



Модели технико-экономического планирования в автоматизированных системах учета современных производственных предприятий

Аннотация. Жесткая рыночная конкуренция заставляет собственников производственных предприятий постоянно модернизировать производственные процессы. В рамках модернизации внедряются автоматизированные системы учета, позволяющие проводить расчет себестоимости выпускаемой продукции, являющийся значимой составляющей общего технико-экономического планирования производственного предприятия. В статье рассмотрена модель расчета себестоимости в одной из таких систем: «Управление производственным предприятием» на базе технологической платформы «1С: Предприятие.8».

Ключевые слова: технико-экономическое планирование, автоматизированные системы учета, управление производственным предприятием, расширенная аналитика учета затрат, моделирование.

Характерной чертой современного развития экономической науки является более широкое использование математических методов и моделей как в анализе важнейших теоретических, так и в решении конкретных прикладных задач. Одной из главных прикладных задач, стоящих перед производственными предприятиями является задача планирования его экономических показателей. Зачастую решение этой задачи является основным критерием выживаемости предприятия в современной рыночной среде.

Базовым видом планирования производственного предприятия является технико-экономическое планирование (ТЭП). Процесс ТЭП подразумевает производственное планирование, заключающееся в разработке планов по экономическим показателям. ТЭП включает в себя планы выпуска продукции, материально-технического обеспечения, по труду и заработной плате, себестоимости продукции и финансам [1].

Жесткая рыночная конкуренция заставляет собственников производственных предприятий постоянно модернизировать, в том числе и производственные процессы. Внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) позволяет им перейти на совершенно новый уровень промышленности. АСУ входит в состав основных элементов автоматизированного производства. Под АСУ часто понимается система управляющих ЭВМ, связанных с помощью средств передачи данных, и комплекса программного обеспечения, предназначенного для управления системы в целом. Алгоритмы и методики, используемые в комплексе программного обеспечения, относятся и к самой АСУ.

Наиболее важным алгоритмом, являющимся неотъемлемой частью ТЭП является механизм расчета себестоимости, реализованной в конкретной АСУ. Одной из самых распространенных АСУ, позволяющих осуществлять ТЭП, является система «Управление производственным предприятием» (УПП) на базе технологической платформы «1С: Предприятие.8».

В процессе своего развития УПП претерпела кардинальное изменение в части методики учета себестоимости выпускаемой продукции. Первый вариант расчета - «партионный» учет содержал в себе ряд недостатков, мириться с которыми пользо-



вателям АСУ приходилось мириться на протяжении многих лет. К наиболее существенным из них следует отнести достаточно трудоемкие подготовительные операции тотального «перепроведения» (перезаписи для формирования данных в промежуточные таблицы) всех документов, всходящих в состав АСУ. Вдобавок, правильность расчета себестоимости напрямую зависела от логической правильности хронологии ввода первичных («партиеобразующих») документов АСУ. И наконец, существовали десятки разрозненных отчетов, посредством которых пользователи могли хоть как-то контролировать результат расчета себестоимости продукции.

В предпоследней редакции «1.2» УПП помимо старого вида стал применяться еще и новый вид учета себестоимости продукции – методика расширенной аналитики учета затрат (РАУЗ). Преимущества новой методики РАУЗ перед старой состояли не только в устранении недостатков последней, но и появлении принципиально новых возможностей для пользователей УПП. РАУЗ позволила предварительно рассчитывать себестоимость продукции, использовать более гибкие и всеохватывающие контролирующие отчеты. Новая методика позволила значительно увеличить общую управляемость производственным предприятием за счет использования предварительного ТЭП и более точного проведения итогового ТЭП. Однако применимость метода РАУЗ не всегда является экономически целесообразным: для предприятий со сравнительно небольшим объемом документооборота, либо специфичным штучным производством использование метода РАУЗ не является оптимальным.

Разберем более подробно сущность методики РАУЗ, используемой для учета себестоимости выпущенной продукции в УПП. С помощью данной методики можно рассчитывать себестоимость по двум видам учета: управленческий (в целом по предприятию), включающий только управленческие затраты, и регламентированный (по данным бухгалтерского учета). Для целей учета в УПП организовано две таблицы: «Учет затрат» и «Учет затрат регл.» соответственно. Ключевые поля данных таблиц называют еще колонками ключей аналитики. Ключ аналитики – сложное ключевое поле, содержащее в себе несколько разрезов других аналитик учета. Примером может служить следующий сложный ключ «Организация, Счет учета БУ, Счет учета НУ, Подразделение, Склад».

В РАУЗ доступно следующие пять видов ключей аналитики.

1. Аналитика вида учета. Содержит идентификационный признак запаса, данные об организации, подразделении, складе, счете бухгалтерского учета.
2. Аналитика учета затрат. Хранит данные о самом запасе, принципах учета.
3. Аналитика учета партий. Содержит в себе источник поступления запасы и методы его распределения.
4. Аналитика распределения затрат. Характеризует предназначение затрат
5. Аналитика учета прочих затрат. Используется для объектов, не относящихся к производственному учету [2].

Первичные документы при проведении делают записи в регистрах «Учет затрат» и «Учет затрат регл.» по соответствующим ключам аналитики. Предварительное ТЭП проводится именно по этим оперативным данным регистров РАУЗ. Итоговый расчет себестоимости продукции происходит путем внесения поправочных корректировок в регистры РАУЗ. Типовой механизм расчета итогов базируется на использовании модели системы линейных уравнений (СЛУ), решение которой производится с помощью метода Гаусса-Зейделя. Параметры метода задаются пользователем в параметрах расчета себестоимости (рис. 1).



Расчет себестоимости

Граница погрешности СПУ:

Максимальное количество итераций СПУ:

Среднее отклонение решения СПУ:

отрицательное число - показатель степени, в которую надо возвести 10

Записывать движения в регистры учета затрат

☐ все сразу

☒ частями по записей

Рис. 1. Параметры расчета себестоимости РАУЗ

Рассмотрим более подробно метод Гаусса-Зейделя, применяемый в РАУЗ. Предположим, что исходная СПУ имеет следующий вид: $A^* X^* = B^*$. Обязательным условиям существования единственного решения СПУ является квадратность и невырожденность матрицы коэффициентов A^* . Однако это условие может быть нарушено, и по этой причине, а также в процессе округления и неточных данных матрица системы A^* и вектор B^* , исходная СПУ может быть заменена на $AX = B$.

Погрешности ошибки решения оценивается формулой:

$$\Delta(X) = \|X^* - X\|. \quad (1)$$

Величина $\text{cond}(A) = \|A\| \cdot \|A^{-1}\|$, называемая числом обусловленности матрицы A , играет немаловажную роль при анализе погрешностей решения СПУ. Данное понятие определяет близость матрицы A к вырожденной. Для корректного решения матрица A должна быть хорошо обусловленной, что определяется неравенством $1 \leq \text{cond}(A) \leq 100$.

Вернемся к рисунку. Под границей погрешности СПУ имеется в виду максимальная сумма погрешности решения при расчете себестоимости ($\max(\Delta(X))$).

Суть метода Гаусса-Зейделя, как разновидности метода Якоби, состоит в преобразовании исходной СПУ к СПУ вида $(L + D)X = -UX + B$, где матрица D – матрица, у которой на главной диагонали соответствующие элементы матрицы A , а все остальные ее элементы нули, тогда как матрицы U и L содержат верхнюю и нижнюю треугольные части A , на главных диагоналях этих матриц которых нули. Процесс решения данной системы итерационный.

На итерации k имеем следующую формулу: $(L + D)X^{k+1} = -UX^k + B$, где k меняется от 0 до 3. Начальным приближением для итераций является X^0 .

В отличие от метода Якоби в методе Гаусса-Зейделя текущее приближение X^k используются сразу же по мере получения в текущей итерации, в то время как в методе Якоби они не используются до следующей итерации:

$$\begin{cases} x_1^{(k+1)} = c_{12}x_2^{(k)} + c_{13}x_3^{(k)} + \dots + c_{1n}x_n^{(k)} + d_1; \\ x_2^{(k+1)} = c_{21}x_1^{(k+1)} + c_{23}x_3^{(k)} + \dots + c_{2n}x_n^{(k)} + d_2; \\ \dots \\ x_n^{(k+1)} = c_{n1}x_1^{(k+1)} + c_{n2}x_2^{(k+1)} + \dots + c_{n(n-1)}x_{n-1}^{(k+1)} + d_n, \end{cases} \quad (2)$$

где $c_{ij} = -\frac{a_{ij}}{a_{ii}}$, $d_i = \frac{b_i}{a_{ii}}$, $i = 1, \dots, n$.



Таким образом, исходя из системы (2) очередное приближение итерации $(k + 1)$ рассчитывается по следующей формуле:

$$x_i^{(k+1)} = \sum_{j=1}^{i-1} c_{ij} x_j^{(k+1)} + \sum_{j=i+1}^n c_{ij} x_j^{(k)} + d_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Максимальное количество итераций СЛУ на рисунке – это значение k из формул (2) и (3). Очевидным является тот факт, что при увеличении количества итераций увеличивается точность и трудоемкость расчета.

Согласно формуле (1) погрешность ошибки решения $\Delta(X)$ не должна превышать заданного значения. В АСУ УПП вводится понятие «Среднее отклонение решения СЛУ» (ε), которое определяет, в какую степень нужно возвести 10 для построения заданного значения (формула 4). Так вполне понятно, что при уменьшении отклонения увеличивается точность решения и общее количество итераций, необходимых для его выполнения. Согласно рисунку, $\varepsilon = -6$.

$$\frac{\sum_{i=0}^k \Delta(X_i)}{k} \leq 10^{\varepsilon}. \quad (4)$$

Рассмотрим данную методику расчета себестоимости на практическом примере УПП. Текущая стоимость товара на складе складывается из стоимости начальных остатков товара на этом складе, стоимости купленного товара и стоимости перемещенного товара с других складов. Это условие можно описать с помощью следующей системы:

$$\begin{cases} k_1 x_1 = s_1 + k_2 x_2 + k_3 x_3 + \dots + k_j x_j \\ k_2 x_2 = s_2 + k_1 x_1 + k_3 x_3 + \dots + k_j x_j \\ \dots \\ k_i x_i = s_i + k_1 x_1 + k_2 x_2 + \dots + k_j x_j \end{cases} \quad (5)$$

где k_i – количество товара на складе i , x_i – стоимость товара на складе i , k_j – количество перемещенного товара со склада j на склад i , x_j – стоимость товара на складе j , s_i – стоимость товара, полученного извне и начальный остаток на складе i .

Далее будет рассмотрен пример цепочки хозяйственных операций. Было приобретено у поставщика 500 единиц товара на сумму 5 000 рублей. После этого было передано 250 единиц в производственный цех. Неиспользованное сырье в объеме 50 единиц товара было возвращено из производственного цеха и использовано во вспомогательном производстве. На следующий день было закуплено еще 100 единиц товара на сумму 2 000 рублей, весь закупленный объем товара был передан в основное производство. В результате было выпущено из производства 3 единицы готовой продукции, на выпуск которой потребовалась все имеющиеся товары в основном и вспомогательном производстве [3].

Для более точного понимания внутренних механизмов работы УПП, рассмотрим регистр «Учет затрат», заполняемый по мере ввода первичных документов (табл. 1). Для упрощения анализа учета партий не рассматривалась в данном регистре, так как по ней не велся учет, также были опущены при рассмотрении анализа складов и подразделений. Под термином «МПЗ» понимаются материально-производственные запасы. Разница при распределении МПЗ на основное и вспомогательное подразделение состоит в ключах аналитики вида учета. При выпуске готовой продукции из производ-



ства автоматически в регистре формируется строка по отнесению производственных затрат на выпуск готовой продукции (последняя строка табл. 1).

Таблица 1

Начальное заполнение регистра «Учет затрат»

Дата	Аналитика вида учета	Аналитика учета затрат	Аналитика распределения затрат	Кол-во	Стоимость	Переменная
01 апр	МПЗ	Товар		500	10	x_3
02 апр	Затраты; основное производство	Сырье и материалы; производственные расходы; товар		250	0	x_2
03 апр	Затраты; вспомогательное производство	Сырье и материалы; производственные расходы; товар		50	0	x_1
08 апр	МПЗ	Товар		100	20	x_3
09 апр	Затраты; основное производство	Сырье и материалы; производственные расходы; товар		100	0	x_2
10 апр	Выпуск; основное производство		Готовая продукция; готовый продукт	3	0	x_4
10 апр	Затраты на выпуск; производственные расходы	Сырье и материалы; производственные расходы; товар	Готовая продукция; готовый продукт	350	0	

В регистре «Учет затрат» ключ аналитики учета затрат «МПЗ» всегда обозначает пришедший товар. Товар, переданный в производство, всегда имеет аналитику ключа «Затраты». Товары, отнесенные на выпуск конкретной продукции, относятся к аналитике «Затраты на выпуск», в то время как сама выпускаемая продукция относится к аналитике ключа «Выпуск».

Механизм расчета себестоимости подразумевает расчет стоимости каждого из этих этапов для итогового расчета себестоимости выпускаемой готовой продукции. Колонка «Стоимость» содержит среднюю цену по соответствующему ресурсу регистра. Именно эти колонки составляют правые части СЛУ. В колонках «Количество» располагается общее поступление по данному ресурсу.

Будем использовать следующие обозначения переменных: x_1 - стоимость товара, используемого во вспомогательном производстве, ресурс [Затраты; Вспомогательное производство – Сырье и материалы; Производственные расходы; Товар]; x_2 – стоимость товара в основном производстве, ресурс [Затраты; Основное производство – Сырье и материалы; Производственные расходы; Товар]; x_3 – стоимость товара на складе, ресурс [МПЗ – Товар]; x_4 – стоимость производства готовой продукции, ресурс [Выпуск; Основное производство – Сырье и материалы; Производственные расходы; Товар].

Для каждой партии поступления товара создается своя собственная СЛУ. Первая СЛУ выглядит следующим образом (6):

$$\begin{cases} 50x_3 = 500; \\ 250x_2 = 250x_3; \\ 50x_1 = 50x_2. \end{cases} \quad (6)$$



Матрица коэффициентов достаточно хорошо обусловлена, и система имеет только единственное решение. Решим данную систему методом Гаусса-Зейделя, как это происходит в УПП. В качестве начального приближения для решения системы можно взять следующий вектор $X(0, 0, 10)$, так как значение $x_3 = 10$ из первого уравнения системы (6). Подставляем данное значение в систему (6) для вычисления x_1 и x_2 . В результате получим вектор X следующей итерации $(10, 10, 10)$.

Метод Гаусса-Зейделя может быть закончен при достижении требуемой погрешности решения. Оценим данное условие для первой итерации в табл. 2. Сред-

нее отклонение решения СЛУ $\left(\frac{\sum_{i=1}^k \Delta(X_i)}{k}\right)$, согласно рисунку не должно превышать 10^{-6} , максимальное количество итераций 50, и граница погрешности $(\max(\Delta(X)))$. Исходя из этих условий, на второй итерации можно остановить решение метода.

Таблица 2

Ход решения первой СЛУ

№ итерации	x_1^k	x_2^k	x_3^k	$\Delta(X)$, расчет	$\frac{\sum_{i=1}^k \Delta(X_i)}{k}$	$\max(\Delta(X))$
0	0	0	10			
1	10	10	10	$\max(x_1^1 - x_1^0 , x_2^1 - x_2^0 , x_3^1 - x_3^0)$	6,66	10
2	10	10	10	$\max(x_1^2 - x_1^1 , x_2^2 - x_2^1 , x_3^2 - x_3^1)$	0	0

В итоге, завершение метода происходит в одном из двух случаев.

1. В результате метода достигнуто *максимальное количество итераций СЛУ*

2. Отклонения предпоследней и последней итерации не превышает *среднего отклонения решения СЛУ*.

Для второй партии поступления товаров составим вторую СЛУ. Количество любого ресурса складывается из начального остатка и его поступления. Обратимся к таблице 1. В производстве осталось 200 единиц товара, и еще 100 было передано туда после поступления на склад. Сумма этого ресурса складывается из суммы остатка товара на складе 200 единиц по цене 10 руб. и суммы поступления, рассчитываемой исходя из средней стоимости товара на складе x_3 . Так как никаких дополнительных поступлений во вспомогательное производство не было, то значение ресурса x_1 берем из предыдущей системы. Также известно, что выпуск трех единиц готовой продукции потребовал все 300 единиц товара, переданного в производство и еще 50 единиц товара из дополнительного производства. На момент второго поступления на складе оставалось 250 единиц товара по цене 10 руб., сам же второй приход добавил еще 100 единиц по цене 20 рублей. Следуя вышеуказанным выкладкам, имеем СЛУ (7), обозначения те же.

$$\begin{cases} x_1 = 10 \\ (200 + 100)x_2 = 100x_3 + 2000 \\ (250 + 100)x_3 = 2500 + 2000 \\ 3x_4 = 300x_2 + 50x_1 \end{cases} \quad (7)$$



В качестве начального приближения берем вектор $X(10, 0, 0, 0)$. В процессе решения аналогично получаем, что двух итераций вполне достаточно для вычисления решения (табл. 3).

Таблица 3

Ход решения второй СЛУ

№ итерации	x_1^k	x_2^k	x_3^k	x_4^k	$\Delta(X)$, расчет	$\frac{\sum_{i=0}^k \Delta(X_i)}{k}$	$\max(\Delta(X))$
0	10	0	0	0			
1	10	10,9	12,8	1261,6	$\max(x_1^1 - x_1^0 , x_2^1 - x_2^0 , x_3^1 - x_3^0 , x_4^1 - x_4^0)$	428,43	1261,6
2	10	10,9	12,8	1261,6	$\max(x_1^2 - x_1^1 , x_2^2 - x_2^1 , x_3^2 - x_3^1 , x_4^2 - x_4^1)$	0	0

Значительное сокращение времени расчета себестоимости выпускаемой продукции и увеличение прозрачности учета МПЗ позволяют эффективно осуществлять ТЭП в среде УПП.

Ссылки на источники

1. Грицюк С. Н., Мирзоева Е. В., Лысенко В. В. Математические методы и модели в экономике. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 348 с.
2. Емельянов И., Абрашина Е. Использование механизма расширенной аналитики в 1С: Управление производственным предприятием. – М.: 1С-Пабблишинг, 2011. – 180 с.
3. Пластинин А. УПП: РАУЗ. Решение СЛУ на примере. – URL: http://aplastinin.ru/rauz_slu.

Bogatenkov Dmitry,

PhD, associate professor of mathematical methods in economy Chelyabinsk State University, Chelyabinsk
bog-dim@yandex.ru

Models of technical and economic planning in the automated systems of the accounting of modern manufacturing enterprises

Abstract. The rigid market competition forces owners of manufacturing enterprises to modernize productions constantly. Within modernization the automated systems of the account, allowing to carry out calculation of prime cost of the products, being a significant component of the general technical and economic planning of manufacturing enterprise take root. In article the model of calculation of prime cost in one of such system is considered: "Management of manufacturing enterprise" on the basis of the technological platform "1C: Enterprise.8".

Keywords: technical and economic planning, the automated systems of the account, management of the manufacturing enterprise, expanded analytics of the accounting of expenses, modeling.



Рекомендовано к публикации:

Горевым П. М., кандидатом педагогических наук, главным редактором журнала «Концепт»