

S. Miksyuk
A. Pekarchik
BSEU (Minsk)

MODEL FOR OPTIMIZING THE BUDGET OF MATERIAL COSTS OF A MANUFACTURING ENTERPRISE: METHODOLOGY AND CALCULATION RESULTS

The article develops an optimization model in the concept of resource saving as a tool for setting the parameters of the budget of direct material costs for production, where finished products are obtained by mixing various initial components. The model is implemented on real data from a manufacturing enterprise, the results of model calculations are presented, the information support of the model is described, and the issues of integrating the model into a corporate information system and its updating in conditions of inflation are considered.

Keywords: flexible budgeting; direct material cost budget; mixture structure optimization model; resource saving concept; corporate information system; enterprise production program; technological matrix.

С. Ф. Миксюк
доктор экономических наук, профессор

А. В. Пекарчик
БГЭУ (Минск)

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ БЮДЖЕТА МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

В статье разработана оптимизационная модель в концепции ресурсосбережения как инструмент настройки параметров бюджета прямых материальных затрат для производства, где готовая продукция получается путем смешивания различных исходных компонентов. Модель реализована на реальных данных производственного предприятия, представлены результаты модельных расчетов, описано информационное обеспечение модели, рассмотрены вопросы встраивания модели в корпоративную информационную систему и ее актуализации в условиях инфляции.

Ключевые слова: гибкое бюджетирование; бюджет прямых материальных затрат; модель оптимизации структуры смеси; концепция ресурсосбережения; корпоративная информационная система; производственная программа предприятия, технологическая матрица.

Одна из стандартных функций корпоративных информационных систем (КИС) – бюджетирование, в рамках которого на прогнозный период в единой балансовой системе увязывается система материальных, финансовых и денежных потоков в различных структурах. Практический опыт использования систем бюджетирования доказал свою эффективность в условиях устойчивой экономической

конъюнктуры и выявил проблемы применения в условиях экономической нестабильности [1–3].

В [4] обоснован возможный подход к модификации системы бюджетирования производственного предприятия в рамках КИС в условиях неустойчивой экономической конъюнктуры, характеризующейся нестабильностью конечного спроса, цен, целевых ориентиров. Показано, что в этих условиях возможно повысить эффективность использования стандартного программного обеспечения управления материальными потоками предприятия (КИС) за счет предварительной целенаправленной настройки его параметров на заданную цель управления с учетом индикаторов текущей экономической конъюнктуры. Инструментом такой настройки могут выступить экономико-математические модели. В данной статье подход [4] конкретизирован и реализован в части настройки параметров бюджета материальных затрат в условиях изменения цен на материальные ресурсы для производств, где готовая продукция получается путем смешивания различных исходных компонентов (кормовые рационы для животных, состав шихты в промышленности).

Бюджет прямых материальных затрат – это количественное и стоимостное выражение планов по прямым затратам компании на использование и приобретение основных видов сырья и материалов. Прямыми затратами на сырье и материалы являются расходы на сырье и материалы, из которых компания производит готовую продукцию. Поэтому годовое планирование в зависимости от специфики компании начинают с: портфеля клиентских заказов; программы выпуска готовой продукции на склад, которая базируется на оценке рыночного спроса. Потребность в материалах рассчитывают по действующим нормам расхода сырья, материалов и комплектующих на производство отдельных видов продукции. Фактический расход сырья и материалов отличается от нормативного, поэтому бюджет планируется с учетом потерь, величина которых, как правило, определяется в виде экспертно задаваемой доли потерь к нормативной. Входящий информационный поток для расчета потребности в материалах в физических единицах измерения включает: производственную программу; нормы расхода сырья и материалов по видам запланированной к выпуску продукции; ведомости фактических материальных затрат по изготовленной продукции для оценки доли потерь. Для расчета потребности в стоимостном выражении используются прогнозные цены на материалы. Информационные потоки для расчета прямых материальных затрат в КИС представлены на рисунке 1.

Для производств, где готовая продукция получается путем смешивания различных исходных компонентов (кормовые рационы для животных, состав шихты в промышленности), в качестве нормативной информации выступают технологические коэффициенты содержания элементов в единице сырья. Подбор состава смеси для видов готовой продукции – рецепт производства единицы продукции (нормы расхода сырья) – осуществляется технологом обычно в ручном режиме, исходя из технологических требований к готовой продукции по содержанию в ней различных элементов, что и выступает нормами расхода сырья для производства продукции. В этом случае методика расчета прямых материальных затрат полностью соответствует методике КИС, информационные потоки которой представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Информационные потоки расчета прямых материальных затрат в КИС

В рамках концепции ресурсосбережения структура рецепта производства смеси может рассматриваться как фактор снижения его стоимости, если устанавливать структуру рецепта, исходя не только из технологических требований, но и с учетом его экономической эффективности, например, минимального уровня материальных затрат для производства единицы готовой продукции. В этом случае структура рецепта может выступить как элемент настройки параметра бюджета материальных затрат КИС «нормы расхода сырья и материалов» и является подвижным в зависимости от изменения цен на материальные ресурсы. На рисунке 2 представлена схема движения информационных потоков расчета бюджета прямых материальных затрат в концепции ресурсосбережения для производств, где готовая продукция получается путем смешивания различных исходных компонентов.



Рисунок 2. Информационные потоки расчета прямых материальных затрат в концепции ресурсосбережения для производств, где готовая продукция получается путем смешивания различных исходных компонентов

Как видно из рисунка 2, практическая реализация методики хорошо встраивается в стандартную систему расчета бюджета прямых материальных затрат в КИС через формирование надстройки к ней. Оптимальная структура рецепта является выходным показателем модели и входной информацией (нормы расхода сырья) для бюджета прямых материальных затрат в КИС.

В основу формирования этой надстройки предлагается положить базовую модель оптимизации структуры смеси [5].

Предлагаемая методика реализована на производственном предприятии «Негорельский комбинат хлебопродуктов» на данных 2022 г. Предприятие специализируется на производстве кормов для крупного рогатого скота, птицы, свиней и прочих видов животных и выпускает несколько видов продукции: комбикорма, премиксы, белково-витаминно-минеральные добавки, отруби, масло рапсовое, жмых рапсовый, масло подсолнечное, жмых подсолнечный и др. Объектом исследования выбран комбикорм, который в структуре производства конечной продукции составлял более 53 %, имел коэффициент вариации спроса по месяцам на уровне 7 %.

На предприятии производится 43 марки комбикормов: СК1, СК2, СК4, ... КК55, КК60, ... КР1, КР2, ... КДП2, КДП8, КДП10, ... Они формируют бюджет производства конечной продукции. Каждая марка комбикорма описывается технологическими требованиями по содержанию 21-го элемента: сырого протеина, сырой клетчатки, лизина, метионина и цистина, кальция, натрия, фосфора общего, фосфора доступного, хлорида натрия, триптофана, обменной энергии и др. Бюджет сырья представлен 44 видами ресурсов: ячмень фуражный и шелушенный, кукуруза фуражная, пшеница фуражная, овес фуражный, шрот подсолнечный и соевый, отруби пшеничные, жмых рапсовый, мука рыбная и мясокостная, мел и т. д. Расчет бюджета прямых материальных затрат на предприятии осуществляется в соответствии со стандартной методикой расчета КИС, представленной на рисунке 1, при этом структура рецепта для производства всех марок комбикормов (нормативная информация) рассчитана традиционным (ручным) методом подбора состава сырья (ячмень фуражный и шелушенный, кукуруза фуражная, пшеница фуражная и др.) и установлена из технологических требований на содержание необходимых элементов в комбикорме (сырого протеина, сырой клетчатки, лизина, метионина и цистина, и др.) [6] и в системе работы предприятия является неизменной.

В рамках реализации предлагаемой методики модель оптимизации структуры смеси как инструмент настройки параметра «рецепт производства комбикорма (нормы расхода сырья)», для предприятия сформулирована следующим образом.

Из имеющихся видов сырья $i = \overline{1,44}$ составить такой рецепт комбикорма, который по содержанию j -х питательных веществ ($j = \overline{1,21}$) полностью соответствовал бы нижним b_j и верхним B_j границам технологических требований и одновременно был самым дешевым.

Формально модель задачи записывается следующим образом.

Требуется определить такую структуру рецепта: X_i – количество сырья i -го вида ($i = \overline{1,44}$) в тонне комбикорма, чтобы обеспечить:

минимальные материальные затраты

$$\sum_{i=1}^4 C_i X_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

где C_j – цена 1 кг компонента i -го вида сырья;

при ограничениях:

– по содержанию различных компонентов в рецепте:

$$w_i \leq X_i \leq W_i \quad i = \overline{1,44}, \quad (2)$$

где w_i – константы, показывающие нижнюю границу использования i -го компонента,

W_i – константы, показывающие верхнюю границу использования i -го компонента;

– по весу готового комбикорма:

$$\sum_{i=1}^{44} X_i = 1000; \quad (3)$$

– по балансу качественных показателей (кормовых единиц, протеина, клетчатки и т. д.):

$$b_j \leq \sum_{i=1}^{44} V_{ij} X_i \leq B_j \quad (j = \overline{1,21}), \quad (4)$$

где V_{ij} – технико-экономический коэффициент, обозначающий содержание j -го вида питательного вещества в единице i -го компонента.

Модель представляет собой задачу линейного программирования, включает 44 переменные и 66 ограничений.

Информационная база модели по технологическим коэффициентам сформирована на основе классификатора сырья и продукции комбикормовой промышленности, утвержденного приказом Департамента по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [6]. В таблице 1 приведена входная информация модели по ценам на сырье (C) и технологическим коэффициентам содержания питательных веществ в единице сырья $(V_{ij})_{21 \times 44}$. Эти данные постоянные для всех марок производимых кормов. Значения констант, показывающих границы использования сырья (w_i, W_i) и границы ограничений по балансу качественных показателей (b_j, B_j) , изменяются в зависимости от марки комбикорма.

Модель (1)–(4) реализована с использованием программы Microsoft Excel.

В таблице 2 представлены результаты экспериментальных модельных расчетов: традиционная и оптимальная структуры рецепта для комбикорма марки КПД10.

Отметим, что, несмотря на единое формальное описание модели, в числовом наполнении в разрезе марок и видов конечной продукции модели различаются, что связано с различными технологическими ограничениями использования сырья и границами баланса. Поэтому модели формировались отдельно для каждой марки комбикорма.

[illegible]

Таблица 2 – Структуры рецепта для производства комбикорма марки КДП10

Наименование сырья	% ввода в рецепт	
	Традиционный	Оптимальный
Пшеница фуражная	19,0	0,0
Овес фуражный	15,0	0,0
Кукуруза фуражная	30,0	62,0
Тритикале фуражный	10,0	0,0
Шрот подсолнечный	0,0	20,0
Шрот соевый	12,0	4,0
Отруби пшеничные	0,0	4,0
Масло рапсовое	3,0	0,0
Натрий двууглекислый	0,2	0,0
Мел мелкодисперсный	0,0	6,0
Известняковая мука	9,0	0,0
Монокальцийфосфат	0,3	1,0
Соль поваренная	0,2	0,3
L-лизин	0,0	1,2
L-треонин	0,1	0,0
DL-метионин	0,2	0,5
Премикс Д-П1-1	1,0	1,0

Как видно из таблицы 2, структура оптимального рецепта сдвинута в сторону увеличения доли кукурузы фуражной и шрота подсолнечного. В такой структуре стоимость одной тонны комбикорма марки КДП10 на 6,4 % дешевле комбикорма этой марки, изготавливаемого на комбинате. Следует отметить, что структура рецепта является подвижной и зависит от динамики цен на сырье. Например, при снижении цены на пшеницу на 20 % доля пшеницы увеличивается до 15 % при соответствующем сокращении доли кукурузы фуражной. Поэтому при наличии инфляционных процессов рекомендуется перед проведением расчета бюджета прямых материальных затрат в рамках КИС провести настройку параметра «норма расхода ресурсов» с помощью надстройки.

Имея прогнозные данные конечного спроса на все виды комбикорма на 2023 г., используя оптимальные и традиционные рецепты комбикормов, мы определили эффект использования модели, который оценивается в снижении материальных затрат на производство комбикормов на 13,4 %, что позволит увеличить рентабельность продукции приблизительно на 4 п. п.

Результаты расчетов обсуждены на предприятии и имели положительную оценку.

Таким образом, в контексте представленного в исследовании подхода к разработке бюджета прямых материальных затрат для производств, где готовая продукция получается путем смешивания различных исходных компонентов, можно заключить, что настройка параметра бюджета «структура рецепта» с использованием модели оптимизации структуры смеси может выступить эффективным инструментом снижения материальных затрат и в этой части эффективно реализует концепцию ресурсосбережения.

Источники

1. Щиборщ, К. В. Бюджетирование деятельности промышленных предприятий России / К. В. Щиборщ – М. : Дело и Сервис, 2015.
Shchiborsch, K. V. Budgeting of the activities of industrial enterprises of Russia / K. V. Shchiborsch – Moscow : Business and Service, 2015.
2. Смит, Дж. Как улучшить планирование с помощью скользящего прогноза [Электронный ресурс] / Дж. Смит. – Режим доступа: <http://iso.ru/ru/press-center/journal/2092.phtml/>. – Дата доступа: 01.11.2022.
Smith, J. Invigorate your Planning with Rolling Forecasts [Electronic resource] / J. Smith. – Mode of access: <http://iso.ru/ru/press-center/journal/2092.phtml/>. – Date of access: 01.11.2022.
3. Хоуп, Дж. Бюджетирование, каким мы его не знаем. Управление за рамками бюджетов / Дж. Хоуп, Р. Фрейзер. – М. : Вершина, 2005.
Hope, J. Budgeting, as we do not know it. Management beyond budgets / J. Hope, R. Fraser. – Moscow : Vershina, 2005.
4. Миксюк, С. Ф. Бюджетирование и опережающее управление предприятием в условиях экономической нестабильности: концептуальный подход / С. Ф. Миксюк // Науч. тр. Белорус. гос. экон. ун-та / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. экон. ун-т ; ред. кол.: А. В. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Колорград, 2023. – Вып. 16. – С. 262–272.
Miksyuk, S. F. Budgeting and advanced management of an enterprise in conditions of economic instability : a conceptual approach / S. F. Miksyuk // Scientific works of BSEU. – Minsk : Kolorgrad, 2023. – Iss. 16. – P. 262–272.
5. Эконометрика и экономико-математические модели / под ред. Г. О. Читая, С. Ф. Миксюк. – Минск: БГЭУ, 2018.
Econometrics and economic-mathematical models / ed. G. O. Chitaya, S. F. Miksyuk. – Minsk : BSEU, 2018.
6. Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2021.

Статья поступила в редакцию 20.11.2023.