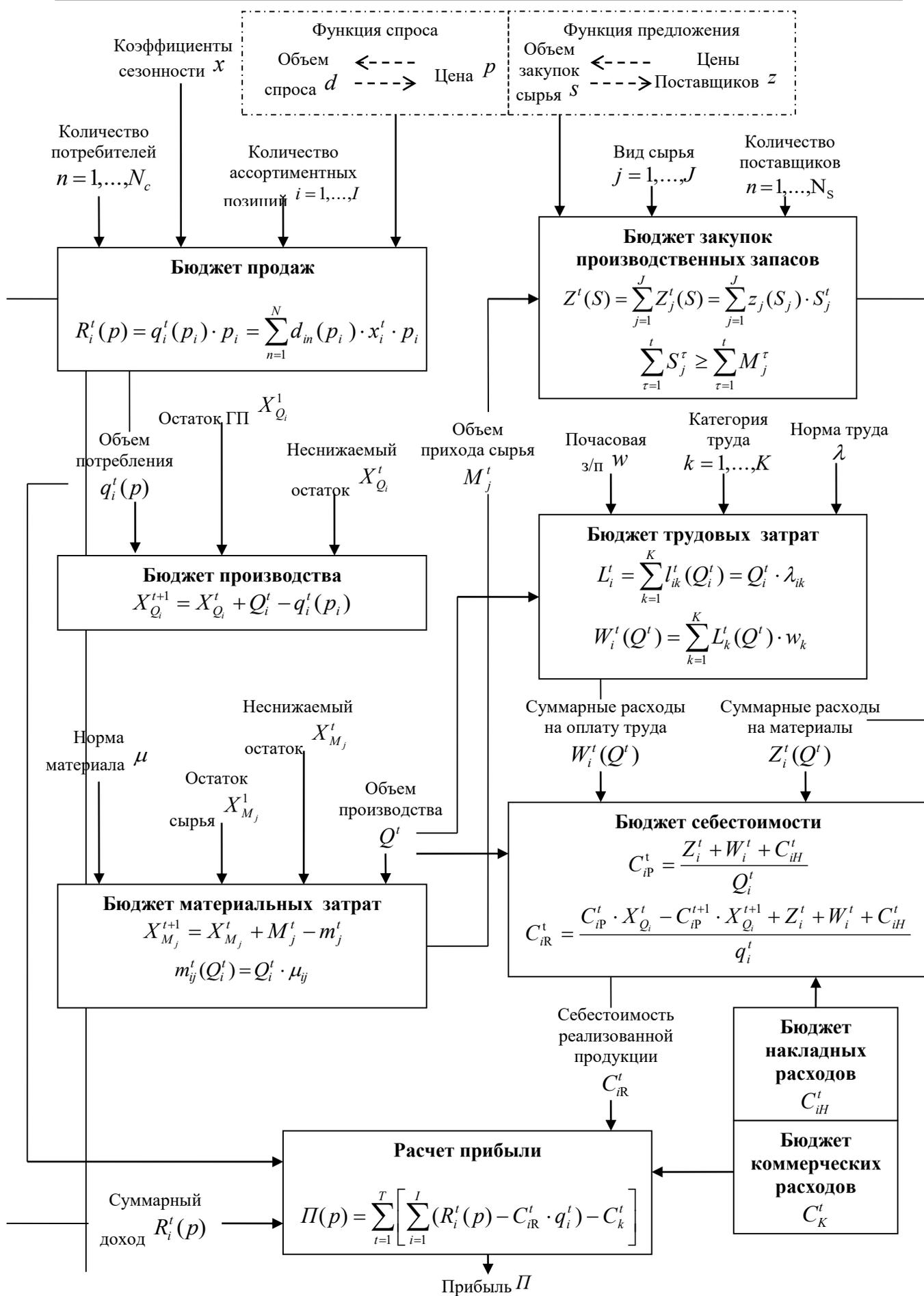


Рис. 3. Экономико-математическая модель расчета прибыли

Для расчета прибыли необходимо вычислить себестоимость реализованной продукции:

$$C_{iR}^t = \frac{C_{iPr}^t \cdot X_{Q_i}^t - C_{iPr}^{t+1} \cdot X_{Q_i}^{t+1} + Z_i^t + W_i^t + C_{iH}^t}{q_i^t}$$

Показатели себестоимости могут быть использованы в финансовых бюджетах для расчета прибыли организации. Прибыль по всем месяцам рассчитывается как доход за вычетом общих издержек предприятия:

$$\Pi(p) = \sum_{t=1}^T \left[R^t(p) - \sum_{i=1}^I C_{iR}^t \cdot q_i^t - C_k^t \right],$$

где C_K^t – коммерческие расходы предприятия направленные на реализацию товара в t -ом периоде.

Таким образом, в статье разработана экономико-математическая модель позволяющая рассчитать прибыль производственного предприятия методом бюджетирования с учетом сезонности спроса. В процессе расчета прибыли последовательно формируются операционные бюджеты: бюджет продаж, бюджет производства, бюджет закупок производственных запасов, бюджет материальных и трудовых затрат, бюджет коммерческих и накладных расходов и бюджет себестоимости. С учетом выходных данных вышеуказанных бюджетов может быть определена прибыль по итогам всех плановых периодов.

Библиографический список

1. Rink, D. Financial management and planning with the product life concept [Текст] / D. Rink, D. Roden, H. Fox // Business Horizon. 1999. № 42(5). С. 65–72.
2. Vidal, C.J. A global Supply Chain model with transfer pricing and transportation cost allocation [Текст] / M.A. Goetschlackx, C.J. Vidal // European Journal of Operational Research. 2001. № 129(1). С. 134–158.
3. Gul, F. Free cash flow, debt monitoring and managers lifo/ fifo policy choice [Текст] / F. Gul // Journal of Corporate Finance. 2001. № 7(4). С. 475–492.
4. Premachandra, J. A diffusion approximation model for managing cash in firms: An alternative approach to the Miller Orr model [Текст] / J.A. Premachandra // European Journal of Operational Research. 2003. № 28(5). С. 443–452.
5. Богатырев, В.Д. Механизм согласованного управления инвестиционными проектами [Текст] / В.Д. Богатырев, Д.Г. Гришанов, О.В. Павлов // Управление большими системами. 2003. № 4. С. 35–40.
6. Федосеев, С.А. Модель оптимального планирования производства на тактическом уровне с нечеткими ограничениями и критериями [Текст] / А.В. Вожаков, М.Б. Гитман, С.А. Федосеев // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. — 2009. № 4. С. 57–64.
7. Бром, А.Е. Динамическая модель потоковых процессов промышленного предприятия [Текст] / А.Е. Бром // Экономика и управление в машиностроении. 2009. № 1. С. 3–10.
8. Baumol, W.J. The transaction demand for cash: An inventory approach [Текст] / W.J. Baumol // The Quarterly Journal of Economics. 1952. № 66(4). С. 545–556.
9. Girlich, H.J. Transaction cost in finance and inventory research / H.J. Girlich [Текст] // International Journal of Production Economics. 2002. № 81–82. С. 341–350.
10. Богатырев В.Д., Есипова О.В. Алгоритмизация планирования операционной и финансовой деятельности производственного предприятия [Текст] / В.Д. Богатырев, О.В. Есипова. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 6. С. 26–35.

Поступила в редакцию 22.03.2018 г