

НОВЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Л. А. Кузнецов, М. В. Черных

Липецкий государственный технический университет

Показана возможность и разработана методика описания и решения задачи объемного планирования на бухгалтерских данных предприятия. Формально задача планирования сведена к задаче условной оптимизации функции многих переменных, для решения которой могут быть применены известные методы, в частности, методы линейного программирования.

ВВЕДЕНИЕ

Управление организацией может быть эффективным лишь при опоре на реальные характеристики её финансового состояния, которые в установленном порядке отражаются в бухгалтерских данных. Существенное препятствие для применения математического аппарата с целью формирования процедур принятия управленческих решений состоит в вербально-табличном представлении бухгалтерских данных, характеризующих финансово-хозяйственную деятельность (ФХД) организации и её состояние.

В работах [1, 2] предложен новый оригинальный метод представления бухгалтерского учета ФХД организации в виде линейного пространства над полем бухгалтерских данных. Он позволяет формально и с единых позиций представить различные задачи управления организацией в неразрывной связи с её актуальным финансовым состоянием. Это, в свою очередь, открывает широкие возможности построения автоматизированных процедур анализа финансового состояния организации и синтеза оптимальных управлений её деятельностью. Главная ценность состоит в том, что процедуры опираются на данные бухгалтерского учета и могут быть встроены в существующие компьютерные бухгалтерские системы.

Препятствием для разработки и применения формальных процедур принятия решений в управлении предприятием является не только сложившееся несоответствие задачам управления представ-

ление финансовой информации, но и существенные ментальные расхождения между бухгалтерами и экономистами, с одной стороны, и специалистами по управлению, традиционно разрабатывающими методы автоматизации процедур принятия решений, с другой.

Цель настоящей работы состоит в наглядной демонстрации возможности формально-математического представления задач управления организацией с помощью стандартных инструментов бухгалтерского учета: Плана счетов и Инструкции по его применению [3]. Для примера выбрана задача перспективного планирования производства в достаточно традиционной постановке [4, 5 и др.].

1. ЗАДАЧА ПЛАНИРОВАНИЯ

Задача перспективного планирования производства в работах по оптимальному планированию и управлению в упрощенном для краткости виде формулируется, например, следующим образом.

Обозначим:

— номером $m = 1, 2, \dots, M$ вид продукции, выпускаемой предприятием, и (или) услуг, оказываемых им; M — общее число видов продукции и услуг;

— номером $n = 1, 2, \dots, N$ технологические операции; их последовательность образует технологию;

— номером $k = 1, 2, \dots, K$ период планирования; весь горизонт планирования разбивается на K периодов.

На производство продукции и оказание услуг расходуются различные ресурсы: энергетические,



материальные, трудовые, финансовые. Для формального описания их можно упорядочить и занумеровать определенным образом. Обозначив их номера буквой $r = 1, 2, \dots, R$, где R — общее число видов ресурсов, можно сформировать матрицы $Q^r(k)$ размера $N \times M$. Элементы этих матриц $q_{nm}^r(k)$ определяют расход ресурса типа r в физическом выражении в k -м периоде планирования при производстве единицы продукции типа $m = 1, 2, \dots, M$ на операции $n = 1, 2, \dots, N$.

Пусть $b(k)$ — M -мерный вектор спроса на продукцию предприятия в k -м периоде. Если вектор спроса $b(k)$ — случайный, а матрица $Q^r(k)$ — стохастическая, то получается стохастическая постановка задачи [4], если эти характеристики заданы однозначно, то получается детерминированный вариант. Цель данной работы состоит в демонстрации методологии описания задач управления производством в монетарных представлениях, которые органично связаны с менеджментом и понятны ему, и в ней рассматривается детерминированный вариант.

Продолжим формулирование задачи планирования в традиционной постановке и введем:

$p(k) = (p_1(k), p_2(k), \dots, p_M(k))^T$ — M -мерный вектор объемов производства различных видов продукции в k -м периоде;

$c(k) = (c_1(k), c_2(k), \dots, c_M(k))^T$ — вектор цен за единицу продукции при реализации в k -м периоде;

$\bar{q}(k) = (\bar{q}^1(k), \bar{q}^2(k), \dots, \bar{q}^R(k))^T$ — вектор имеющихся объемов ресурсов типа $r, r = 1, 2, 3, \dots, R$ в k -м периоде;

$b^-(k)$ — неотрицательный M -мерный вектор неудовлетворенного спроса в k -м периоде;

$b^+(k)$ — неотрицательный M -мерный вектор превышения производства над спросом в k -м периоде.

Значения дефицита или избытка продукции на складе предприятия являются ограничениями на объем производства:

$$b^-(k) = b^-(k-1) + b(k) - p(k), \quad (1)$$

$$b^+(k) = b^+(k-1) + p(k) - b(k). \quad (2)$$

Так как не могут быть одновременно перепроизводство и дефицит, то

$$b^+(k) \cdot b^-(k) = 0. \quad (3)$$

Заметим, что каждое из ограничений (1)—(3) распадается на M скалярных равенств.

Расход ресурса типа r на производство в k -м периоде в физических единицах определяется произведением матрицы $Q^r(k)$ на вектор $p(k)$:

$$q^r(k) = Q^r(k) \times p(k), \quad r = 1, 2, \dots, R, \quad (4)$$

где $q^r(k)$ — N -мерный вектор расхода ресурса типа r на каждой из n операций технологического процесса для производства всей продукции; если какая-либо операция отсутствует в k -м периоде производства, то затраты на ней нулевые.

Обозначим $c^r(k)$ — цена единицы ресурса типа r на k -м временном промежутке; тогда финансовые затраты $s^r(k)$ на ресурс r в k -м периоде

$$s^r(k) = c^r(k) \times q^r(k), \quad r = 1, 2, \dots, R. \quad (5)$$

Суммирование всех компонент вектора $q^r(k)$ дает потребность производства в ресурсе r в k -й период, а суммирование компонент вектора $s^r(k)$ дает стоимость этого ресурса:

$$\begin{aligned} s^r(k) &= c^r(k) \times \left\{ \sum_{i=1}^N q_i^r(k) \right\} = \\ &= c^r(k) \times \left\{ \sum_{i=1}^N Q^r(k) \times p(k) \right\}, \quad r = 1, 2, \dots, R. \quad (6) \end{aligned}$$

Запас ресурса типа r ограничен величиной $\bar{q}^r(k)$. Поэтому для каждого этапа планирования должно выполняться ограничение

$$\left\{ \sum_{i=1}^N Q^r(k) \times p(k) \right\} \leq \bar{q}^r(k), \quad r = 1, 2, \dots, R. \quad (7)$$

Состояние производства в предыдущий период можно представить начальными условиями $s^+(k-1)$, $s^-(k-1)$. Затраты на хранение продукции на складе

$$[c^+(k)]^T \times [b^+(k-1) - b(k) + p(k)] = z^+(k), \quad (8)$$

затраты на покрытие санкций за недопоставку продукции

$$[c^-(k)]^T \times [b^-(k-1) + b(k) - p(k)] = z^-(k), \quad (9)$$

где $c_m^+(k)$, $c_m^-(k)$, $m = 1, 2, \dots, M$ — затраты на хранение и штраф за недопоставку, отнесенные к единице продукции типа m .

Объем производства, запас продукции на складе и спрос на нее связаны:

$$p(k) + b^+(k) \geq b(k), \quad (10)$$

$$p(k) - b^-(k) \geq b(k). \quad (11)$$

В традиционной постановке результат деятельности предприятия выражается в виде разности

между затратами на ресурсы и хранение продукции и выручкой, полученной от реализации продукции, что для произвольного k -го периода планирования представляется в следующем виде:

$$\Phi(k) = [c(k)]^T [b(k) - b^-(k)] - \sum_r s^r(k) - z^+(k) - z^-(k), \quad (12)$$

где первый член в правой части дает сумму выручки от реализации продукции, второй содержит сумму затрат на все виды ресурсов $r = 1, 2, \dots, R$ в k -й период, третий и четвертый члены, соответственно, определяют затраты на хранение излишков производства и компенсацию недопоставок.

Уравнения связи, ограничения и критерий (1)–(12) в совокупности могут быть представлены в виде следующей задачи условной оптимизации:

$$\Phi(k) = [c(k)]^T [b(k) - b^-(k)] - \sum_r s^r(k) - z^+(k) - z^-(k) \rightarrow \max, \quad (13a)$$

где максимизация достигается выбором оптимальных значений $p(k)$ объемов производства продукции при ограничениях на:

— ресурсы

$$\left\{ \sum_{i=1}^N Q^r(k) \times p(k) \right\} \leq \bar{q}^r(k), \quad r = 1, 2, \dots, R; \quad (13б)$$

— объемы производства

$$p(k) + b^+(k) \geq b(k), \quad (13в)$$

$$p(k) - b^-(k) \geq b(k)$$

и при наличии связей (1)–(6), (8) и (9) между переменными.

Далее эта же задача (13) будет описана в терминах бухучета. Заметим, что в работах математического направления величина $\Phi(k)$ содержательно трактуется как прибыль от реализации продукции, произведенной в k -й период. Однако бухгалтерия и финансовые работники предприятия не смогут соотнести величины, представленные в выражениях (13), с реальными данными, характеризующими ФХД предприятия в k -й период. По крайней мере, для установления такого соответствия потребуются выполнить значительный объем нетривиального преобразования финансово-экономической информации, которое под силу далеко не каждому специалисту по финансам. Именно по этой причине рядом с бухгалтерской отчетностью и с использованием её данных конструируются дополнительные инструменты финансового анализа. Задача ещё более усложняется, если речь заходит об управлении ФХД предприятия.

2. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

В конечном итоге все реальные результаты деятельности находят отражение в бухгалтерских данных. Поэтому, чтобы иметь возможность анализировать влияние различных факторов на эффективность производственной деятельности, необходимо величины, входящие в выражения (13) и другие подобные модели, выразить через понятные данные бухгалтерского учета, сохранив при этом возможность аналитического представления ограничений на производственную деятельность и ресурсы, а также конструирования критерия оптимальности, отражающего основную цель деятельности предприятия.

В контексте данной работы целесообразно воспользоваться динамической моделью ФХД организации [2], которая представляет совокупность оборотов и сальдо по счетам организации, выраженных через суммы средств на них. Суммы средств на различных счетах взаимосвязаны уравнениями проводок и отражают актуальное или прогнозируемое состояние организации. За состояния финансово-хозяйственной системы приняты сальдо по счетам, через которые могут быть выражены выходные характеристики системы — различные показатели эффективности её деятельности. В сжатом виде модель динамики может быть представлена так:

$$v^J(k) = v^J(k-1) \sum_{I=1}^N \delta_I^J x_I^J(k) - \sum_{I=1}^N \delta_I^J x_J^J(k), \quad j \in [1, N], \quad (14a)$$

$$v_j(k) = v_j(k-1) + \sum_{I=1}^N \delta_I^j x_I^j(k) - \sum_{I=1}^N \delta_I^j x_j^j(k), \quad j \in [1, N], \quad (14б)$$

где x_I^J — сумма финансовых средств по дебету счета J и кредиту счета I ; N — количество счетов, которыми покрываются задачи бухгалтерского учета предприятия; $v^J(k-1) = v_0^J$, $v_j(k-1) = v_{j0}$ — входящие для k -го периода дебетовое или кредитовое сальдо J -го счета; $\sum_{I=1}^N \delta_I^J x_I^J(k)$ и $\sum_{I=1}^N \delta_I^j x_j^j(k)$ — обороты по дебету и кредиту J -го счета за k -й период; $v^J(k)$ и $v_j(k)$ — исходящие для k -го периода сальдо по дебету или кредиту J -го счета,

$$\delta_I^J = \begin{cases} 1, & \text{если счета } I, J \text{ корреспондируют без соподчиненности} \\ \lambda, & \text{если счета корреспондируют с соподчиненностью} \\ 0, & \text{если счет } I \text{ не корреспондирует со счетом } J, \end{cases}$$

где $\lambda \leq 1$ — обозначает ставку НДС, налога на прибыль, пеню и т. п.



3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕЖДУ ПЕРЕМЕННЫМИ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ФХД ОРГАНИЗАЦИИ

В рамках единой модели переменные в задаче планирования могут быть описаны взаимосвязано в физических и в денежных единицах. Все ресурсы, используемые в производстве (оборудование, сырье, энергия, рабочая сила и др.), отражаются на соответствующих счетах в денежном выражении в виде сумм x_J^I , где J — номер счета по дебету, а I — номер счета по кредиту. Для некоторых счетов Планом счетов определены субсчета или счета второго порядка.

Регламент бухгалтерского учета позволяет ввести для детализации информации аналитические счета третьего, четвертого и так далее порядков. С их помощью могут быть индивидуализированы и соотнесены с объектами производства все затраты и все возможные поступления средств. Номера счетов выше второго порядка не регламентированы и являются дополнительными к счетам и субсчетам J типового плана. Естественно в качестве номеров аналитических счетов использовать уже введенные в выражениях (13) номера видов продукции, ресурсов и т.п. Этим достигается структуризация средств.

В результате, кроме переменных $x_J^I(k)$ и $x_J^I(k)$, появятся детализирующие их переменные $x_{I:r,n,m}^{J:r,n,m}(k)$ и $x_{I:r,n,m}^{J:r,n,m}(k)$, где r, n, m — номера дополнительных аналитических счетов к счетам J и I по дебету и кредиту, на которых фиксируются соответствующие средства. Так как номера счетов могут быть многозначными, то для исключения путаницы условимся номер субсчета отделять от номера счета точкой, номера вводимых аналитических счетов отделять двоеточием, а между собой разделять их запятыми.

Представим параметры и переменные задачи планирования в терминах бухгалтерского учета. Наиболее важной составляющей планирования производства является учет ограниченности ресурсов, рациональное использование которых в конечном итоге определяет оптимальность плана.

Опишем механизм учета ресурсов и формирования затрат в соответствии с регламентом бухгалтерского учета. Оговоримся, что особенности предприятия, его деятельности и учетной политики могут вносить некоторые содержательные коррективы в набор и последовательность проводок, но не в формальную модель образования затрат в терминах бухучета. Далее рассматривается абстрактное предприятие, производящее некую продукцию или услуги. Результаты могут применяться и для торговых предприятий, для которых модель упрощается благодаря сокращению вида финансовых операций и счетов.

Для того чтобы иметь возможность выписать для иллюстрации конкретные выражения, допустим, что предприятие производит три вида продукции ($M = 3$), технология включает в себя три операции ($N = 3$) и использует три вида ресурсов ($R = 3$): сырье, оборудование и трудозатраты, т. е. должны быть учтены затраты на сырье, амортизацию и оплату труда. Для этого случая матрицы $Q^r(k)$ имеют вид:

$$Q^r(k) = \begin{pmatrix} q_{11}^r(k) & q_{12}^r(k) & q_{13}^r(k) \\ q_{21}^r(k) & q_{22}^r(k) & q_{23}^r(k) \\ q_{31}^r(k) & q_{32}^r(k) & q_{33}^r(k) \end{pmatrix}, \quad r = 1, 2, 3.$$

Допустим, что матрица $Q^1(k)$ описывает расход сырья, матрица $Q^2(k)$ соответствует трудозатратам, а матрица $Q^3(k)$ определяет амортизацию.

Затраты на производство накапливаются на 20-м, общепроизводственные расходы — на 25-м и общехозяйственные расходы — на 26-м счетах. В конечном итоге суммарные затраты собираются на счете 90. Для иллюстрации, чтобы обеспечить разнообразие, достаточно принять, например, что затраты на сырье и оплату труда отражаются на 20-м, а амортизация — на 25-м счете. При этих соглашениях элементы матрицы $Q^1(k)$ характеризуют расход сырья на единицу продукции по операциям и видам продукции.

Умножением величины $q_{nm}^1(k)$ на объем производства $p_m(k)$ и цену единицы ресурса $c^1(k)$ вида 1 получается его стоимость, отражаемая в учете, т. е.

$$s_{nm}^1(k) = c^1(k) q_{nm}^1(k) p_m(k). \quad (15)$$

Здесь и далее предполагается, что $n \in [1, 2, \dots, M]$, $m \in [1, 2, \dots, M]$ и $r \in [1, 2, \dots, R]$, но без особой необходимости это указываться не будет для краткости.

При отражении суммы средств в бухучете необходимо сделать две записи по дебету одного счета и кредиту другого. Факт использования материалов в производстве отражается по дебету 20-го и кредиту субсчета 10.1 (Сырье и материалы). Таким образом, получается

$$x_{10.1:1,n,m}^{20:1,n,m}(k) = s_{nm}^1(k), \quad (16)$$

где n, m — номера аналитических счетов, введенных к счетам 20 и 10.1 для учета стоимости сырья,

расходуемого на n -й операции в k -й период времени при производстве продукции m в объеме $p_m(k)$.

Уместно отметить, что запись проводки в виде (16) содержит информацию об этапе производства и реализованной технологической операции. Этап отражается корреспонденцией, а номер — номером аналитического счета $n = 1, 2, 3$. Правая часть отражает, какие величины влияют на результат операции. Представление маршрутов движения средств будет пояснено в § 4.

Матрица $Q^2(k)$ характеризует ресурс — трудовые затраты. Её элементами являются, например, нормы человеко-часов на выполнение n -й операции при производстве единицы продукции m -го вида. Умножением величины $q_{nm}^2(k)$ на стоимость человеко-часа $c_n^2(k)$ при принятой системе оплаты труда и объем производства получают затраты на оплату труда. Формула для перехода к денежному выражению оплаты труда получается из выражения (15) заменой верхнего индекса 1 на 2:

$$s_{nm}^2(k) = c_n^2(k) q_{nm}^2(k) p_m(k), \quad (17)$$

а в формуле (16) изменятся номера счетов, так как зарплата начисляется по кредиту 70-го счета:

$$x_{70:2,n,m}^{20:2,n,m}(k) = c_n^2(k) q_{nm}^2(k) p_m(k).$$

Начисление зарплаты влечет за собой исчисление выплат в Пенсионный фонд, которые являются производными от зарплаты и определяются в виде доли или процента от неё. Доля устанавливается Правительством и известна заранее. Обозначив её λ_{69}^{70} , можно получить разнесенные по технологическим операциям и видам продукции отчисления в Пенсионный фонд:

$$x_{69}^{20:2,n,m}(k) = \lambda_{69}^{70} x_{70}^{20:2,n,m}(k). \quad (18)$$

Номера счетов в качестве индексов в обозначении коэффициента подчеркивают его содержательное существо. Здесь имеется корреспонденция с соподчиненностью (14): сумма отчислений однозначно определяется по зарплате. Далее через расчетный счет средства могут быть переведены в кассу для выдачи персоналу и на счета фондов страхования.

Другие обязательные выплаты в бюджет и различные фонды определяются по формулам вида (18). Изменяться будут лишь значения коэффициента λ и номера счетов, на которых отражается базовая сумма и результат (в формуле (18) это, соответственно, счета 70 и 69).

Свертка средств осуществляется по формулам:

$$\begin{aligned} x_{51}^{70} &= \sum_{n=1}^3 \sum_{m=1}^3 x_{70}^{20:2,n,m} \text{ и} \\ x_{51}^{69} &= \sum_{n=1}^3 \sum_{m=1}^3 x_{69}^{20:2,n,m}. \end{aligned} \quad (19)$$

Если в формулах (19) сохранить только первый знак суммирования, то при $m = 1, 2, 3$ будут получены суммы оплаты труда и начислений, приходящиеся на соответствующий вид продукции.

Наконец, третий вид ресурса, демонстрируемый в примере, амортизация оборудования. В этом случае элементы $q_{nm}^3(k)$ матрицы $Q^3(k)$ отражают долю отчислений на амортизацию, которая относится на единицу продукции типа m на операции n . Принципы нормирования могут быть различными и здесь не рассматриваются, но ясно, что должно быть:

$$\sum_{n=1}^3 \sum_{m=1}^3 q_{nm}^3(k) = 1. \quad (20)$$

Определенные таким образом коэффициенты, умноженные на стоимость амортизируемого оборудования, дадут суммы отчислений, приходящиеся на единицу продукции типа m на операции n , т. е.

$$x_{25:3,n,m}^{20:3,n,m}(k) = C(k) q_{nm}^3(k),$$

где $C(k)$ — стоимость оборудования.

Отсюда видно, что амортизация отнесена к “Общепроизводственным расходам”. Суммирование по всем операциям даст отчисления на единицу продукции, а умножение на объемы производства даст отчисления на виды продукции.

Для рассматриваемого примера затраты производства могут быть записаны в явном виде:

$$x^{20:n,m}(k) = \sum_J \delta_J^{20}(k) x_{J:r,n,m}^{20:r,n,m}(k),$$

$$\text{где } \delta_J^{20}(k) = \begin{cases} 1, J \in \{10.1, 25, 69, 70\} \\ 0, J \notin \{10.1, 25, 69, 70\} \end{cases}.$$

Таким образом, суммы средств на счетах организации могут играть роль, с математической точки зрения, канонических переменных с индексами, широко применяемых в различных разделах математики, в частности, в линейной алгебре и математическом программировании.

4. ФОРМАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ СРЕДСТВ, ОТРАЖАЮЩИХ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА

Формальный язык описания объектов и связей между ними, как известно, более четок и менее избыточен, чем вербальный. Поэтому кратко проил-



люстрируем возможности и, в некотором смысле, изящность компактного графического представления движения финансовых средств по счетам предприятия в виде схем, отражающих последовательность и содержание бухгалтерских операций. В литературе по бухгалтерскому учету даются вербальные описания бухгалтерских проводок для отражения отдельных актов производственной деятельности организации, но они не позволяют прозрачно представить системную картину движения и трансформации средств организации в процессе её эволюции.

Формальный язык описания бухгалтерского учета, предложенный в работе [1], предоставляет широкие возможности схематического представления движения и трансформации средств в действующей организации. При этом наглядно отражаются стройность и законченность внутренней структуры бухгалтерского учета. В качестве демонстрационных примеров покажем схемы трансформации средств на сырье, оплату труда и амортизацию. Ценность подобного представления в том, что оно наглядно отражает движение средств в неразрывной взаимосвязи с актами производственной деятельности организации.

На рис. 1 приведена схема проводок и актов деятельности, связанных с приобретением сырья, стоимость которого входит в стоимость продукции, продаваемой покупателю.

Схема, конечно, упрощена, так как иллюстрирует только цепочку операций, описывающих движение средств, отражающих стоимость партии сырья, что подчеркивается указанием 1-го аналитического счета ко всем стандартным счетам Плана счетов на этапах до включения её в затраты производства. Тем не менее, она демонстрирует наглядность и компактность предложенного в работе [1] формального описания бухучета. Первая бухгалтерская операция отражает акт оплаты сырья записью в дебет счета 60.1 стоимости приобретенного сырья и в кредит счета 51 оплаты его поставщику.

Первый акт (номера актов — цифры над стрелками) не имеет “технологического” содержания. Вторая операция отражает акт учета приобретенного сырья на основании расчетных документов, поступивших в организацию. Второй акт уже содержательный. Он состоит в фактическом поступлении (оприходовании) приобретенного сырья на склад. Акт 3 отражает производственный процесс, в котором сырье и ресурсы преобразуются в продукцию предприятия. Их стоимость переносится в стоимость продукции. Это отражается по дебету счета 20:1, n, m (1 — шифр ресурса, n — шифр технологической операции, m — шифр продукции) и

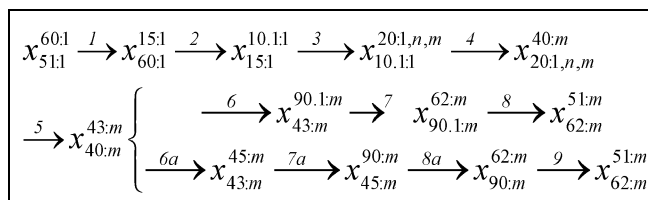


Рис. 1. Схема движения средств по счетам предприятия при приобретении, использовании сырья в производстве и продаже продукции (для простоты период времени не показан)

кредиту счета 10.1 : 1 (1 — номер субсчета “Сырье и материалы”, :1 — шифр ресурса (сырья)). Далее будет показано, что по дебету счета 20:1, n, m будут суммироваться затраты по оплате труда и амортизации, относимые на стоимость технологической операции n при производстве продукции m .

Аналитические счета для вида сырья сохраняются, пока в исходном состоянии существует сырье. В процессе производства оно входит в продукцию и перестает существовать самостоятельно. Это также отражается в системе аналитических счетов. После 20-го счета детализация по операциям также не имеет смысла и сохраняется детализация по видам продукции.

Акт 4 отражает завершение производства продукции и следующая за ним бухгалтерская операция предназначена для переноса в дебет счета 40: m плановой себестоимости продукции m . Свертка средств по видам ресурсов и технологическим операциям осуществляется по формулам, подобным формулам (19). Этап 5 отражает передачу продукции на склад предприятия и учет её по дебету счета 43 : m “Готовая продукция”. Для продажи на схеме показаны два варианта.

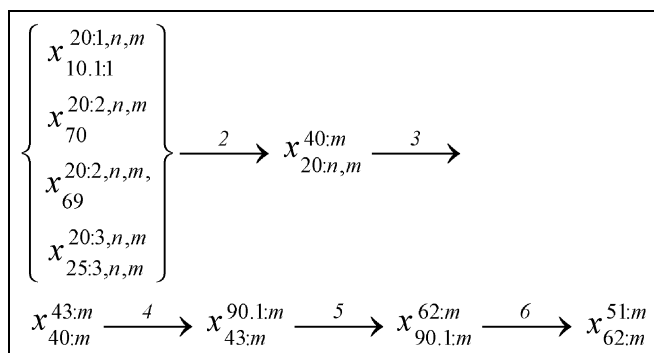
Верхний 6—7—8 отражает последовательность операций: 6 — продажа с проводкой кредит счета 43 : m “Готовая продукция: вид m ” → дебет счета 90.1 : m “Продажи. Выручка: продукция m ” (уменьшение готовой продукции и увеличение выручки); 7 — отражает сумму долга за проданную продукцию за покупателем по дебету счета 62 : m ; 8 — отражает поступление средств за проданную продукцию m на “Расчетный счет” 51 предприятия.

Нижняя ветвь отражает последовательность операций 6a—7a—8a—9 и отличается от верхней добавлением дополнительного счета 45 “Товары отгруженные”. На нем отражается отгруженная продукция, факт оплаты за которую не подтвержден финансовыми документами. Заметим, что для дифференциации продаж и состояния расчетов по покупателям к счетам 62: m и 51 : m возможно введение дополнительных аналитических счетов.

$$\begin{aligned}
 \text{а) } & x_{70}^{20:2,n,m} \xrightarrow{1} x_{69}^{20:2,n,m} = \lambda_{69}^{70} \cdot x_{70}^{20:2,n,m} \xrightarrow{2} x_{51}^{70} \xrightarrow{3} x_{51}^{69} \\
 \text{б) } & x_{25:3,n,m}^{20:3,n,m} \xrightarrow{1} x_{02}^{25:3,n,m}
 \end{aligned}$$

Рис. 2. Схема движения средств:

а — по оплате труда, б — учету амортизации


Рис. 3. Упрощенная схема формирования плановой себестоимости продукции

Из схемы следует полный оборот финансовых средств: первая операция — уход (затраты) средств на ресурсы, последняя — поступление средств за проданную продукцию.

Трудозатраты в рассматриваемом примере являются ресурсом $r = 2$, а оборудование (амортизация) третьим ресурсом $r = 3$. Схемы движения средств, связанных с оплатой труда и амортизацией показаны на рис. 2.

В схеме (рис. 2, а) аналитические счета сохранены до этапа производства включительно, так что и зарплата, и начисления связаны с операцией и видом продукции, затраты на которую учитываются по дебету 20-го счета. Для расчета с персоналом к счету 70 вводятся аналитические счета по работникам предприятия. Для конкретного предприятия переход от сумм, отраженных на счетах $20 : 2, n, m$, к суммам, которые надлежит отразить на счетах $70 : l$, где l — табельный номер работника, может быть описан с помощью индексов (14).

Первая проводка (см. рис. 2, а) отражает факт начисления зарплаты, которая включается в себестоимость продукции по дебету 20-го счета и по кредиту 70-го как долг персоналу. Вторая операция отражает отчисления по социальному страхованию, доля (процент) которых устанавливается Правительством и на схеме обозначена λ_{69}^{70} .

В схемах (см. рис. 1 и 2) фигурируют четыре суммы средств, отражающие расход всех ресурсов

($r = 1, 2, 3$) по дебету счета 20 в корреспонденции со счетами 10.1 “Сырье и материалы”, 70 “Расчеты с персоналом по оплате труда”, 69 “Расчеты по социальному страхованию и обеспечению” и 25 “Общепроизводственные расходы”. На счет 25 были отнесены отчисления на амортизацию. Полная схема формирования затрат имеет вид, показанный на рис. 3.

Напомним, что цель примера не в отражении всех деталей движения финансовых средств или формирования себестоимости, а в демонстрации возможности такого отражения с помощью формальных структур, допускающих математические методы исследования.

Здесь уместно обратить внимание ещё на одно полезное свойство принятой системы обозначений проводок и представленных схем перемещения средств.

Обозначение произвольной суммы средств, с указанием номеров счетов по дебету и кредиту, эквивалентно проводке — записи равенства между суммами на счетах, т. е.

$$\begin{aligned}
 x_l^j &\cong x_l = x^j \quad \text{или} \\
 x_{l:m}^{j:r,n,m} &\cong x_{l:m} = \sum_{r=1}^R \sum_{n=1}^N x^{j:r,n,m}, \quad (21)
 \end{aligned}$$

где символ “ \cong ” означает эквивалентность.

Уравнения (21), фактически отражаемые в обозначении сумм средств, необходимы для связывания переменных задачи в единую систему.

5. ЗАДАЧА ПЛАНИРОВАНИЯ НА ДАННЫХ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА

Теперь перенесем задачу планирования, сформулированную в § 1, на данные бухгалтерского учета. Результаты, изложенные в § 4, показывают возможность определения однозначного соответствия между переменными задачи планирования и переменными бухгалтерского учета конкретного предприятия.

В § 2 приняты физические величины измерения переменных, а в бухгалтерском учете, наряду с ними, применяется денежное измерение. Очевидно, что соответствие между ними устанавливается через цену единицы продукции, ресурса и т. п. Поэтому величины в задаче над полем бухгалтерского учета u, x и v связаны с величинами в традиционной задаче b, q и p очевидным масштабным преобразованием вида

$$v = c \times b, \quad (22)$$



где v — денежное выражение, b — физическое выражение величины, c — стоимость единицы величины.

Расход ресурсов (4)–(6) вычисляется суммированием переменных x_J^J , определяемых выражениями (15), (17) и (20), по формулам типа (18). Ограничение (7) на наличие ресурса эквивалентно наличию дебетового сальдо по соответствующему аналитическому счету. Для примера с ресурсом $r = 1$ (15) можно записать:

$$v^{10.1:1}(k) = v^{10.1:1}(k-1) + x_{15:1}^{10.1:1}(k) - \sum_{n=1}^3 \sum_{m=1}^3 x_{10.1:1}^{20:1,n,m}(k), \quad (23)$$

где второе слагаемое отражает поступление ресурса $r=1$ на склад, а двойная сумма отражает затраты ресурса на всех операциях при производстве всех видов продукции. По сравнению с выражением (7) в формуле (23) первые два слагаемых правой части дают $q^r(k)$, а двойная сумма равна левой части неравенства (7). Понятно, что сальдо не может быть отрицательным.

На основании преобразования (22) устанавливается соответствие между объемами $q^r(k)$ и стоимостью $v^r(k)$, $x_{I:r}^{J:r}(k)$ произвольного ресурса r . Ограничение на ресурсы (13б) в терминах бухучета приобретает вид:

$$\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M x_{10.1:r}^{20:r,n,m}(k) \leq v^{10.1:r}(k-1) + x_{15:r}^{10.1:r}(k), \quad r = 1, 2, \dots, R. \quad (24)$$

Содержательный смысл составляющих выражений (23) и (24) совпадает. Аналогично можно представить в терминах формализованной модели бухучета другие объекты задачи планирования.

Виды продукции идентифицируются шифрами $m = 1, 2, \dots, M$, которые совпадают с номерами аналитических счетов к счетам 20, 40, 43, 45 и другим, необходимым для детального отражения данных.

Состояние продукции ассоциируется с номерами счетов Плана счетов. На счете 20 отражается продукция, находящаяся в производстве. Введение счетов для отражения затрат по технологическим операциям $n = 1, 2, \dots, N$ позволяет отслеживать состояние продукции (и склад, на котором она находится). Ясно, что счета уровня n могут и не вводиться, если необходимость такого учета отсутствует.

Продукция, учтенная на счетах $n = 1, 2, \dots, N-1$, относится к незавершенному производству. Объем полупродукта типа $m = m_1$ после операции n_1 на конец k -го периода определяется сальдо по счету $20:n_1,m_1$:

$$v^{20:n_1,m_1}(k) = v^{20:n_1,m_1}(k-1) + \sum_J \delta_J^{20}(k) x_{J:r,n_1,m_1}^{20:n_1,m_1}(k) - x_{20:n_1,m_1}(k).$$

Это уравнение имеет достаточно прозрачный и содержательный смысл. В правой части по порядку следования слагаемых представлены в денежном выражении: объем полупродукта m_1 после операции n_1 от прошлого периода, объем полупродукта m_1 , прошедшего операцию n_1 в k -м периоде, и объем полупродукта, переданного на последующие технологические операции. Оно показывает, что по дебету 20-го счета исчислены все затраты, связанные с производством данного полупродукта на данной операции.

В последнем слагаемом не указан счет по дебету. Для операций $n = 1, 2, \dots, N-1$ соответствующая сумма средств будет переписываться в дебет счетов $20:n_1+1, m_1, 20:n_1+2, m_1, \dots, 20:N-1, m_1$, оставаясь незавершенным производством на разных стадиях. Продукция после N -й операции приобретает статус готовой и затраты на её производство переписываются на 40-й счет. В зависимости от учетной политики возможен и прямой перенос производственных затрат с кредита 20-го счета в дебет 43-го счета.

Готовая продукция учитывается на 43-м и 45-м счетах. По правилам бухгалтерского учета [3] изготовленная продукция учитывается на счете 43 “Готовая продукция” в корреспонденции со счетом 40 или счетами учета затрат 20, 25 и 26. Поэтому объем продукции, произведенный в k -й период и обозначенный в § 1 переменной $p_m(k)$, с точностью до масштабного преобразования (27) определяется оборотом по дебету аналитического счета $43:m$ в корреспонденции со счетами учета затрат:

$$y^{43:m}(k) = \sum_I \delta_I^{43}(k) x_{I:m}^{43:m}(k), \quad \delta_I^{43}(k) = \begin{cases} 1, & \text{если } I \in \{20, 40\} \\ 0, & \text{если } I \notin \{20, 40\}. \end{cases} \quad (25)$$

На счете 45 “Товары отгруженные” учитывается продукция, отгруженная потребителям или переданная для продажи на комиссионных началах, оплата за которую ещё не поступила, но в учете

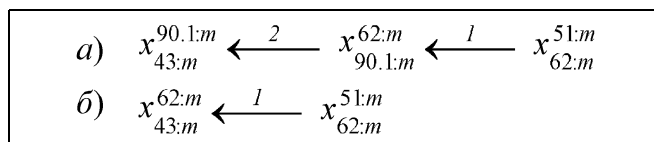


Рис. 4. Возможная схема отражения предоплаты:
 а — при отсутствии дефицита; б — при его наличии

она со склада выдана. Сальдо, отражающее объем такой продукции, может быть представлено в виде:

$$v_{45:m}^{45:m}(k) = v_{45:m}^{45:m}(k-1) + x_{43:m}^{45:m}(k) - x_{45:m}^{90:m}(k). \quad (26)$$

В выражение (26) можно ввести учет по торговым агентам (дилерам) добавлением ещё одного индекса, принимающего значения по их числу. При наличии перепродажи товаров появится корреспонденция по дебету со счетом 41 “Товары”.

Представление эффективности производства возможно через значения затрат и выручки от продаж. Для выявления финансового результата деятельности хозяйствующего субъекта предусмотрены счета раздела VIII “Финансовые результаты”. Ежемесячный результат определяется на счете 90 “Продажи” и переносится на счет 99 “Прибыли и убытки”, на котором накапливается в течение года. Для пояснений достаточно ограничиться счетом 90 и его субсчетами 90.1 “Выручка”, 90.2 “Себестоимость продаж”, 90.3 “НДС”, 90.9 “Прибыль/убыток от продаж”.

В схеме (см. рис. 3) отражено вхождение себестоимости производства продукции в выручку. Затраты производства, накапливаемые на счете 20, через кредит счета 43 переносятся на субсчет 90.1 “Выручка” одновременно с признанием выручки, отражаемой по кредиту субсчета 90.1 в корреспонденции с дебетом счета 62.

Здесь будет отражен возможный вариант представления прибыли. Кроме затрат на производство, отраженных в приводимом здесь примере, организация несет расходы на продажу, отражаемые на счете 44, и должна оплатить НДС, отражаемый на счете 90.3 “НДС” в корреспонденции со счетом 68 “Расчеты по налогам и сборам”. Все затраты отражаются по дебету счета 90, а выручка — по его кредиту. Разность оборотов и дает финансовый результат. Оборот по кредиту (выручка) должен быть больше, поэтому для каждого вида продукции можно записать:

$$F_m(k) = y_{90:m}(k) - y^{90:m}(k), \quad m = 1, 2, \dots, M,$$

где $y_{90:m}(k)$ — кредитовый оборот по аналитическому счету 90.1 : m — выручка за продукцию вида m за k -й период; $y^{90:m}(k)$ — дебетовый оборот полных затрат на продукцию вида m .

При этом выручка отражается по платежным документам на продукцию и дебетуется со счетом 62 “Расчеты с покупателями и заказчиками”, а дебетовый оборот

$$y^{90:m}(k) = \sum_J \delta_J^{90}(k) x_{J:m}^{90:m}(k),$$

$$\delta_J^{90} = \begin{cases} 1, & J \in \{43, 44, 68\} \\ 0, & J \notin \{43, 44, 68\}. \end{cases}$$

Содержание счетов по кредиту пояснено выше.

Связи (1) и (2) между переменными, характеризующими производство, могут быть представлены следующим образом. Дефицит продукции, описываемый уравнением (1), может быть определен по бухгалтерским данным. Реализация или выбытие продукции со склада организации отражается по кредиту счета 43 “Готовая продукция”. Дефицит возникает в случае, когда сумма средств, учтенных организацией за продукцию, превышает объем продукции на складе и в пути. В формуле (26) последнее слагаемое отражает оплату продукции в обычном порядке, который отражен на схеме (см. рис. 1) операциями, начиная с 6-й. На практике возможна предварительная оплата продукции, при которой средства должны двигаться как бы в обратном порядке, показанном на схеме (рис. 4, а). Однако такая схема возможна при отсутствии дефицита. В случае дефицита операция продажи не может быть реализована в полной мере: средства покупателя поступили на расчетный счет, но операции с 90-м счетом “Продажи” из-за отсутствия требуемой продукции не могут быть выполнены, и у предприятия возникает долг. Он может быть отражен на 62-м счете в корреспонденции с 43-м счетом по схеме, представленной на рис. 4, б и позволяющей формально описать дефицит по определенным видам продукции. Следуя ей, уравнение (1), после умножения его членов на цены соответствующих составляющих, записывается через суммы средств на счетах в виде:

$$v_{43:m}(k) = v_{43:m}(k-1) + \sum_J \delta_{43}^J(k) x_{43:m}^{J:m}(k) - \sum_I \delta_I^{43}(k) x_{I:m}^{43:m}(k), \quad (27)$$



$$\text{где } \delta_I^{43}(k) = \begin{cases} 1, & \text{если } I \in \{20, 40\} \\ 0, & \text{если } I \notin \{20, 40\} \end{cases},$$

$$\delta_{43}^J(k) = \begin{cases} 1, & \text{если } I \in \{45, 90, 62\} \\ 0, & \text{если } I \notin \{45, 90, 62\} \end{cases}.$$

Содержательно уравнение (27), как и уравнение (1), отражает долг предприятия по продукции, т. е. дефицит. Первое слагаемое — неудовлетворенный спрос, перешедший с предыдущего периода, который увеличивается на уже оплаченные объемы продукции (второе слагаемое) и уменьшается на объемы продукции, поступившей на склад (третье слагаемое).

Компоненты вектора $\mathbf{b}^+(k)$ (2) характеризуют избыток продукции, т. е. нереализованный её запас, хранящийся на складе. Уже отмечалось, что по дебету счета 43 “Готовая продукция” отражается поступление на склад готовой продукции. По кредиту этого счета отражается выбытие продукции со склада потребителям. Сальдо по аналитическим счетам, открытым для типов продукции к счету 43 “Готовая продукция”, может быть представлено в виде:

$$v^{43:m}(k) = v^{43:m}(k-1) + \sum_I \delta_I^{43}(k) x_{I:m}^{43:m}(k) - \sum_J \delta_{43}^J(k) x_{43:m}^{J:m}(k), \quad (28)$$

$$\text{где } \delta_I^{43}(k) = \begin{cases} 1, & \text{если } I \in \{20, 40\} \\ 0, & \text{если } I \notin \{20, 40\} \end{cases},$$

$$\delta_{43}^J(k) = \begin{cases} 1, & \text{если } I \in \{45, 90\} \\ 0, & \text{если } I \notin \{45, 90\} \end{cases}.$$

Сопоставление уравнения (2) для m -й компоненты вектора $\mathbf{b}^+(k)$ с уравнением (28) показывает их содержательную эквивалентность. Действительно, входящее сальдо в (28) $v^{43:m}(k-1)$ — остаток продукции на складе от предыдущего периода. Второй член — оборот по дебету счета 43 : m — показывает увеличение продукции на складе на объем производства в k -м периоде. Третий член — оборот по кредиту счета 43 : m — реализация продукции. Так как сальдо может быть либо по кредиту, либо по дебету, то автоматически реализуется требование (3).

Величины, значения которых отражаются на аналитических счетах, введенных для индивидуализации средств по видам ресурсов, операциям и производимой продукции могут быть собраны в обычные векторы. Чтобы исключить путаницу, эти

векторы обозначаются соответствующими прописными буквами. Например, вектор оборотов (25) по дебетам аналитических счетов к счету 43 для видов продукции будет иметь вид: $Y^{43}(k) = (y^{43:1}(k), y^{43:2}(k), \dots, y^{43:M}(k))^T$. С учетом преобразования (22) его компоненты

$$y^{43:m}(k) = c_m(k)p_m(k). \quad (29)$$

Они с точностью до масштабного коэффициента — цены единицы продукции $c_m(k)$ — совпадают с объемами производства $p_m(k)$, т. е. имеет место соответствие: $Y^{43}(k) \Leftrightarrow \mathbf{p}(k)$. Точно так же, с точностью до масштабного множителя, устанавливается соответствие между векторами: $V_{43}(k) \Leftrightarrow \mathbf{b}^-(k)$, $V^{43}(k) \Leftrightarrow \mathbf{b}^+(k)$.

Спрос на продукцию не является бухгалтерским объектом и может быть представлен в виде вектора $Y(k)$, компоненты которого определяются по формуле (29) после замены значений $p_m(k)$ значениями $b_m(k)$.

Теперь задача (13) может быть записана через бухгалтерские переменные в следующем виде.

Максимизировать критерий

$$F(k) = \sum_{m=1}^M F_m(k) = \sum_{m=1}^M \{y_{90:m}(k) - y^{90:m}(k)\} = y_{90}(k) - y^{90}(k) \rightarrow \max, \quad (30a)$$

при ограничениях на ресурсы

$$\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M x_{10.1:r}^{20:r,n,m}(k) \leq v^{10.1:r}(k-1) + x_{15:r}^{10.1:r}(k), \quad r = 1, 2, \dots, R, \quad (30b)$$

и объемы производства:

$$\begin{aligned} Y^{43}(k) + V^{43}(k) &\geq Y(k), \\ Y^{43}(k) - V_{43}(k) &\geq Y(k), \end{aligned} \quad (30b)$$

где обороты и сальдо детально выражаются через суммы финансовых средств, связанных с производством продукции, описанным выше образом.

Все переменные, используемые в задаче, связываются между собой и с выходными характеристиками уравнениями проводок (21), чем обеспечивается замкнутость задачи.

По регламенту бухгалтерского учета [3] финансовые результаты на счете 90 (его субсчетах) отражаются накопительно в течение года по ежемесячно определяемым результатам $F(k)$, $k = 1, 2, \dots, K$. Поэтому критерий для нескольких периодов и все-

го горизонта планирования может быть представлен в виде

$$G(k) = \sum_{\xi=1}^k F(\xi), k = 1, 2, \dots, K.$$

Задача планирования может решаться рекуррентно. В качестве начального состояния берутся входящие сальдо на соответствующих счетах на начальный период планирования при $k = 0$.

В дополнение к обычным условиям, отраженным в ограничениях (30б) и (30в), бухгалтерская структуризация информации позволяет учитывать в задаче принятия решений актуальное финансовое состояние предприятия.

Схема (см. рис. 1), иллюстрирующая наличие и движение средств предприятия, позволяет сформулировать условия практической реализуемости решений. Например, для приобретения ресурсов необходимы финансовые (оборотные) средства, которые поступают в результате выручки за произведенную и фактически проданную продукцию. Поступившие средства отражаются по дебету счета 51 (последняя операция на рис. 1), а оплата за сырье и другие ресурсы по кредиту этого же счета (первая операция на рис. 1). Отсюда в дополнение к ограничению на запас ресурсов (30б) могут быть определены условия возможности приобретения ресурса, т. е. ограничения на $x_{15:r}^{10.1:r}(k)$, выраженные через наличие денежных средств. Система проводок, отраженная на схемах (см. рис. 1—4), позволяет “протянуть” ограничения к любой важной для решаемой задачи статье расходов и доходов предприятия, включая различные приобретения и обслуживание обязательств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показана возможность и методика описания и решения задачи объемного планирования на бухгалтерских данных предприятия. Задача планирования приводится к задаче условной оптимизации функции многих переменных, для решения которой могут быть применены методы линейного программирования. Представленная методика позволяет детально исследовать задачи долгосрочного планирования, включая распределение прибыли, оценки влияния внешних и внутренних факторов на эффективность деятельности предприятия, анализа бизнес-проектов и др. В её рамках возможно применение различных (стохастических, нечетких) моделей информации о спросе на продукцию и ценах на продукцию и ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Л. А. Системное представление финансово-хозяйственной деятельности предприятия // Проблемы управления. — 2003. № 3. — С. 39—48. (www.ipu.ru/period/pu).
2. Кузнецов Л. А. Модель динамики финансовой системы субъекта хозяйствования // Проблемы управления. — 2004. — № 2. — С. 21—30. (www.ipu.ru/period/pu).
3. План счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций и Инструкция по его применению. — М.: Юрайт-М, 2003. — 176 с.
4. Юдин Д. В. Математические методы управления в условиях неполной информации. — М.: Сов. радио, 1974. — 400 с.
5. Исследование операций: В 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. — М.: Мир, 1981. Т. 1. — 712 с. — Т. 2. — 677 с.

☎ (0742) 32-80-44

E-mail: kuznetsov@stu.lipetsk.ru



ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Статья представляется в редакцию на бумаге в 2-х экземплярах, с аннотацией и направлением организации, а также обязательно в электронном виде на дискете 3,5 дюйма или по электронной почте (не более 2 Мбайт). Аннотация, название статьи и фамилии авторов должны быть представлены также на английском языке. Объем оригинальной статьи не должен превышать 10, обзорной - 18 стр. текста. Текст печатается через 1,5 интервала с одной стороны бумаги формата А4, страницы нумеруются. В электронной форме текст должен быть в редакторе Word97 (не ниже) шрифтом №12 Times New Roman; текст не форматирован, т. е. не имеет таблиц, колонок и т. д. Рисунки должны иметь расширение, совместимое с Word97, или в формате CorelDraw: шрифты представляются отдельно или переводятся в кривые; фотографии должны быть предельно четкими, черно-белыми, на глянцевой бумаге или в формате TIFF с разрешением 300 dpi. Толщина линий рисунков, представляемых в электронной форме - не менее 3 пикселей.

Все буквенные обозначения, приведенные на рисунках, необходимо пояснять в основном или подрисуночном тексте (недопустимы повторные обозначения - в подрисуночных подписях и в тексте). Нумеровать следует только те формулы и уравнения, на которые есть ссылка в последующем изложении. Список литературы (только органически связанной со статьей) составляется в порядке цитирования и дается в конце статьи. Ссылки на литературу в тексте отмечаются порядковыми номерами в квадратных скобках.

В конце статьи следует указать полностью имя, отчество и фамилию автора, ученые степени и звания, должность, место работы, контактный телефон, электронные адреса.

