3.9. МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ[1]

Мищенко А.В., д.э.н., профессор,
кафедра логистики, Школа логистики,
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», г. Москва;
Кошелев П.С., аспирант, кафедра экономики,
Российский новый университет, г. Москва;
Нестерович Л.Г., к.т.н., доцент Московского
государственного технического университета
имени Н.Э. Баумана, г. Москва

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ

В работе рассматриваются оптимизационные модели выбора производственной программы предприятия, в том числе позволяющие оценить целесообразность привлечения кредита.

Также представлены модели управления оборотным капиталом торговой фирмы при формировании портфеля оптовых закупок, анализируется устойчивость в данных моделях в ситуации изменения цен под воздействием инфляции.

Приводится практический пример использования модели управления оборотным капиталом торговой компании.

ВВЕДЕНИЕ

Состояние, которое переживает в настоящее время российская экономика, многие исследователи характеризуют как кризисное [1, с. 1].

В подобных условиях происходит, в частности, падение объема промышленного производства, характерное для сокращающегося платежеспособного спроса населения.

Вследствие этого является весьма актуальной проблема эффективного управления материальными и финансовыми ресурсами предприятия и сокращение издержек производства.

В предлагаемой работе рассмотрены оптимизационные модели управления производственно-финансовой деятельностью предприятия, позволяющие повысить эффективность его функционирования в условиях рыночной среды.

1. Оптимизационные модели выбора производственной программы предприятия

Традиционная постановка задачи о выборе производственной программы состоит в том, чтобы в условиях ограниченных производственных и материальных ресурсов обеспечить выпуск продукции в объемах, не превышающих спрос и максимизировать прибыль предприятия.

Детерминированная математическая модель оптимизации производственной программы предприятия состоит в следующем:

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i x_i - \sum_{i=1}^{n} b_i x_i - Z_{пост} \to max\ ; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{n} l_{ij} x_i \le L_j,\ j = 1,2,\dots,M\ ; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_{il} x_i \le k_l \tau_l,\ l = 1,2,\dots,K\ ; \quad (3)$$

$$x_i \le Pt_i,\ i = 1,2,\dots,n\ ; \quad (4)$$

$$x_i \ge Z_{ак_i},\ i = 1,2,\dots,n; \quad (5)$$

$$x_i \in Z^+. \quad (6)$$

Задача (1-6) является линейной. Здесь использовались следующие обозначения:

a_i – цена реализации единицы продукции вида i, $i = 1,2,\dots,n$;

b_i – переменные издержки продукции вида i; $i = 1,2,\dots,n$;

$Z_{пост}$ – постоянные издержки;

l_{ij} – нормы потребления материальных ресурсов вида j при выпуске единицы продукции вида i;

t_{il} – нормы времени обработки на оборудовании вида l при выпуске единицы продукции вида i;

τ_l – эффективное время работы оборудования вида l на периоде планирования (0, T), т.е. τ_l – это время загрузки оборудования вида l в производственном процессе на периоде (0, T);

k_l – количество единиц оборудования вида l, участвующих в производственном процессе;

L_j – объем материальных ресурсов производства вида j ($j = 1,2,\dots,M$);

Pt_i – спрос на продукцию вида i;

$Z_{ак_i}$ – заказ на продукцию вида i. Таким образом, продукция вида i должна выпускаться в объемах не менее $Z_{ак_i}$;

Z^+ – множество целых положительных чисел;

n – количество видов выпускаемой продукции.

В модели (1-6) полагается, что цена a_i – фиксированная. Если a_i можно менять в некотором диапазоне:

$$a_i^1 \le a_i \le a_i^2,\ i = 1,2,\dots,n\ , \quad (6.1)$$

то это оказывает влияние на спрос.

В простейшем случае это влияние задается линейным соотношением следующего вида:

$$x_i \le Pt_i - \Delta_i\left(a_i - a_i^1\right),\ i = 1,2,\dots,n\ , \quad (4.1)$$

где a_i – цена реализации продукции вида i;

a_i^1 – минимальная цена реализации продукции вида i;

a_i^2 – максимальная цена реализации продукции вида i;

Δ_i – числовой коэффициент, отражающий степень падения спроса при увеличении цены на продукцию вида i.

Таким образом, с учетом (4.1) и (6.1), в условиях нефиксированных цен на продукцию модель (1-6), (4.1), (6.1) является нелинейной.

Решением соответствующей оптимизационной задачи является вектор $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, задающий

[1] Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта №16-06-00143а.

объемы выпуска продукции, и вектор $a=(a_1, \ldots, a_n)$, задающий цены на продукцию, в условиях ограничений (2-6), (4.1), (6.1).

Далее необходимо отметить, что уже в условиях фиксированных цен задача (1-6) не всегда разрешима в силу дефицита производственной мощности и (или) дефицита материальных ресурсов производства. Поэтому для того чтобы объем производства удовлетворял ограничению (5), необходимо осуществить дополнительные инвестиции как в закупку материальных ресурсов, так и в увеличение производственной мощности предприятия.

Для определения минимального объема таких инвестиций необходимо решить следующую оптимизационную задачу:

$$\sum_{j=1}^{M} z_j\beta_j + \sum_{l=1}^{k} y_l\gamma_l \to min\,; \tag{7}$$

$$\sum_{i=1}^{n} l_{ij}x_i \le z_j + L_j,\ j=1,2,..,M\,; \tag{8}$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_{il}x_i \le (k_l + y_l)\tau_l,\ l=1,2,..,K\,; \tag{9}$$

$$x_i \le Pt_i,\ i=1,2,\ldots,n\,; \tag{10}$$

$$x_i \ge Z_{ak_i}, i=1,2,\ldots,n\,; \tag{11}$$

$$x_i \in Z^+, i=1,2,\ldots,n; \tag{12}$$

$$y_l \in Z^+, z_j \ge 0, j=1,2,..,M, l=1,2,..,K, \tag{13}$$

где использовались следующие обозначения:

z_j – дополнительно закупаемый объем материальных ресурсов вида *j*, $j=1,2,..,M$;

β_j – цена единицы материального ресурса *j*, $j=1,2,..,M$;

y_l – количество единиц дополнительно закупаемого оборудования вида *l*, $l=1,2,..,K$;

γ_l – цена единицы оборудования вида *l*, $l=1,2,..,K$.

Дополнительно отметим, что решение задачи (7-13) дает не только объем дополнительных инвестиций, но и их структуру с учетом закупки как материальных ресурсов производства, так и дополнительного оборудования.

Кроме нединамической модели выбора оптимальной производственной программы (1-6), можно использовать динамическую модель оптимизации производственной программы с учетом влияния инфляции на маржинальный доход, получаемый от реализации выпускаемой продукции.

Решение задачи в этом случае дается в виде вектор-функции:

$$x(t)=(x_1(t), \ldots, x_n(t)),$$

где $x_i(t)$ – интенсивность выпуска продукции вида *i*. Таким образом, объем выпуска продукции вида *i* равен $x_i = \int_0^T x_i(t)dt$, $i=1,2,\ldots,n$.

Математическая постановка задачи выбора оптимальной производственной программы в этом случае имеет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^{n}\int_0^T c_i(\xi(t))x_i(t)dt \to max\,; \tag{14}$$

$$\sum_{i=1}^{n} l_{ij}\int_0^t x_i(\grave{t})d\grave{t} \le \int_0^t L_j(\grave{t})d\grave{t},$$
$$j=1,2,\ldots,M\ \forall t \in (0,T)\,; \tag{15}$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_{il}\int_{t_1}^{t_2} x_i(t)dt \le \frac{t_2-t_1}{T}k_l\tau_l,$$
$$l=1,2,\ldots,K\ \forall t_1,t_2 \in (0,T)\,;\ t_2 > t_1\,; \tag{16}$$

$$\int_0^T x_i(t)dt \le Pt_i,$$
$$i=1,2,\ldots,n, x_i(t) \ge 0, \forall t \in (0,T)\,. \tag{17}$$

где использовались следующие обозначения:

$$c_i(\xi(t)) = a_i(\xi(t)) - b_i(\xi(t)),\ i=1,2,\ldots,n\,;$$

$a_i(\xi(t))$ – цена единицы продукции вида *i* в момент времени *t* при уровне накопленной инфляции $\xi(t)$;

$b_i(\xi(t))$ – переменные издержки при выпуске единицы продукции вида *i* в момент времени *t* при уровне накопленной инфляции $\xi(t)$;

$c_i(\xi(t))$ – маржинальный доход от выпуска единицы продукции вида *i* в момент *t* при уровне накопленной инфляции $\xi(t)$;

$x_i(t)$ – интенсивность выпуска продукции вида *i*, $i=1,2,\ldots,n$;

Pt_i – объем спроса на продукцию вида *i*, $i=1,2,\ldots,n$;

$L_j(\grave{t})$ – интенсивность поступления материальных ресурсов вида *j* в момент времени $\grave{t}$;

$t_2 - t_1$ – длина интервала (t_1, t_2).

Соотношение (16) – это ограничение на равномерность загрузки оборудования.

Задача (14-17) является задачей оптимального управления, решением которой является вектор-функция $x(t)=(x_1(t), \ldots, x_n(t))$.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий применение модели (14-17).

Пусть маржинальный доход от выпуска единицы продукции вида *i* в момент времени *t* линейно зависит от инфляции:

$$c_i(\xi(t)) = c_i^0 + c_i^0\xi_1 t\Delta_i\,.$$

Здесь c_i^0 – начальная маржа по продукции вида *i*;

ξ_1 – инфляция за единичный период времени (в долях);

Δ_i – коэффициент, отражающий степень влияния инфляции на маржинальный доход в зависимости от вида продукции.

Пусть $c_i^0 = 20$;

$\xi_1 = 0{,}008$ – инфляция на периоде в 1 месяц;

$T = 3$ – рассматриваемый период времени составляет 3 месяца;

$\Delta_i = 0{,}8$;

$i = 1$.

Тогда выражение (14) имеет вид:

$$\int_0^3 (20 + 20 \times 0{,}008 \times t \times 0{,}8) \times x_1(t)dt \to max.$$

Аналогично для других видов продукции, если $i > 1$.

Суммарное время загрузки оборудования каждого вида, необходимое для производства продукции в требуемом объеме, не должно превышать доступный фонд времени работы имеющегося оборудования, т.е.:

$$t_{1l}\int_0^3 x_1(t)dt \le k_l \tau_l,\ l = 1,2,\ldots,K.$$

Тем не менее, подобное ограничение является недостаточно полным, поскольку не учитывает необходимость равномерной загрузки имеющегося оборудования.

Проиллюстрируем это замечание следующим образом.

Пусть в производстве задействована одна единица оборудования, т.е. $l = 1$ и $k_1 = 1$.

Рассмотрим возможную динамику загрузки данной единицы оборудования на периоде в 20 дней (рис. 1). Эффективное время работы данного оборудования на периоде планирования составляет 6 ч в день. Таким образом, доступный фонд времени работы имеющегося оборудования за период 20 дней составит $6 \times 20 = 120$ ч.

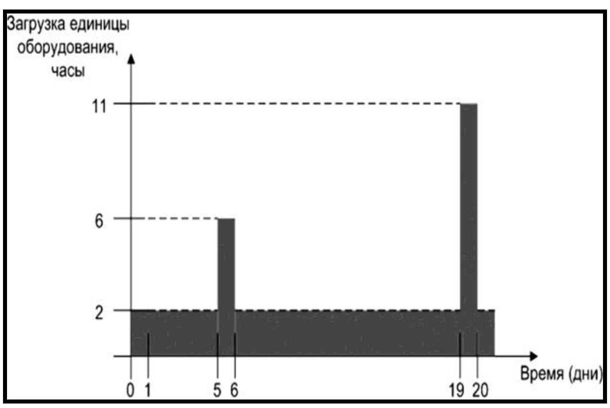

Рис. 1. Динамика загрузки единицы оборудования на периоде в 20 дней

Как видно из рис. 1, время эксплуатации имеющейся единицы оборудования в ходе производственного процесса в рассматриваемом случае составляет 2 ч в день, за исключением 5-го дня, когда время эксплуатации составляет 6 ч, и 19-го дня, когда время эксплуатации составляет 11 ч.

Таким образом, время загрузки оборудования, необходимое для производства продукции в требуемом объеме на периоде в 20 дней не превышает доступный фонд времени работы оборудования (120 ч).

Тем не менее, подобный план загрузки оборудования не реализуем, поскольку время эксплуатации единицы оборудования в 19-й день составляет 11 ч, что превышает возможное время эксплуатации за период в один день (6 ч).

Вследствие этого необходимо ввести ограничение также на равномерность загрузки оборудования:

$$\sum_{i=1}^{n} t_{il}\int_{t_1}^{t_2} x_i(t)dt \le \frac{t_2 - t_1}{T} k_l \tau_l,$$
$$l = 1,2,\ldots,K\ \forall t_1, t_2 \in (0,T);\ t_2 > t_1.$$

В рассматриваемом примере ограничение на время эксплуатации оборудования в 19-й день будет выглядеть следующим образом:

$$t_{11}\int_{19}^{20} x_1(t)dt \le 1 \times$$
$$\times 120 \times \frac{20-19}{20}.$$

Рассмотрим метод решения (14-17) на множестве кусочно-постоянных функций. Будем далее также считать функцию $c_i(\xi(t))$ кусочно-постоянной на конечном числе интервалов одинаковой длины, на которые разбивается период (0, T).

В этих условиях задачу (14-17) можно представить следующим образом:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{\tau=0}^{T} c_i(\xi_\tau) x_i^\tau \times t_\tau \to max; \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{\tau=0}^{\tau^*} x_i^\tau \times t_\tau l_{ij} \le \sum_{\tau=0}^{\tau^*} L_j^\tau \times t_\tau,$$
$$\forall \tau^* = 0,1,\ldots,T,\quad j = 1,2,\ldots,M; \quad (19)$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_{il} \sum_{\tau=\tau_k}^{\tau_p} x_i^\tau \Delta t_\tau \le \frac{\tau_p - \tau_k}{T} k_l \tau_l,$$
$$\forall \tau_p, \tau_k, (p > k), l = 1,2,\ldots,K; \quad (20)$$

$$\sum_{\tau=0}^{T} x_i^\tau \times t_\tau \le Pt_i, i = 1,2,\ldots,n; \quad (21)$$

$$x_i^\tau \ge 0, i = 1,2,\ldots,n, \tau = 0,1,2,\ldots,T, \quad (22)$$

где использовались следующие обозначения:

$c_i(\xi_\tau)$ – маржинальный доход от продажи одной единицы продукции вида i на временном интервале с номером τ при уровне накопленной инфляции на интервале времени τ, равном ξ_τ;

x_i^τ – интенсивность производства продукции вида i на интервале времени τ;

Δt_τ – продолжительность интервала с номером τ;

L_j^τ – интенсивность поступления материальных ресурсов вида j на интервале времени с номером τ.

Задача (18-22) является задачей линейного программирования.

Ее решением будет матрица (x_i^τ), $i = 1,2,\ldots,n$, $\tau = 0,1,2,\ldots,T$.

С учетом того, что любая непрерывная функция может быть с любой точностью аппроксимирована кусочно-постоянными функциями, предложенный подход может успешно применяться для решения задачи оптимального управления (14-17).

2. Модели управления оборотным капиталом производственного предприятия

Рассмотрим задачу выбора оптимальной производственной программы предприятия в ситуации, когда отсутствуют запасы материальных ресурсов производства (или они недостаточны), но есть собственные оборотные средства предприятия и (или) есть возможность привлечь кредит для пополнения оборотных средств предприятия.

В этих условиях возникает вопрос: как наиболее эффективно использовать эти финансовые ресурсы при определении видов и объемов выпуска конечной продукции. В ситуации, если критерием эффективности является операционная прибыль предприятия, определить наилучшую производственную программу можно путем использования обобщения модели (1-6):

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i x_i - \sum_{i=1}^{n} b_i x_i - Z_{пост} \to max\ ; \qquad (23)$$

$$\sum_{i=1}^{n} l_{ij} x_i \le L_j + z_j,\ j = 1,2,\ldots,M\ ; \qquad (24)$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_{il} x_i \le k_l \tau_l,\ l = 1,2,\ldots,K\ ; \qquad (25)$$

$$\sum_{j=1}^{M} \beta_j z_j \le F\ ; \qquad (26)$$

$$x_i \le Pt_i,\ i = 1,2,\ldots,n\ ; \qquad (27)$$

$$x_i \ge Z_{ак_i},\ i = 1,2,\ldots,n; \qquad (28)$$

$$x_i \in Z^+,\ z_j \ge 0,\ i = 1,2,\ldots,n,\ j = 1,2,\ldots,M. \qquad (29)$$

В модели (23-29), кроме использованных ранее обозначений, используются следующие:

z_j – объем закупаемых ресурсов вида j;

β_j – цена закупки материальных ресурсов вида j;

F – объем оборотных средств.

Искомыми переменными при решении линейной оптимизационной задачи (23-29) являются производственная программа $x = (x_1, \ldots, x_n)$ и объем закупок $z = (z_1, \ldots, z_M)$.

В постановке (23-29) цены на конечную продукцию фиксированы. Если цены можно менять в диапазоне:

$$a_i^1 \le a_i \le a_i^2,\ i = 1,2,\ldots,n, \qquad (30)$$

то это ограничение должно присутствовать в модели и, следовательно, задача становится нелинейной.

В этом случае ограничение (27) заменяется на ограничение:

$$x_i \le Pt_i - \Delta_i\left(a_i - a_i^1\right),\ i = 1,2,\ldots,n. \qquad (27.1)$$

Таким образом, в ситуации нефиксированных цен, кроме переменных x и z дополнительно определяются оптимальные цены, заданные вектором

$a = (a_1, a_2, \ldots, a_n)$.

В ситуации, когда модель (23-29) не имеет решения в силу недостатка оборотных средств для закупки материальных ресурсов и (или) недостатка производственных мощностей, можно определить минимальный объем инвестиций, позволяющий выпустить продукцию в количестве не менее $Z_{ак_i}$, аналогично тому, как это делалось в предыдущем разделе.

Рассмотрим ситуацию, когда лицо, принимающее решение (ЛПР) о закупке материальных ресурсов производства может использовать не только собственные оборотные средства в объеме F, но и дополнительно привлечь кредит в объеме V под процент λ (в долях).

Возникает вопрос: целесообразно ли привлекать этот кредит, и если да, то в каком объеме? Для того чтобы ответить на этот вопрос, необходимо решить две задачи. Задача 1 – оценить прибыль предприятия, если кредит не привлекать, то есть найти оптимальное решение модели (23-29).

Задача 2 состоит в оценке эффективности производственной программы, если кредит привлекается. Иными словами, решается следующая оптимизационная задача:

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i x_i - \sum_{i=1}^{n} b_i x_i - Z_{пост} - \lambda\left(\sum_{j=1}^{M}\beta_j z_j - F\right) \to max\ ; \qquad (31)$$

$$\sum_{i=1}^{n} l_{ij} x_i \le L_j + z_j,\ j = 1,2,..,M\ ; \qquad (32)$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_{il} x_i \le k_l \tau_l,\ l = 1,2,..,K\ ; \qquad (33)$$

$$F < \sum_{j=1}^{M}\beta_j z_j \le F + V\ ; \qquad (34)$$

$$x_i \le Pt_i,\ i = 1,2,\ldots,n\ ; \qquad (35)$$

$$x_i \ge Z_{ак_i},\ i = 1,2,\ldots,n\ ; \qquad (36)$$

$$x_i \in Z^+. \qquad (37)$$

В модели (31-37) кредит используется обязательно, и слагаемое $\lambda\left(\sum_{j=1}^{M}\beta_j z_j - F\right)$ в целевой функции (31) – это процентный платеж по кредиту.

Сравнивая значение целевой функции (23) (без кредита) и целевой функции (31) (с кредитом) определяем оптимальную стратегию.

Далее рассмотрим динамическую модель управления оборотным капиталом предприятия, направляемым на закупку материальных ресурсов производства. Ниже будем полагать, что в общем случае интенсивность поступления оборотных средств на периоде $(0, T)$ задана функцией $f(t)$:

$$\sum_{i=1}^{n}\int_0^T c_i\left(\xi(t)\right) x_i(t)\,dt \to max\ ; \qquad (38)$$

$$\sum_{i=1}^{n} l_{ij}\int_0^t x_i\left(\dot t\right) d\dot t \le \int_0^t z_j\left(\dot t\right) d\dot t\ \forall t \in (0,T),\quad j = 1,2,\ldots,M; \qquad (39)$$

$$\sum_{i=1}^{n} t_{il} \int_{t_1}^{t_2} x_i(t)dt \le \frac{t_2 - t_1}{T} k_l \tau_l, \tag{40}$$
$$l = 1,2,\ldots,K, \forall t_1, t_2 \in (0,T), t_2 > t_1;$$

$$\sum_{j=1}^{M} \beta_j \int_0^t z_j(\grave{t}) d\grave{t} \le \int_0^t f(\grave{t}) d\grave{t}, \ \forall t \in (0,T); \tag{41}$$

$$\int_0^T x_i(t)dt \le Pt_i; \tag{42}$$

$$\int_0^T x_i(t)dt \ge Z_{ак_i}; \tag{43}$$

$$x_i(t) \ge 0; z_j(t) \ge 0. \tag{44}$$

Решением задачи (38-44) является вектор-функция $x(t) = (x_1(t), \ldots, x_n(t))$ и вектор-функция $z(t) = (z_1(t), \ldots, z_m(t))$, задающие, соответственно, интенсивность производства продукции и интенсивность закупки материальных ресурсов.

Соотношение (41) свидетельствует о том, что объем затрат на закупку материальных ресурсов не должен превышать объема поступивших оборотных средств на любой момент $t \in (0,T)$.

Решение задачи оптимального управления (38-44) можно свести к решению задачи линейного программирования, аналогично тому, как это было сделано в предыдущем разделе.

3. Модели управления оборотным капиталом торговой фирмы при формировании портфеля оптовых закупок

На сегодняшнем российском рынке торговые фирмы фактически выступают в роли логистических и финансовых операторов, закупая продукцию в большом количестве и реализуя ее мелкими партиями [8, с. 138].

Рассмотрим модель оптимизации портфеля оптовых закупок торговой фирмы. Предприятие розничной торговли закупает несколько партий различного вида товаров по оптовым ценам и в дальнейшем продает их в розничной сети по более высоким ценам. Задача заключается в том, чтобы закупить те виды товаров и в таком объеме, чтобы максимизировать прибыль фирмы от розничной продажи товаров на заданном интервале времени. При этом необходимо учитывать ограничения на объем оборотного капитала, привлекаемого для оптовых закупок товаров, ограничения на объем товара на складе оптовых закупок, ограничения спроса и др.

Математическая постановка такой задачи заключается в следующем:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \upsilon_i \gamma_i + \left[F - \sum_{i=1}^{n} x_i \upsilon_i \alpha_i\right] \to max; \tag{45}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \upsilon_i \alpha_i \le F; \tag{46}$$

$$x_i \upsilon_i \le \int_0^T V_i(t)dt, i = 1,2,\ldots,n; \tag{47}$$

$$0 \le x_i \le k_i, где\, k_i = \frac{V_i}{\upsilon_i}, x_i \in Z^+. \tag{48}$$

В задаче (45-48) используются следующие обозначения:

x_i – число минимальных партий товара ***i***, закупаемого оптом (***i = 1, 2, …, n***);

υ_i – объем минимальной партии товара ***i*** при оптовой закупке (***i = 1, 2, …, n***);

γ_i – розничная цена продажи товара вида ***i*** (***i = 1, 2, …, n***);

α_i – оптовая цена товара ***i*** (***i = 1, 2, …, n***);

F – объем оборотных средств;

$V_i(t)$ – интенсивность спроса на товары вида ***i*** при розничной цене продажи продукта γ_i;

V_i – объем товара i на складе, который может быть закуплен оптом (***i = 1, 2, …, n***);

$k_i = \frac{V_i}{\upsilon_i}$ – количество минимальных партий оптовых закупок на складе;

Z^+ – множество целых положительных чисел.

Таким образом, целевая функция (45) задает прибыль от продажи товаров. Ограничение (46) говорит о том, что затраты при оптовых закупках не могут превышать объема оборотного капитала ***F***.

Ограничение (47) свидетельствует о том, что все закупленные оптом товары должны быть проданы в розничной торговле на периоде времени (***0***, ***T***). Прогноз спроса конечных потребителей является исходной информацией для планирования потребностей в готовой продукции и основой плана продаж [6, с. 170], также на его основе строится стратегия закупок [7, с. 18].

И наконец, ограничение (48) свидетельствует о том, что объем оптовых товаров не может превышать объемов, имеющихся в данный момент на складе.

Задача (45-48) является задачей целочисленного линейного программирования и может быть, в частности, решена с использованием метода ветвей и границ.

Рассмотрим вычислительную схему метода ветвей и границ для решения задачи (45-48).

1. Вычисление верхней оценки для оптимального значения целевой функции (45).

Для этого будем предполагать, что оптовые закупки можно осуществлять в любом объеме, а не партиями минимального объема. Далее определим доходность каждого товара по формуле

$$d_i = \frac{\gamma_i}{\alpha_i}, (i = 1,2,\ldots,n)$$

и перенумеруем виды товаров так, чтобы $d_1 \ge d_2 \ge \ldots \ge d_n$.

Сформируем портфель оптовых закупок следующим образом: вначале в максимально возможном объеме закупается продукция первого вида, на остаток закупается продукция второго вида, и так далее, пока не закончатся денежные средства, либо все виды товаров не будут закуплены. Далее определяется значение целевой функции (45) на полученном портфеле оптовых закупок. Значение целевой функции на этом портфеле будем считать верхней оценкой $F_в$.

2. Вычисление нижней оценки $F_н$ значения целевой функции (45) на оптимальном решении.

В качестве такой оценки можно принять значение целевой функции (45) на одном из допустимых решений. В частности, такое решение можно получить из портфеля, использовавшегося при определенном $F_в$, разделив соответствующие объемы закупок на величину υ_i и отбросив дробные части полученного частного от этого деления. Полученный портфель будет допустимым для целочисленной задачи (45-48) и, вычислив на нем значение целевой функции (45), получим нижнюю оценку $F_н$.

Если $F_н = F_в$, то оптимальное решение задачи (45-48) получено. Этим решением будет допустимое решение, сформированное при вычислении оценки $F_н$. Если $F_н < F_в$, то переходим к следующему пункту метода.

3. Формирование очередного допустимого портфеля оптовых закупок с вычислением текущих верхних оценок целевой функции на этом решении. Текущие верхние оценки целевой функции вычисляются всякий раз, когда в портфель закупок включается очередная минимальная партия товара, приобретаемого оптом. Вычисление текущей верхней оценки целевой функции на формируемом портфеле оптовых закупок производится по следующей формуле:

$$F_в^{тек}\left(\tilde{\upsilon}_1,\ldots,\tilde{\upsilon}_n\right) = \sum_{i=1}^{n}\tilde{\upsilon}_i\gamma_i + F_в\left(V / \tilde{\upsilon}\right),$$

где $F_в^{тек}\left(\tilde{\upsilon}_1,\ldots,\tilde{\upsilon}_n\right)$ – текущая верхняя оценка целевой функции (45) при условии, что оптом уже закуплены товары в объеме $\left(\tilde{\upsilon}_1,\ldots,\tilde{\upsilon}_n\right)$;

$\sum_{i=1}^{n}\tilde{\upsilon}_i\gamma_i$ – выручка от продажи закупленных товаров в объеме $\left(\tilde{\upsilon}_1,\ldots,\tilde{\upsilon}_n\right)$;

$F_в\left(V / \tilde{\upsilon}\right)$ – верхняя оценка целевой функции на объеме товаров, оставшихся на складе, после покупки товаров в объеме $\tilde{\upsilon} = \left(\tilde{\upsilon}_1,\ldots,\tilde{\upsilon}_n\right)$ и при условии, что оборотные средства F' , используемые для этого, равны:

$$F' = F - \sum_{i=1}^{n}\tilde{\upsilon}_i\alpha_i,$$

где F' – остаток оборотных средств;

F – первоначальный объем оборотных средств;

$\sum_{i=1}^{n}\tilde{\upsilon}_i\alpha_i$ – объем финансовых ресурсов, потраченных на оптовые закупки товаров в количестве $\left(\tilde{\upsilon}_1,\ldots,\tilde{\upsilon}_n\right)$.

Если полученное значение $F_в^{тек}\left(\tilde{\upsilon}_1,\ldots,\tilde{\upsilon}_n\right) \le F_н$, то дальнейшее формирование портфеля закупок прекращается и осуществляется переход на формирование нового портфеля для оптовых закупок.

Если $F_в^{тек}\left(\tilde{\upsilon}_1,\ldots,\tilde{\upsilon}_n\right) > F_н$, формирование портфеля оптовых закупок продолжается, т.е. выбирается очередная партия товара для оптовой закупки, она закупается и на множестве закупленных оптом товаров снова вычисляются $F_в^{тек}\left(\tilde{\upsilon}_1,\ldots,\tilde{\upsilon}_n\right)$. Анализируя подобным образом каждое допустимое решение, мы либо отбракуем его как неоптимальное, либо оно будет полностью сформировано, и значение целевой функции (45) F^* на этом решении будет больше чем $F_н$.

В этом случае корректируем значение $F_н$, полагая его равным F^* . Если новое значение $F_н = F_в$, то оптимальное решение найдено, и им будет решение, на котором значение целевой функции (45) равно F^* . Если $F^* < F_в$, продолжаем процедуру анализа допустимых портфелей с вычислением текущих верхних оценок до тех пор, пока не произойдет одно из событий.

1. При очередной корректировке $F_н$ его значение становится равным $F_в$.
2. Все допустимые портфели рассчитаны, и $F_н < F_в$.

В первом случае оптимальным решением будет тот допустимый портфель, значение целевой функции на котором равно $F_в$.

Во втором случае оптимальным будет допустимый портфель, которому соответствует последнее (максимальное) значение $F_н$.

Во многих случаях торговая фирма, кроме использования собственного оборотного капитала в объеме F, может привлечь дополнительно кредит в объеме V под процент L, который также может быть использован для формирования оптового портфеля закупок. В этом случае менеджеры компании должны решить: целесообразно ли использовать кредит, и если да, то в каком объеме и какие виды товаров необходимо приобрести оптом для последующей их реализации в розничной торговле. Для этого необходимо рассмотреть две стратегии. Первая – кредит для оптовых закупок не привлекать, и вторая – привлечь кредит, минимизируя потери при его возврате. Объем прибыли для ситуации без привлечения кредита может быть рассчитан при решении задачи 1 следующего вида:

Задача 1.

$$\sum_{i=1}^{n} x_i\upsilon_i\gamma_i + \left[F - \sum_{i=1}^{n} x_i\upsilon_i\alpha_i\right] \to max\ ;$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i\upsilon_i\alpha_i \le F\ ;$$

$$x_i\upsilon_i \le \int_0^{\tau} V_i(t)\,dt,\ i = 1,2,\ldots,n\ ;$$

$$0 \le x_i \le k_i,\ где\ k_i = \frac{V_i}{\upsilon_i},\ x_i \in Z^+.$$

Задача 2 дает ответ на вопрос о прибыли в ситуации привлечения кредита.

Задача 2.

$$\sum_{i=1}^{n} x_i\upsilon_i(\gamma_i - \alpha_i) - (1+L)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\upsilon_i\alpha_i - F\right) \to max\ ;$$

$$F < \sum_{i=1}^{n} x_i\upsilon_i\alpha_i \le F + V\ ;$$

$$x_i\upsilon_i \le \int_0^{\tau} V_i(t)\,dt,\ i = 1,2,\ldots,n\ ;$$

$$0 \le x_i \le k_i, где\, k_i = \frac{V_i}{\upsilon_i}, x_i \in Z^+ .$$

В конечном итоге выбирается та стратегия, которая дает большую прибыль (целевые функции задачи 1 и задачи 2). Для решения задачи 1 и задачи 2 может быть использован метод ветвей и границ.

В условиях привлечения кредита для закупки материальных ресурсов производства можно вычислить максимальную величину процента по кредиту L (в долях), при котором целесообразно привлекать заемные средства. Для этого решается следующая оптимизационная задача:

$$\max L;$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \upsilon_i(\gamma_i - \alpha_i) - (1+L)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i \upsilon_i \alpha_i - F\right) \ge$$

$$\ge \sum_{i=1}^{n} x_i^* \upsilon_i \gamma_i + \left[F - \sum_{i=1}^{n} x_i^* \upsilon_i \alpha_i\right];$$

$$F < \sum_{i=1}^{n} x_i \upsilon_i \alpha_i \le F + V;$$

$$x_i \upsilon_i \le \int_0^{\tau} V_i(t)\,dt, i = 1,2,\dots,n;$$

$$0 \le x_i \le k_i, x_i \in Z^+, L \ge 0,$$

где $x^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$ – решение задачи 1 (ситуация без привлечения кредита).

4. Анализ устойчивости в модели выбора оптимального портфеля оптовых закупок товаров

Компании, занимающиеся оптовыми закупками, работают в условиях постоянно меняющегося рынка, поэтому система закупок такой организации должна быть достаточно гибкой, способной быстро реагировать на изменения внешней среды [3, с. 37].

Достоверное прогнозирование особенно важно для предприятий розничной торговли, которые в последнее десятилетие приобрели значительно большее влияние в цепях поставок [4, с. 263].

Рассмотрим ситуацию, когда розничные цены растут вместе с ростом накопленной инфляции, т.е.

$$\gamma_i(\xi) = \gamma_i(0) + \varphi_i(\xi),$$

где $\gamma_i(\xi)$ – розничная цена на единицу товара i при уровне накопленной инфляции ξ (в долях);

$\varphi_i(\xi)$ – приращение цены $\gamma_i(0)$ при уровне накопленной инфляции ξ. Далее будем считать $\varphi_i(\xi)$ дифференцируемой функцией от ξ и $(\varphi_i(\xi))' \ge 0$ для всех значений ξ;

$\gamma_i(0)$ – розничная цена на единицу продукции i в некоторый начальный момент $t = 0$ $(\xi = 0)$.

Учитывая конечность допустимых решений задачи (45-48) и бесконечное число значений инфляции на любом ограниченном интервале $(0,\theta)(\xi \in (0,\theta))$, можно сделать следующие выводы.

1. Оптимальное решение, полученное при $\xi = 0$, будет оставаться таковым для любого $\xi \in (0,\theta_1)$, $(\theta_1 < \theta)$ в том случае, если при $\xi = 0$ оптимальное решение единственно.
2. Если $\varphi_i(\xi)$ имеют непрерывные производные и ограничены для любого $\xi \in (0,\theta)$, то можно разбить интервал изменения инфляции $(0,\theta)$ на конечное число отрезков (θ_i, θ_{i+1}) $(i = 1,2,\dots,N-1; \theta_N = \theta_i; \quad \theta_1 = 0)$ таким образом, что при любом изменении инфляции на интервале (θ_i, θ_{i+1}) (и, следовательно, изменении розничных цен) оптимальным будет оставаться некоторое допустимое решение $x_i \in \bar{X}$,

где $\bar{X}$ – множество всех допустимых решений задачи (45-48).

Дадим некоторые пояснения к сформулированному утверждению.

Пусть $\bar{X} = \{x^1, \dots, x^M\}$ – множество всех допустимых портфелей задачи (45-48) и $x^l \in \bar{X}$ является оптимальным при $\xi = 0$ $(1 \le l \le M)$.

Введем функции $f^j(\xi)$ следующим образом:

$$f^j(\xi) = \sum_{i=1}^{n} x_i^j \upsilon_i \left(\gamma_i(0) + \varphi_i(\xi)\right) -$$

$$-\left[F - \sum_{i=1}^{n} x_i^j \upsilon_i \alpha_i\right], j = 1,2,\dots,M.$$

Иными словами, $f^j(\xi)$ – это значение целевой функции (45) на допустимом портфеле оптовых закупок $x^j = (x_1^j, \dots, x_n^j)$. Продифференцировав $f^j(\xi)$ по ξ, получим:

$$\frac{df^j(\xi)}{d\xi} = \frac{d\varphi_i(\xi)}{d\xi} \times \sum_{i=1}^{n} x_i^j \upsilon_i, j = 1,2,\dots,M.$$

Очевидно, что если

$$\frac{df^l(\xi)}{d\xi} \ge \frac{df^j(\xi)}{d\xi}, \ j \ne l, \ j = 1,2,\dots,M$$

для всех $\xi \in (0,\theta)$, то решение x^l будет оставаться оптимальным при любом уровне инфляции $\xi \in (0,\theta)$.

В противном случае, т.е. если есть некоторое подмножество решений задачи (45-48) $\bar{X}_1 \subseteq \bar{X}$, для которого не выполняется система неравенств

$$\frac{df^l(\xi)}{d\xi} \ge \frac{df^j(\xi)}{d\xi}, \forall j = 1,2,\dots,M, j \ne l, \forall \xi \in (0,\theta),$$

решаем уравнения вида:

$$f^l(\xi) = f^j(\xi), j \in \bar{X}_1. \quad (49)$$

Рассмотрим все решения этих уравнений $\xi_1, \dots, \xi_{L_1}$, которые принадлежат отрезку $(0,\theta)$ и выберем $\xi_{min1} = \min\{\xi_1, \dots, \xi_{L_1}\}$. Значение ξ_{min1} является одним из решений уравнений (49), т.е. существует

$k \in \bar{X}_1$, для которого ξ_{min1} является решением уравнения $f^l(\xi) = f^k(\xi)$.

Следовательно, при уровне инфляции $\xi > \xi_{min1}$ оптимальным становится не портфель оптовых закупок x^l, а портфель x^k. Продолжив итеративно описанную процедуру на интервале инфляции (ξ_{min1}, θ), мы получим требуемое разбиение интервала накопленной инфляции $(0,\theta)$ на отрезки.

Рассмотренную процедуру разбиения интервала изменения инфляции $(0,\theta)$ на отрезки называют еще процедурой формирования областей устойчивости оптимальных решений задачи (45-48) при росте накопленной инфляции.

Рассмотрим численный пример, иллюстрирующий алгоритм определения области устойчивости.

Пусть закупаются оптом два вида товаров и множество допустимых решений $\underline{\bar{X}} = \{x^1, x^2\}$. При этом $x^1 = (3,4)$, $x^2 = (4,3)$, минимальная партия оптовых закупок для первого и второго вида товаров равна $\upsilon_1 = \upsilon_2 = 10$. Цена оптовых закупок и цена розничная равны:

$$\alpha_1 = 15; \alpha_2 = 17; \gamma_1 = 25;\ \gamma_2 = 26.$$

Соответственно маржинальный доход по первому и второму виду товара равен:

$$\Delta_1 = \gamma_1 - \alpha_1 = 25 - 15 = 10;$$

$$\Delta_2 = \gamma_2 - \alpha_2 = 26 - 17 = 9.$$

Далее будем считать, что $\varphi_1(\xi)$ и $\varphi_2(\xi)$ линейны и соответственно:

$$\gamma_1(\xi) = \gamma_1(0) + k_1\xi \times \gamma_1(0) = 25 + 1 \times \xi \times 25.$$

Здесь $k_1 = 1$ и

$$\gamma_2(\xi) = \gamma_2(0) + k_2\xi \times \gamma_2(0) = 26 + 2 \times \xi \times 26.$$

Здесь $k_2 = 2$.

Сформируем функции $f_1(\xi)$ и $f_2(\xi)$:

$$f_1(\xi) = 3 \times 10 \times (25 + 25 \times 1 \times \xi - 15) + \\ +4 \times 10 \times (26 + 26 \times 2 \times \xi - 17).$$

$$f_2(\xi) = 4 \times 10 \times (25 + 25 \times 1 \times \xi - 15) + \\ +3 \times 10 \times (26 + 26 \times 2 \times \xi - 17).$$

Рассчитаем значения $f_1(0)$ и $f_2(0)$:

$$f_1(0) = 3 \times 10 \times 10 + 4 \times 10 \times (26 - 17) = 660;$$

$$f_2(0) = 4 \times 10 \times 10 + 3 \times 10 \times 9 = 670.$$

Таким образом, значение целевой функции на втором портфеле закупок выше чем на первом, поэтому оптимальным при $\xi = 0$ будет второй портфель оптовых закупок. Рассчитаем $(f_1(\xi))'$ и $(f_2(\xi))'$.

$$\frac{df^1(\xi)}{d\xi} = 3 \times 10 \times 25 + 4 \times 10 \times 2 \times 26 = 2830;$$

$$\frac{df^2(\xi)}{d\xi} = 4 \times 10 \times 25 + 3 \times 10 \times 2 \times 26 = 2560.$$

Учитывая, что $\frac{df^1(\xi)}{d\xi} > \frac{df^2(\xi)}{d\xi} \forall \xi > 0$, определим уровень инфляции $\xi > 0$, при котором оптимальным становится первый портфель оптовых закупок $x^1 = (3,4)$.

Для этого решим уравнение:

$$f_1(\xi) = f_2(\xi);$$

$$3 \times 10 \times (25 + 25 \times 1 \times \xi - 15) + 4 \times 10 \times \\ \times (26 + 26 \times 2 \times \xi - 17) = 4 \times 10 \times \\ \times (25 + 25 \times 1 \times \xi - 15) + 3 \times 10 \times \\ \times (26 + 26 \times 2 \times \xi - 17).$$

Откуда следует:

$$2830\xi - 2520\xi = 670 - 660;$$

$$\xi = 0,03.$$

Таким образом, при инфляции более чем 3% розничные цены меняются так, что оптимальным становится решение $x^1 = (3,4)$.

5. Пример использования модели управления оборотным капиталом торговой компании

Рассматриваемое торговое предприятие является частью небольшой розничной сети, в которой предусмотрено планирование и осуществление закупок отдельно для каждого магазина. Решается задача максимизации прироста капитала, получаемого в конце месяца, посредством выбора оптимального портфеля. При этом предприятию необходимо выбрать оптимальный портфель при возможности использования только собственных средств, сумма которых составляет 1 500 000 руб.

Таблица 1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ[2]

Товар	Минимальная партия, шт.	Интенсивность спроса, шт.	Оптовая цена, руб.	Розничная цена, руб.	Наличие на складе, шт.	Спрос за месяц, шт.
Колбаса вареная высшего сорта	50	103	159,05	288,23	3 250	3 090
Молоко питьевое пастеризо-	100	153	20,89	35,88	5 000	4 590

[2] Источник: данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат), внутренняя отчетность фирмы.

Товар	Минимальная партия, шт.	Интенсивность спроса, шт.	Оптовая цена, руб.	Розничная цена, руб.	Наличие на складе, шт.	Спрос за месяц, шт.
ванное 2,5%						
Сыр сычужный твердый	40	72	192,03	277,57	2 300	2 160
Чай черный байховый	60	101	225,71	391,06	7 000	3 030
Мука пшеничная	100	68	7,46	25,19	2 000	2 040
Рис шлифованный	100	123	17,17	39,80	3 200	3 690
Макаронные изделия из пшеничной муки высшего сорта	50	106	13,79	48,87	4 000	3 180
Водка крепостью 40% об. спирта	50	67	100,70	315,45	2 500	2 010
Коньяк ординарный отечественный	20	23	282,88	960,54	1 000	690
Пиво отечественное	100	86	25,11	69,00	3 100	2 580

Кроме того, необходимо определить максимальную ставку по кредиту, при которой будет целесообразно использовать возможность взять некоторую сумму в кредит.

Наконец, торговому предприятию необходимо определить, насколько портфель, найденный в ходе поиска оптимального решения при возможности использования только собственных средств, устойчив относительно уровня инфляции за период.

Рассматривается портфель, состоящий из 10 товаров. Исходные данные для расчетов представлены в табл. 1.

Переменные: Количество закупаемых партий	
Колбаса вареная высшего сорта	60
Молоко питьевое пастеризованное 2,5%	1
Сыр сычужный твердый	0
Чай черный байховый	33
Мука пшеничная	20
Рис шлифованный	32
Макаронные изделия из пшеничной муки высшего сорта	63
Водка крепостью 40% об.спирта	40
Коньяк ординарный отечественный	34
Пиво отечественное	25

Ограничение по объему собственных средств		
	Знак	
1495996,1	≤	1500000

Ограничение по интенсивности спроса		
	Знак	
3000	≤	3090
100	≤	4590
0	≤	2160
1980	≤	3030
2000	≤	2040
3200	≤	3690
3150	≤	3180
2000	≤	2010
680	≤	690
2500	≤	2580

Ограничение по количеству товара на оптовом складе		
	Знак	
60	≤	65
1	≤	50
0	≤	57,5
33	≤	116,7
20	≤	20
32	≤	32
63	≤	80
40	≤	50
34	≤	50
25	≤	31

Рис. 2. Решение оптимизационной задачи с использованием офисного пакета MS Excel

Для решения данной задачи используется инструментарий программы MS Excel. Задача решается с использованием функции «Поиск решения». При этом наложено три существенных ограничения – по объему собственных средств, по интенсивности спроса и по наличию товара на оптовом складе. Кроме того, количество закупаемых минимальных партий обязательно должно быть целым числом.

Запишем задачу в табличном виде (рис. 2).

Денежный поток в конце рассматриваемого периода составляет 343 828,39 руб. Также у рассматриваемой компании есть возможность взять кредит в размере от 10 до 50 тыс. руб. При этом ставки по кредиту варьируются, и необходимо определить максимальное значение ставки, при котором использовать возможность кредитования выгодно.

Переменные: Количество закупаемых партий/ставка по кредиту	
Колбаса вареная высшего сорта	61
Молоко питьевое пастеризованное 2,5%	4
Сыр сычужный твердый	0
Чай черный байховый	33
Мука пшеничная	20
Рис шлифованный	32
Макаронные изделия из пшеничной муки высшего сорта	63
Водка крепостью 40% об.спирта	40
Коньяк ординарный отечественный	34
Пиво отечественное	25
L	0,0723

Ограничения по объему финансовых средств				
	Знак		Знак	
1510000	≤	1510216,35	≤	2000000

Ограничение по интенсивности спроса		
	Знак	
3050	≤	3090
400	≤	4590
0	≤	2160
1980	≤	3030
2000	≤	2040
3200	≤	3690
3150	≤	3180
2000	≤	2010
680	≤	690
2500	≤	2580

Ограничение по количеству товара на оптовом складе		
	Знак	
61	≤	65
4	≤	50
0	≤	57,5
33	≤	116,7
20	≤	20
32	≤	32
63	≤	80
40	≤	50
34	≤	50
25	≤	31

Рис. 3. Решение оптимизационной задачи с использованием офисного пакета MS Excel

Данная задача также решается с помощью встроенной функции «Поиск решения».

Наложены ограничения по объему собственных средств, по интенсивности спроса и по наличию товара на оптовом складе. Кроме того, денежный поток в конце месяца должен быть не меньше, чем в ситуации без использования заемных средств.

Запишем задачу по определению максимальной ставки в табличном виде (рис. 3).

Денежный поток в конце рассматриваемого периода составляет 343 828,65 руб., что незначительно превышает величину денежного потока в предыдущем решении. При этом максимальная ставка за период составляет 7,23%.

Далее необходимо проанализировать, насколько выбранный товарный набор в ситуации с использованием только собственных средств является устойчивым относительно уровня инфляции. Для рассматриваемого временного периода уровень инфляции принял значения, которые отличались от среднего уровня на некоторый коэффициент. Значения данных коэффициентов для рассматриваемых товаров представлены в табл. 2. Некоторые из них отрицательные, поскольку цены снижаются.

Таблица 2

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ, КОРРЕКТИРУЮЩИХ СРЕДНИЙ УРОВЕНЬ ИНФЛЯЦИИ[3]

Продукт	Коэффициент
Колбаса вареная высшего сорта	-0,3680
Молоко питьевое пастеризованное 2,5%	0,0091
Сыр сычужный твердый	-1,4919
Чай черный байховый	0,8990
Мука пшеничная	0,9244
Рис шлифованный	1,3793
Макаронные изделия из пшеничной муки высшего сорта	2,8337
Водка крепостью 40% об. спирта	4,5699
Коньяк ординарный отечественный	3,3921
Пиво отечественное	3,7368

Данная задача решается с помощью встроенной функции «Поиск решения». Наложены ограничения по объему собственных средств, по интенсивности спроса и по наличию товара на оптовом складе. При этом выбранный портфель оптовых закупок не должен меняться по сравнению с ситуацией без использования заемных средств.

Запишем задачу по определению устойчивости в табличном виде (рис. 4).

Так, если уровень инфляции за период поднимется выше 1,0503%, другой портфель оптовых закупок станет более выгодным, чем первоначальный. При этом денежный поток в конце месяца будет равен 3 505 546,86 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные в статье модели оценки эффективности производственно-финансовой деятельности предприятия предоставляют эффективный инструмент, который может использоваться при принятии управленческих решений.

Реализация предложенных методов может осуществляться с помощью стандартного пакета офисных программ, что является значительным преимуществом при использовании их на практике.

Кроме того, разработанные методы и модели могут быть интегрированы в специализированные системы для анализа корпоративных баз данных. Оптимизационные модели, представляющие собой основной компонент этих систем, являются аналитическими инструментами, способными проанализировать многомерные числовые базы данных для определения оптимальных планов [9, с. 23].

Использование подобных систем может позволить повысить скорость планирования и снизить сопутствующие риски (которые в некоторых случаях могут возникать не только из-за стремления предприятия максимизировать получаемую прибыль [5, с. 10]). Полнота учета всех значимых факторов и быстрота принятия решений особенно актуальны при планировании проектов выпуска высокотехнологичной продукции, поскольку именно для данного типа проектов имеет место высокий уровень неопределенности. При этом именно высокотехнологичные разработки можно рассматривать как стратегический фундамент политической и оборонной мощи страны [2].

Количество закупаемых партий	
Колбаса вареная высшего сорта	60
Молоко питьевое пастеризованное 2,5%	1
Сыр сычужный твердый	0
Чай черный байховый	33
Мука пшеничная	20
Рис шлифованный	32
Макаронные изделия из пшеничной муки высшего сорта	63
Водка крепостью 40% об.спирта	40
Коньяк ординарный отечественный	34
Пиво отечественное	25

Ограничение по объему собственных средств		
	Знак	
1495996,1	≤	1500000

Ограничение по интенсивности спроса		
	Знак	
3000	≤	3090
100	≤	4590
0	≤	2160
1980	≤	3030
2000	≤	2040
3200	≤	3690
3150	≤	3180
2000	≤	2010
680	≤	690
2500	≤	2580

Ограничение по количеству товара на оптовом складе		
	Знак	
60	≤	65
1	≤	50
0	≤	57,5
33	≤	116,7
20	≤	20
32	≤	32
63	≤	80
40	≤	50
34	≤	50
25	≤	31

Переменная: Уровень инфляции за период
0,010503

Рис. 4. Решение оптимизационной задачи с использованием офисного пакета MS Excel

Литература

1. Авдеева Д. и др. Наш экономический прогноз (март 2016). Среднесрочный прогноз развития российской экономики на 2016-2020 гг. [Электронный ресурс] / Д. Авдеева, Н. Акиндинова, Е. Балашова, Н. Кондрашов, А. Кузнецов, В. Миронов, Д. Мирошниченко, С. Пухов, С. Смирнов, В. Суменков, К. Чекина, А. Чепель, А. Чернявский ; Ин-т «Центр развития» НИУ «Высшая школа экономики». URL: https://dcenter.hse.ru/data/2016/03/30/1126653929/NEP_2016_1.pdf.
2. Бендиков М.А. Высокотехнологичный сектор промышленности России: состояние, тенденции, механизмы инновационного развития [Текст] / М.А. Бендиков, И.Э. Фролов. – М. : Наука, 2007. – 583 с.
3. Воеводин Н.Е. Прогнозирование закупок товаров в компаниях оптовой торговли [Текст] / Н.Е. Воеводин // Логистика сегодня. – 2005. – №4. – С. 37-41.
4. Дыбская В.В. и др. Логистика: интеграция и оптимизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок [Текст] / В.В. Дыбская, Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев, А.Н. Стерлингова. – М. : Эксмо, 2008. – 944 с.
5. Мищенко А.В. Методы и модели управления инвестициями в логистике [Текст] / А.В. Мищенко. – М. : ИНФРА-М, 2016. – 372 с.
6. Сергеев В.И. Корпоративная логистика в вопросах и ответах [Текст] / под ред. В.И. Сергеева. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 634 с.
7. Сток Дж. Р. Стратегическое управление логистикой [Текст] / Дж. Р. Сток, Д.М. Ламберт. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 797 с.

[3] Источник: расчеты по данным Росстата.

8. Чернов И.В. Организация системы закупок в торговой компании [Текст] / И.В. Чернов // Управление продажами. – 2007. – №3. – С. 138-147.
9. Шапиро Дж. Моделирование цепей поставок [Текст] / Дж. Шапиро. – СПб. : Питер, 2006. – 720 с.

Ключевые слова

Моделирование; оптимизация; производственная программа; инфляция; кредит; оборотный капитал; анализ устойчивости; максимизация прибыли; оптовые закупки; дефицит производственной мощности; дефицит материальных ресурсов

Мищенко Александр Владимирович

Кошелев Павел Сергеевич

Нестерович Людмила Григорьевна

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы. Управление производственно-финансовой деятельностью предприятия детерминировано условиями хозяйствования, которые в нестационарной экономике Российской Федерации перманентно изменяются. Методология и инструментарий управления, учитывающие изменения, являются актуальным направлением экономических исследований – нестационарная экономика характеризуется высоким уровнем энтропии и хозяйственных рисков при принятии управленческих решений. Неопределенность и риски подлежат учету в зависимости от меняющейся рыночной ситуации, требуют оперативного реагирования, в том числе в процессе разработки и оптимизации производственной программы предприятия, формирования оптимального портфеля оптовых закупок.

Научная новизна и практическая значимость. Авторами выполнено исследование, результатом которого стали статические и динамические модели управления производственно-финансовой деятельностью предприятия. Особый акцент при моделировании определяющий новизну результатов, сделан на учете факторов инфляции и равномерной загрузки производственных мощностей, имеющегося оборудования. При этом анализируется ситуация, когда цены на выпускаемую продукцию строго не фиксированы. Тем самым имеется возможность их изменения в некотором диапазоне в зависимости от меняющейся конъюнктуры рынка.

Другое важное требование, заложенное авторами при моделировании, позволяет ставить и решать задачу формирования и оптимизации производственной программы предприятия в ситуации недостаточности запасов материальных ресурсов производства. При этом не прерывается непосредственно компьютерный процесс решения. Достигается это за счет того, что ограничения модели учитывают как располагаемые собственные оборотные средства предприятия, так и возможность привлечения заемных средств для их пополнения до рационального уровня, достаточного для реализации заказов, заложенных в программу.

В статье также представлены модели управления оборотным капиталом торговой фирмы при формировании портфеля оптовых закупок. Анализируется устойчивость в модели выбора оптимального портфеля оптовых закупок товаров. Авторы рассматривают использование разработанных моделей на практическом примере управления оборотным капиталом торгового предприятия, являющегося частью розничной сети.

Результаты исследования могут быть полезными в практической управленческой и плановой деятельности производственных и торговых предприятий.

Заключение. В статье представлены результаты системного моделирования задач управления процессами формирования, оптимизации и обоснования производственной программы предприятия, управления его оборотным капиталом. Авторами получены оригинальные результаты, обладающие выраженными признаками научной новизны. Рецензируемая статья представляет научный и практический интерес. Рекомендую ее к опубликованию в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Бендиков М.А., д.э.н., в.н.с. Центрального экономико-математического института Российской Академии наук, г. Москва.

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ