

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ВЫПУСКНИКАХ ВУЗОВ

© 2011 г. А. Н. Ткачев, П. В. Овчинников

Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)

Представлена методика прогнозирования потребности предприятия в выпускниках. Методика основана на анализе структуры процессов внутрифирменного кадрового движения и применении комплекса математических моделей.

Ключевые слова: кадровый потенциал; движение персонала; прогнозирование; математическая модель; численные методы.

Authors of the article present a method of forecasting the enterprises' graduates requirements. The method is based on analyzing the personnel movement processes inside the firm, and on using a complex of mathematical models.

Key words: personnel potential; personnel movement; forecasting; mathematical model; numerical methods.

В настоящее время в отечественной экономике наблюдается постепенное насыщение товарами как потребительских, так и деловых рынков, и, как следствие, обострение конкурентной борьбы. В условиях острой рыночной конкуренции компания, ориентированная на устойчивое долговременное функционирование, должна обеспечить высокую эффективность использования всех имеющихся в ее распоряжении ресурсов, особое место среди которых занимает кадровый потенциал. Современное предприятие должно создать эффективную систему управления персоналом, в качестве ключевого элемента которой выступает подсистема прогнозирования потребности организации в кадрах [3]. Особую актуальность указанная задача приобретает в процессе создания системы корпоративного взаимодействия крупного предприятия и университета, ведущего подготовку студентов по специальностям и направлениям, востребованным на данном производстве. Университет и предприятие должны согласовать образовательные траектории обучаемых и их дальнейшее профессиональное продвижение так, чтобы не допустить возникновения кадрового дефицита на производстве и, с дру-

гой стороны, повысить шансы выпускников на успешное трудоустройство.

Рассмотрим крупное предприятие, кадровая структура которого предполагает наличие в фиксированный момент времени T k категорий (должностей, групп должностей) работников. Считаем, что число сотрудников на рабочих местах каждой категории учитывается в начале календарного года. Тогда T — целое число [1].

Введем следующие обозначения. Пусть: $n_i(T)$ — число сотрудников, работающих на местах i -й категории в момент времени T ; $n_{ij}(T)$ — число сотрудников i -й категории, перемещающихся к моменту $T + 1$ в j -ю категорию; $n_{0i}(T + 1)$ — число сотрудников i -й категории, принятых на работу к моменту времени $T + 1$ по отношению к моменту времени T ; $n_{ik+1}(T)$ — число сотрудников i -й категории, покинувших предприятие к моменту времени $T + 1$; $n_{k+1}(T)$ — общее число сотрудников, покинувших предприятие в течении отрезка времени $[T, T + 1]$; $n_0(T + 1)$ — общее число сотрудников, принятых на работу в течении отрезка времени $[T, T + 1]$.

Граф переходов сотрудников из одной категории в другую, а также числовые харак-

теристики такого процесса представлены на рис. 1.

Будем рассматривать предприятие, как замкнутую систему с заданными входами (приемом на работу) и выходами (увольнением). Тогда должно выполняться уравнение баланса

$$n_j(T+1) = n_j(T) + n_{0j}(T+1) + \sum_{i=1}^k n_{ij}(T) - n_{jk+1}(T) - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k n_{ji}(T) = \sum_{i=1}^{k+1} n_{ij}(T) + n_{0i}(T+1) \quad (1)$$

$$\text{где } n_{jj}(T) = n_j(T) - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k n_{ji}(T) + n_{jk+1}(T) -$$

число сотрудников оставшихся работать в j -й категории.

Учитывая, что кадровая структура крупных предприятий (которые, в первую очередь, являются перспективными партнерами для ведущих вузов), в основном, сложилась и остается неизменной, будем считать постоянными величины

$$n_{ij}(T)/n_i(T) = p_{ij} = \text{const}, \quad i = \overline{1, k+1}. \quad (2)$$

Согласно условию (2) при увеличении числа сотрудников (например, в результате увеличения масштабов производства) в каждой i -й категории синхронно должно увеличиваться число переходов в другие категории. Постоянные p_{ij} в формуле (2) можно определить статистически, при этом

$$p_{ij} \approx \sum_{t=0}^T \frac{n_{ij}(t)}{n_i(t)}$$

Величинам p_{ij} в формуле (2) можно придать смысл вероятностей перехода сотрудника i -й категории в j -ю категорию. При этом величины p_{ik+1} имеют смысл вероятностей увольнения.

Определим число востребованных рабочих мест каждой категории с целью последующей подготовки специалистов под них. Будем считать величины $n_{01}(T+1), n_{02}(T+1), \dots, n_{0k}(T+1)$ управляемыми параметрами. Данные величины равны числу принимаемых на работу сотрудников каждой категории. Заметим, что в случае, когда общее число сотрудников, работающих на предприятии в течение года мало меняется, можно положить

$$n_0(T+1) = \sum_{i=1}^k n_{0i}(T+1) = \sum_{i=1}^k n_{ik+1}(T) = n_{k+1}(T) \quad (3)$$

То есть общее число принимаемых на работу сотрудников $n_0(T+1)$ равно общему числу увольняемых $n_{k+1}(T)$.

Введем следующие обозначения. Пусть p_i — вероятность увольнения сотрудника i -й категории; r_i — вероятность приема на работу сотрудника i -й категории.

Тогда выполняются равенства:

$$\sum_{i=1}^k p_{ij} + p_i = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^k r_i = 1 \quad (5)$$

Математическая модель, описывающая изменение кадровой структуры предприятия, полностью задается:

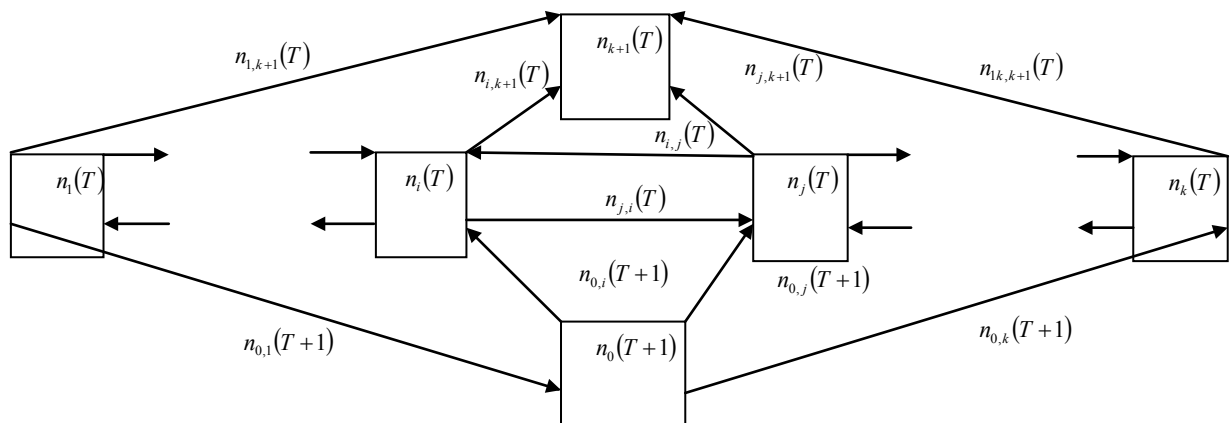


Рис. 1. Общая схема процессов перемещения сотрудников в рамках кадровой системы предприятия

1) матрицей (p_{ij}) вероятностей перехода (определяется структурой и технологическими процессами в конкретной организации);

2) вектором вероятностей увольнения $\bar{p} = (p_1, p_2, \dots, p_k)$, которые определяются характеристиками каждой i -й категории, сотрудников, условиями их труда;

3) вектором $\bar{r} = (r_1, r_2, \dots, r_k)$, определяющим распределение принимаемых на работу сотрудников по категориям (вектором управления персоналом).

В дальнейшем будем оперировать в балансовом соотношении (1) математическими ожиданиями (средними значениями) вообще говоря, случайных величин n_{ij} , n_j , обозначая их через N_{ij} , N_j соответственно. При этом выполняется:

$$N_{ij} = N_i(T)p_{ij}; \quad (6)$$

$$N_{0j}(T+1) = N_0(T+1)r_j. \quad (7)$$

В случае постоянства числа сотрудников, при выполнении условия (3), из соотношений (3), (7) имеем:

$$N_0(T+1) = \sum_{i=1}^k N_i(T)r_i. \quad (8)$$

Тогда с учетом формул (7), (8), получаем после подстановки в балансовое соотношение (1) имеем:

$$N_j(T+1) = \sum_{i=1}^k N_i(T)p_{ij} + r_j \sum_{i=1}^k N_i(T)p_i.$$

В матричной форме получаем:

$$\bar{N}(T+1) = \bar{N}(T)(P + \bar{p}^T \bar{r}) = \bar{N}(T)A. \quad (9)$$

где $\bar{N}(T) = (N_1(T), \dots, N_k(T))$; $P = (p_{ij})$;

$$\bar{p} = (p_1, p_2, \dots, p_k)^T; \quad \bar{r} = (r_1, r_2, \dots, r_k)^T;$$

$$A = P + \bar{p}^T \bar{r}.$$

Из уравнения (9) в случае постоянства матрицы A , элементы которой выражаются через вероятности перехода сотрудников из одной категории в другую p_{ij} и векторы $\bar{p}$, $\bar{r}$, следует:

$$\bar{N}(T+2) = \bar{N}(T+1)A = \bar{N}(T)A^2$$

$$\bar{N}(T+m) = \bar{N}(T)A^m \quad (10)$$

Равенство (10) можно интерпретировать, как уравнение прогноза кадрового состава на m лет вперед.

Перейдем к решению задачи управления персоналом, за счет соответствующей организации подготовки специалистов и их последующего трудоустройства на предоставляемые вакантные рабочие места в предприятии.

Рассмотрим случай, когда вектор задан $\bar{N} = (N_1, N_2, \dots, N_k)$ и ставится задача сохранения структуры. Тогда имеем:

$$\bar{N} = \bar{N}A. \quad (11)$$

Представленная задача сводится к тому, чтобы за счет выбора вектора управления $\bar{r} = (r_1, r_2, \dots, r_k)$, $r_i \geq 0$, $i = \overline{1, k}$ определить матрицу A так, чтобы обеспечить выполнение условия (11).

Заметим, что такая постановка задачи приобретает особую актуальность в современных условиях, в связи с возникновением на многих предприятиях проблемы сохранения необходимого количественного состава кадровых ресурсов.

Учитывая, что по определению

$$A = P + \bar{p}^T \bar{r},$$

получаем из формулы (11):

$$\bar{N} = \bar{N} \cdot (P + \bar{p}^T \bar{r}).$$

Отсюда последовательно находим:

$$\begin{aligned} \bar{N} \bar{p}^T \bar{r} &= \bar{N} (I - P); \\ \bar{r} &= \bar{N} (I - P) (\bar{N} \bar{p}^T)^{-1}, \end{aligned} \quad (12)$$

где: I — единичная матрица; $\bar{N} \bar{p}^T$ — скаляр.

Учтем неотрицательность и условие нормировки параметров r_j :

$$\sum_{j=1}^k r_j = 1, \quad r_j \geq 0, \quad (13)$$

Из условий (13) и (14), так как скаляр $\bar{N} \bar{p}^T > 0$, следует

$$\bar{N} \geq \bar{N}P. \quad (14)$$

Если неравенство (14) не выполняется, то решение задачи в замкнутой форме (12) получить нельзя. В этом случае можно поставить задачу иначе. Пусть точка $\bar{N}$ задает допустимую структуру, наименьшим образом отличающуюся от заданной структуры (точки $\bar{N}$), причем точка $\bar{N}^*$ принадлежит допустимой области, которая задается неравенствами

(14). Если эта точка является допустимой, с точки зрения менеджмента предприятия, то искомый вектор $\bar{r}$ находится из равенства (12), если положить $\bar{N} = \bar{N}^*$. Нахождение допустимой структуры $\bar{N}^*$ можно свести к решению задачи оптимизации вида:

$$\begin{aligned} z &= \sum_{i=1}^k a_i (x_i - N_i)^2 \rightarrow \min; \\ \bar{x} - \bar{x}P &\geq 0; \\ x_j &\geq 0, \quad j = \overline{1, k}, \end{aligned} \quad (15)$$

где весовые коэффициенты

$$a_i \left(a_i > 0; \sum_{i=1}^n a_i = 1 \right)$$

позволяют учесть насколько можно отклониться от имеющейся кадровой структуры с точки зрения менеджмента предприятия. При этом вектор $\bar{x} = \bar{N}^*$ — решение задачи (15) задает допустимую структуру предприятия.

Пусть теперь необходимо перевести кадровую систему из начального состояния $N(0) = (N_1(0), \dots, N_k(0))$ в новое состояние $\bar{N}^* = (N_1^*, \dots, N_k^*)$. Такая задача возникает при расширении (сужении) масштабов производства, его техническом перевооружении, оптимизации персонала и т. д. Используя полученные выше результаты, имеем:

$$\begin{aligned} \bar{N}(\infty) &= \bar{N}^*; \\ \bar{N}^* &= \bar{N}^* Q = \bar{N}^* \left(P + \overline{pr}^T \right); \\ \bar{r} &= \bar{N}^* (I - P) \left(\bar{N}^* \overline{r}^T \right)^{-1}. \end{aligned} \quad (16)$$

Решение поставленной задачи достижения заданного распределения N^* может быть найдено только в том случае, когда N^* лежит в допустимой области

$$\bar{N}^* \geq N^* P. \quad (17)$$

В случае, когда вектор $\bar{N}^*$ не принадлежит допустимой области (17) можно, как и выше, искать квазирешение задачи управления, то есть такое распределение $N = (N_1, N_2, \dots, N_k)$ из допустимого множества, которое является решением задачи квадратичного программирования

$$z = \|\bar{N} - \bar{N}^*\| = \sum_{i=1}^k a_i (N_i - N_i^*)^2 \rightarrow \min \quad (18)$$

$$\bar{N} \geq \bar{N}P; \quad \bar{N} \geq 0. \quad (19)$$

Задача оптимизации (18), (19) может быть решена известными численными методами [2]. После этого для найденного в результате решения задачи (18), (19) вектора $\bar{N}$ находится вектор $\bar{r}$ согласно равенству (12).

Таким образом, решая представленные выше задачи, вуз и предприятие-партнер получают возможность заблаговременной оценки потребности производства в кадрах. При этом прогнозные значения востребованности выпускников могут быть получены в разрезе отдельных должностей (групп должностей). Это позволяет применять обоснованные управленческие решения, направленные на оптимизацию процесса подготовки и адаптации специалистов.

Литература

1. Математическое моделирование. / Под ред. Д. Эндрюс, Р. Мак-Лоуна. — М.: Мир, 1979. — 279 с.
2. Турчак Л. И. Основы численных методов. — М.: Наука, 2003. — 320 с.
3. Управление персоналом организации. / Под ред. А. Я. Кибанова. — М.: ИНФРА-М, 2004. — 360 с.

Поступила в редакцию

11 сентября 2011 г.



Александр Николаевич Ткачев — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная математика» ЮРГТУ (НПИ).

Aleksandr Nikolaevich Tkachev — Ph.D., Doctor of Technics, professor, head of SRSTU (NPI) «Applied Mathematics» department.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132
132 Prosveshcheniya st., 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (8635) 25-59-62; e-mail: PVO78@yandex.ru



Петр Вячеславович Овчинников — старший преподаватель кафедры «Прикладная математика» ЮРГТУ (НПИ).

Petr Vyacheslavovich Ovchinnikov — senior lecturer of SRSTU (NPI) «Applied Mathematics» department.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132
132 Prosveshcheniya st., 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (8635) 25-59-62; e-mail: PVO78@yandex.ru
