М.И. Баканов (ЗИСТ) (докт. эконом. наук),
А.И. Левина

# АППРОКСИМАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Главным принципом хозрасчета, его сущностью является требование самоокупаемой (рентабельной) работы предприятий и организаций каждой отрасли народного хозяйства. В.И. Ленин писал: "Я думаю, что тресты и предприятия на хозяйственном расчете основаны именно для того, чтобы они сами и притом всецело отвечали за "безубыточность" своих предприятий" [1].

Вопрос самоокупаемости является особенно актуальным для общественного питания, ибо работа этой отрасли народного хозяйства характеризуется чрезвычайно низким размером прибыли (в абсолютном и относительном выражении). Так, если в 1940 г. уровень прибыли общественного питания СССР (в % к товарообороту) составлял 5,10%, то в 1975 г. он снизился до 1,36%. Расчет показателей динамики рентабельности предприятий общественного питания СССР наглядно иллюстрирует неравномерное ее развитие и наметившуюся в последние годы тенденцию нового снижения уровня прибыли (табл.1).

В отрасли имеется большое количество убыточных предприятий, общая сумма убытков по которым (по данным Министерства торговли СССР) в 1975 г. превысила 67 млн.руб. В связи с этим в общественном питании широкое распространение получила экономически порочная практика внутриотраслевого изъятия и перераспределения чистого дохода (прибыли) для покрытия убытков, что совершенно противоречит принципам хозрасчета, порождает иждивенческую психологию у одних предприятий и снижает материальную заинтересованность в получении прибыли – у других. При создавшемся положении невозможен перевод предприятий отрасли на новую систему экономического стимулирования, так как отсутствуют источники для образования фондов стимулирования.

Чтобы понять, какие факторы влияют на рентабельность и где кроются резервы ее повышения, необходим глубокий всесторонний анализ воздействия на прибыль всех основных факторов. Рентабельность складывается под действием объективных факторов (не зависящих от предприятия) и субъективных. К первым относятся: повышение заработной платы работникам отрасли, увеличение ставок и тарифов на услуги, оказываемые общественному питанию, улучшение культуры обслуживания на

Табл. 1. Динамика рентабельности предприятий общественного питания СССР*

| Год | Рентабельность общественного питания, % к товарообороту | Абсолютный прирост (+) снижение (–) рентабельности, % к товарообороту | | Темп роста, % | | Темп прироста (+), темп снижения (–), % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | цепной | базисный, % к 1940 | цепной | базисный | цепной | базисный |
| 1940 | 5,10 | | | | | | |
| 1960 | 1,43 | –3,67 | –3,67 | 28,0 | 28,0 | –97,0 | –97.0 |
| 1965 | –0,53 | –1,96 | –5,66 | –37,1 | –11,0 | –137,1 | –111,0 |
| 1966 | 0,98 | +1,41 | –4,12 | – | 19,2 | – | –80,8 |
| 1967 | 1,25 | +0,28 | –3,85 | 127,7 | 24,5 | +27,5 | –75,5 |
| 1968 | 0,46 | –0,79 | –4,64 | 36,8 | 9,0 | –64,2 | –81,0 |
| 1969 | 0,72 | +0,26 | –4,38 | 156,5 | 14,1 | +56,5 | –85,9 |
| 1970 | 1,54 | +0,82 | –3,56 | 213,9 | 30,2 | +113,9 | –69,8 |
| 1971 | 1,57 | +0,03 | –3,53 | 101,9 | 30,8 | +1,9 | –69,2 |
| 1972 | 1,43 | –0,14 | –3,67 | 91,9 | 28,0 | –8,9 | –72,0 |
| 1973 | 1,30 | –0,13 | –3,80 | 90,9 | 25,5 | –9,1 | –74,5 |
| 1974 | 1,25 | –0,05 | –3,85 | 96,1 | 24,5 | –3,9 | –75,5 |
| 1975 | 1,36 | +0,11 | –3,74 | 108,8 | 26,6 | 8,8 | –73,4 |

* Исчислено по данным статистического ежегодника "Народное хозяйство СССР в 1973 г." М., "Статистика", 1974, с.675 и материалам ЦСУ СССР.

предприятиях. Все это вызывает рост издержек и, следовательно, снижает прибыль. Главным же объективным фактором, препятствующим получению в отрасли необходимых доходов, является несовершенная система ценообразования, при которой существующие скидки и наценки экономически необоснованны и не соответствуют издержкоемкости сырья и трудоемкости изготовляемых изделий.

Наценки вообще длительное время не пересматривались, а изменения торговых скидок в 1966, 1967 и 1970 гг. не дали необходимого результата, поскольку при этом не были изучены потоварные уровни издержек.

Недостатки действующей системы ценообразования приводят не только к низкой рентабельности отрасли (что само по себе тоже очень существенно), но и вызывают разобщенность интересов общества и отдельных предприятий: увеличение выпуска продукции собственного производства разнообразного ассорти-

Табл. 2. Зависимость между рентабельностью и влияющими на нее факторами

| Показатель | Уровень издержек | Уровень доходов | Товарооборот | Удельный вес собственной продукции | Производительность труда |
|---|---|---|---|---|---|
| Коэффициенты корреляции | -0,755 | 0,074 | 0,341 | -0,123 | 0,525 |

мента, в чем заинтересовано общество, предприятиям отрасли невыгодно, так как средний уровень скидок на покупные товары относительно высок, а на изготовление собственной продукции - низок. Пересмотр скидок и наценок на основе изучения потоварных уровней издержек будет способствовать нормализации положения рентабельности.

Это, однако, не означает, что у самих предприятий общественного питания нет возможностей поднять рентабельность. Ведь, помимо не зависящих от предприятий факторов, уровень прибыли складывается под воздействием таких показателей хозяйственной деятельности, размер которых во многом зависит от умелого , рачительного ведения хозяйства, от того, насколько успешно претворяется в жизнь режим экономии.

К таким факторам относятся объем и структура товарооборота, уровень валовых доходов и издержек, производительность труда.

Для того чтобы количественно измерить наличие и силу связи между рентабельностью и названными факторами, необходимо применение экономико-математических методов анализа, в частности корреляционного и регрессионного, позволяющих установить, как именно каждый фактор количественно влияет на изучаемый показатель.

Для получения достоверных результатов важно, чтобы исследуемая совокупность была однородной. Поэтому нами анализировались данные по одной категории предприятий общественного питания ( а именно I категории предприятий общественного питания г.Москвы).

Первый этап исследования - вычисление коэффициентов корреляции - позволил установить тесноту связи между рентабельностью и каждым изучаемым фактором. Результаты вычислений, проведенных, как и все последующие, на ЭВМ М-220, представлены в табл.2.

Следует иметь в виду, что величина коэффициента корреляции надежно характеризует тесноту связи только в случае линейной зависимости. При наличии же нелинейности малый размер коэффициента корреляции необязательно свидетельствует о слабой зависимости.

После установления наличия связи для определения количественного влияния каждого фактора на рентабельность необходимо определить вид функции, описывающей исследуемую зависимость. Во многих работах, посвященных вопросам анализа рентабельности, используется линейное уравнение регрессии, применение которого чаще всего никак не обосновывается. Однако возможность применения линейной модели, как и всякой другой, нуждается в строгом математическом обосновании, иначе получаемые результаты не могут считаться достоверными.

Одним из путей решения этой задачи является метод аппроксимации исследуемой функции полиномом, степень которого определяется с помощью известных в математической статистике критериев. То, что степень аппроксимирующего полинома не постулируется заранее, как это делается в большинстве исследований, а определяется в результате вычислений, позволяет избежать произвольного выбора типа функции.

Параметры искомого полинома находятся по методу наименьших квадратов. Для того чтобы система нормальных уравнений была хорошо обусловлена, а также для сокращения объема вычислений, мы использовали систему ортогональных полиномов. Так что фактически уравнение регрессии находится в виде:

$$\tilde{y}_r(x) = \omega_0 Q_0 + \omega_1 Q_1(x) + \ldots + \omega_r Q_r(x), \qquad (1)$$

где $Q_j(x)$ – ортогональные и нормированные полиномы, удовлетворяющие соотношениям:

$$\sum_i^n Q_k(x_i)\, Q_l(x_i) = 0, \qquad (k, l = 0, 1, 2 \ldots),$$

$$\sum_i^n Q_k^2(x_i) = 1,$$

причем $Q_0 = 1/\sqrt{n}$, где $n$ – объем выборки.

Система ортогональных полиномов строится с помощью рекуррентного соотношения Форсайта [2].

После решения системы нормальных уравнений получаем искомые параметры:

$$\omega_j = \sum_{i=1}^n y_i Q_j(x_i), \quad j = 0, 1, \ldots r.$$

Чтобы определить оптимальную степень полинома, выбираем с самого начала степень $r$ достаточно большой и затем с помощью $F$-критерия проверяем значимость коэффициента $\omega_r$. Коэффициент $\omega_r$ считаем значимо отличным от нуля при выполнении условия

$$F > F^{\alpha}_{1,n-r-1}, \qquad (2)$$

где $F^{\alpha}_{1,n-r-1}$ – квантиль $V^2$ – распределения с уровнем значимости $\alpha$; $F=\omega_r^2 (n-r-1)/R_r$; $R_r$ – остаточная сумма квадратов, равная $\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - \sum_{j=0}^{n} \omega_j^2$. Если $\omega_r$ незначительно отлична от нуля, проверяем гипотезу $\omega_{r-1}=0$ и т.д., уменьшая $r$ на единицу и дойдя в конце концов до искомого критического значения $r$, при котором $\omega_r$ не равна нулю. Затем проверяем значимость коэффициентов $\omega_j$ для $j<r$, те коэффициенты, для которых не выполняется условие (2), полагаем равным нулю.

Обычно уравнение регрессии записывается в виде ряда по возрастающим степеням аргумента

$$\tilde{y}_r = \theta_0 + \theta_1 x + \theta_2 x^2 + \ldots + \theta_r x_r, \qquad (3)$$

поскольку наибольший интерес представляют именно коэффициенты $\theta_j$. Их можно вычислить после того, как найдены величины $\omega_j$, а также коэффициенты в ортогональных полиномах. Для этого в уравнении (1) нужно в явном виде записать все входящие в него полиномы $Q_j$ и затем сгруппировать коэффициенты при $x_m (m=0,1\ldots r)$.

Описанный метод очень полезен, если степенной ряд (3) содержит сравнительно мало слагаемых, что, конечно, не всегда выполняется. По этой причине аппроксимация полиномами не подходит, в частности, для таких медленно изменяющихся функций, как логарифмическая.

Вычисления, проведенные по вышеизложенному алгоритму, позволили получить уравнения парной регрессии рентабельности предприятий по объему товарооборота, уровню издержек (в % к товарообороту) и объему выработки на одного работника.

Зависимость рентабельности от объема товарооборота описывается следующей формулой:

$$y = -5{,}26 + 8{,}50x - 2{,}20x^2, \qquad (4)$$

где $x$ – объем товарооборота, млн.руб.; $y$ – уровень рентабельности в % к товарообороту.

Достоверность квадратичной зависимости рентабельности от товарооборота подтверждается тем, что статистики $F^1$ и $F^{(2)}$, соответствующие коэффициентам при первой и второй степенях, равные 6,97 и 4,91 соответственно, в то время как квантиль распределения Фишера с соответствующим числом степеней свободы при 10%-ном уровне значимости равен 2,5%.

Полученная формула указывает на то, что зависимость рентабельности от объема товарооборота не является монотонной. Она имеет максимум, соответствующий примерно 1900 тыс. руб. годового объема товарооборота. Если все остальные факторы, влияющие на рентабельность, поддерживаются на постоянном, приблизительно среднем уровне, то рост товарооборота до этой величины приводит к росту рентабельности. Дальнейшее же увеличение объема товарооборота ведет уже к ее снижению.

Полученное уравнение позволяет определить величину изменения рентабельности с ростом товарооборота на 1%. Темп прироста рентабельности определяем, вычисляя логарифмическую производную от обеих частей уравнения (4).

При изменении товарооборота от 500 до 2000 тыс.руб. отношение темпов роста рентабельности и товарооборота меняется соответственно от 5,0 до 0,5. Так, для относительно небольших в данной совокупности предприятий (с объемом товарооборота 500-800 тыс.руб.) прирост товарооборота на 1% вызывает увеличение рентабельности примерно на 5%, а при дальнейшем росте товарооборота соответствующий темп прироста рентабельности снижается. Следовательно, расширение сравнительно небольших и средних предприятий общественного питания особенно эффективно.

Весьма существенно, как показывают исследования, влияет на рентабельность и уровень издержек. Для зависимости рентабельности от уровня издержек получена следующая формула:

$$y = 1{,}88 + 0{,}478\,x - 0{,}071\,x^2,$$

где y – уровень рентабельности в % к товарообороту; x – уровень издержек в % к товарообороту.

Статистики, соответствующие степеням аргумента, равны: $F^{(1)} = 70{,}1$ и $F^{(2)} = 13{,}7$. Их величина значительно превосходит квантиль распределения Фишера с данным числом степеней свободы и уровнем значимости 10% ($F_{1,n-r-1} = 2{,}5$).

Снижение издержек на 1% в среднем по изучаемой совокупности позволит поднять рентабельность примерно на 10%.

Таким образом, снижение издержек является важнейшим резервом роста рентабельности, особенно для предприятий с высоким уровнем расходов,

Снижение уровня издержек должно происходить, конечно, не в ущерб качеству продукции и культуре обслуживания. Для этого необходимо использовать все имеющиеся в отрасли резервы. Так, на предприятиях и в организациях еще не налажен строгий режим экономии материальных и трудовых ресурсов, рациональное их использование. Решающее значение в деле повышения эффективности работы предприятий общественного питания приобретает повышение производительности труда работников отрасли, уровень которой в настоящее время очень низок.

Зависимость рентабельности от производительности труда описывается следующей формулой:

$$y = -0{,}0736 + 0{,}0127\ x,$$

где y – уровень рентабельности в % к товарообороту; x – производительность труда (объем товарооборота, тыс.руб. в расчете на одного работника).

Как свидетельствуют проведенные расчеты, рентабельность довольно быстро увеличивается с ростом производительности труда; поэтому является спорным распространенное мнение о том, что уровень прибыли пропорционален логарифму производительности труда, т.е. является значительно более медленной функцией. В действительности же увеличение производительности труда на 10% ведет к росту рентабельности на 12,7%.

В условиях постоянного увеличения заработной платы работникам общественного питания рост производительности труда является важнейшим фактором, способствующим повышению рентабельности.

Анализ зависимости рентабельности от удельного веса продукции собственного производства в общем объеме товарооборота, а также от уровня валовых доходов показал, что влияние этих факторов на изучаемый показатель не может быть описано в рамках метода, использующего аппроксимацию полиномами. Отсюда следует сделать вывод, что зависимость рентабельности от этих факторов нелинейна и по меньшей мере является более медленной, чем линейная функция (она может быть, например, логарифмической или корневой), что согласуется с величинами коэффициентов корреляции этих факторов с рентабельностью, приведенными в табл.2.

## Вывод

Полученные результаты могут быть использованы при планировании рентабельности на основе тщательного изучения механизма ее образования с учетом объективных возможностей предприятий. Такое планирование в отличие от применяемого в настоящее время по достигнутому за прошлый период уровню должно стимулировать рост рентабельности предприятий общественного питания.

## Литература

1. Ленин В.И. Полн.собр.соч.,т.44, с.473. 2. Forsythe G. J. Soc. Ind. Appl. Math, S, 174 (1957).

Н.М. Любина (канд.эконом.наук),
Р.Н. Устинова (канд.эконом. наук)

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ В ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ

Известно, что товарооборот является объемным показателем, в целом характеризующим хозяйственную деятельность предприятий и организаций общественного питания. Он тесно связан с розничным товарооборотом страны.

В связи с этим план розничного товарооборота для предприятий общественного питания необходимо утверждать в централизованном порядке. Что же касается оборота по собственной продукции как составной части розничного товарооборота, то он сыграл свою положительную роль в развитии производственно-торговой деятельности предприятий общественного питания, особенно в военные и первые послевоенные годы. На этом этапе темпы роста данного показателя были выше темпов роста оборота по покупным товарам. Однако в последние годы, начиная с 1966 г., темпы роста оборота по собственной продукции замедлились, а оборота по покупным товарам - возросли.

Так, за период 1951-1965 гг. при среднегодовом темпе прироста всего товарооборота 5,2% прирост собственной продукции составил 10,3%, а покупных товаров - 1,8%. В 1975 г. по сравнению с 1965 г. среднегодовой прирост всего товарооборота составил 6,9, в том числе собственной продукции - 8,8%, покупных товаров - 4,1%.