

# ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 65.01

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ В УПРАВЛЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

В. А. Васяйчева

В статье освещается вопрос необходимости научно обоснованного управления финансово-экономическими системами. В практике современного менеджмента решения подобного рода вопросов чаще всего основываются на техническом и технологическом перевооружении производства. Однако, существует немало факторов, позволяющих стабилизировать производство и вывести предприятие на более высокие показатели без значительных финансовых вложений. Кадровый ресурс является одним из наиболее важных ресурсов предприятия. Острота внимания к совершенствованию кадрового менеджмента связана с интеграцией России в мировое сообщество, с глобализацией рынков труда, с одной стороны, и с поиском собственных конкурентных преимуществ, с другой. Автором доказывается необходимость применения методов математического моделирования в управлении персоналом. На современном этапе развития экономики нашей страны требуется переосмысление отношения к кадровой политике предприятий. Необходима её оперативная корректировка в области оценки, анализа, учёта и планирования кадров, совершенствования методов управления персоналом на основе применения математических методов.

**Ключевые слова:** промышленные предприятия, конкурентоспособность, управление, математические методы, персонал предприятия.

Отсутствие эффективных технологий управления финансово-хозяйственной деятельностью российских промышленных предприятий повлекло принятие необоснованных управленческих решений, неспособность адаптироваться к условиям рынка и как следствие – возникновение кризисной ситуации в стране. Для снижения рисков, повышения эффективности производства, достижения высокой степени управляемости и обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции как российским, так и зарубежным компаниям приходится перестраивать свою организационную структуру и подходы к формированию финансовой и инвестиционной политики.

Особое внимание на современном этапе промышленные предприятия, предпола-

гающие или реализующие программы своего развития и продвижения товаров на рынки, вынуждены уделять вопросам персонала – своевременно и четко корректировать кадровую политику на основе ежегодных перспективных планов развития производства и текущей оценки экономической ситуации [1; 2]. Это объясняется тем, что среди факторов, определяющих успешное функционирование компании в настоящее время, приоритетным является кадровый вопрос (в том числе и издержки, связанные с неверной оценкой персонала). Конкурентоспособность индивидуумов, заинтересованных в конечном результате своего труда, обеспечивает конкурентоспособность предприятия и экономики в целом [3].

### Условия и методы исследования

Среди трудов отечественных учёных и практиков вопросы управления персоналом на основе применения математических методов разработаны на довольно низком уровне, хотя они относятся к наиболее важным, ос-

---

© Васяйчева В. А., 2016.  
Васяйчева Вера Ансаровна,  
(veraavasyaycheva@ya.ru),  
доцент кафедры управления человеческими ресурсами  
Самарского университета,  
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

новным факторам, определяющим стратегию развития предприятия [4; 5].

Недостаточный объём информации, неосведомленность в вопросах о современных технологических приемах и программном обеспечении, позволяющих оперативно корректировать кадровую политику в соответствии с быстро изменяющимися условиями функционирования предприятия, а также отсутствие грамотных специалистов, обладающих знаниями и навыками аналитического анализа, влечет нестабильность экономического состояния предприятия, угрозу банкротства.

Однако за счёт расширения использования методов математического анализа и моделирования возрастают возможности в области совершенствования кадровой политики предприятий, в том числе за счёт расширения контроля качества профессионализма и совершенствования стимулирования труда персонала

Математические методы позволяют обнаруживать скрытые связи и закономерности посредством формализации и рационального структурирования имеющейся информации, и на их основе получать обоснованные заключения о сложных экономических взаимосвязях, исходя из случайной выборки эмпирических данных.

В вопросах управления персоналом, например, появляется возможность:

- прогнозировать изменение численности персонала при изменении экономической ситуации с помощью трендового моделирования временных рядов и оценивать эффективность производства на основе анализа основных производственных показателей;

- исследовать зависимость производительности труда работника от ряда характеризующих его факторов с помощью корреляционно-регрессионного анализа, сравнивать значимость включенных в модель факторов и степень их влияния на результат с помощью методов факторного анализа, корректировать качество персонала на основании полученных прогнозов;

- разрабатывать оптимизационные модели, отвечающие многочисленным возможным вариантам функционирования конкретного экономического объекта посредством динамического программирования;

- оценивать качество персонала методом экспертных оценок на основе карт качества профессионализма;

- ранжировать как отдельных работников, так и категории персонала в соответствии со степенью их значимости в процессе производства посредством применения системы бонус-малус;

- корректировать производительность труда на предприятии в соответствии с расчетным (оптимальным) количеством персонала и объемом выработки;

- повышать заинтересованность работников в более продуктивной и качественной работе за счет повышения мотивации и стимулирования каждого на основе анализа уровня его профессионализма;

- определять оптимальное значение объема выработки предприятия при достигнутом стационарном распределении работников по классам на основе анализа Марковского процесса (каким является процесс распределения всех работников предприятия по классам) с последующим применением производственной функции Кобба-Дугласа.

На рис. 1 отражены возможные пути совершенствования кадровой политики предприятий на основе оптимизации численности персонала и управления уровнем и качеством его профессионализма на базе математических методов и пакетов компьютерных программ.

Для решения кадровых проблем наиболее эффективными являются методы математической статистики и эконометрического моделирования [6]:

- методы анализа взаимосвязи факторов (кластерный, факторный, дискриминантный, дисперсионный);

- метод корреляционно-регрессионного анализа;

- метод анализа временных рядов;

- метод динамического программирования.

Первые из перечисленных методов применяются, как правило, для первичной обработки данных. Остальные – для исследования влияния факторов на результирующую переменную как независимо от времени (корреляционно-регрессионный анализ), так и в динамике (анализа временных рядов).



**Рис. 1. Применение математических методов для совершенствования кадровой политики предприятий**

С помощью метода динамического программирования возможно решение, так называемых, многошаговых задач – задач оптимизации специальной структуры с аддитивными или мультипликативными целевыми функциями, позволяющий изучать Марковские процессы. Оптимизация функции  $n$ -переменных приводится при этом к оптимизации  $n$ -функций одной переменной. В частности, метод эффективно используется для решения задач планирования рабочей силы предприятия на определенный промежуток времени, необходимый для поэтапного выполнения заданного объема работ.

#### Результаты и их обсуждение

В качестве примера применения метода нелинейной регрессионной модели рассмотрим следующую задачу: используя нелинейную модель, исследовать зависимость производительности труда от трудового стажа и возраста работников, заданную табл. 1 (данные взяты автором из статистических отчетов предприятия ООО «Дианекс»). Здесь  $Y$  –

производительность труда,  $X_1$  – трудовой стаж,  $X_2$  – возраст работников (в годах).

Для исследования связи  $Y$  от  $X_1$  используем уравнение логарифмической регрессии вида:

$$Y = a_0 + a_1 \ln X_1. \quad (1)$$

Зависимость  $Y$  от  $X_2$  определим с помощью квадратичной зависимости:

$$Y = a_0 + a_1 X_2 + a_2 X_2^2. \quad (2)$$

В результате линеаризации модели (1), соответствующих вычислений и применения пакета программ MS Excel находим:

$$a_0 = 87,82682, a_1 = 14,996$$

и, следовательно, искомая регрессионная модель имеет вид:

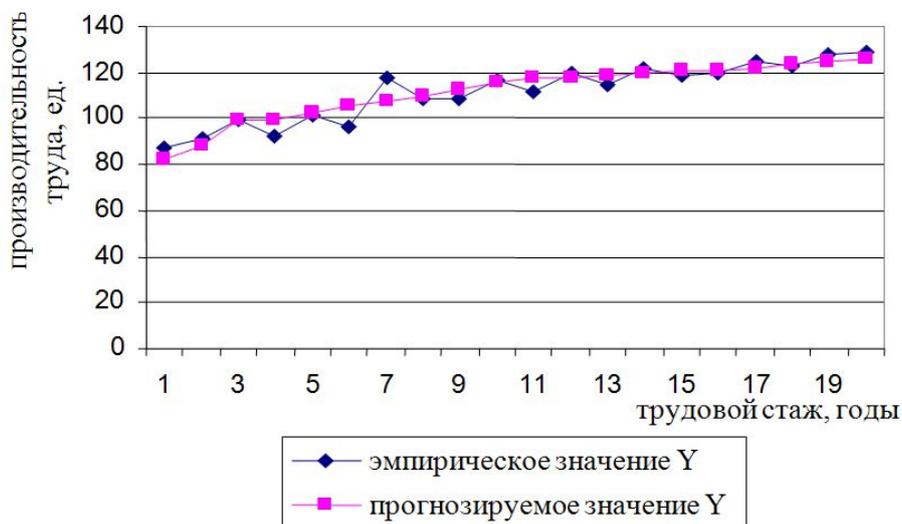
$$y = 87,82682 + 14,996 \ln X_1. \quad (3)$$

Таблица 1

**Динамика трудовых показателей 20-ти работников  
предприятия ООО «Дианекс» (г. Самара)**

<i>t</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<i>Y</i>	87	91	99	92	101	96	118	109	109	117
<i>X<sub>1</sub></i>	0,7	1,2	2,2	2,2	2,7	3,2	3,7	4,2	5,2	6,2
<i>X<sub>2</sub></i>	20,5	18,5	22,5	22,5	24,5	20,5	24,5	24,5	48,5	46,5
<i>t</i>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<i>Y</i>	112	120	115	122	119	120	125	123	128	129
<i>X<sub>1</sub></i>	7,2	7,3	7,7	8,2	8,7	9,2	9,7	11,2	11,4	12,2
<i>X<sub>2</sub></i>	44,5	27,5	47,5	26,5	45,5	34,5	30,5	42,5	39,5	34,5

*Примечание:* *Y* – производительность труда, *X<sub>1</sub>* – трудовой стаж, годы; *X<sub>2</sub>* – возраст работников, годы.



**Рис. 2. Зависимость производительности труда работников от их трудового стажа на примере предприятия ООО «Дианекс» (г. Самара)**

Уравнение регрессии значимо, так как  $F=126,402 > F_{кр.}$ , стандартная ошибка  $A=4,714 < 8$ . Значение коэффициента корреляции  $r = 0,9356 \approx 1$  свидетельствует о наличии тесной корреляционной связи (линейной зависимости) между результирующей переменной  $Y$  и  $\ln X_1$ , а коэффициент детерминации  $R^2 = 0,875348$  – об адекватности модели (87,5 % вариации зависимой переменной обусловлены влиянием включённого фактора, остальные 12,5% – влиянием других, неучтённых в модели факторов). В случае слабой корреляции следовало бы пересмотреть качество персонала предприятия.

На рис. 2 приведена графическая иллюстрация полученной зависимости (чем больше стаж, тем выше производительность труда работника).

Уравнение (2) в результате линеаризации приводится к уравнению множественной линейной регрессионной модели вида

$$Y = a_0 + a_1 X_2 + a_2 Z, \quad (4)$$

параметры которого определяются, как и в первом случае, с помощью обычных вычислений и пакета программ MS Excel и задаются матрицей:

$$A = \begin{pmatrix} -84,1996 \\ 10,94835 \\ -0,14363 \end{pmatrix}$$

Уравнение (2) окончательно принимает вид:

$$Y = -46,5363 + 9,505X_2 - 0,1297X_2^2. \quad (5)$$

В данном случае  $F=0,69615 > F_{кр}$ , то есть уравнение регрессии значимо,  $R^2=0,8339$ , следовательно, модель адекватна эмпирическим данным (83,4 % вариации зависимой переменной обусловлены влиянием включённого фактора, остальные 16,6 % – влиянием других, не учтённых в модели факторов).

При этом коэффициент  $a_1$  значим, так как  $|t_{a1}| > t_{кр}$ , коэффициенты  $a_0$  и  $a_2$  не значимы, так как для них  $|t_a| < t_{кр}$ .

Данное уравнение хорошо описывает влияние возраста работника на производительность труда. Представленный рис. 3 модели констатирует совпадение точек графиков наблюдаемой и прогнозируемой функций. На нём чётко прослеживается зависимость производительности от возраста работника: в возрасте до 35–45 лет производительность увеличивается, а после 45 лет она начинает снижаться.

Выявленная нами ситуация по производительности труда работников характерна для большинства промышленных предприятий Самарской области [7].

Отметим, что множественный корреляционно-регрессионный анализ использовался автором для изучения зависимости производительности труда от ряда следующих факторов:

- выручка от реализации товаров, продукции, работ, услуг;
- среднесписочная численность промышленно-производственного персонала;
- фонд заработной платы;

- среднемесячная заработная плата;
- выплаты социального характера для предприятия Самарской области ООО «Дианекс» (по материалам ежегодных отчётов 2009–2015 гг.).

### Заключение

В итоге сделан вывод, что при увеличении выручки от реализации и фонда заработной платы в ООО «Дианекс» производительность труда увеличивается, а увеличение среднесписочной численности промышленно-производственного персонала, среднемесячной зарплаты за год и выплат социального характера, наоборот, уменьшают производительность труда, то есть производственный процесс также имеет интенсивный характер.

При экстенсивном характере (когда определяющим фактором роста производительности труда является рост численности персонала) предприятие должно изменить систему управления финансово-хозяйственной деятельностью за счёт корректировки своей кадровой политики.

Таким образом, применение математических методов в управлении качеством рабочей силы позволяет сократить издержки предприятия за счёт оперативного и своевременного принятия управленческих решений, повысить эффективность его функционирования и конкурентоспособность продукции за счёт корректировки кадровой политики, и, как следствие, усовершенствовать управление финансово-экономическими системами в целом.

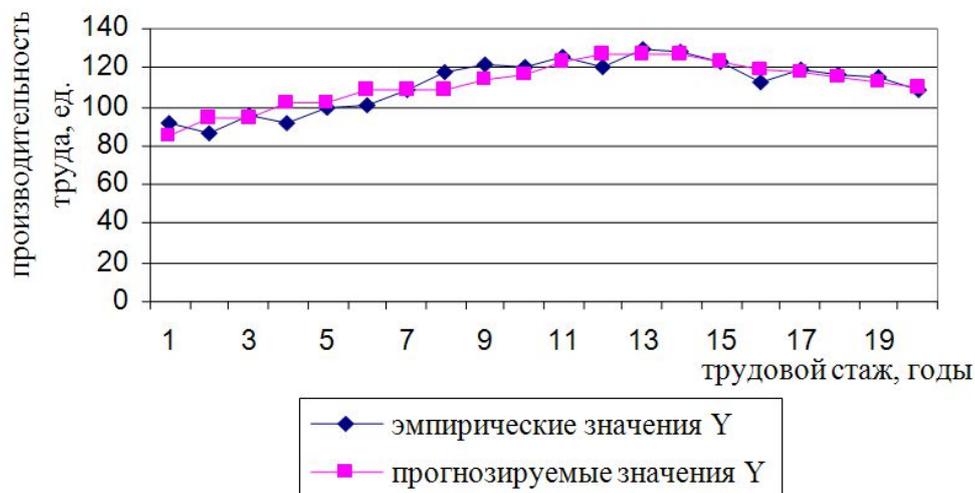


Рис. 3. Зависимость производительности труда работников от их возраста на примере предприятия ООО «Дианекс» (г. Самара)

**Литература**

1. Васяйчева В. А. Теоретико-методические вопросы управления конкурентоспособностью промышленных предприятий: монография. Самара: Самарский университет, 2016. 160 с.

2. Impact of Educational Attainment on the Development of Female Entrepreneurship in Kazakhstan / L. V. Orlova, G. A. Sakhabieva, V. A. Vasyaycheva [et al.] // Indian Journal of Science and Technology. Vol. 9 (11). 2016. P. 1–8.

3. Васяйчева В. А. Основополагающие факторы конкурентоспособности отечественной промышленности // Управленческий учёт. 2016. № 6. С. 10–17.

4. Бережная Е. В., Бережной В. И. Ма-

тематические методы моделирования экономических систем. М.: Финансы и статистика, 2006. 432 с.

5. Васяйчева В. А., Сахабиев В. А., Сахабиева Г. А. Об одном применении математических методов в экономике // Основы экономики, управления и права. 2014. № 2 (14). С. 96–99.

6. Экономико-математические методы и прикладные модели / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, Д. М. Дайитбегов [и др.]. М.: ЮНИТИ, 2002. 391 с.

7. Развитие промышленных комплексов России в условиях вызовов XXI века: монография / Л. К. Агаева, В. Ю. Анисимова, Н. В. Безлепкина [и др.]. Самара: Самарский университет, 2015. 230 с.

## THE MATHEMATICAL MODELING IN SOLVING INDUSTRIAL ENTERPRISES MANAGEMENT PROBLEMS

V. A. Vasyaycheva

The article is sanctified the need of science-based management of financial and economic systems. In the modern management practice such solutions are often based on the technical and technological production re-equipment. However, there are many factors that allow to stabilize production and to bring high indicators to the company without any significant financial investments. Human resource is one of the most important enterprise resources. The severity of attention to the improvement of human resource management is related to the Russia integration into the world community, labor markets globalization and searching for new competitive advantages. The author proves the necessity of mathematical modeling application in human resource management. At present requires a reinterpretation to the enterprises staff policy. It's needed the prompt adjustment in staff evaluation, its analysis, recording and workforce planning and improving the management through the application of mathematical methods.

**Key words:** industrial enterprises, competitiveness, management, mathematical methods, staff.

*Статья поступила в редакцию 09.09.2016 г.*