

В.Г. Мохов, д-р экон. наук, профессор,  
В.Г. Плужников,<sup>1</sup>  
г. Челябинск

## ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Изложен авторский подход прогнозирования параметров ресурсного обеспечения предприятия в условиях динамично меняющейся экономической среды. Исследована динамика показателей эластичности факторов производства на основе метода «скользящего окна». На основе экономико-математического моделирования разработан метод управления результирующими показателями производства посредством воздействия на факторы эластичности производства. Сформулированы аспекты практического применения построенной модели.

**Ключевые слова:** прогнозирование параметров ресурсного обеспечения, анализ динамики показателей эластичности факторов производства, метод «скользящего окна», управление эффективностью производства.

Классический аппарат анализа и прогнозирования поведения промышленного предприятия, в частности и социально-экономических систем (СЭС), в наиболее общем случае не удовлетворяет современным требованиям к оперативности их принятия и реализации в условиях динамично меняющейся экономической среды. Поэтому с достаточной степенью уверенности можно говорить о необходимости развития новых подходов, методов и инструментов анализа и прогнозирования состояния СЭС как на уровне их управления в целом, так и в контексте анализа эффективности факторов производства.

В практике менеджмента для достижения поставленных целей желательно определить линейно-независимые комбинации переменных, которые обеспечивают

наиболее эффективное их применение в меняющихся условиях. При этом необходимо учитывать, что с одной стороны СЭС являются слабоструктурированными системами и характеризуются отсутствием качественных экономико-математических моделей происходящих в них процессов. Поэтому исследование состояния СЭС, осуществляемые путем анализа динамики свойств факторов производства, установление причинно-следственных связей между ними являются актуальными, особенно в условиях динамично меняющихся условий их функционирования.

Для исследования динамики параметров факторов производства воспользуемся классической эконометрической моделью, известной как степенная производственная функция (ПФ). Аппарат ПФ достаточно хорошо разработан, этой теме посвящена обширная литература. На микроэкономическом уровне ПФ используются для решения задач анализа и планирования, а также задач прогнозирования параметров взаимосвязи между величиной затрачиваемых ресурсов и выпуском продукции предприятия. При этом обычно используется стандартный набор алгебраических выражений, параметры

---

<sup>1</sup> Мохов Вениамин Геннадьевич – доктор экономических наук, профессор кафедры предпринимательства и менеджмента, заместитель декана факультета экономики и предпринимательства Южно-Уральского государственного университета (НИУ); e-mail: mokhov50@mail.ru.

Плужников Владимир Германович – старший преподаватель кафедры предпринимательства и менеджмента Южно-Уральского государственного университета (НИУ); e-mail: pvg77@bk.ru.

которых находятся при помощи методов математической статистики. Нередко при решении задачи прогнозирования на промышленном предприятии сталкиваются с эффектом мультиколлинеарности Мендерсхаузена [8]. Этот эффект незначительно, с математической точки зрения, усложняет задачу, но разрешим и лежит вне аспектов рассмотрения данной работы.

Исследование модели предприятия на основе ПФ построено на неявном предположении о том, что наблюдаемые производственные процессы являются эффективными, что, как мы покажем дальше, не всегда верно. Кроме того, предлагаемая модель имеет существенный недостаток, т. к. основана на допущении сохранения пропорций между характеристиками экономической системы в течение всего ретроспективного периода (фиксированные значения). Но изменения условий производства, вызываемые воздействием внешней среды, вносят существенные погрешности в результаты моделирования. То есть при экстраполяции трендов различных показателей, используя постоянные (фиксированные) коэффициенты как минимум не учитывается динамика изменения свойств как факторов производства, так и их взаимосвязей под воздействием внешней среды. Кроме того, использование для прогнозирования тренда, построенного на ретроспективных данных, а именно таковыми являются данные бухгалтерской отчетности, пролонгирует «старые» экономические механизмы на новые условия их функционирования.

Опыт использования макроэкономических моделей в микроэкономике показал, что стандартные неоклассические модели хорошо подходят для описания траекторий, которые не очень значительно отклоняются от траекторий сбалансированного роста. В литературе различают производственные функции с постоянными и с переменными коэффициентами эластичности, которые применяют при исследовании влияния факторов производства на состояние СЭС, на

сбалансированных участках траектории развития [1, 2].

В случае нестационарных процессов применение производственных функций для исследования влияния факторов производства на состояние СЭС по мнению ряда авторов также является обоснованным [1, 3]. На основе модели Солоу [6] (для СЭС, в которых доля потребления постоянна), когда имеет место сходимость траекторий не к стационарным состояниям (стабильное соотношение факторов производства), а к сбалансированным траекториям, выявлена зависимость темпов роста (не только уровней) от долей факторов производства и доказывается, что несбалансированные траектории-решения сходятся к сбалансированным траекториям [1].

Таким образом, на различных участках сбалансированной траектории в случае применения функции Кобба-Дугласа темп изменения результирующего показателя определяется темпами прироста факторов производства и долями факторов (изменением показателей эластичности производства) [9, 10].

Следовательно, имея заданный результирующий показатель (например, общие издержки – ТС), который в случае промышленного предприятия определяется динамично меняющимися условиями внешней среды, можно прогнозировать динамику параметров факторов производства (ресурсного обеспечения предприятия). Эти изменения параметров можно трактовать как изменение степени ресурсной зависимости, хотя это пересекается с проблемой определения вида производственной функции, обеспечивающей движение по сбалансированной траектории, затронутой в работе Джонса и Скримгеура [4].

При выборе исследуемых факторов, описывающих состояние СЭС, факторы делятся на группы, каждая из которых обладает определенной спецификой (функциональной ролью) в процессе моделирования. В процессе анализа эксперт, как правило,

знает (или предполагает), изменения каких факторов могут оказаться существенными. При выборе классификационных признаков для простоты остановимся на регистрах учета финансовой отчетности предприятий, ограничимся данными бухгалтерских форм № 1–3.

Результаты функционирования СЭС зависят как от внешних (уровень спроса и предложения, цена товара или стоимость работ и т. д.), так и внутренних факторов (свойства параметров ресурсного обеспечения предприятия). Влияние внешних факторов в работе учитывалось опосредовано через изменение общих затрат на производство, что позволило снизить погрешность результатов исследования.

Для анализа использована модель, учитывающая влияние материальных, трудовых и инновационно-инвестиционных ресурсов:

$$TC = A \cdot OA^\alpha \cdot BnA^\beta \cdot FOT^\gamma \cdot In^\delta, \quad (1)$$

где  $TC$  – общие затраты на выпуск продукции (себестоимость производства выпущенной продукции), тыс. руб./год;

$A$  – масштабный переводной коэффициент;

$OA$  – оборотные активы предприятия, тыс. руб./год;

$BnA$  – внеоборотные активы предприятия, тыс. руб.;

$FOT$  – фонд оплаты труда (зароботная плата и страховые сборы), тыс. руб./год;

$In$  – инновационно-инвестиционные затраты на развитие предприятия, тыс. руб.;

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$  – коэффициенты эластичности соответствующих ресурсов, безразм.

При исследовании динамики параметров ресурсного обеспечения СЭС в качестве исходной информации была использована выборка данных из квартальной финансовой отчетности промышленного предприятия за 3,5 года (14 периодов). В процессе нормализации выборка была очищена от изменений, вызванных результатами неосновной деятельности и инфляци-

онными процессами. Данные приведены к постоянным ценам и представлены в табл. 1 и на рис. 1.

При исследовании параметров динамики факторов производства разобьем исходную совокупность, представленную в табл. 1, на 10 групп (интервалов) методом «скользящего окна».

Длительность исследуемых интервалов равна пяти периодам (наблюдениям). В общем случае длительность интервала должна быть на одно наблюдение больше чем количество переменных (исследуемых факторов). Обоснование длительности исследуемого интервала оставляем за рамками исследования.

Из первоначальной совокупности выделяем 5 периодов (наблюдений) с № 1 по № 5 и включаем их в первый интервал. В табл. 1 данные наблюдений включены в первый интервал, который выделен жирной рамкой. Во второй интервал включены наблюдения из первоначальной совокупности с № 2 по № 10. Аналогичным образом формируем остальные интервалы 3, 4, ..., 10. В последний, десятый, интервал, соответственно, входят наблюдения с № 10 по № 14.

Техника предлагаемого анализа включает проведение предварительного анализа данных, предшествующего этапу оценивания динамики параметров специфицированной зависимости. При предварительном анализе выделены периоды, характеризующиеся различным поведением исходных данных, идентификацией поворотных точек (границ периодов), т. е. выявляется хронология процесса.

Можно обратить внимание, что в отдельные периоды № 5, № 7, № 9, № 11, № 13, входящие в 5-й и 9-й интервал, происходит снижение объемов производства (отрицательные темпы роста) при положительном росте некоторых факторов ( $OA, BnA$ ).

Динамику параметров данных факторов в этих интервалах можно интерпретировать (аппроксимировать) как изменение их

свойств при реакции СЭС на меняющиеся воздействия внешней среды.

Изменение факторов ( $FOT_p$ ,  $In_p$ ,  $OA_p$ ,  $BnA_i$ ) и результирующего показателя  $TC_i$  происходит с нарушением принципа сбалансированности (пропорциональности). Данная ситуация характерна для динамичной среды, когда резкая интенсификация процессов приводит к быстрой утрате сопоставимости между соседними членами временных рядов. В этом случае из-за непропорциональной реакции фактических

параметров факторов ПФ наблюдается снижение экономического результата хозяйственной деятельности предприятия  $TC_i$  при росте факторов ПФ ( $FOT_p$ ,  $In_p$ ,  $OA_p$ ,  $BnA_i$ ) в пятом и девятом интервалах.

На следующем этапе определяем параметры ПФ на различных интервалах. Путем логарифмирования совокупности данных по формуле 2, приводим их к линейному виду. Полученные системы линейных уравнений для каждого интервала решаем методом наименьших квадратов (МНК, SSD).

Таблица 1

Данные выборки финансовой отчетности, тыс. руб.

№	TC	OA	BnA	FOT	In	
1	98 098	349 534	325 421	5 802	48 267	
2	126 874	331 969	332 853	7 521	19 276	
3	136 869	336 811	333 930	8 111	35 191	
4	142 831	348 084	330 310	8 454	37 431	
5	124 543	<b>356 631</b>	333 866	7 396	41 563	1
6	182 242	367 117	335 166	10 804	41 093	2
7	133 059	354 734	334 095	7 855	15 837	3
8	168 265	339 604	342 630	9 532	22 885	4
9	157 580	324 830	<b>348 963</b>	8 869	21 056	5
10	185 710	372 070	306 426	10 422	29 175	6
11	181 936	346 445	<b>316 872</b>	10 174	9 172	7
12	283 209	355 159	319 608	16 205	38 482	8
13	180 347	<b>373 541</b>	<b>324 400</b>	10 635	<b>48 953</b>	9
14	223 953	452 102	346 377	13 209	127 585	10

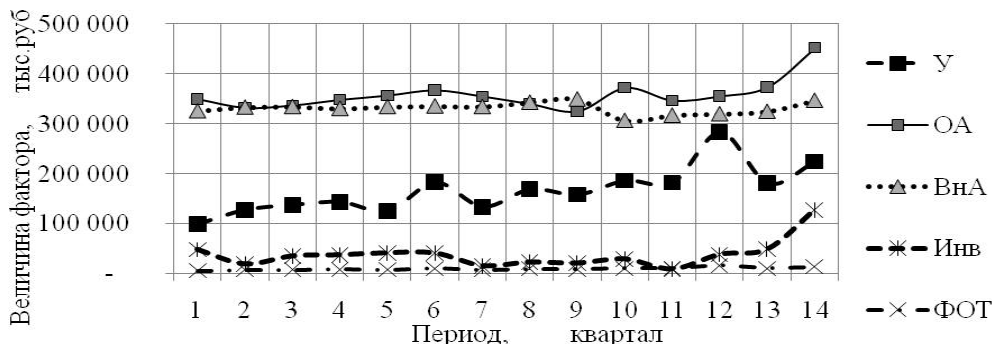


Рис. 1. Динамика базовых и целевых факторов

Расчет параметров производился программой Microsoft Office Excel 2007, инструмент *Данные / Анализ данных / Регрессия*.

$$\sum \ln TC_i = \sum \ln A + \alpha \cdot \sum \ln OA_i + \beta \cdot \sum \ln BnA_i + \gamma \cdot \sum \ln FOT_i + \delta \cdot \sum \ln In_i. (2)$$

На основе полученных линейных уравнений рассчитаны параметры коэффициентов эластичности факторов производства ПФ ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ), которые приведены в табл. 2 и на рис. 2. Результаты анализа динамики коэффициентов эластичности  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  также подтверждают вывод об изменении параметров эластичности факторов производства (параметров ресурсного обеспечения), особенно в 5-м и 9-м интервале. Изменение показателей  $\alpha, \beta$  в соответствующих интервалах значительно. При этом в различные периоды показатели эластичности производства принимают как положи-

тельные, так и отрицательные значения. На наш взгляд, отрицательные значения показателей  $\alpha, \beta$  объясняются необоснованным вовлечением в производство дополнительных ресурсов при неполном использовании имеющихся факторов производства в условиях реального снижения объемов выпуска (номер наблюдений 5; 7; 9; 11 в табл. 1). Низкий уровень эластичности внеоборотных активов ( $BnA$ ) понятен и объясняется их экономической природой. В краткосрочном периоде их величина относительно стабильна. Низкий уровень эластичности оборотных активов ( $OA$ ) обусловлен недостаточно эффективной системой управления оборотным капиталом промышленного предприятия. В равной степени это относится и к показателям инновационно-инвестиционной деятельности ( $In$ ). Поэтому их отрицательная корреляция может быть вызвана временным лагом между моментом

Таблица 2

Динамика показателей коэффициентов эластичности

Наименование	Номер интервала									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\ln A$	5,40	5,08	4,85	-3,38	<b>81,00</b>	17,11	13,22	9,25	28,35	5,64
$\alpha$	-0,03	-0,03	-0,01	-0,37	<b>-2,21</b>	-0,68	-0,52	-0,20	-0,95	0,31
$\beta$	-0,18	-0,16	-0,15	0,84	<b>-4,09</b>	-0,57	-0,38	-0,27	-1,03	-0,55
$\gamma$	1,01	1,01	1,01	1,02	1,22	<b>1,26</b>	1,12	0,96	0,94	1,07
$\delta$	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,02	-0,06	0,02	0,00	0,03	-0,04

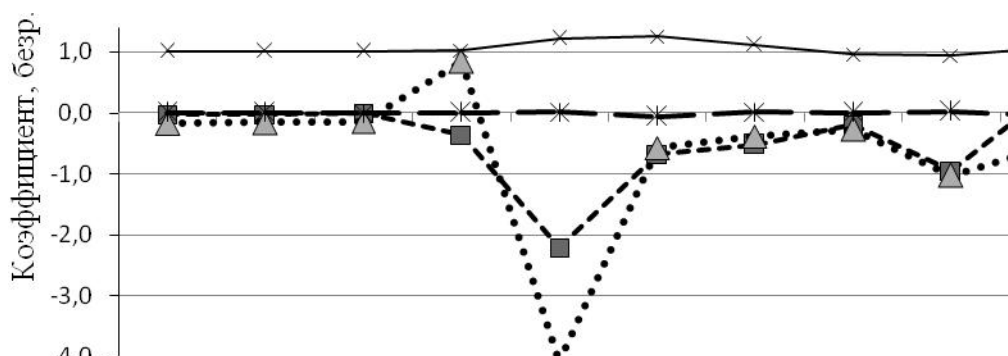


Рис. 2. Динамика показателей коэффициентов эластичности

проведения капиталовложений и отдачей, а также низкой фактической загрузкой имеющегося оборудования.

Интересна положительная динамика значений показателя  $\beta$  в четвертом интервале. Скорее всего, она вызвана относительно стабильными значениями  $VnA$  в соответствующих периодах при общем росте объемов производства  $TC_i$ . Необходимо отметить высокий уровень эластичности фонда оплаты труда сотрудников предприятия.

Вероятностные модели дают лишь оценки коэффициентов регрессии. Анализ верифицируемости полученных оценок относительно фактических данных, достигается проверкой статистической значимости коэффициентов регрессии и близости расположения фактических данных к рассчитанной линии регрессии [5].

По найденным в процессе решения уравнений (2) коэффициентам регрессии показателей  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  (см. табл. 2) и исходным данным факторов производства ( $FOT_p, In_p, OA_p, VnA_p$ ) получим расчетные значения затрат на производство ( $\overline{TC}_i$ ) по каждой выборке, полученные результаты представлены в табл. 3. Можно отметить высокую степень совмещения расчетных значений затрат  $\overline{TC}_i$ , для различных интервалов фактических значений (столбец «Факт» табл. 3).

Для оценки точности модели использована средняя относительная ошибка аппроксимации (3), т. е. статистическая значимость коэффициентов определялась степенью вариации вокруг оценочного значения.

$$E_0 = \frac{1}{n} \cdot \sum \left| \frac{TC_i - \overline{TC}_i}{TC_i} \right| \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $n$  – количество наблюдений в каждом интервале ( $n = 5$ );

$\overline{TC}_i$  – расчетное значение переменной в  $i$ -й выборке;

$TC_i$  – фактическое значение для  $i$ -го наблюдения.

Как видно в границах выделенных интервалов, средняя ошибка аппроксимации в пределах заданной погрешности равна 0 %, что позволяет сделать вывод о высокой достоверности построенной модели.

## Выводы

1. Предложенный метод динамического анализа на основе «скользящего окна» позволяет не только оценивать влияние факторов производства на конечный продукт, но и прогнозировать динамику параметров ресурсного обеспечения предприятия в условиях неопределенности в части эффективности (эластичности) этих факторов и их величины (доли факторов).

2. Затратные оценки факторов производства в условиях неопределенности в достаточной степени предсказуемости позволяют прогнозировать как динамику производства, так и эффективность (показатели эластичности) их использования.

3. Предлагаемый метод диагностики и прогнозирования динамики факторов производства позволяет значительно повысить точность и достоверность прогноза.

4. Имея результаты оценок динамики параметров внешней среды, можно прогнозировать эффективность (эластичность) использования факторов производства промышленного предприятия.

5. Выявив доминантные эластичности производства, можно управлять его эффективностью и выстраивать долгосрочную стратегию промышленного предприятия.



Таблица 3

Расчетные значения  $ТС_i$

№	Номер интервала										Факт ТС
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	98 098	97 984	97 870	95 752	107 917	86 891	98 294	105 517	108 521	92 455	98 098
2	126 874	126 874	127 373	129 957	148 885	130 433	131 821	135 657	138 508	122 901	126 874
3	136 869	136 869	136 869	139 869	157 558	136 416	143 485	145 484	148 547	130 413	136 869
4	142 831	142 831	142 831	142 831	161 243	140 849	148 471	150 866	151 598	138 204	142 831
5	124 543	124 543	124 543	124 543	124 543	115 644	125 965	131 692	129 638	119 533	124 543
6	182 060	182 242	182 242	182 242	182 242	182 242	189 077	188 201	179 100	180 416	182 242
7	132 141	132 216	133 059	133 059	133 059	133 059	133 059	139 384	134 207	132 186	133 059
8	160 138	160 311	160 791	168 265	168 265	168 265	168 265	168 265	165 051	155 783	168 265
9	148 636	148 802	149 256	161 366	157 580	157 580	157 580	157 580	157 580	141 291	157 580
10	178 221	178 114	178 460	162 168	242 920	185 710	185 710	185 710	185 710	185 710	185 710
11	173 005	173 043	174 579	167 460	236 234	199 673	181 936	181 936	181 936	181 936	181 936
12	276 296	276 510	276 200	268 435	389 433	319 981	307 689	283 209	283 209	283 209	283 209
13	180 172	180 231	180 032	173 275	197 185	177 910	186 929	186 454	180 347	180 347	180 347
14	220 486	221 039	220 119	212 700	130 781	185 953	213 261	217 520	176 811	223 953	223 953

**Список использованных источников**

1. Матвеевко В.Д. Ресурсозависимость и экономическое развитие: пример России // Реформирование общественного сектора. Поиск путей повышения эффективности : материалы 7-й Международ. конф. / под ред. И.Н. Баранова, Т.М. Скляр, Ю.В. Федотова. СПб. : Издат. дом СПбГУ, 2006. Ч. 2. С. 109–142.
2. Мохов В.Г. Методика маржинального анализа деятельности промышленного предприятия // Известия Челябин. науч. центра. 2006. Вып. 3 (33). С. 124–129.
3. Бессонов В.А. О трансформационных структурных сдвигах российского промышленного производства // Экономический журнал ВШЭ. 2000. Т. 4, № 2. С. 184–219.
4. Jones C.I., Scrimgeour D. The steady-state growth theorem: Understanding Uzawa (1961). Mimeo, 2005.
5. Уотшем Т.Дж., Паррамоу К. Количественные методы в финансах: учеб. пособие для вузов / пер. с англ. под ред. М.Р. Ефимовой. М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999. 527 с.
6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://studyfinance.ru/macroeconomics/102-model-soloy-osnovnyue-polozeniya>.
7. Powell W.W. Expanding the scope of institutional analysis // The new institutionalism in organizational analysis / Ed. by W.W. Powell, P.J. DiMaggio. Chicago: University of Chicago Press, 1991. P. 182–203.
8. Катышев, П.К., Магнус Я.Р. Пересецкий А.А. Сборник задач к начальному курсу эконометрики. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2007. 368 с.
9. Доугерти К. Введение в эконометрику / пер. с англ. М.: Инфра-М, 2001. 402 с.
10. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика : учебник для вузов / под ред. Н.Ш. Кремера. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 311 с.
11. Salvatore D. Microeconomics: theory and applications. New York: Oxford University Press, 2003. 724 p.