ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

УДК 338.22(075.8)

А.А. ЯКУШЕВ

Устойчивый экономический рост в России обеспечивается на основе дальнейшего развития предпринимательства. В свою очередь, развитие и успешность малого и среднего предпринимательства в настоящее время определяются условиями и факторами его финансового обеспечения, что требует организации мониторинга изменений внешней среды. Очевидно, что принятие обоснованных управленческих решений при изменении условий функционирования предприятия, нарастающем многообразии факторов эффективности деятельности предприятия требует новых инструментальных средств.

Анализ условий деятельности современных предприятий, текущие трансформационные сдвиги, государственная политика поддержки инновационных технологий, информатизация и глобализация экономики и общества свидетельствуют о необходимости достаточной проработанности и аргументированности системных подходов в экономических исследованиях.

Повышение гибкости и скорости управления в условиях современной предпринимательской экономики достигается за счет применения математических моделей и компьютерных информационных систем поддержки принятия управленческих решений, поскольку последние позволяют смоделировать ситуацию и выбрать наилучший план действий.

Использование методов математического моделирования и принятие на их основе обоснованных решений по управлению деятельностью предприятия можно считать важным конкурентным преимуществом предприятий малого и среднего бизнеса, поскольку разработка и внедрение новой системы управленческих технологий позволяет повысить эффективность функционирования предпринимательских структур и обеспечить реализацию стоимостно ориентированного подхода в управлении бизнесом.

Ввиду того, что предприятие само по себе является сложной социально-экономической системой, функционирующей в условиях неопределенности, получение комплексной оценки финансового обеспечения предприятия является сложной задачей не только с экономической, но и с математической точки зрения. Как следствие, возрастает актуальность разработки экономико-математических моделей, которые могут позволить осуществлять комплексную оценку финансового состояния предприятия с достаточной точностью и надежностью.

В сочетании использования экономико-математических моделей и современных компьютерных технологий, результаты анализа состояния экономических объектов и процессов, экономическое прогнозирование, предвидение развития экономических процессов, выработка управленческих решений на всех уровнях хозяйственной иерархии, получение точных результатов диагностики и оценки финансового состояния не только сокращают время оперативного принятия решений, но и способствуют повышению конкурентоспособности малого и среднего предпринимательства.

Совместное применение экономико-математических методов и моделей, методов экономического анализа позволяет получить качественно новые выводы об экономических процессах и явлениях, перспективах их развития. При этом экономико-математическое моделирование в настоящее время становится все более востребованным в процессе проведения экономических исследований и используется в качестве одного из основных инструментов количественного анализа статистических данных о деятельности предприятия. Это объясняется тем, что во-первых, математическое моделирование можно рассматривать как эффективное средство структурированного, более компактного и

обозримого представления исходной информации, тем более, когда она задается в виде числовых массивов, в виде графиков и т.д. Во-вторых, существует целый ряд типичных управленческих ситуаций, которые допускают формализацию, где именно математические подходы и соображения обоснованно становятся решающими.

Под инструментом здесь понимаются не только конкретные экономико-математические методы и модели, соответствующие технические средства, но и непосредственно сам методологический подход на экономические процессы и явления, на их внутреннюю структуру, свойства, развитие с точки зрения аппарата математического моделирования.

Выше обозначенные проблемы рассматриваются в статье на основе конкретной практической деятельности торгового предприятия (ТП). Реализация торгового процесса подвержена влиянию большого количества факторов, но характерными из них являются: конкуренция, сезонность, состояние законодательной базы, покупательская способность граждан, средняя заработная плата, уровень техники и технологий и т.д. Все это усиливает необходимость многофакторного статистического анализа результатов деятельности и разработки мероприятий по повышению эффективности малого ТП.

С этой целью представляется целесообразным выделить основные этапы математического моделирования, на каждом из которых в соответствии с методологией многофакторного статистического анализа используется соответствующий метод. Этап 1 – выделение главных факторов, оказывающих влияние на весь процесс реализации продукции предприятием. Этап 2 – оценка корреляционной связи главных факторов и выручки ТП. Этап 3 – прогноз выручки ТП на первый квартал 2012 года на основе качественной модели регрессии.

Каждый этап является самостоятельным с точки зрения решаемых задач. Выполнение этапов последовательное (рис. 1), но выполнение последующего этапа зависит от качества полученного результата моделирования предыдущего этапа. Кроме того, результат моделирования определяется качеством и репрезентативностью выборочных данных, поэтому процесс моделирования носит циклический характер как на каждом этапе, так и в целом для всей модели.

Для реализации данной модели используются многомерные методы статистики. Изучение особенностей программных продуктов свидетельствует о том, что для задач такого типа наиболее приемлемым является пакет прикладных статистических программ: ОЛИМП «СтатЭксперт» [2].

Для прогнозирования выручки ТП, обозначенной показателем Y, сформирована таблица исходных данных (табл.1). В качестве факторов X_j определены виды реализуемой продукции: X_1 – молочная; X_2 – мясная; X_3 – консервированная; X_4 – крупы, макароны; X_5 – масложировая; X_6 – рыбная; X_7 – полуфабрикаты; X_8 – кондитерская; X_9 – ликероводочная; X_{10} – пивная; X_{11}– соки, воды; X_{12} – хлебобулочная.

В качестве периода исследования выбран временной интервал с 2009 по 2011 годы (помесячно). Значения всех признаков измеряются в тысячах рублей.

При реализации первого этапа математической модели следует иметь в виду, что факторы изменений объемов продаж, показателей результативности деятельности ТП следует разделять на две подгруппы:

– явные, измеряемые показатели торгового предприятия;

– скрытые, не наблюдаемые непосредственно признаки (факторы).

В этой связи целесообразно применение метода формирования гипотез, который получил название «факторный анализ».Данный подход позволяет из табл. 1 сформировать матрицу факторов (признаков) следующего вида:

$$X = (x_{ij}), \qquad (1)$$

где $j = 1,\ldots, n$ – номер признака; $i = 1, \ldots, m$ – номер испытания (месяц), см. рис. 1.

Задача факторного анализа состоит в том, чтобы выразить признак x_i в терминах скрытых гипотетических факторов Fj в виде их линейной комбинации [3]:

$$\begin{cases} x_1 = a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \ldots + a_{1r}F_r + d_1U_1; \\ x_2 = a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \ldots + a_{2r}F_r + d_2U_2; \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \ldots + a_{ir}F_r + d_iU_i; \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_n = a_{n1}F_1 + a_{n2}F_2 + \ldots + a_{nr}F_r + d_nU_n, \end{cases} \qquad (2)$$

где $F_1, F_2, \ldots, F_r$ – r общих (главных) факторов;

Ui – i-ый характерный фактор;

$a_{i1}, a_{i2}, \ldots, a_{ir}$ – нагрузки общих факторов;

d_i – нагрузка i-го характерного фактора.

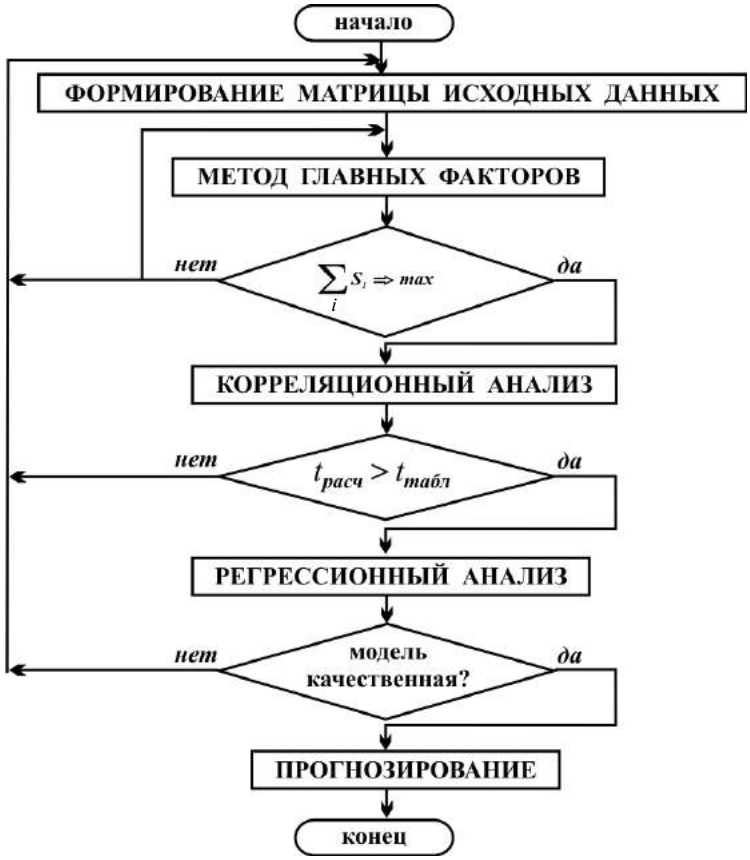


Рисунок 1. Алгоритм экономико-математической модели

Таблица 1

Динамика показателей деятельности ТП

	Y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
2009 год													
1	655	43,4	55,9	49,8	31	80,7	18,6	31	62,1	99,3	93,1	55,8	35
2	614	46,6	58,2	40,7	40,9	81,5	23,3	40,7	64	87,3	69,8	29	32
3	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
12	653	49,2	63,2	51,7	36,2	78,2	31,1	33,6	66,2	96,5	92,9	23,9	30,7
2010 год													
13	650	49,7	61,2	50,1	37,1	77,7	30,9	33,1	65,3	97,5	95,3	22,1	30,5
14	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
24	515	36,9	47,2	36,5	25,4	62,5	25	23	51,7	77,5	81,4	20,9	27,7
2011 год													
25	502	37,5	45,1	34,3	24,3	60,1	24,9	21	50,5	76,4	83,1	18,8	26,2
26	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
36	417	35,2	36,1	18,2	17,1	45,7	18,1	32,5	47,1	49,2	79,4	17,7	20,9

Каждый член $a_{ip}F_p$ системы уравнений (2) отражает степень влияния соответствующего гипотетического (скрытого) фактора F_p на признак (измеряемый показатель) x_i и называется факторным отображением. Отображение можно представить в виде матрицы коэффициентов регрессии, где элементами будут факторные нагрузки:

$$X = AP, \qquad (3)$$

где X – матрица исходных данных (признаков);

A – матрица факторных нагрузок, которую нужно определить;

P – матрица значений всех главных факторов у всех объектов (испытаний), которую также нужно определить.

В выражении (3) известна лишь матрица **X**. Наиболее удобной формой представления исходной информации для анализа является корреляционная матрица:

$$\frac{1}{m-1}XX^T = R, \qquad (4)$$

где **R** – корреляционная матрица размером $n \times n$;

X – матрица исходных данных (признаков), $j = 1,..., n;\ i = 1, ..., m;$

$\mathbf{X}^{\mathbf{T}}$ – транспонированная матрица исходных данных; m – количество наблюдений;

n – номер признака.

Отправной точкой классического метода решения задачи факторизации исходной матрицы $\boldsymbol{X}$ является выражение:

$$R = AA^T, \qquad (5)$$

при допущении, что главные факторы не коррелированны.

Заложенный в программу факторного анализа в «СтатЭксперт» метод главных факторов основан на принципе последовательных приближений и позволяет получить матрицу факторных нагрузок A любой степени точности.

Суть метода главных факторов состоит в максимизации общей дисперсии признака x_i в одном направлении при введении дополнительных условий (*):

во-первых, сумма квадратов нагрузок первого фактора должна составлять максимум от полной дисперсии;

во-вторых, сумма квадратов нагрузок второго фактора должна составлять максимум оставшейся дисперсии и т. д.

Наиболее существенно замечание о том, что этот метод позволяет определить значения коэффициентов факторных нагрузок a_{ij}, которые:

– объясняют максимальную область дисперсии – общность признака x_i:

$$h_i^2 = a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + ... + a_{ir}^2, \quad i = 1, ..., m \qquad (6)$$

– дают минимальные остатки в редуцированной корреляционной матрице* $\mathbf{R}_{\text{h}}$:

$$\bar{r} = r_{ik} - r'_{ik}, \qquad (7)$$

где r_{ik} – выборочный коэффициент корреляции;

r'_{ik} – вычисленный коэффициент корреляции между двумя любыми признаками (например, с номерами i и k), который получается из факторного отображения (3) с помощью уравнения [3]:

$$\mathrm{r}'_{ik} = a_{i1}a_{1k} + a_{i2}a_{2k} + ... + a_{im}a_{mk}, i \neq k,\ i,k = 1,...,n. \qquad (8)$$

Выше сказанное означает, что сумма квадратов факторных нагрузок будет максимальной для каждого фактора. Из этого вытекает, что матрица $\boldsymbol{A}$ может анализироваться с использованием минимального числа ортогональных факторов.

Система уравнений

$$\mathbf{R_h} = \mathbf{AA^T}, \qquad (9)$$

имеет однозначное решение и максимизирует дисперсию признака x_i:

$$S_{xi}^2 = 1 = a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + ... + a_{ir}^2 + d_i^2, \qquad (10)$$

где $h_i^2 = a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + ... + a_{ir}^2$ – общность признака x_i, обуславливаемая общими для нескольких признаков «скрытыми» главными факторами $F_1, F_2, ..., F_r$;

d^2_i – характерность признака x_i, обуславливаемая вкладом характерного фактора.

Для максимизации функции (10) используется метод множителей Лагранжа. В результате получим систему m однородных уравнений с m неизвестными α_l:

$$\boldsymbol{R_h}\alpha_l = \lambda_l\alpha_l \text{ или } (\boldsymbol{Rh} - \lambda_l\boldsymbol{I})\alpha_l = \boldsymbol{0}, \qquad (11)$$

где λ_l – собственные значения, соответствующие собственным векторам α_l матрицы $\boldsymbol{R_h}$.

Все m корней характеристического уравнения действительны, т.е. $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq ... \geq \lambda_m \geq 0$ являются возможными. В выражение (11) подставляется найденное значение λ_1. По-

*Редуцированная корреляционная матрица $\mathbf{R}_{\text{h}}$ получается из корреляционной матрицы **R** заменой в ней диагональных элементов коэффициентами множественной корреляции, которые собственно и являются оценками «наблюденной общности» (Рили) признака.

лученный вектор решения (α_{11}, α_{21}, ..., α_{m1}), который удовлетворяет условиям (*) имеет максимум при $\sum_{i=1}^{m}\alpha_{i1}^2$. То же самое решение имеем для λ_2, но максимум $\sum_{i=1}^{m}\alpha_{i2}^2$ является в отношении оставшейся дисперсии и т.д.

Результаты вычислений с помощью модуля «Факторный анализ» программного пакета «СтатЭксперт» представлены в таблице 2, где определены значения факторных нагрузок главных факторов F_1, F_2, F_3 и F_4 на включенные, на данном этапе исследования, независимые признаки X_i. Кроме того, в табл. 2 представлены значения общности [1].

Выполним идентификацию главных факторов по значениям факторных нагрузок. На основе данных табл. 2 первый главный фактор F_1 оказывает весьма высокое отрицательное* влияние на изменение реализации ликероводочной продукции (α_{91}=−0,913). Высокое положительное** влияние главный фактор оказывает на реализацию молочной (α_{11}=0,868), мясной (α_{21}=0,853) и консервированной продукции (α_{31}=0,862), круп и макаронных изделий (α_{41}=0,805). Высокое отрицательное влияние главный фактор оказывает на реализацию масложировой (α_{51}=−0,863) и рыбной продукции (α_{61}=−0,882), кондитерских (α_{81}=−0,831) и хлебобулочных изделий (α_{121}=−0,816). Влияние главного фактора F_1 на реализацию пивной продукции (α_{101}=0,149), соков и воды (α_{111}=0,244) слабое и положительное. Главный фактор F_1 оказывает заметное положительное влияние на реализацию полуфабрикатов (α_{71}=0,507).

Все это позволяет предположить, что главный фактор F_1 – фактор влияния конкурентных возможностей и преимуществ. В этих условиях достаточно обоснованной является необходимость формирования системы управления конкурентоспособностью и конкурентными преимуществами ТП. Реализация данной системы определяет дополнительные маркетинговые исследования рынка товаров.

Влияние главного фактора F_2 (табл. 2) на реализацию продажи пивной продукции весьма высокое отрицательное (α_{102}=−0,932). Умеренное положительное влияние указанный главный фактор оказывает на реализацию консервированной (α_{32}=0,310), рыбной (α_{62}=0,300) и умеренное отрицательное – на реализацию соков и вод (α_{112}=−0,314). Влияние главного фактора F_2 на реализацию молочной (α_{12}=0,078), мясной (α_{22}=0,100), крупы и макаронных изделий (α_{42}=0,254), масложировой (α_{52}=0,117), полуфабрикатов (α_{72}=0,021), кондитерской (α_{82}=0,193), ликероводочной (α_{92}=0,034) и хлебобулочной продукции (α_{122}=0,210) слабое.

Все это позволяет сделать вывод, что главный фактор F_2 – это сезонность. Для нейтрализации сезонной волны необходима продуманная и обоснованная ассортиментная политика, система управления ассортиментными сдвигами.

На основе данных третий главный фактор F_3 оказывает высокое влияние на реализацию продаж соков, вод (α_{113}=0,879). Умеренное влияние данный главный фактор оказывает на реализацию консервированной (α_{33}=0,317), масложировой (α_{53}=0,308), кондитерской (α_{83}=0,342), хлебной продукции (α_{123}=0,432). Влияние главного фактора F_3 на реализацию молочных (α_{13}=0,153), мясных (α_{23}=0,179), круп и макаронных изделий (α_{43}=0,196), рыбных продуктов (α_{63}=−0,161), полуфабрикатов (α_{73}=0,172), ликероводочной продукции (α_{93}=0,278) и пива (α_{103}=0,264) слабое (табл. 2). Все это позволяет сделать вывод, что главный фактор F_3 – это фактор контингента покупателей. Для уменьшения влияния данного фактора необходимы дополнительные маркетинговые и социологические исследования потребностей покупателей с учетом их социального происхождения.

Главный фактор F_4 (табл. 2) оказывает высокое влияние на изменение продаж полуфабрикатов (α_{74}=0,833). Умеренное влияние главный фактор оказывает на реализацию молочной (α_{14}=0,340), мясной (α_{24}=0,426), крупы и макаронных изделий (α_{44}=0,421), масложировой (α_{54}=0,316) и кондитерской продукции (α_{84}=0,354). Влияние главного фактора F_4 на реализацию консервированных (α_{34}=0,174), рыбных продуктов (α_{64}=0,195), ликероводочной продукции (α_{94}=0,186), пива (α_{104}=0,023), соков и вод (α_{114}=0,154) и хлебобулочных изделий (α_{124}=0,203) слабое. Все это позволяет сделать вывод, что главный фактор F_4 – это доходы покупателей. В этой связи непосредственная деятельность ТП ограни-

*Под отрицательным влиянием здесь подразумевается уменьшение в среднем значения признака X_i при увеличении воздействия главного фактора.

** Под положительным влиянием здесь подразумевается увеличение в среднем значения признака X_i при увеличении воздействия главного фактора.

Таблица 2

Матрица повернутых факторных нагрузок и общности

	F_1	F_2	F_3	F_4	Общность
x_1	0,868	0,078	0,153	0,340	0,898
x_2	0,853	0,100	0,179	0,426	0,950
x_3	0,862	0,310	0,317	0,174	0,970
x_4	0,805	0,254	0,196	0,421	0,929
x_5	−0,863	0,117	0,308	0,316	0,954
x_6	−0,882	0,300	0,161	0,195	0,931
x_7	0,507	0,021	0,172	0,833	0,981
x_8	−0,831	0,193	0,342	0,354	0,970
x_9	−0,913	0,034	0,278	0,186	0,947
x_{10}	0,149	−0,932	0,264	0,023	0,961
x_{11}	0,244	−0,314	0,879	0,154	0,954
x_{12}	−0,816	0,210	0,432	0,203	0,938

чена, но одновременно усиливается значимость государственного регулирования социальных программ качества жизни населения (доходы, платежи, услуги, тарифы).

Анализируя значения общности (табл. 2), можно сделать вывод о том, что идентифицированные главные факторы практически на 100% (от 89,8 до 97%) описывают изменение значений реализуемой продукции, включённых в исследование. Это является свидетельством того, что в данном процессе, который описан показателями X_i, отсутствуют индивидуальные факторы.

Таким образом, по результатам анализа расчетов выявлены объективно существующие четыре главных фактора, которые оказывают влияние на реализацию продукции данного ТП.

(Продолжение следует)

1. Иберла К. Факторный анализ. М.: Статистика, 1980. 458 с.
2. Программные продукты серии ОЛИМП. СтатЭксперт. М.: 1996. 324 с.
3. Харман Г. Современный факторный анализ. М.: Статистика, 1972. 538 с.
4. Официальный сайт Малого предпринимательства Челябинской области [Электронный ресурс]: Малый бизнес Челябинской области. – Челябинск. – Свободный доступ: http://chelbiznes.ru