

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ПОТОКОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

КОНДРАТЬЕВ В. В., ПРОКОПЕНКО А. А.

(Москва)

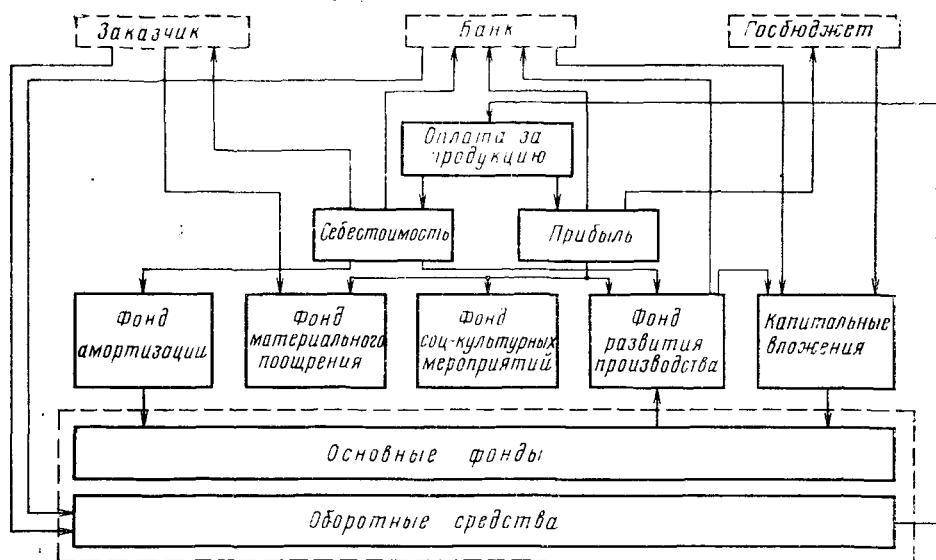
Приводится математическое описание процедур расчета плановых и фактических значений финансовых потоков в строительстве. С привлечением методологии теории активных систем дается пример, иллюстрирующий возможности использования результатов приведенного описания применительно к вопросам анализа и совершенствования хозяйственного механизма управления строительными организациями.

В теории организационного управления по мере накопления опыта построения и результатов исследования простых или «умозрительных» моделей все большее внимание начинает уделяться исследованию реальных организационных механизмов управления. В этих исследованиях условно можно выделить следующие этапы: математическое описание объекта, формирование на его основе той или иной «управленческой модели», исследование и разработка рекомендаций. Накопление результатов исследований реальных организационных механизмов — необходимый этап развития теории. Важной составляющей механизмов организационного управления является финансовый механизм. Работы [1—4] положили начало математическому описанию и исследованию таких механизмов. В этих работах были представлены математические описания финансовых потоков в промышленности. Данная работа дополняет их применительно к другой важной отрасли народного хозяйства — строительству, имеющей ряд отличительных особенностей по сравнению с промышленностью, например, группировка затрат в себестоимости, плановые показатели, используемые для образования фондов экономического стимулирования, и др. В приложении строится модель, иллюстрирующая использование приведенного описания для исследования «сравнительной экономической заинтересованности» строительной организации в проведении работ по реконструкции действующих промышленных предприятий или строительству новых объектов в условиях действующего хозяйственного механизма.

Считается, что рассматриваемая в работе строительная организация (СМО) осуществляет промышленное строительство; расчеты с заказчиками ведутся только за законченными объектами, время строительства которых сравнимо по величине с плановым периодом. Все описываемые потоки проинтегрированы по времени от начала до конца планового периода.

1. Общая схема финансовых потоков

Процесс функционирования СМО на языке финансовых потоков можно описать следующим образом (см. рисунок). Пусть на начало планового периода СМО обладает определенными основными фондами, оборотными средствами и штатом работников. В течение планового периода оборотные



средства пополняются за счет авансов заказчиков и кредитов банка, а выходной финансовый поток равен сметной стоимости готовой продукции, оплаченной заказчиком. Часть платы за продукцию, равная себестоимости, идет на погашение кредитов банка, авансов заказчиков и амортизацию. Разница между сметной стоимостью и себестоимостью продукции — балансовая прибыль — поступает в госбюджет, банк и используется на образование фондов экономического стимулирования. Входным финансовым потоком для основных фондов будут капитальные вложения, образующиеся за счет кредитов банка, средств фонда развития производства и госбюджета и средств амортизационного фонда. Выходной поток равен стоимости выбывших основных фондов. Перейдем теперь к математическому описанию рассмотренных финансовых потоков.

2. Балансовая и расчетная прибыль

Балансовая прибыль Π^0 СМО в течение планового периода образуется из трех источников: от реализации строительной продукции Π_1^0 ; от прочей реализации Π_2^0 ; от внереализационных результатов Π_3^0 : $\Pi^0 = \Pi_1^0 + \Pi_2^0 + \Pi_3^0$. При этом основную часть балансовой прибыли Π^0 составляет прибыль от реализации строительной продукции Π_1^0 , которая определяется как разность между сметной стоимостью реализованной строительной продукции и себестоимостью строительно-монтажных работ (СМР) на сданных объектах (т. е. денежными затратами СМО на израсходованные производственные фонды и оплату труда работников, конкретно выражающими долю участия ресурсов в процессе производства). В дальнейшем изложении будем считать, что $\Pi^0 \cong \Pi_1^0$. Состав и объем работ на объекте $u_m = \{u_{lm}\}$, $l \in \mathcal{L}$ (\mathcal{L} — множество видов СМР), $m \in M$ (M — множество задельных объектов в плановом периоде) определяются в соответствии с техническими проектами: $u_m = \kappa(m)$, где $\kappa(m)$ — оператор, задаваемый при проектировании.

В соответствии с группировкой затрат, применяемой в строительстве [5], себестоимость СМР складывается из непосредственно связанных с технологическим процессом производства работ прямых затрат (в состав которых входят затраты на материалы, на основную заработную плату рабочих, на машины и механизмы и прочие прямые затраты) и накладных расходов, являющихся главным образом косвенными (к ним относятся расходы на содержание аппарата управления, обслуживание рабочих, организацию и производство работ и пр.).

Планирование прямых расходов производится на основе сметных норм, устанавливающих на единицу СМР вида l , $l \in \mathcal{L}$ затраты материалов n_{kl} , $k \in K$ (K — множество видов материалов, применяемых в отрасли); труда n_{rl} , $r \in R$ (R — множество видов труда, используемых в отрасли) и механизмов n_{pl} , $p \in P$ (P — множество видов основных фондов, применяемых в отрасли).

Величина накладных расходов для строительных работ определяется нормой β_1^0 по отношению к прямым затратам и для монтажных работ определяется нормой β_2^0 к основной заработной плате рабочих, занятых на монтаже.

Кроме того, плановая себестоимость уменьшается по сравнению с себестоимостью, рассчитанной по сметным нормам затрат, на величину норматива α_2^0 планового снижения себестоимости.

Таким образом, плановая себестоимость g_m^α СМР на объекте m определяется следующим выражением:

$$(1) \quad g_m^\alpha = \sum_{j=1}^4 q_{mj}^\alpha = \sum_{j=1}^4 \psi_j(m) = (1 - \alpha_2^0) \left\{ \left(\sum_{k \in K} c_k \sum_{l \in \mathcal{L}} n_{kl} u_{lm} \right) + \left(\sum_{r \in R} c_r \sum_{l \in \mathcal{L}} n_{rl} u_{lm} \right) + \left(\sum_{p \in P} c_p^* \sum_{l \in \mathcal{L}} n_{pl} u_{lm} \right) + \beta_1^0 \left[\sum_{l \in \mathcal{L}^1} u_{lm} \left(\sum_{k \in K} c_k n_{kl} + \sum_{r \in R} c_r n_{rl} + \sum_{p \in P} c_p^* n_{pl} \right) \right] + \beta_2^0 \sum_{l \in \mathcal{L}^2} u_{lm} \sum_{r \in R} c_r n_{rl} \right\},$$

где $\psi(m) = \{\psi_j(m)\}$, $j = \overline{1, 4}$ — оператор нормативной себестоимости; $c_k = \{c_{kj}\}$, $k \in K$ — цены на материалы; $c_r = \{c_r\}$, $r \in R$ — тарифные сетки и ставки заработной платы; $c_p^* = \{c_p^*\}$, $p \in P$ — цены эксплуатации основных фондов; \mathcal{L}^1 , \mathcal{L}^2 — множества видов строительных и монтажных работ соответственно; $g_{m1}^\alpha = \psi_1(m) = \sum_{k \in K} c_k \sum_{l \in \mathcal{L}} n_{kl} u_{lm}$ — затраты на материалы;

$g_{m2}^\alpha = \psi_2(m) = \sum_{r \in R} c_r \sum_{l \in \mathcal{L}} n_{rl} u_{lm}$ — затраты на основную заработную плату рабочих;

$g_{m3}^\alpha = \psi_3(m) = \sum_{p \in P} c_p^* \sum_{l \in \mathcal{L}} n_{pl} u_{lm}$ — затраты на машины и механизмы;

$g_{m4}^\alpha = \psi_4(m)$ — накладные расходы. Сметные затраты на материалы, основную заработную плату рабочих и машины и механизмы на объекте m , $m \in M$, образуют в сумме прямые затраты, которые обозначим через \bar{g}_m^α .

Плановое время τ_m^α строительства объекта m определяется на основе нормативов продолжительности строительства для объектов данного вида: $\tau_m^\alpha = \hat{\tau}_m$, где $\hat{\tau}_m$ — нормативная продолжительность строительства.

Сметная стоимость C_m , $m \in M$, СМР на объекте m включает плановую себестоимость g_m^α , плановые накопления и плановые задания по снижению себестоимости (определяемые нормами α_1^0 и α_2^0 соответственно):

$$(2) \quad C_m = \frac{1 + \alpha_1^0}{1 - \alpha_2^0} g_m^\alpha.$$

Плановая балансовая прибыль от реализации строительной продукции складывается из плановых накоплений и заданий по снижению

себестоимости:

$$(3) \quad \Pi_1^{6n} = \sum_{m \in M_c} [\Pi_m^{6\phi-1} + C_m - g_m^\alpha] = \sum_{m \in M_c} \left[\Pi_m^{6\phi-1} + \frac{\alpha_1^0 + \alpha_2^0}{1 - \alpha_2^0} g_m^\alpha \right],$$

где M_c — множество сдаваемых в плановом периоде объектов, $M_c \subseteq M$, $\Pi_m^{6\phi-1}$ — экономия по работам, числящимся в составе незавершенного производства, на начало планового периода на объекте m .

Фактическая балансовая прибыль от реализации строительной продукции СМО $\Pi_m^{6\phi-1}$ складывается из экономии по работам, числящимся в составе незавершенного производства, на начало планового периода на сданных объектах $\sum_{m \in M_c} \Pi_m^{6\phi-1}$ и разницы между сметной стоимостью СМР, выполненных в плановом периоде на сданных объектах $\sum_{m \in M_c} C_m$, и их фактической себестоимостью $\sum_{m \in M_c} v_m^\alpha$. Величина фактических прямых затрат по

объектам определяется как сумма фактических затрат на материалы:

$$v_{m1}^\alpha = \sum_{k \in K} c_k v_{mk}, \text{ где } v_{mk} \text{ — затраты материалов вида } k \text{ на производство СМР}$$

на объекте m ; фактических затрат на основную заработную плату:

$$v_{m1}^\alpha = \sum_{r \in R} c_r v_{mr}, \text{ где } v_{mr} \text{ — затраты труда вида } r \text{ на производство СМР на}$$

объекте m : фактических затрат на машины и механизмы $v_{m3}^\alpha = \sum_{p \in P} c_p \cdot v_{mp}$,

где v_{mp} — затраты механизмов вида p на производство СМР на объекте m и прочих прямых затрат $v_m^{\alpha*}$ (затраты на транспортировку грунта, внутрипостроечную перевозку материалов, вывозку мусора и снега с территории строительства). Фактические накладные расходы v_i^α распределяются между видами работ пропорционально суммам основной заработной платы рабочих по каждому из видов $v_{\mathcal{L}12}^\alpha / v_2^\alpha$, $v_{\mathcal{L}22}^\alpha / v_2^\alpha$ — коэффициенты пропорциональности для строительных и монтажных работ, где v_2^α — основная заработная плата рабочих по всем видам работ, $v_{\mathcal{L}12}^\alpha$, $v_{\mathcal{L}22}^\alpha$ — основная

заработная плата рабочих по строительным и монтажным работам соответственно. По объектам строительства накладные расходы основного производства распределяются соответственно их лимитированию в сметах:

пропорционально прямым затратам (по строительным работам) $\bar{v}_{\mathcal{L}1m}^\alpha / \bar{v}_{\mathcal{L}1}^\alpha$, где $\bar{v}_{\mathcal{L}1}^\alpha$ — прямые затраты на строительные работы по всем объектам, $\bar{v}_{\mathcal{L}1m}^\alpha$ — прямые затраты на строительные работы для объекта m , $m \in M_c$, или пропорционально основной заработной плате рабочих (по монтажным работам) $v_{\mathcal{L}2m2}^\alpha / v_{\mathcal{L}22}^\alpha$, где $v_{\mathcal{L}2m2}^\alpha$ — основная заработная плата рабочих, занятых монтажными работами на объекте m . Следовательно, фактическая балансовая прибыль от реализации строительной продукции СМО может быть определена по формуле

$$(4) \quad \Pi_1^{6\phi} = \sum_{m \in M_c} \left[\Pi_m^{6\phi-1} + C_m - \sum_{k \in K} c_k v_{mk} - \sum_{r \in R} c_r v_{mr} - \sum_{p \in P} c_p \cdot v_{mp} - v_m^{\alpha*} - \frac{v_4^\alpha}{v_2^\alpha} \left(v_{\mathcal{L}12}^\alpha \frac{\bar{v}_{\mathcal{L}1m}^\alpha}{\bar{v}_{\mathcal{L}1}^\alpha} + v_{\mathcal{L}2m2}^\alpha \right) \right].$$

Балансовая прибыль расходуется на покрытие платежей за основные и оборотные фонды и процентов за банковский кредит. Оставшаяся часть, расчетная прибыль, определится выражением

$$(5) \quad \Pi^{pn} = \Pi^{bn} - c_{\Phi}(\Phi^n + \Phi_0^n) - c_{\mathcal{D}} \mathcal{D}^n,$$

$$(6) \quad \Pi^{p\Phi} = \Pi^{b\Phi} - c_{\Phi} \max(\Phi^n + \Phi_0^n, \Phi^{\Phi} + \Phi_0^{\Phi}) - c_{\mathcal{D}} \max(\mathcal{D}^n, \mathcal{D}^{\Phi}),$$

где Π^{pn} , $\Pi^{p\Phi}$ — соответственно плановая и фактическая расчетная прибыль; c_{Φ} — норма платы за производственные фонды; Φ^n , Φ^{Φ} — соответственно плановая и фактическая стоимость основных фондов, Φ_0^n , Φ_0^{Φ} — плановая и фактическая величина оборотных средств; $c_{\mathcal{D}}$ — процент за банковский кредит; \mathcal{D}^n , \mathcal{D}^{Φ} — соответственно плановая и фактическая задолженность по банковским кредитам.

Знак тах в (6) поставлен вследствие того что экономия, полученная от уменьшения (по сравнению с плановыми суммами) размера платы за производственные фонды и процентов за банковский кредит, в соответствии с действующими в отрасли нормативными документами не является источником для дополнительных отчислений в фонды экономического стимулирования.

Зная плановые затраты на основную заработную плату рабочих, плановый объем трудовых затрат g_2 можно определить по формуле

$$(7) \quad g_2 = n^{\tau} \tau^n = \frac{\sum_{m \in M_c} g_{m2}^{\alpha}}{Z^{cp}},$$

где n^{τ} — среднее число рабочих на объектах (без учета простоев); τ^n — длительность планового периода (в годах); Z^{cp} — средняя основная заработная плата рабочих за год. Тогда плановые величины основных фондов Φ^n и оборотных средств Φ_0^n можно вычислить следующим образом:

$$(8) \quad \Phi^n = \Phi^{cp} \frac{\sum_{m \in M} g_{m2}^{\alpha}}{Z^{cp}},$$

$$(9) \quad \Phi_0^n = d \left(\frac{1 + \alpha_1^0}{1 - \alpha_2^0} \right) \sum_{m \in M} g_m^{\alpha} = d' \sum_{m \in M} g_m^{\alpha},$$

где Φ^{cp} — средняя фондовооруженность рабочих; d — норматив оборотных средств, $d' = d \left(\frac{1 + \alpha_1^0}{1 - \alpha_2^0} \right)$.

3. Фонды экономического стимулирования (ФЭС)

Экономическое стимулирование СМО осуществляется через фонды материального поощрения S_1 , социально-культурных мероприятий и жилищного строительства S_2 , развития производства S_3 [6].

Правила образования ФЭС можно записать следующим образом:¹

$$(10) \quad S_1^+ = \alpha_1 \Pi^{p\Phi} - \alpha_1 (\delta_1 - 1) [0,98 \Pi^{pn} - \Pi^{p\Phi}]^+ - \alpha_1 (1 - \gamma_1) \times \\ \times \left[\Pi^{p\Phi} - 1,02 \Pi^{pn} - \frac{\Pi^{p\Phi}}{\Pi^{b\Phi}} \sum_{m \in M_c^D} \Pi_m^{b\Phi} \right]^+ - \alpha_1 \frac{\Pi^{p\Phi}}{\Pi^{b\Phi}} \sum_{m \in M_c^{\Pi}} \varepsilon \times$$

¹ Изменение нормативов отчисления в случае перевыполнения утвержденных плановых заданий в пределах обязательств, принятых по встречному плану, не учитывается.

$$(11) \quad \begin{aligned} & \times (\Delta\tau_m) \Pi_m^{\Phi\Phi} + W + \beta_1 I + \omega I \frac{H^\Phi - H^\Pi}{H^{\Phi-1}}, \\ S_2^+ &= \alpha_2 \Pi^{\Phi\Phi} - \alpha_2 (\delta_2 - 1) [0,98 \Pi^{\Pi\Pi} - \Pi^{\Phi\Phi}] + - \\ & - \alpha_2 (1 - \gamma_2) \left[\Pi^{\Phi\Phi} - 1,02 \Pi^{\Pi\Pi} - \frac{\Pi^{\Phi\Phi}}{\Pi^{\Phi\Phi}} \sum_{m \in M_c} \Pi_m^{\Phi\Phi} \right]^{+2}, \end{aligned}$$

$$(12) \quad S_3^+ = \alpha_3 \Pi^{\Phi\Phi} + \beta_2 \sum_{p \in P} \mu_p \Phi_p + (1 - \beta_3) \sum_{p \in P} \nu_p \Phi_p.$$

Здесь S_1^+ , S_2^+ , S_3^+ — доходные части фондов экономического стимулирования S_1 , S_2 , S_3 соответственно; $\Pi^{\Pi\Pi}$, $\Pi^{\Phi\Phi}$ — плановая и фактическая расчетная прибыль; Φ_p — стоимость основных фондов вида p ; I — фонд заработной платы; W — премиальные средства, получаемые от заказчиков за ввод в действие объектов и производственных мощностей в срок и досрочно; $\Pi_m^{\Phi\Phi}$ — фактическая балансовая прибыль, полученная на объекте m ; H^Φ — фактическая выработка на одного рабочего нарастающим итогом с начала планового периода; $H^{\Phi-1}$ — фактическая выработка на одного рабочего за соответствующий отрезок времени прошлого планового периода; H^Π — выработка по плану на одного рабочего нарастающим итогом с начала планового периода; α_1 , α_2 , α_3 — нормативы отчислений от прибыли соответственно в фонды S_1 , S_2 , S_3 ; β_1 — норматив премиальных начислений рабочим по сдельно-премиальной, повременно-премиальной и премиальной системе с доплатой за качество; γ_1 , γ_2 — коэффициенты уменьшения отчислений соответственно в фонды S_1 и S_2 за перевыполненную часть плановых заданий по прибыли; δ_1 , δ_2 — нормативы увеличения штрафных отчислений соответственно из фондов S_1 и S_2 при невыполнении плановых заданий по прибыли; μ_p — норматив амортизационных отчислений, предназначенных для полного восстановления основных фондов вида p ; $\varepsilon(\Delta\tau_m)$ — коэффициент уменьшения размера отчислений от прибыли, относящейся к объекту m , при нарушении установленного срока сдачи объекта (ступенчатая функция от $\Delta\tau_m$), где $\Delta\tau_m = [\tau_m^\Phi - \tau_m^\Pi]^+$ — разница между фактическим и плановым сроками сдачи; β_2 — норматив отчислений в S_3 от сумм амортизации, предназначенных на полное восстановление основных фондов; β_3 — норматив расходов, связанных с ликвидацией излишних основных фондов; ν_p — коэффициент выбытия основных фондов вида p ; ω — коэффициент увеличения (уменьшения) фонда материального поощрения в случае перевыполнения (невыполнения) задания по темпам роста производительности труда (дополнительные отчисления производятся за счет сверхплановой прибыли); M_c^Π , M_c^Φ — множества введенных объектов соответственно с нарушением срока сдачи и введенных в срок и досрочно.

Приведенное описание можно дополнить уравнениями баланса, запаянными применительно к процедурам распределения прибыли, фондам развития производства, оборотных средств, амортизационных отчислений и капитальных вложений СМО. Эти уравнения нетрудно построить, основываясь на схеме финансовых потоков (см. рисунок). Применительно к промышленности пример такого рода соотношений дан в работах [1, 2]. Ввиду отсутствия принципиальных отличий при переходе к строительству названные балансовые соотношения в работе опускаются.

В приложении дается пример использования рассмотренного описания финансовых потоков применительно к вопросам анализа хозяйственного механизма в строительстве. С этой целью на основе представленных в ра-

² Здесь

$$[f(x)]^+ = \begin{cases} f(x), & f(x) \geq 0, \\ 0, & f(x) < 0. \end{cases}$$

боте соотношений в соответствии с подходом, описанным в работе [7], строится и исследуется модель механизма функционирования двухуровневой организационной системы, отражающая ряд элементов действующего в строительстве хозяйственного механизма. С целью упростить «техническую сторону» анализа рассмотрение проводится при следующих предположениях: в строительном производстве выделяются только два участника: центр и СМО. Предполагается, что в рассматриваемом периоде функционирования СМО может возводить только один объект, относящийся либо к новому строительству, либо к реконструкции. Функционирование системы рассматривается в случае неполной информированности центра о производственных возможностях СМО. В примере приводятся следующие составляющие механизма функционирования системы «центр — СМО»: целевые функции центра и СМО, набор показателей, их определяющих, и процедуры планирования этих показателей. Считается, что варианты плана рассчитываются, исходя из нормативов затрат ресурсов и встречной информации от организации. В предположении выполнения плана в качестве критерия центра принимается минимизация приведенных затрат на строительство, а в качестве критерия СМО — максимизация фонда материального поощрения, приходящегося на одного работника в единицу времени. В названных предположениях критерии центра и СМО определяются плановыми показателями, характеризующими функционирование СМО с финансовой точки зрения и набором нормативов экономического стимулирования. Величины плановых показателей определяются из решения задачи оптимизации критерия центра на множестве допустимых планов.

Применительно к описанному механизму в примере исследуются достоверность сообщаемой элементами информации и эффективность механизма, а также решается задача заинтересовать организацию в сообщении достоверной информации об объектах (или номенклатурах СМР), которые она может реализовать при нормативной интенсивности труда работников.

ПРИЛОЖЕНИЕ

В соответствии с работами по анализу экономических интересов организации (например, [8, 9]) критерий СМО можно представить следующим образом: $w = S_1^{+n}/r^n \tau^n$, где S_1^{+n} — объем фонда материального поощрения при выполнении плана (функция дохода организации). Тогда, рассматривая прибыль в качестве основного источника образования фонда материального поощрения и пренебрегая платой за банковский кредит, на основе соотношений (1) — (3), (5), (7) — (10) можно записать

$$(13) \quad w = \frac{3^{cp} \alpha_1}{g_{m2}^\alpha} \left[\frac{\alpha_1^0 + \alpha_2^0}{1 - \alpha_2^0} g_{m\alpha} - c_\psi (\Phi^n + \Phi_0^n) \right] = \\ = \alpha_1 3^{cp} \left(\frac{\alpha_1^0 + \alpha_2^0}{1 - \alpha_2^0} - c_\psi d' \right) \frac{g_{m\alpha}}{g_{m2}^\alpha} - \alpha_1 c_\psi \Phi^{cp}.$$

В качестве критерия центра принимается минимизация приведенных затрат, которые в соответствии с инструкцией [10] в случае одинакового прироста мощности, достигаемого при вводе объектов, можно рассчитать следующим образом³:

$$(14) \quad W = Q + E_n K_\psi - \Theta = g_{m\alpha} + S_1^{+n} + E_n (\Phi^n + 1/2 \Phi_0^n \tau^n) - \Theta,$$

где Q — текущие затраты на функционирование СМО; E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K_ψ — объем основных фондов и капитальных вложений, отвлекаемых в процессе строительства объекта; Θ — экономический эффект, возникающий у потребителя (убывает при возрастании сроков строительства).

³ Фонд материального поощрения включается в текущие затраты Q , так как он соответствует текущим народнохозяйственным издержкам по своему характеру; изменение затрат смежных организаций не учитывается.

Используя соотношения (8) – (10), (13) и допустив, что плата за производственные фонды соответствует их эффективности (т. е. $c_{\Phi} = E_{\Pi}$), получим

$$(15) \quad W = \left(\frac{\alpha_1 \alpha_1^0}{1 - \alpha_1^0} + B_1 + B_2 \tau^{\Pi} \right) g_m^{\alpha} - \Delta,$$

где $B_1 = 1 + \frac{\alpha_1 \alpha_1^0}{1 - \alpha_2^0} - \alpha_1 c_{\Phi} d' > 0, \quad B_2 = \frac{E_{\Pi} d'}{2} > 0.$

Если считать, что значения Z^{cp}, Φ^{cp} постоянны, то, как видно из соотношений (13), (15), критерии центра $W = -F(\lambda, x)$ и СМО $w = h(\lambda, x)$ определяются значениями нормативов экономического стимулирования $\lambda = (\alpha_1, \alpha_1^0, \alpha_2^0, c_{\Phi})$ и устанавливаемым центром планом $x = \{\tau^{\Pi}, g^{\alpha}, g_2^{\alpha}, m\}$. В настоящее время значения нормативов экономического стимулирования, входящих в λ , не зависят от того, выполняет организация реконструкцию либо новое строительство. Обозначим эти значения через $\hat{\lambda} = (\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_1^0, \hat{\alpha}_2^0, \hat{c}_{\Phi})$.

Опишем процедуру нахождения x (закон планирования). Пусть на начало функционирования организация обладает некоторым запасом собственных ресурсов v_0 . Глобальные ограничения представим как совокупность ограничений M_0 на допустимые объекты и $v^{\Gamma\Pi}$ на дополнительные ресурсы, выделяемые системе. В этом случае организация может располагать ресурсами $v \leq v^{\Gamma\Pi} + v_0$.

Множество возможных планов X опишем следующим соотношением:

$$(16) \quad X = \left\{ x \mid \tau^{\Pi} = \hat{\tau}_m, g^{\alpha} = \sum_{j=1}^4 \psi_j(m), g_2^{\alpha} = \psi_2(m), m \in M' \subseteq M_0 \right\},$$

где M' – множество практически реализуемых объектов (с учетом наличия глобальных ограничений), соответствующее оператору нормативной себестоимости.

Зная объемы ресурсов, которыми может располагать организация, можно, исходя из результатов работы [2], определить множество M' с помощью оператора функционирования (выпуска). Будем считать, что неопределенность в знании центров производственных возможностей элемента нижнего уровня определяется неопределенностью в знании множества M' (так как центр не знает достоверно оператора функционирования и собственных ресурсов организации на начало функционирования). Оценка $\bar{M}(s)$ множества M' производится в настоящее время комбинационным способом: на основе оценки «от достигнутого» \bar{M}^a , производимой на основе нормативов затрат ресурсов, и встречной информации s от организации. Неопределенность в информированности центра отразим с помощью вектора $\rho: \rho = \{\rho_m, m \in M_0\}, \rho_m = \begin{cases} 1, & m \in M' \\ 0, & m \in M_0 \setminus M'. \end{cases}$ Тогда $\bar{M}(s) = \{m \mid s_m = 1, m \in M_0\}$, где $s = \{s_m\}$ –

встречная оценка вектора ρ (нетрудно проверить, что $\bar{M}(\rho) = M'$). Множество возможных значений оценок s обозначим через $\Omega: \Omega = \{s \mid s' \leq s \leq s''\}$, где s' – оценка возможностей организации «от достигнутого»: $\bar{M}(s') = \bar{M}^a; s'' = \{1, \dots, 1\}$, \bar{p} – коли-

чество глобально допустимых объектов.

Допустим, что M_0 состоит из двух объектов: нового строительства $m=1$ и реконструкции действующего промышленного предприятия $m=2$ ($M_0 = \{1, 2\}$), в результате ввода которых образуется одинаковый прирост мощности. Пусть также $s' = \{1, 0\}$, а $s'' = \rho = \{1, 1\}$ (т. е. на основе оценки «от достигнутого» центр знает, что СМО может осуществить новое строительство, в то время как организация может еще проводить реконструкцию). Задача оптимального планирования при сделанных предположениях записывается следующим образом:

$$(17) \quad F(\hat{\lambda}, x) \xrightarrow{x} \max, \\ x \in X(s) = \left\{ x \mid \tau^{\Pi} = \hat{\tau}_m, g^{\alpha} = \sum_{j=1}^4 \psi_j(m), g_2^{\alpha} = \psi_2(m), m \in \bar{M}(s) \right\}.$$

Теперь, определив зависимость $x_{оп}(s)$ оптимальных планов от встречных оценок и подставляя ее в критерий w СМО, получим критерий выбора оценок $h^*(s) = h(\hat{\lambda}, x_{оп}(s))$. Отсюда найдем множество рациональных стратегий встречных оценок организации, которое в соответствии с работой [7] можно записать как

$$(18) \quad R_s = \text{Arg max}_{s \in \Omega} h^*(s).$$

Соотношение (1) позволяет определять плановые характеристики организации для любых технологически допустимых объектов, но вследствие громоздкости вычислений в рассматриваемом примере этого не делается, а принимается на основании работ по экономике строительства, что справедливы следующие неравенства:

$$(19) \quad \hat{\tau}_1 > \hat{\tau}_2; \quad \sum_{j=1}^4 \psi_j(1) > \sum_{j=1}^4 \psi_j(2); \quad \frac{\psi_2(1)}{\sum_{j=1}^4 \psi_j(1)} < \frac{\psi_2(2)}{\sum_{j=1}^4 \psi_j(2)},$$

т. е. нормативная продолжительность строительства и плановая себестоимость работ у нового строительства выше, чем у аналогичных объектов реконструкции, в то время как доля плановых затрат на основную заработную плату рабочих в общем объеме плановой себестоимости ниже.

Очевидно, что в случае оценки $s=s'$ центр назначает СМО проведение нового строительства x_1 , если же организация сообщает оценку $s=s''=\rho$, то назначаемый оптимальный план определяется знаком приращения функции $F(\hat{\lambda}, x)$ при переходе от плана x_1 к плану x_2 , соответствующему реконструкции.

Используя соотношения (15), (18), получим

$$(20) \quad \Delta F(\hat{\lambda}, x_2) = F(\hat{\lambda}, x_2) - F(\hat{\lambda}, x_1) = \left(\frac{\hat{\alpha}_1 \hat{\alpha}_1^0}{1 - \hat{\alpha}_2^0} + B_1 \right) (g_1^\alpha - g_2^\alpha) + B_2 (\hat{\tau}_1 g_1^\alpha - \hat{\tau}_2 g_2^\alpha) + \text{Пр}(\hat{\tau}_1 - \hat{\tau}_2) > 0,$$

где $\text{Пр}(\hat{\tau}_1 - \hat{\tau}_2) = \Delta(x_2) - \Delta(x_1)$, Пр — среднегодовая прибыль, получаемая после ввода объекта (одинаковая для обоих объектов по условиям задачи), и, следовательно,

$$x_{\text{оп}}(s) = \begin{cases} x_1, & s=s' < \rho, \\ x_2, & s=s'' = \rho. \end{cases}$$

В соответствии со сказанным выше рациональная стратегия СМО $\hat{s}(\rho)$ определяется знаком приращения функции $h^*(s)$ при переходе от плана, назначаемого при оценке s' , к плану, назначаемому при оценке $s''=\rho$:

$$\Delta h^*(s'') = h(\hat{\lambda}, x_{\text{оп}}(s'')) - h(\hat{\lambda}, x_{\text{оп}}(s')) = \\ = \alpha_1 \beta^{\text{ep}} \left(\frac{\hat{\alpha}_1^0 + \hat{\alpha}_2^0}{1 - \hat{\alpha}_2^0} - \hat{c}_\psi d' \right) \left(\frac{\sum_{j=1}^4 \psi_j(2)}{\psi_2(2)} - \frac{\sum_{j=1}^4 \psi_j(1)}{\psi_2(1)} \right) < 0.$$

Следовательно, $\hat{s}(\rho) = s' < \rho$ и значение критерия центра при рассмотренном механизме функционирования будет равно

$$(21) \quad W = -F(\hat{\lambda}, x_{\text{оп}}(\hat{s}(\rho))) = -F(\hat{\lambda}, x_1).$$

Таким образом, описанная система будет функционировать ниже своих возможностей в силу неполной информированности центра и незаинтересованности СМО в проведении реконструкции. При этом возможны два пути повышения эффективности механизма функционирования системы: во-первых, совершенствование методики оценки «от достигнутого» множества практически реализуемых организацией объектов и, во-вторых, синтез механизмов функционирования, обеспечивающих достоверность встречных оценок.

Рассмотрим вариант возможного продвижения по второму пути, предполагая неизменными вид функции $h(\lambda, x)$ СМО и уровень стимулирования за новое строительство.

Одним из способов решения данной задачи является дополнительное стимулирование СМО, проводимое таким образом, чтобы реконструкция была для организации не менее выгодна, чем новое строительство (компенсация дополнительных затрат организации). Источником дополнительного стимулирования может служить эффект от проведения реконструкции, получаемый народным хозяйством.

Компенсацию можно осуществить, например, с помощью установления зависимости $\lambda(x)$ нормативов экономического стимулирования от назначаемых планов по

следующему правилу:

$$(22) \quad h(\lambda(x), x) = \begin{cases} h(\hat{\lambda}, x_1), & \Delta(x) = F(\lambda(x), x) - F(\hat{\lambda}, x_1) \geq 0, \\ h' < h(\hat{\lambda}, x_1), & \Delta(x) < 0. \end{cases}$$

В качестве переменного экономического рычага выберем норматив плановых накоплений α_1^0 , значение которого в принципе ограничено только «снизу» условием неотрицательности. Тогда, исходя из правила (22) и соотношения (13), запишем:

$$(23) \quad \alpha_1^0(x) = \begin{cases} (1 - \hat{\alpha}_2^0) \left[\left(\frac{\hat{\alpha}_1^0 + \hat{\alpha}_2^0}{1 - \hat{\alpha}_2^0} - \hat{c}_\Phi d' \right) \frac{\sum_{j=1}^4 \psi_j(1)}{\psi_2(1)} \frac{\psi_2(2)}{\sum_{j=1}^4 \psi_j(2)} + \hat{c}_\Phi d' \right] - \alpha_2^0 & \text{при } x = x_2, \Delta(x_2) \geq 0, \\ \hat{\alpha}_1^0 & \text{при } x = x_2, \Delta(x_2) < 0 \text{ или при } x = x_1. \end{cases}$$

С помощью подстановки легко проверить, что введенная зависимость (23) удовлетворяет правилу (22).

В случае достаточно высокой эффективности реконструкции по сравнению с новым строительством дополнительный народнохозяйственный эффект превышает величину компенсации и $\Delta(x_2) > 0$. Тогда при выполнении гипотезы «благожелательности» установление зависимости (23) обеспечивает достоверность сообщаемой СМО оценки s и, следовательно, эффективность предлагаемого механизма функционирования выше существующего:

$$(24) \quad F(\hat{\alpha}_1, \alpha_1^0(x), \hat{\alpha}_2^0, \hat{c}_\Phi, x_2) = F(\hat{\lambda}, x_1) + \Delta(x_2) > F(\hat{\lambda}, x_1).$$

Легко видеть, что если СМО осуществляет строительство нескольких объектов одновременно, то при действующих процедурах стимулирования организация будет стараться загрузить свои мощности объектами нового строительства. В случае использования предложенной системы стимулирования с компенсационными доплатами организация будет сообщать достоверную информацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дюкалов А. Н., Илютович А. Е. Математическое описание финансовых потоков в задаче экономического планирования.— Автоматика и телемеханика, 1972, № 10, с. 130—137.
2. Дубовский С. В., Дюкалов А. Н., Иванов Ю. Н., Илютович А. Е., Токарев В. В., Уздемир А. П., Фаткин Ю. М. Математическое описание элементов экономики. Ч. I, II. М.: Изд. Ин-та проблем управления, 1973.
3. Багриновский К. А., Егорова Н. Е. Динамическая модель предприятия, работающего в условиях хозяйственной реформы.— В кн.: Математический анализ экономических моделей. Ч. 1. Новосибирск: Изд. Ин-та экономики и орг. пром. производства СО АН СССР, 1974, с. 25—40.
4. Багриновский К. А. Модели и методы экономического кибернетики. М.: Экономика, 1973.
5. Шасс М. Е. Экономика строительства. М.: Стройиздат, 1960.
6. Временные методические указания по переводу строительно-монтажных организаций на новую систему планирования и экономического стимулирования строительного производства.— В кн.: Хозяйственная реформа в строительстве (сборник официальных документов). М.: Стройиздат, 1976.
7. Бурков В. Н. Основы математической теории активных систем. М.: Наука, 1977.
8. Егизарян Г. А. Математическое стимулирование роста эффективности промышленного производства. М.: Мысль, 1976.
9. Об одном подходе к формализованному описанию коллективных экономических интересов строительно-монтажных организаций.— В кн.: Научные исследования в области организации и планирования капитального строительства. М.: 1978.
10. Госстрой СССР. СН 423-71. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве. М.: Стройиздат, 1979.

Поступила в редакцию
17.VII.1980

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF FUND FLOWS IN CONSTRUCTION KONDRAT'EV V. V., PROKOPENKO A. A.

A mathematical description is given to procedures for computing the scheduled and actual values of fund flows in construction. The methodology of theory of active systems is used in interpreting an example which illustrates the possible use of the results of this description in analysis and improvement of construction management.