ЭКОНОМИКА
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

1981
том XVII, вып. 4

*МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ
И УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ*

НОВАЯ ПРОДУКЦИЯ: ДИНАМИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА И ФИНАНСИРОВАНИЕ ПОВЫШЕННЫХ ЗАТРАТ ПЕРИОДА ОСВОЕНИЯ

Соколовский Л. Е.

(Москва)

ВВЕДЕНИЕ

Переход к освоению новой продукции, как известно, нередко сопровождается временным снижением уровня финансовых показателей деятельности предприятий (объединений), что является серьезным препятствием на пути более быстрого внедрения новой техники в народное хозяйство. И хотя в настоящее время имеется принципиальная возможность компенсации повышенных издержек освоения [1, с. 52], вопрос об эффективности конкретных способов реализации этой возможности остается открытым. Ниже рассматривается простая модель функционирования предприятия (объединения), с помощью которой исследуются условия, обеспечивающие целесообразность перехода на производство новой продукции, и сравниваются два способа стимулирования интереса производителя к такому переходу.

Пусть к началу планового периода $(0, T)$ на предприятии должно быть принято решение относительно обновления производства продукции, точнее: какую часть выпускавшейся ранее и полностью освоенной продукции (будем условно называть ее старой) следует заменить новыми изделиями. Если бы новая продукция сразу же оказалась более рентабельной, чем старая, то не было бы никакой необходимости стимулировать интерес предприятия к снятию последней с производства. Вместе с тем естественно полагать, что в течение планового периода рано или поздно наступает момент, начиная с которого новая продукция становится прибыльнее старой, так как иначе поставленная задача теряет смысл (некоторые фактические данные о более высокой рентабельности новой продукции по сравнению со старой можно найти, например, в [2, с. 137—157]). Поскольку, как предполагается, рентабельность производства снизится, по крайней мере в начале периода освоения, предприятие может обратиться в министерство за получением соответствующей компенсации из централизованных фондов, предназначенных, кроме всего прочего, для стимулирования научно-технического прогресса и расширения производства новой высокоэффективной продукции. Задача сводится к выяснению условий, касающихся как сравнительных показателей старой и новой продукции, так и правил предоставления компенсации, при которых обновление номенклатуры выпуска не противоречит хозрасчетным интересам ни предприятия, ни отрасли в целом.

ОСВОЕНИЕ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ И ДИНАМИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Предположим, что изготовление освоенной продукции протекает как установившийся процесс со стационарными характеристиками, а объем ее выпуска определяется производственной функцией с фиксированными коэффициентами [3, с. 314], причем лимитирующим фактором являются трудовые ресурсы. Это, в частности, означает, что при неизменных условиях производства (фондовооруженности, организации труда и пр.)

$$Q_1=p_1f_1L_1, \tag{1}$$

где Q_1 — объем производства старой продукции в единицу времени; p_1 — ее цена; f_1 — уровень (постоянный) производительности труда; L_1 — численность используемых при этом трудовых ресурсов. Далее, будем считать, что выпуск новой продукции, хотя и зависит от времени, также описывается производственной функцией типа (1), и если через $Q_2(t)$ обозначить объем производства, а через $f_2(t, L_2)$ производительность труда в момент t, то

$$Q_2(t)=p_2f_2(t, L_2)L_2, \tag{2}$$

где p_2 — цена новой продукции, а L_2 — численность трудовых ресурсов, занятых ее производством. Рассмотрим лишь случай, когда L_1 и L_2 на протяжении всего планового периода остаются постоянными и

$$L_1+L_2=L=\text{const}, \tag{3}$$

где L — общая численность трудовых ресурсов, которыми располагает предприятие в этом периоде.

Исследуем более подробно функцию $f_2(t, L_2)$. Видимо, без серьезного ограничения общности можно предположить, что она не убывает по каждому из своих аргументов, т. е.

$$\frac{\partial f_2(t,L_2)}{\partial t}\geqslant 0, \quad \frac{\partial f_2(t,L_2)}{\partial L_2}\geqslant 0. \tag{4}$$

Такие свойства функции $f_2(t, L_2)$ поясним следующим образом. Во-первых, в период освоения и начала серийного выпуска новых изделий их реальная трудоемкость, как правило, превышает проектную (см., например, [2, с. 132—133]), и в результате производительность труда находится на сравнительно низком уровне. Однако в дальнейшем по мере роста выпуска, накопления опыта и знаний о новом продукте и технологии его производства происходит адаптация к изменившимся условиям производства (см., [3, с. 331]) и, как следствие, постепенно повышается производительность труда. Во-вторых, на эффективности процесса адаптации положительно сказываются масштабы освоения, определяемые объемом используемых ресурсов, в данном случае величиной L_2.

Если считать, что условия производства в течение всего планового периода не меняются, то резервы роста производительности труда со временем исчерпываются и она устанавливается на практически стационарном уровне (что, в частности, отражается допущением о постоянстве производительности труда при выпуске старой продукции). Поэтому довольно правдоподобна гипотеза, что при неизменных условиях производства динамика производительности труда $f_2(t, L_2)$ напоминает процесс с насыщением.

Обратимся к двум конкретным представлениям функции $f_2(t, L_2)$. Пусть в первом случае освоение новой продукции протекает таким образом, что производительность труда растет вместе с накопленным выпуском, но со скоростью, убывающей по экспоненте, т. е.

$$f_2(t, L_2) = a - b \exp\{-\lambda x(t, L_2)\}, \tag{5}$$

где $a = \lim_{t\to\infty} f(t, L_2)$ — предельно достижимый (проектный) уровень производительности труда;

$$x(t, L_2) = L_2 \int_0^t f_2(t, L_2)\, dt \tag{6}$$

— накопленный выпуск (объем производства) за время $(0, t)$; $a-b=f_2(0, L_2)$ — начальный уровень производительности труда; λ — коэффициент пропорциональности, определяющий скорость процесса освоения.

Из (5) и (6) следует, что $x(t, L_2)$ как функция t удовлетворяет обыкновенному дифференциальному уравнению

$$\frac{dx(t, L_2)}{dt} = L_2[a - b \exp\{-\lambda x(t, L_2)\}],$$

решение которого при начальном условии $x(0, L_2)=0$ записывается в виде

$$x(t, L_2) = \lambda^{-1} \ln[b/a + (1-b/a) \exp\{\lambda a t L_2\}],$$

откуда для $f_2(t, L_2)$ получаем

$$f_2(t, L_2) = a - ab[b + (a-b) \exp\{a\lambda L_2 t\}]^{-1}. \tag{7}$$

Во втором случае рассмотрим функцию, также экспоненциально зависящую от t и объема используемых ресурсов L_2, но более простого вида

$$f_2(t, L_2) = a - b \exp\{-\lambda L_2 t\}. \tag{8}$$

Легко убедиться, что если $2b<a$, то (7) с точностью до членов второго порядка малости относительно $b[a-b]^{-1} \exp\{-a\lambda L_2 t\}$ сводится к (8), правда, с иными значениями параметров.

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ХОЗРАСЧЕТНЫЕ ИНТЕРЕСЫ ПРЕДПРИЯТИЯ-ПРОИЗВОДИТЕЛЯ И ОПТИМАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ ПЕРЕХОДА К НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Как отмечалось вначале, одна из задач, возникающих при подготовке к переходу на новую продукцию, состоит в установлении рациональных масштабов замены старой продукции новой. В терминах данной модели это означает, что необходимо так распределить общую численность имеющихся трудовых ресурсов L на L_1 и L_2, чтобы оптимизировать некоторый критерий эффективности. Если подходить к вопросу с позиций долговременного хозяйственного расчета, то в качестве локального критерия оптимальности может фигурировать приведенная (к начальному моменту времени) величина суммарной чистой прибыли, остающейся в распоряжении предприятия (объединения) в течение всего планового периода $(0, T)$.

Обозначим через $\pi(t, L_2)$ чистую прибыль предприятия в момент t при распределении ресурсов (L_1, L_2), а через γ — норматив чистой прибыли, остающейся на предприятии, имея в виду нормативный порядок ее распределения. Тогда сформулированная задача определения масштабов обновления продукции сведется к отысканию

$$\max_{0\leqslant L_2\leqslant L} \int_0^T e^{-\alpha t} \gamma \pi(t, L_2)\, dt, \tag{9}$$

где α — коэффициент приведения (дисконтирования) во времени.

Остановимся подробнее на $\pi(t, L_2)$, введя три предположения: 1) пусть освоение новой продукции не требует больших капитальных затрат и практически может быть осуществлено на уже имеющихся мощностях; 2) материальные затраты при выпуске как старой, так и новой продукции пропорциональны — с коэффициентами h_1 и h_2 — соответствующим объемам производства; 3) запасы оборотных фондов пропорциональны — с коэффициентом m — их расходу в единицу времени. Тогда чистая прибыль $\pi(t, L_2)$ может быть представлена как

$$\pi(t, L_2)=p_1f_1L_1+p_2f_2(t, L_2)L_2-\omega(L_1+L_2)-\delta K-l[h_1f_1L_1+$$
$$+h_2f_2(t, L_2)L_2]-\beta[K+l(1+m)(h_1f_1L_1+h_2f_2(t, L_2)L_2)], \tag{10}$$

где ω — средняя ставка заработной платы в единицу времени; δ — норма амортизационных отчислений; K — стоимость основных производственных фондов; l — цена сырья и материалов (которые предполагаются агрегированными до одного вида); β — норматив платы в бюджет за основные и оборотные производственные фонды. С учетом (3) выражение (10) можно привести к виду

$$\pi(t, L_2)=[b_2f_2(t, L_2)-b_1f_1]L_2+b_1f_1L-c_0, \tag{11}$$

где

$$b_1=p_1-lh_1\beta_1, \tag{12}$$

$$b_2=p_2-lh_2\beta_1, \tag{13}$$

$$c_0=\omega L+(\delta+\beta)K, \quad \beta_1=1+\beta(1+m).$$

Теперь, как легко видеть, (9) сводится к нахождению

$$\max_{0\leq L_2\leq L} L_2\int_0^T e^{-\alpha t}[b_2f_2(t, L_2)-b_1f_1]\,dt. \tag{14}$$

Решение задачи (14) для произвольной функции $f_2(t, L_2)$, описывающей динамику производительности труда при выпуске новой продукции, нам неизвестно, поэтому ограничимся рассмотрением этой задачи для двух частных случаев (7) и (8), надеясь, что полученные выводы будут справедливы и в более общей постановке.

Обозначим через L_2^* оптимальную (в смысле (14)) численность трудовых ресурсов, используемых для производства новой продукции, и попытаемся найти условия, при которых $L_2^*=L$, т. е. когда наиболее приемлемым оказывается полное обновление номенклатуры производства. С этой целью исследуем функцию

$$u(L_2)=L_2\int_0^t e^{-\alpha t}[b_2f_2(t, L_2)-b_1f_1]\,dt. \tag{15}$$

Поскольку

$$\frac{d^2u(L_2)}{dL_2^2}=b_2\int_0^T e^{-\alpha t}\left[2\frac{\partial f_2(t, L_2)}{\partial L_2}+L_2\frac{\partial^2 f_2(t, L_2)}{\partial L_2^2}\right]dt, \tag{16}$$

то в случае (7)

$$\frac{d^2u(L_2)}{dL_2^2}=a^2b(a-b)b_2\lambda\left[2\int_0^T\frac{t\exp\{-\alpha t+a\lambda L_2t\}}{[b+(a-b)\exp\{a\lambda L_2t\}]^2}dt+\right.$$

$$+ab\lambda L_2 \int_0^T \frac{t^2 \exp\{-\alpha t+a\lambda L_2 t\}}{[b+(a-b)\exp\{a\lambda L_2 t\}]^3} dt -$$

$$-(a-b)a\lambda L_2 \int_0^T \frac{t^2 \exp\{-\alpha t+2a\lambda L_2 t\}}{[b+(a-b)\exp\{a\lambda L_2 t\}]^3} dt \Bigg] >$$

$$> a^2 b(a-b)b_2\lambda \left[\frac{2}{T}+\frac{ab\lambda L_2}{b+(a-b)\exp\{a\lambda L_2 T\}}-a\lambda L_2\right]\times$$

$$\times \int_0^T \frac{t^2 \exp\{-\alpha t+a\lambda L_2 t\}}{[b+(a-b)\exp\{a\lambda L_2 t\}]^2} dt \qquad (17)$$

С учетом $L_2 \leqslant L$ из (17) следует, что для положительности $(d^2u(L_2))/dL_2^2$ достаточно выполнения

$$\frac{2}{T}+\frac{ab\lambda L}{b+(a-b)\exp\{a\lambda LT\}}-a\lambda L>0,$$

или

$$\lambda < \frac{2}{aTL}\left[1+\frac{b}{a-b}\exp\{-a\lambda LT\}\right]. \qquad (18)$$

Конечно, как легко видеть, из (17) вытекает, что оценка (18) — довольно грубая и функция $(d^2u(L_2))/dL_2^2$ положительна в более широкой, чем (18), области значений параметра λ, определяющего скорость освоения новой продукции (а возможно, и при всех $\lambda>0$), однако получить границу этой области нам не удалось.

Итак, если (18) выполнено, то функция $u(L_2)$ выпукла и ее максимум достигается либо при $L_2=0$, либо при $L_2=L$, и так как $u(0)=0$, то полный переход на новую продукцию целесообразен при условии $u(L)>0$, которое, учитывая (15), эквивалентно соотношению

$$\int_0^T e^{-\alpha t} f_2(t, L)\, dt > \frac{b_1 f_1}{b_2} g(T), \qquad (19)$$

где $g(T)=(1-e^{-\alpha T})/\alpha$. Если же при выполнении (18) знак неравенства (19) меняется на противоположный, то в интервале $(0, T)$ следует продолжать производство одной только старой продукции.

В случае, когда динамика производительности труда $f_2(t, L_2)$ описывается функцией (8), вывод о выпуклости $u(L_2)$ оказывается справедливым при любых значениях $\lambda>0$, поскольку из (16) следует

$$\frac{d^2u(L_2)}{dL_2^2}=\frac{bb_2\lambda}{\alpha+\lambda L}\left[\lambda L_2 T^2 \exp\{-(\alpha+\lambda L_2)T\}+2\alpha\int_0^T t\exp\{-(\alpha+\lambda L_2)t\}dt\right]>0. \qquad (20)$$

Выражение (19), определяющее целесообразность полного перехода на новую продукцию, записывается теперь в виде

$$\frac{b_2 a}{b_1 f_1} > \left[1-\frac{b}{ag(T)}\frac{1-\exp\{-(\alpha+\lambda L)T\}}{\alpha+\lambda L}\right]^{-1}. \qquad (21)$$

Возьмем условный пример. Пусть прежде всего цены и материалоемкости старой и новой продукции таковы, что $h_2 : h_1 = p_2 : p_1$. Тогда из (12) и (13) следует $b_2 : b_1 = p_2 : p_1$. Если далее предположить, что коэффициент приведения $\alpha=0,1$, а горизонт планирования $T=5$ годам, то из (21) следует

$$\frac{p_2 a}{p_1 f_1} > B_1\left(\frac{b}{a}, \lambda L\right), \tag{22}$$

где

$$B_1\left(\frac{b}{a}, \lambda L\right) = \left[1 - 0{,}254\frac{b}{a}\,\frac{1-\exp\{-5(0{,}1+\lambda L)\}}{0{,}1+\lambda L}\right]^{-1}. \tag{23}$$

Введем теперь вместо b/a и λL параметры f_0/a и τ, имеющие более ясный смысл: f_0/a — отношение производительности труда $f_2(0, L) = f_0$ в начальный момент выпуска новой продукции $t=0$ к проектному (потенциально достижимому) уровню a; скорость освоения новой продукции отражает τ — время достижения 90%-го уровня проектной производительности труда. Тогда из (22) и (23) вытекает

$$\frac{p_2 a}{p_1 f_1} > B_2\left(\frac{f_0}{a}, \tau\right) = B_1\left(q_1\left(\frac{f_0}{a}\right), q_2\left(\tau, \frac{f_0}{a}\right)\right), \tag{24}$$

где $q_1\left(\frac{f_0}{a}\right) = 1 - \frac{f_0}{a}$, $\quad q_2\left(\tau, \frac{f_0}{a}\right) = \frac{1}{\tau}\left[\ln 10 + \ln\left(1 - \frac{f_0}{a}\right)\right]$.

Рассмотрим далее три возможных значения параметра f_0/a, равные 0,25, 0,5 и 0,75 и пять возможных значений параметра τ, равные 1, 2, 3, 4 и 5 годам. В этом случае нижняя граница $B_2\left(\frac{f_0}{a}, \tau\right)$ допустимого отношения $p_2 a/p_1 f_1$ для разных сочетаний указанных параметров характеризуется данными, приведенными в табл. 1 (в верхних частях соответствующих строк). Например, пусть исходный уровень производительности труда для новой продукции (при полном переходе на ее производство) составляет 25% ($f_0/a=0{,}25$) максимально возможного значения, а уровень производительности труда к концу пятого года выпуска — 90% этой величины ($\tau=5$). Тогда предприятие будет заинтересовано в полном переходе на новую продукцию только в том случае, если предельно достижимая годовая выработка одним рабочим новой продукции превосходит аналогичный показатель для старой продукции более чем на 53,4%.

ХОЗРАСЧЕТНЫЕ ИНТЕРЕСЫ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ ФОНДЫ

Выше были сформулированы условия, при которых новая продукция оказывается выгодной для предприятия с точки зрения его долговременных хозрасчетных интересов. Однако в вопросах обновления продукции такой подход преобладает далеко не всегда. Для многих руководителей предприятий и объединений реальная угроза снижения (пусть даже и кратковременного) хозяйственных показателей непосредственно после снятия с производства высокорентабельной старой продукции часто бывает важнее перспективы общего положительного итога функционирования на длительном (например, пятилетнем) интервале времени. Но чем выше уровень хозяйствования, тем весомее роль перспективных экономических интересов по сравнению с текущими. И поэтому, например, вполне вероятно, что с точки зрения отрасли в целом выполнение неравенства (19) —

достаточный критерий целесообразности перехода на новую продукцию. Кроме того, еще два обстоятельства способны усилить интерес отрасли к такому переходу. Во-первых, среди потребителей новой продукции могут быть предприятия данного министерства, и тогда (при естественном предположении, что новая продукция выгодна для потребителя) в отрасли будет получен дополнительный эффект, не учитываемый в модели. Во-вторых, другие предприятия отрасли, где планируется переход на ту же самую новую продукцию, смогут воспользоваться опытом того производства, которое освоило ее первым, и снизить свои соответствующие затраты.

Таблица 1

Нижняя граница $B_2\left(\frac{f_0}{a}, \tau\right)$ допустимого отношения p_2a/p_1f_1 при отсутствии компенсации и при частичной компенсации затрат по освоению новой продукции

f_0/a	τ, лет				
	1	2	3	4	5
0,25	1,099 1,040	1,206 1,122	1,317 1,198	1,426 1,291	1,534 1,373
0,50	1,081 1,035	1,163 1,095	1,244 1,162	1,304 1,216	1,360 1,261
0,75	1,066 1,021	1,120 1,082	1,154 1,117	1,185 1,140	1,205 1,157

Таким образом, если применение новой техники выгодно отрасли в целом, но не отвечает полностью стремлениям предприятия-производителя, то возникает проблема согласования экономических интересов на разных хозяйственных уровнях. В связи с этим обратимся к двум способам стимулирования предприятия к обновлению выпускаемой продукции.

Первый из них основан на компенсации повышенных затрат предприятия-изготовителя в период освоения. Для этой цели можно воспользоваться средствами единого фонда развития науки и техники, централизованного на уровне министерства и предназначенного, кроме всего прочего, для «...финансирования дополнительных затрат по улучшению качества продукции и повышенных затрат в первые годы производства новой продукции» [1, с. 52].

Предположим, что условия компенсации возросших затрат во время освоения формулируются следующим образом: средства единого фонда развития науки и техники могут быть использованы для покрытия разницы между проектной себестоимостью новой продукции и ее плановой себестоимостью в течение некоторого начального периода $(0, T_1)$. Например, в Министерстве электротехнической промышленности, как правило, $T_1=$ $=1$ году [2, с. 62].

Пусть все трудовые ресурсы предприятия распределены между старой и новой продукцией в отношении (L_1, L_2). Какова в этом случае плановая себестоимость $c_1(t, L_2)$ единицы новой продукции в момент t? В соответствии с (10) в исследуемой модели учитываются три элемента затрат на производство продукции: стоимость сырья и материалов, заработная плата и амортизационные отчисления. Предположим, что последние включаются в себестоимость продукции в размере, пропорциональном фонду заработной платы производственного персонала, который занят выпуском этой продукции. Тогда

$$c_1(t, L_2) = \frac{\omega L_2 + \delta K L_2/L}{f_2(t, L_2) L_2} + lh_2 = \frac{\omega_1}{f_2(t, L_2)} + lh_2, \tag{25}$$

где $\omega_1 = \omega + \delta K/L$. Рассмотрим далее лишь случай, когда динамика производительности труда при освоении новой продукции описывается функцией (8). Поскольку проектный уровень производительности труда при этом равен a, проектная себестоимость c_1 единицы новой продукции

$$c_1 = \frac{\omega_1}{a} + lh_2. \tag{26}$$

Из (25) и (26) для величины компенсации $\varphi_1(t, L_2)$ на каждую единицу новой продукции в момент t получим

$$\varphi_1(t, L_2) = \begin{cases} c_1(t, L_2) - c_1 = \dfrac{\omega_1}{f_2(t, L_2)} \left[1 - \dfrac{f_2(t, L_2)}{a}\right], & 0 \leqslant t \leqslant T_1, \\ 0, & T_1 < t \leqslant T. \end{cases}$$

Полная же компенсация $\varphi(t, L_2)$ по всему объему производства в момент t

$$\varphi(t, L_2) = \begin{cases} \omega_1 L_2 \left[1 - \dfrac{f_2(t, L_2)}{a}\right], & 0 \leqslant t \leqslant T_1, \\ 0, & T_1 < t \leqslant T. \end{cases} \tag{27}$$

Поскольку чистая прибыль предприятия теперь

$$\pi_1(t, L_2) = \begin{cases} \pi(t, L_2) + \varphi(t, L_2), & 0 \leqslant t \leqslant T_1, \\ \pi(t, L_2), & T_1 < t \leqslant T, \end{cases} \tag{28}$$

то вместо задачи (14), принимая во внимание (15), (27) и (28), имеем

$$\max_{0 \leqslant L_2 \leqslant L} u_1(L_2),$$

где

$$u_1(L_2) = u(L_2) + \omega_1 L_2 \int_0^T e^{-\alpha t} \left[1 - \frac{f_2(t, L_2)}{a}\right] dt. \tag{29}$$

Если взять вторую производную функции $u_1(L_2)$, имея в виду представление (8), то из (20) и (29) получим

$$\frac{d^2 u_1(L_2)}{dL_2^2} = \frac{b\lambda}{(\alpha + \lambda L_2) a} [A_1(L_2) + A_2(L_2)],$$

где $A_1(L_2) = \lambda L_2 [a b_2 T^2 \exp\{-(\alpha + \lambda L_2) T\} - \omega_1 T_1^2 \exp\{-(\alpha + \lambda L_2) T_1\}]$,

$$A_2(L_2) = 2\alpha \left[a b_2 \int_0^T t \exp\{-(\alpha + \lambda L_2) t\} dt - \omega_1 \int_0^T t \exp\{-(\alpha + \lambda L_2) t\} dt \right].$$

Нетрудно видеть, что $A_2(L_2) > 0$, так как $T_1 < T$, а $\omega_1 < a b_2$ в силу определения b_2 и того, что единица больше суммы следующих трех слагаемых: материалоемкости lh_2/p_2 новой продукции, взятой с коэффициентом β_1, зарплатоемкости ω/ap_2 и удельной амортизации $\delta K/ap_2 L$. Если, кроме того, ограничиться случаем $ab_2 > \omega_1 (T_1/T)^2 \exp\{(\alpha+\lambda L_2)(T-T_1)\}$ *, то $A_1(L_2) > 0$ и, следовательно, $(d^2u_1(L_2))/dL_2^2 > 0$. Таким образом, функция $u_1(L_2)$ — выпуклая, и оптимальная стратегия предприятия сводится либо к отказу от выпуска новой продукции, либо к полному переходу на ее производство. Последнее целесообразно, когда выполняется, как и в случае $u(L_2)$, неравенство $u_1(L) > u_1(0) = 0$, или, если принять во внимание (8), (15) и (29)

$$\frac{b_2a}{b_1f_1} > \left[g(T) - \frac{\omega_1 b}{ab_1f_1} \frac{1-\exp\{-(\alpha+\lambda L)T_1\}}{\alpha+\lambda L}\right] \times$$
$$\times \left[g(T) - \frac{b}{a} \frac{1-\exp\{-(\alpha+\lambda L)T\}}{\alpha+\lambda L}\right]^{-1}.$$

Рассмотрим численный пример в предположении, что $b_2 : b_1 = p_2 : p_1$ и параметры α, T, f_0/a и τ принимают те же значения, что и в предыдущем разделе. Будем также считать, что материалоемкость старой продукции $lh_1/p_1 = 0{,}65$, зарплатоемкость $\omega/p_1f_1 = 0{,}15$, удельная амортизация $\delta K/p_1f_1L = 0{,}05$, средний запас сырья и материалов равен их полугодовому расходу, т. е. $m = 0{,}5$, норматив платы в бюджет за производственные фонды $\beta = 0{,}06$, а компенсация издержек освоения из единого фонда развития науки и техники происходит в течение одного года ($T_1 = 1$). Тогда для нижней границы допустимого отношения p_2a/p_1f_1 получим величины, приведенные в нижних частях соответствующих строк табл. 1. Сравнение данных этой таблицы позволяет в какой-то мере оценить стимулирующий эффект компенсации повышенных затрат освоения с помощью средств единого фонда развития науки и техники. Так, если при $\tau = 5$ и $f_0/a = 0{,}25$ для предприятия выгодной могла быть лишь такая новая продукция, у которой годовая выработка на одного рабочего превышала аналогичный показатель для старой более чем на 53,4%, то предоставление компенсации из единого фонда снижает указанную границу до 37,6%. Конечно, здесь необходимо отметить, что корректная интерпретация полученных результатов была бы возможна при чисто дотационном (например, бюджетном) характере компенсации, что не относится с полным основанием к единому фонду, образуемому за счет отчислений от прибыли предприятий отрасли. Поэтому при некотором варианте стимулирования, альтернативном компенсации из единого фонда, следовало бы, наверное, учитывать соответствующее увеличение доли прибыли, остающейся в распоряжении предприятия.

Обратимся теперь ко второму возможному способу стимулирования — использованию для этих целей средств централизованных фондов экономического стимулирования. До сих пор, даже при компенсации повышенных затрат из единого фонда развития науки и техники, предполагалось, что в конечном итоге решение о переходе на новую продукцию принимается предприятием исходя из критерия типа (9), действующего в области долговременного хозяйственного расчета. Однако, как уже отмечалось, вполне реальным является положение, при котором текущие хозяйственные интересы превалируют над перспективными. Крайний случай может быть описан следующим образом: решение об обновлении продукции принимается предприятием лишь тогда, когда это не влечет уменьшения отчислений в его фонды экономического стимулирования. Такое уменьшение может происходить и в случае финансирования повышенных затрат на освоение из единого фонда развития науки и техники, поскольку определяющую роль здесь, как правило, играет сокращение или полное снятие с производства высокорентабельной старой продукции. В подобной ситуации

* Заметим, что при $T_1 = 1$ и приведенных выше численных значениях α, T, f_0/a и τ данное неравенство справедливо.

можно использовать средства централизованных фондов экономического стимулирования для того, чтобы компенсировать временное снижение отчислений в фонды предприятия [4, с. 84]. Данный способ стимулирования может оказаться целесообразным с точки зрения не только предприятия, но и отрасли в целом, даже если ограничиться таким узким аспектом проблемы, как рост централизованных фондов экономического стимулирования министерства. Дело в том, что в результате обновления продукции суммарная величина отчислений в отраслевые фонды, пусть с учетом компенсации из них, может превысить соответствующие отчисления, когда предприятие отказывается от замены старой продукции.

Итак, предположим, что предприятие переходит на новую продукцию только тогда, когда это не вызывает уменьшения отчислений в фонды экономического стимулирования. Формально замена старой продукции имеет смысл лишь тогда, если для всех $t \in (0, T)$ выполняется

$$\pi(t, L_2) \geqslant \pi_1, \tag{30}$$

где $\pi_1 = \pi(t, 0)$ — чистая прибыль при отказе от обновления продукции. Если (30) справедливо для всех $t \in (0, T)$ и хотя бы для некоторых $0 \leqslant L_2 \leqslant L$, то новая продукция станет сразу более выгодной, чем старая, и никакой проблемы освоения (по крайней мере в рамках рассматриваемой модели) нет. Она не возникнет и тогда, когда для всех $t \in (0, T)$ и $0 \leqslant L_2 \leqslant L$ вместо (30) выполняется противоположное неравенство. Проблема освоения появляется в случае, если новая продукция оказывается рентабельнее старой внутри планового периода или, иными словами, когда существует такой момент $t_0(L_2)$, что

$$\pi(t, L_2) \leqslant \pi_1, \quad 0 \leqslant t \leqslant t_0(L_2), \tag{31}$$

$$\pi(t, L_2) > \pi_1, \quad t_0(L_2) < t \leqslant T. \tag{32}$$

Обозначим отчисления в фонды экономического стимулирования предприятия через $F(t, L_2)$. Если их временное снижение в результате обновления продукции компенсируется из централизованных фондов министерства, то

$$F(t, L_2) = \begin{cases} \gamma\pi_1, & 0 \leqslant t \leqslant t_0(L_2), \\ \gamma\pi(t, L_2), & t_0(L_2) < t \leqslant T, \end{cases} \tag{33}$$

где $t_0(L_2)$ определяется из условия $\pi(t, L_2) = \pi_1$, или, учитывая (11),

$$f_2(t, L_2) = \frac{b_1 f_1}{b_2}. \tag{34}$$

Нетрудно заметить, что с возрастанием L_2 суммарная за период $(0, T)$ величина отчислений в фонды экономического стимулирования может лишь увеличиваться. Действительно, если взять функцию

$$u_2(L_2) = \frac{1}{\gamma} \int_0^T e^{-\alpha t} F(t, L_2)\, dt,$$

то из (11) и (33) следует, что

$$u_2(L_2) = \pi_1 g(T) + L_2 \int_{t_0(L_2)}^{T} e^{-\alpha t} [b_2 f_2(t, L_2) - b_1 f_1]\, dt.$$

Отсюда, принимая во внимание (4), (32) и (34), получим

$$\frac{du_2(L_2)}{dL_2}=\int\limits_{t_0(L_2)}^{T} e^{-\alpha t}[b_2f_2(t,L_2)-b_1f_1]\,dt+L_2\int\limits_{t_0(L_2)}^{T} e^{-\alpha t}\frac{\partial f_2(t,L_2)}{\partial L_2}\,dt>0.$$

Таким образом, как и раньше, замена старой продукции, если она оправдана с точки зрения хозрасчетных интересов предприятия (теперь уже не только долговременных, но и текущих), должна быть полной. Это позволяет перейти в соотношениях (31), (32) от L_2 к L

$$\pi(t)\leqslant\pi_1,\quad 0\leqslant t\leqslant t_0, \tag{35}$$

$$\pi(t)>\pi_1,\quad t_0<t\leqslant T, \tag{36}$$

где $\pi(t)=\pi(t,\ L)$ — чистая прибыль при полном обновлении продукции, а t_0 рассчитывается по формуле

$$f_2(t,L)=\frac{b_1f_1}{b_2}. \tag{37}$$

Если бы предприятие отказалось от новой продукции, то суммарная величина (приведенной) чистой прибыли, остающейся в его распоряжении в плановом периоде $(0,\ T)$, составила бы $V_1=\gamma\pi_1 g(T)$. В централизованные фонды министерства за тот же период была бы перечислена прибыль в размере $\Phi_1=\gamma_1\pi_1 g(T)$, где γ_1 — норматив отчислений из прибыли предприятия в централизованные отраслевые фонды.

Предположим теперь, что министерство компенсирует предприятию временное снижение его фондов экономического стимулирования. Формально это означает, что до момента t_0 в фонды предприятия, как и при отказе от обновления, в каждый момент времени будет перечисляться прибыль в размере $\gamma\pi_1$, а затем отчисления возрастут до уровня $\gamma\pi(t)$. Общая величина приведенной чистой прибыли, остающейся на предприятии за весь плановый период, составит

$$V_2=\gamma\pi_1 g(T)+\gamma\int\limits_{t_0}^{T} e^{-\alpha t}[\pi(t)-\pi_1]\,dt,$$

откуда в силу (36)

$$\nabla V=V_2-V_1=\gamma\int\limits_{t_0}^{T} e^{-\alpha t}[\pi(t)-\pi_1]\,dt>0.$$

Таким образом, использование министерством стратегии компенсации приводит к тому, что переход на производство новой техники увеличивает отчисления в фонды экономического стимулирования предприятия, причем данный вывод сохраняет справедливость при любых сравнительных характеристиках старой и новой продукции, если только выполняются условия (35) и (36).

Обратимся теперь к централизованным фондам экономического стимулирования. Если предприятие, воспользовавшись компенсацией, переходит на новую продукцию, то можно рассчитать итоговую величину (приведенную к началу планового периода) поступлений в эти фонды и отчислений из них применительно к данному предприятию

$$\Phi_2=\gamma_1\int\limits_{0}^{T} e^{-\alpha t}\pi(t)\,dt-\gamma\int\limits_{0}^{t_0} e^{-\alpha t}[\pi_1-\pi(t)]\,dt,$$

откуда

$$\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1=\gamma_1\int_0^T e^{-\alpha t}[\pi(t)-\pi_1]dt-\gamma\int_0^{t_0} e^{-\alpha t}[\pi_1-\pi(t)]dt.$$

Из этого соотношения видно, что условие положительности эффекта компенсации для отрасли в целом

$$\Delta\Phi>0 \tag{38}$$

является более жестким, чем

$$\int_0^T e^{-\alpha t}[\pi(t)-\pi_1]dt>0, \tag{39}$$

обеспечивающее целесообразность освоения новой продукции для пред-

Таблица 2

Нижняя граница отношения γ_1/γ, при котором переход на новую продукцию не противоречит хозрасчетным интересам отрасли

p_2a/p_1f_1	τ, лет				
	1	2	3	4	5
1,6	0,060	0,154	0,341	0,760	2,450
1,4	0,054	0,110	0,296	0,610	2,026
1,25	0,026	0,030	0,076	0,137	0,161

приятия, которое руководствуется долговременными хозрасчетными интересами.

Если (39) выполнено, то (38) можно переписать

$$\frac{\gamma_1}{\gamma}>\left[\int_0^{t_0} e^{-\alpha t}[\pi_1-\pi(t)]dt\right]\left[\int_0^T e^{-\alpha t}[\pi(t)-\pi_1]dt\right]^{-1}. \tag{40}$$

Проиллюстрируем соотношение (40) численным примером. Пусть, как и раньше, коэффициент приведения $\alpha=0{,}1$, плановый период $T=5$ годам, $b_2:b_1=p_2:p_1$. Выберем соотношения цен старой и новой продукции в соответствии с данными табл. 1, положив, например, $p_2a/p_1f_1=1{,}6$ при $f_0/a=0{,}25$, $p_2a/p_1f_1=1{,}4$ при $f_0/a=0{,}5$ и $p_2a/p_1f_1=1{,}25$ при $f_0/a=0{,}75$. Тогда (найдя предварительно решение t_0 уравнения (37)) получим значения нижней границы допустимого отношения γ_1/γ в зависимости от величин p_2a/p_1f_1 и τ (см. табл. 2). Из этой таблицы видно, как скорость процесса освоения новой продукции сказывается на условиях, обеспечивающих целесообразность (с точки зрения отрасли) компенсации временного снижения фондов экономического стимулирования. Например, если при $p_2a/p_1f_1=1{,}6$ и $f_0/a=0{,}25$ 90%-й уровень проектной производительности труда достигается уже к концу первого года выпуска новой продукции, то нижняя граница допустимой величины норматива γ_1 равна всего 6% норматива γ. Если же время достижения 90%-ного уровня проектной производительности труда увеличивается до 5 лет, то данная граница возрастает до 245%.

Конечно, решение о предоставлении компенсации тому или иному предприятию, принимаемое на отраслевом уровне, не может основываться на одних только показателях ΔV и $\Delta\Phi$ для этого предприятия. Величина $\Delta\Phi$ имеет смысл не сама по себе — реальную значимость она приобретает, например, тогда, когда суммарный размер компенсационных платежей, необходимых предприятиям отрасли, превышает возможности соответствующего централизованного фонда и появляется задача его рационального распределения. В этом случае министерство, принимая решение о выборе объектов стимулирования, может, кроме всего прочего, учитывать также и информацию относительно ΔV и $\Delta \Phi$ для разных предприятий, используя ее для установления приоритетов при распределении ограниченного централизованного фонда.

ЛИТЕРАТУРА

1. О дальнейшем совершенствовании хозяйственного механизма и задачах партийных и государственных органов. Постановление ЦК КПСС от 12 июля 1979 года. Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 12 июля 1979 года. М.: Политиздат, 1980.
2. *Астафьев В. Е., Поволоцкий Л. Я., Хайкин В. П.* Экономический механизм ускорения научно-технического прогресса. М.: Экономика, 1977.
3. *Столерю Л.* Равновесие и экономический рост. М.: Статистика, 1974.
4. Проблемы финансов в хозрасчетных объединениях. М.: Наука, 1978.

Поступила в редакцию
17 I 1980