экономика. – 2006. – № 3. – С. 23-53.
2. Калюжний В. Механізми розвитку та протидії інфляції в Україні // Економіст. – 2008. – № 6. – С. 16-22.
3. Красавина Л.Н., Инфляция и антиинфляционная политика как многофакторный процесс // Инфляция и антиинфляционная политика в России / Под ред. Л.Н. Красавиной. – М.: Финансы и статистика, 2000. – С. 32-53.
4. Лушин С.И. Роль инфляции в экономике // Инфляция и антиинфляционная политика в России / Под ред. Л.Н. Красавиной. – М.: Финансы и статистика, 2000. – С. 53-64.
5. Пезенти А. Очерки политической экономии капитализма. – Т. 2. – 867с.
6. Современный экономический словарь // http://slovari.yandex.ru/dict/economic/article/ses1/ses-2369.htm.
7. Инфляция и антиинфляционная политика в России / Под ред. Л.Н. Красавиной. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 256 с.
8. Перспективы развития мировой экономики // Международный Валютный Фонд / http://www.imf.org/external/russian/index.htm.
9. Статистичний щорічник України за 2006 рік / Державний комітет статистики України; За ред. Осауленка О. – К.: Консультант, 2007. – 551 с.

Поступила до редакції 09.12.08

УДК 681.322:685.512

Г.В. Лисяной*

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

У статті викладений один з можливих підходів до розробки динамічної моделі функціонування і розвитку промислового виробництва. Модель враховує лише глобальні зв'язки, що робить її більш доступною для математичної обробки і забезпечує, при реалізації отриманих на її основі результатів, підвищення ефективності його функціонування.

В статье изложен один из возможных подходов к разработке динамической модели функционирования и развития промышленного производства. Модель учитывает лишь глобальные связи, что делает ее более доступной для математической обработки и обеспечивает, при реализации полученных на ее основе результатов, повышение эффективности его функционирования.

Постановка проблемы. В настоящее время функционирование и дальнейшее развитие промышленных производств (ПП) стремясь выжить в условиях конкурентных рыночных отношений, вынуждены разрабатывать и реализовывать планы развития, модернизировать оборудование, технологии, системы менеджмента, осуществлять постоянное расширение и обновление номенклатуры выпускаемой продукции. Так как в большинстве случаев решаемые задачи довольно сложны, то часто для их решения требуется ряд компромиссов и допущений, которые приводят к приближенной экономико-*математической модели.*

Анализ последних исследований. Подавляющее большинство разработок, выполненных в последние годы [1-5], как и прежде ориентированы на условия и особенности функционирования конкретных производств и их подразделений, учет сложившейся и действующих в них системы внешних связей, как в структурном, так и территориальном планах, что чрезвычайно затрудняет тиражирование этих разработок в производствах с другими условиями деятельности.

Целью статьи является разработка простых моделей, которые учитывают лишь глобальные связи, что делает их более доступными для математической обработки.

Изложение основного материала. Рассмотрим один из вариантов упрощенной модели

* Лісяной Г.В. – ст. викладач Одеського філіалу Європейського університету, м. Одеса.

развития промышленного производства (ПП). Введем предположение о непрерывности производственного процесса. Итак, считаем, что собственные средства из фонда развития промышленного производства (ПП) и централизованные капитальные вложения поступают непрерывно и по мере поступления превращаются в основные производственные фонды, процесс выбытия которых также непрерывен. Кроме того, предполагаем, что влияние фонда материального поощрения вызывает непрерывное изменение таких показателей, как фондоотдача, рентабельность и себестоимость продукции. Все функции, которые используются в модели и выражают связи между показателями работы ПП, считаются дифференцируемыми. Тогда модель может быть представлена следующими уравнениями:

Объем реализованной продукции (ОРП):

$$P=KA, \qquad (1)$$

где A – стоимость основных производственных фондов ПП; K – коэффициент фондоотдачи.

Уровень рентабельности:

$$R=\frac{(1-C)P}{A+B}=\frac{(1-C)P}{A+lA}=\frac{(1-C)k}{(1+l)}, \qquad (2)$$

где C – себестоимость 1 грн. продукции; l – отношение стоимости оборотных средств B к стоимости основных производственных фондов.

Стоимость выбывающих основных производственных фондов за время dt

$$dS=\varphi A dt, \qquad (3)$$

где φ – доля выбывающих фондов в общей стоимости основных производственных фондов.

Прирост средств, поступающих из фонда развития производства (ФРП) за время dt:

$$d\Phi_1 = A\left[f_{11}\frac{dP}{P}+f_{12}Rdt+\beta\theta dt\right]+\mu dS \qquad (4)$$

где f_{11}, f_{12} – нормативы, определяющие отчисления от прибыли в ФРП; β – норматив, определяющий отчисления от амортизации в ФРП; θ – норма амортизации на реновацию основных производственных фондов; μ – коэффициент выручки от реализации выбывшего имущества.

Предполагаем, что прирост средств, поступающих в виде централизованных капитальных вложений за время dt, может быть определен следующим образом:

$$dI=iAdt, \qquad (5)$$

где i – объем централизованных капитальных вложений, выделяемых на единицу стоимости основных производственных фондов в единицу времени.

Тогда изменение стоимости основных производственных фондов предприятия за время dt:

$$dA=v_1 d\Phi_1 + dI - dS, \qquad (6)$$

где v_1 – коэффициент использования средств из ФРП.

Прирост средств фонда материального поощрения (ФМП) за время dt

$$d\Phi_2=\Phi_0\left(f_{21}\frac{dP}{P}+f_{22}Rdt\right), \qquad (7)$$

где f_{21} и f_{22} – нормативы отчислений из прибыли в ФМП на стимулирование прироста ОРП и уровня рентабельности в процентах к фонду заработной платы базисного года. Далее, будем считать, что влияние премий из ФМП на фондоотдачу может быть выражено в дифференциальной форме следующим образом:

$$dK=K_\Delta v_2 d\Phi_2=\frac{(K_{max}-K_0)}{T_1\xi_1\Phi_0}v_2 d\Phi_2, \qquad (8)$$

где v_2 – доля премий из ФМП за повышение производительности труда; K_Δ – ожидаемое увеличение фондоотдачи на 1 грн. премии, которое можно определить по данным прогноза или используя сведения об изменении фондоотдачи за предыдущие годы; T_1 – время, за которое планируется увеличить уровень фондоотдачи от K_0 до K_{max}; Φ_0 – фонд заработной платы базисного года (численность работников считается постоянной); ξ_1 – доля всех премий за повышение производительности труда в фонде заработной платы (в том числе и премии из ФМП).

Аналогично, влияние премий из ФМП на себестоимость может быть представлено:

$$dC=C_\Delta v_3 d\Phi_2=\frac{C_0-C_{min}}{\xi_2\Phi_0 T_2}v_3 d\Phi_2, \qquad (9)$$

где v_3 – доля премий из ФМП за экономию сырья, материалов, энергии и топлива; C_Δ – ожидаемое снижение себестоимости на 1 грн. премии; T_2 – время, за которое планируется снизить себестоимость от C_0 до C_{min}; ξ_2 – доля премий за экономию в фонде заработной платы.

После описания модели (1) – (9) проведем ряд преобразований. Для упрощения формул (8) и (9) обозначим:

$$n_1=\frac{K_{max}-K_0}{T_1\xi_1} \quad n_2=\frac{C_0-C_{min}}{T_2\xi_2}. \qquad (10)$$

Интегрируя выражения (8) и (9) с использованием (10), получаем зависимость (11), которые позволяют определить коэффициент фондоотдачи и себестоимость продукции в любой момент времени:

$$K(t)=K_0+n_1v_1\left[f_{21}\ln\frac{\overline{K}A}{K_0A_0}+f_{22}\overline{R}(t-t_0)\right],$$
$$C(t)=C_0+n_2v_2\left[f_{21}\ln\frac{\overline{K}A}{K_0A_0}+f_{22}\overline{R}(t-t_0)\right]. \qquad (11)$$

Здесь $\overline{K}$ и $\overline{R}$ – средние значения коэффициента фондоотдачи и уровня рентабельности в интервале $[t_0,T]$, где T – время окончания планового периода.

Подставляя (3) – (5) в (6), получаем

$$dA = v_1 f_{11} A \frac{dP}{P} + [v_1\beta\theta + v_1 f_{12} R + i - \varphi(1 - v_1\mu)]Adt \quad . (12)$$

Из (1) следует

$$dP=KdA+AdK. \quad (13)$$

Некоторые преобразования уравнения (12) с использованием выражений (6), (8), (10) и (13) дают дифференциальное уравнение

$$dA/dt=mA, \quad (14)$$

интегрируя которое получаем

$$A(t) = A_0 e^{m(t-t_0)}, \quad (15)$$

где

$$m = \left[v_1\beta\theta + v_1 f_1 \overline{R} + i - \varphi(1 - v_1\mu) + \overline{R}/\overline{K}\left(v_1 f_{11} n_1 v_2 f_{22}/\left(1 - n_1 v_2 f_{21}/\overline{K}\right)\right)\right]/\left[1 - v_1 f_{11}/\left(1 - n_1 v_2 f_{21}/\overline{K}\right)\right] \quad (16)$$

Рассмотрим подробнее зависимость (15). Используя эту зависимость, можно определить следующие показатели развития предприятия.

Относительный рост основных производственных фондов за единицу времени

$$r = \frac{A(t+1)}{A(t)} = e^m - 1 \quad . \quad (17)$$

Относительный прирост основных производственных фондов

$$\rho = \frac{A(t+1) - A(t)}{A(t)} = e^m - 1 \, . \quad (18)$$

Коэффициент обновления основных производственных фондов

$$\varepsilon = \frac{A(t+1) - A(t)}{A(t+1)} = \frac{\rho}{r} \quad . \quad (19)$$

Для исследования динамики развития предприятия от различных параметров управления используем основные положения общей теории чувствительности [3]. Остановимся на некоторых из них.

Пусть состояние динамической системы характеризуется вектором $x=(x_1,x_2,\dots,x_n)$, для которого $x_k=x_k(t)$, а набор параметров – вектором $\rho(t)=[\rho_1(t),\rho_2(t),\dots,\rho_m(t)]$. Тогда векторное уравнение системы может быть представлено в виде

$$\frac{dx}{dt} = f[x,\rho(t),t], \quad x(t_0) = x_0 \, . \quad (20)$$

В том случае, когда изменения вектора $\rho_0(t)$ невелики и оператор $f[x,\rho(t),t]$ непрерывен в точке $\rho_0(t)$ можно положить

$$D_x \approx U(x,\rho_0,t)D_\rho \quad , \quad (21)$$

где $U(x,\rho_0,t)$ – векторная функция чувствительности в точке ρ_0; D_x – некоторое подпространство пространства состояний системы; D_ρ – подпространство векторов параметров.

Векторную функцию чувствительности $U(x,\rho,t)$ в общем виде можно получить следующим образом.

Дифференцируя уравнение (20) по ρ, получим матричное дифференциальное уравнение

$$dU/dt = G(\Phi,\rho,t)U(\rho) + H(\Phi,\rho,t), \quad U(\rho,t_0) = 0, \quad (22)$$

где dU/dt, $U(p)$, $H(\Phi,p,t)$ и $U(p,t_0)$ и – матрицы порядка $N\times M$; $G(\Phi,\rho,t)$ – матрица порядка $N\times N$; Φ – вектор невозмущенного решения системы дифференциальных уравнений (20);

$$G = [\partial f_i/\partial x_n]; \; H = [\partial f_n/\partial \rho_m];$$

$$(i = 1,2,\dots,N; \quad n = 1,2,\dots,N; \quad m = 1,2,\dots,M)$$

Матричное уравнение (22) представляет собой M систем уравнений, каждая из которых состоит из N линейных дифференциальных уравнений первого порядка с переменными коэффициентами и свободными членами, величина которых определяется решением системы (20) при номинальном знании вектора параметров ρ_0.

Совместное решение систем дифференциальных уравнений (20) и (22) дает возможность найти вектор-функцию чувствительности. Заметим, что для решения этой трудоемкой задачи разработан специальный алгоритм [4].

В том случае, если изменения вектора параметров не зависят от времени, изменение вектора состояния системы

$$\Delta x = U(x,\rho)\Delta\rho + \omega(\Delta\rho) \quad , \quad (23)$$

где $U(x,\rho)=|\partial x_i/\partial\rho_i|$ ($i=1,2,\dots,N$; $j=1,2,\dots,M$) – матрица чувствительности, элементы которой являются производными компонент вектора состояния по компонентам вектора параметров; $\omega(\Delta\rho)$ – бесконечно малая высшего порядка по сравнению с $\Delta\rho$.

Здесь следует сказать несколько слов о проблеме инвариантности. Среди компонент вектора параметров $\rho=(\rho_1,\rho_2,\dots,\rho_т)$ – могут быть такие параметры, по отношению к изменению которых вектор состояния системы $x=(x_1,x_2,\dots,x_n)$ или, по крайней мере, некоторая его компонента x_k инвариантны или нечувствительны ($U(x,\rho)\Delta\rho=0$ или $U(x,\rho)=0$, при любом $\Delta\rho$). Использование таких параметров в процессе управления системой не эффективно. При полной или совершенной инвариантности $\Delta x=0$, и система инвариантна по всем компонентам вектора состояния x и на всем интервале времени $0\le t\le\infty$.

Условия полной инвариантности получены Л. И. Розоноэром [5]. Эти условия накладывают очень жесткие ограничения, на систему, и поэтому полная инвариантность обычно не наблюдается. Гораздо чаще встречается сильная инвариантность, при которой некоторая компонента вектора состояния x_k не зависит от изменений параметра ρ_j на всем интервале от $[0\text{-}T]$ и еще чаще слабая инвариантность, при которой это имеет место лишь в заданный момент времени t. Кроме того, существует понятие ε-инвариантности, при которой имеет место приближенная, а не абсолютная зависимость компоненты вектора состояния x_k от изменений параметра ρ_j.

Исследование инвариантности системы по параметрам с использованием функций чувствительности позволяет ранжировать параметры по степени их воздействия на состояние системы и может оказать существенную пользу при решении целого ряда задач. Рассмотрим проблему инвариантности по некоторым параметрам относительно такой сложной динамической системы, какой является современное ПП. В качестве компонент вектора состояния системы x будут выступать такие переменные, как стоимость основных производственных фондов, стоимость оборотных средств, объем реализованной продукции, фонд заработной платы, размеры фондов экономического стимулирования и др. В качестве компонент вектора параметров $\rho(t)$ – степень использования средств из ФРП, доля премий из ФМП за повышение производительности труда и доля премий за экономию материалов, топлива и энергии, объем централизованных капитальных вложений, нормативы отчислений в фонды экономического стимулирования, норматив платы за фонды и др.

Разобьем компоненты вектора $\rho(t)$ на две группы: параметры, находящиеся в компетенции руководства предприятием; параметры, находящиеся в компетенции вышестоящего органа, и воздействие параметров будем исследовать по каждой группе в отдельности.

Исследование влияния параметров, находящихся в компетенции руководства предприятием. Пусть состояние системы характеризуется стоимостью основных производственных фондов (вектор состояния x состоит из одной компоненты А), а вектор управляющих воздействий состоит из следующих компонент: $\rho_1 = (v_1, v_2, \varphi, \mu, n_1)$. Тогда система (20) имеет вид:

$$dA/dt = mA\,;\; A(t_0) = A_0 \tag{24}$$

что соответствует уравнению (14). Дифференцируя решение этой системы (15) по компонентам вектора ρ_1, получаем выражение для функций чувствительности

$$U_{1j}(A,\rho,t) = \frac{\partial A}{dP_{1j}} = A(t)(t-t_0)\frac{\partial m}{\partial P_{ij}} \quad . \tag{25}$$

Для получения числовых значений функций чувствительности после преобразования выражений (25) в соответствии с формулами (15) и (16) нами использовались следующие условные данные, типичные для предприятия со средним уровнем рентабельности:

$v_1 = 0,8$	$\varphi = 0,032$	$v_2 = 0,5$	$v_3 = 0,2$	$\beta = 0,4$	$f_{11} = 0,15$
$f_{12} = 0,04$	$f_{21} = 0,6$	$f_{22} = 0,1$	$\theta = 0,04$	$\mu = 0,055$	$l = 0,07$
$i = 0,0214$	$T_1 = 5$ лет	$T_2 = 5$ лет	$K_0 = 1,25$	$K_{max} = 1,35$	$C_0 = 0,88$
$C_{min} = 0,68$	$\xi_1 = 0,042$	$\varepsilon_2 = 0,1$	$n_1 = 0,476$	$n_2 = 0,4$	

Сопоставление величины функций чувствительности, вычисленных для $t{=}t{+}5$, дало возможность ранжировать параметры, находящиеся в распоряжении руководства предприятием, по силе их относительного воздействия на стоимость основных производственных фондов предприятия в следующий ряд:

$$|-\varphi|, v_1, \mu, n_1, v_2 \quad . \tag{26}$$

Расположение параметров в ряду (26) для предприятий различных отраслей отличающихся друг от друга уровнем рентабельности, структурой затрат на производство продукции, нормативами фондообразования и т. д., будет конечно, не одинаково.

Если рассмотреть влияние параметров на другую компоненту вектора состояния, то можно получить другой ряд, расположение параметров в котором будет отличаться от ряда (26). Расположение параметров в каждом ряду зависит также от времени t, для которого определены величины функций чувствительности. Приведем следующий пример, иллюстрирующий влияние некоторых параметров на развитие предприятия. Пусть руководство предприятием решает вопрос, следует ли ему увеличить степень использования средств из ФРП (коэффициент v_1) или из ФМП (коэффициенты v_2 и v_3) или следует улучшить использование основных производственных фондов и уменьшить коэффициент выбытия φ. А может быть следует увеличить долю от реализации выбывшего имущества μ? Пусть эти альтернативы требуют для осуществления одинаковых затрат. Тогда естественно поставить вопрос, какой эффект можно получить при выборе каждой из этих альтернатив?

Рассмотрим результаты расчетов по полученной ранее модели. Исходный вариант, рассчитанный по приведенным выше данным, может быть сопоставлен с каждым из последующих вариантов, которые отличаются от исходного изменения одного из параметров управления на 20% (табл. 1). Прежде всего, отметим, что результаты расчетов соответствуют полученному ранее ранжированному ряду параметров. Кроме того, данные табл. 1 позволяют получить представление об абсолютной величине изменения характеристик состояния ПП под воздействием изменения параметров управления. Так повышение коэффициента использования ФРП v_1 с 0,8 до 0,96 приводит к заметному увеличению показателей: r,ρ,ε и m. Стоимость основных производственных фондов возрастает на 3,9%, а объем реализованной продукции – на 4,5% по сравнению с исходным вариантом.

Таблица 1

Изменение показателей развития предприятия в зависимости от параметров управления, находящихся в компетенции ПП

Характеристика варианта (величина параметра после изменения)	Показатели					
	r	ρ	ε	m	A_5/A_0	P_5/P_0
$\varphi = 0,025$	1,026	0,0262	0,0256	0,0259	1,138	1,188
$v_1 = 0,960$	1,024	0,0243	0,0237	0,0240	1,127	1,176
$\mu = 0,066$	1,017	0,0174	0,0171	0,0173	1,090	1,133
$v_2 = 0,600$	1,017	0,0170	0,0170	0,0172	1,090	1,140
$v_3 = 0,240$	1,017	0,0170	0,0167	0,0169	1,088	1,130
Исходный вариант	1,017	0,0170	0,0167	0,0169	1,088	1,131

Еще больший эффект можно получить, улучшая использование основных производственных фондов на ПП. Например, уменьшение коэффициента выбытия фондов с 0,032 до 0,025 существенно улучшает показатели работы ПП: стоимость основных производственных фондов возрастает на 5% и объем реализованной продукции – на 5,7%.

Средства из ФРП, освобождающиеся за счет лучшего использования основных фондов, можно направить, в частности, на замену старого оборудования (еще пригодного, но малопроизводительного) новым, повысить, таким образом, фондоотдачу и получить дополнительную продукцию.

Если предположить, что новое оборудование позволяет увеличить съем продукции на 10% по сравнению со старым, то при коэффициенте обновления основных фондов ε =0,0256 будет происходить дополнительное увеличение фондоотдачи на 0,256% ежегодно, или на 1,3% за 5 лет. В этом случае объем реализованной продукции увеличился бы дополнительно еще на 1,5%.

Таким образом, проведение мероприятий по улучшению использования основных фондов, уменьшению физического и морального износа и коэффициента выбытия фондов φ является весьма эффективным средством развития ПП, и в описанной ситуации выбор этой альтернативы был бы более целесообразным.

Исследование влияния параметров, находящихся в компетенции вышестоящего органа. Эта задача аналогична предыдущей и поэтому будет рассмотрена нами в сокращенном варианте. Из всего набора управляющих воздействий вышестоящей организации здесь рассматриваются следующие компоненты вектора параметров управления: $\rho_2=(\beta,\theta,I,\gamma, f_{11}, f_{12}, f_{21}, f_{22})$. Относительную силу влияния этих параметров можно установить также по величине функций чувствительности:

$$U_{2j}\left(A,P,t\right)=\frac{dA}{d_{2j}}=A(t)(t-t_0)\frac{\partial m}{\partial P_{2j}}\ . \qquad (27)$$

Значения этих функций, определенные с использованием приведенных выше данных, для $t=t_0+5$, позволяют расположить управляющие параметры вышестоящего органа по их влиянию на прирост основных производственных фондов в следующий ряд:

$$i,\theta,\beta,t_{12},\gamma,f_{11},f_{22},f_{21}\ . \qquad (28)$$

По отношению к этому ряду справедливы все замечания, сделанные ранее для ряда (26). В табл. 2 приведены результаты расчетов, характеризующие динамику основных показателей развития предприятия при изменении параметров, находящихся в компетенции вышестоящего органа. Так, по результатам расчетов, при увеличении норматива β с 0,4 до 0,48 (на 20%) размеры средств, поступающих в фонд развития производства, возросли на 13,8%, что привело к увеличению показателей развития ПП – m,r,ρ,ε, т.е. стоимость основных производственных фондов и объем реализованной продукции возросли за

5 лет на 1,8%, по сравнению с исходным вариантом.

Из табл. 2 видно, что такие же результаты можно получить при изменении параметра θ с 0,04 до 0,048 (т. е. соответственно на 20%). Влияние параметров f_{12},f_{11},f_{22}, оказывается менее эффективным, причем данные табл. 2 вполне соответствуют расположению параметров в ряду (28).

При изменении вышестоящим органом параметров θ,β, f_{11} и f_{12} не только изменяются общие размеры ФРП, но и существенным образом изменяется его структура. Ниже показано (табл. 3) изменение структуры и размеров ПП (в процентах) в зависимости от управляющих воздействий вышестоящего органа (*A* – отчисления в ФРП от амортизации на реновацию основных фондов, B_1 – отчисления от прибыли на стимулирование ОРП, B_2 – отчисления от прибыли на стимулирование рентабельности, *B* – общие отчисления от прибыли, *C* – реализация выбывшего имущества).

Аналогичным образом вышестоящий орган может регулировать размеры и структуру фонда материального поощрения и, следовательно, влиять на результаты производственной деятельности предприятия, изменяя определенным образом, нормативы отчислений из прибыли в этот фонд.

Исследование совместного влияния нескольких параметров управления. Рассмотрим вопрос о совместном влиянии двух и более параметров на некоторую компоненту вектора , например, на величину стоимости основных производственны: фондов А или другую характеристику состояния ПП. Изменение показате-

Таблица 2

Изменение показателей развития предприятия в зависимости от управляющих воздействий вышестоящего органа

Характеристика варианта (величина параметра после изменения)	Показатели					
	r	ρ	ε	m	A_5/A_0	P_5/P_0
$\theta = 0,048$	1,020	0,0205	0,0201	0,0259	1,107	1,152
$\beta = 0,480$	1,020	0,0205	0,0201	0,0240	1,107	1,152
$f_{12} = 0,048$	1,019	0,0193	0,0189	0,0173	1,100	1,144
$f_{11} = 0,180$	1,018	0,0179	0,0176	0,0172	1,083	1,136
$f_{22} = 0,120$	1,017	0,0172	0,0168	0,0169	1,089	1,137
Исходный вариант	1,017	0,0170	0,0167	0,0169	1,088	1,131

Таблица 3

Изменение структуры и размеров ПП в зависимости от управляющих воздействий вышестоящего органа

Исходный вариант	A	B_1	B_2	C
	$ФРП=3,038A_0$; $A=57,3$; $B_1=12,7$; $B_2=23,7$; $B=36,4$; $C=6,3$			
Вариант с увеличением β от 0,4 до 0,48	A	B_1	B_2	C
	$ФРП=3,514A_0$; $A=60,5$; $B_1=15,3$; $B_2=21,0$; $B=33,9$; $C=5,6$			
Вариант с увеличением f_{11} от 0,15 до 0,18	A	B_1	B_2	C
	$ФРП=3,147A_0$; $A=55,6$; $B_1=12,9$; $B_2=23,0$; $B=38,3$; $C=6,1$			
Вариант с увеличением f_{12} от 0,04 до 0,048	A	B_1	B_2	C
	$ФРП=3,260A_0$; $A=54,0$; $B_1=13,1$; $B_2=26,9$; $B=40,0$; $C=6,0$			

Таблица 4

Изменение показателей развития ПП при совместном влиянии нескольких параметров управления

Характеристика варианта (величина параметра после изменения)	Показатели					
	r	ρ	ε	m	A_5/A_0	P_5/P_0
$v_1 = 0,960$	1,024	0,0243	0,0237	0,0240	1,127	1,176
$\beta = 0,960$, $v_1 = 0,480$	1,029	0,0287	0,0279	0,0283	1,152	1,204
$v_1 = 0,960$, $\varphi = 0,026$, $\mu = 0,066$	1,033	0,0328	0,0318	0,0323	1,175	1,231
$\varphi = 0,026$, $\mu = 0,066$, $\beta = 0,480$	1,0425	0,0425	0,0408	0,0416	1,231	1,296
$v_1 = 0,960$, $\varphi = 0,026$, $\mu = 0,066$, $\beta = 0,480$, $\theta = 0,048$, $f_{11} = 0,180$, $f_{12} = 0,048$	1,048	0,0479	0,0457	0,0468	1,263	1,334
Исходный вариант	1,017	0,0170	0,0167	0,0169	1,088	1,131

лей развития ПП при совместном влиянии нескольких параметров управления представлено в таблице 4.

Положив $A=A(\rho_1, \rho_2)$, можно разложить эту функцию в ряд Тейлора по приращениям параметров $\Delta\rho_1$ и $\Delta\rho_2$:

$$A - A_0 = \frac{\partial A}{\partial p_1}\Delta\rho_1 + \frac{\partial A}{\partial p_2}\Delta\rho_2 + 0{,}5\frac{\partial^2 A}{\partial\rho_1\partial\rho_2}\Delta\rho_1\Delta\rho_2 + + 0{,}5\frac{\partial^2 A}{\partial\rho_1^2}\Delta\rho_1^2 + 0{,}5\frac{\partial^2 A}{\partial\rho_2^2}\Delta\rho_2^2 \quad (29)$$

Если ограничиться членами второго порядка и положить последовательно $\Delta\rho_1=0$, а затем $\Delta\rho_2=0$, то получим

$$\begin{aligned} A_{\Delta\rho_1} - A_0 &\approx \frac{\partial A}{\partial p_1}\Delta\rho_1 + 0{,}5\frac{\partial^2 A}{\partial\rho_1^2}\Delta\rho_1^2 \\ A_{\Delta\rho_2} - A_0 &\approx \frac{\partial A}{\partial p_2}\Delta\rho_2 + 0{,}5\frac{\partial^2 A}{\partial\rho_2^2}\Delta\rho_2^2 \end{aligned} \quad (30)$$

Отсюда следует, что

$$A - A_0 \approx \left(A_{\Delta\rho_1} - A_0\right) + \left(A_{\Delta\rho_2} - A_0\right)\frac{\partial A}{\partial p_1}\Delta\rho_1 + + 0{,}5\frac{\partial^2 A}{\partial\rho_1\partial\rho_2}\Delta\rho_1\Delta\rho_2. \quad (31)$$

Таким образом, при одновременном изменении двух параметров эффективность их общего воздействия возрастает, конечно, при том условии, что А не является инвариантной по отношению к параметрам и произведение

$$\frac{\partial^2 A}{\partial\rho_1\partial\rho_2}\Delta\rho_1\Delta\rho_2 > 0$$

Совокупное влияние изменений всего набора параметров на состояние системы является очень сложным, тем более, что положительное влияние изменений какого-либо параметра на одну характеристику сопровождается отрицательным изменением других характеристик. Например, прирост стоимости основных производственных фондов при увеличении нормативов отчислений в ФРП из прибыли сопровождается одновременным уменьшением платежей ПП в бюджет.

Выводы. Результаты проведенных расчетов позволяют сделать вывод о том, что управляющие воздействия вышестоящего органа и руководства ПП будут иметь наибольшую эффективность только в том случае, когда они соответствующим образом и своевременно дополняют друг друга.

Литература

1. Багриновский К.А., Егорова Н.Е. Динамическая модель предприятия, работающего в условиях хозяйственной реформы / В кн.: Математический анализ экономических моделей. Ч.1. – Новосибирск, 1971. – С. 112-129.
2. Методические указания по переводу предприятий, объединений и отраслей промышленности на новую систему планирования и экономического стимулирования. Хозяйственная реформа в СССР. – М., 1969. – 267 с.
3. Томович Р., Вукобратович М. Общая теория чувствительности. – М., 1972. – 239 с.
4. Paresanovic N. An Efficient Method for Computation of Sensitivity Functions. – Beograd, 1968. – 356 p.
5. Розоноэр Л.И. Вариационный подход к проблеме инвариантности. – «Автоматика и телемеханика». – 1963. – Т. XXIV. – № 7. – С. 861-871.

Поступила до редакції 08.12.08