

Нечетко-множественное моделирование потребности регионального рынка труда в трудовых ресурсах

09, сентябрь 2011

авторы: Иванов И. В., Лазебная Е. А.

УДК 51.77:331.552

БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород

ivan_i_v@intbel.ru

L_EL_A@mail.ru

Потребность регионального рынка труда (РРТ) в трудовых ресурсах может быть определена путем проведения количественной оценки показателей, характеризующих использование трудовых ресурсов и кадровую политику по совокупности предприятий и организаций. Исследование предприятий и организаций, функционирующих на РРТ, может быть затруднено целым рядом причин, в рамках каждого из них возможно сосуществование адаптировавшихся и не адаптировавшихся к рынку подразделений, характер кадровой политики и всей системы трудовых отношений на предприятиях весьма различен. Для оценки значения показателя, оценивающего потребность РРТ в трудовых ресурсах, в модели использован критерий PTR , который, в свою очередь, является сверткой частных критериев:

$$PTR_t = f\{FRV_t, IPK_t\},$$

где FRV_t – критерий, описывающий степень использования трудовых ресурсов на совокупности предприятий РРТ; IPK_t – критерий, позволяющий оценить движение рабочей силы на предприятиях РРТ; t – параметр, определяющий исследуемый период времени, в качестве которого при моделировании определен календарный год.

Значение каждого из критериев, участвующих в описании функции принадлежности PTR_t , определяется на основе агрегирования значений соответствующих им критериев, полученных по каждому отдельному предприятию РРТ, из числа принимающих участие в исследованиях. Для этого в модель введены:

- четкое множество предприятий РРТ, принимающих участие в исследованиях, $P = \{p_1, ..., p_m\}$, где m определяет количество предприятий, по которым проводятся исследования;

- критерий $FRVP_{jt}$, позволяющий оценить степень использования трудовых ресурсов на j -м предприятии, j – индекс предприятия из множества P , $j = 1, \dots, m$;

- критерий $IPKP_{jt}$, описывающий степень движения рабочей силы на отдельном j -м предприятии из множества P , $j = 1, \dots, m$.

Значения критериев, оценивающих потребность отдельного предприятия в трудовых ресурсах, будут определяться на основе анализа занятости сотрудников предприятия по степени использования фонда рабочего времени в исследуемый период времени t , в качестве которого определен календарный год. При этом во внимание принимаются следующие сведения:

- количество сотрудников, работавших в обычном режиме и по укороченному графику;
- количество сотрудников, находившихся в административных отпусках;
- количество сверхурочных работ в часах;
- количество принятых и выбывших сотрудников [1].

Источниками информации для анализа являются: план по труду, ф. № 1-Т «Отчет по труду», статистическая отчетность отдела кадров по движению рабочих [2].

Так как предметом исследования избраны методологические, теоретические и практические проблемы математического моделирования РРТ как экономической системы, функционирующей в условиях существенной информационной неопределенности, то разработку математической модели предлагается провести с применением теории нечетких множеств. При этом разработанные критерии, описывающие выбранные показатели, должны определять степень принадлежности исследуемых предприятий РРТ к нечеткому множеству предприятий, испытывающих потребность в трудовых ресурсах.

Для описания критерия $FRVP_{jt}$, используемого для оценки полноты использования кадров на j -м предприятии в исследуемый период времени t , будет использована функция, зависящая от трех критериев:

$$FRVP_{jt} = f \{ RN_{jt}, RD_{jt}, SR_{jt} \},$$

где RN_{jt} – критерий, описывающий степень использования полной рабочей недели сотрудниками j -го предприятия; RD_{jt} – критерий, описывающий степень уходов сотрудников j -го предприятия в административные отпуска; SR_{jt} – критерий, отражающий объем сверхурочных работ, выполняемых сотрудниками j -го предприятия в течение года.

Функция принадлежности $FRVP_{jt}$ должна достаточно полно отражать характер использования рабочего фонда на предприятии, т.е. чем больше на предприятии

сотрудников, работающих по обычному графику (укороченным графиком будем считать работу неполную рабочую неделю или неполный рабочий день) и чем меньше сотрудников в течение исследуемого периода времени уходит в административные отпуска, тем эффективнее используется рабочая сила предприятия. Критерий, отражающий сверхурочную работу, является важным показателем для отнесения предприятия к категории имеющих потребность в трудовых ресурсах. Функции принадлежности, составляющих $FRVP_{jt}$, должны быть разработаны таким образом, чтобы более высокое значение по каждой из них свидетельствовало о более высокой степени принадлежности обследуемого предприятия к нечеткому множеству предприятий, испытывающих потребность в трудовых ресурсах.

Для описания критерия RN_{jt} в модель вводится показатель $PRN(k)$ для отображения режима работы отдельного сотрудника на основе количества рабочих часов в неделю. Работой по обычному графику будем считать работу в течение 40 часов в неделю, естественно, что для сотрудников, работающих по сокращенному графику, значение показателя $PRN(k)$ будет меньше. Значение $PRN(k)$ определяется как значение функции

$$PRN(k) = \frac{k}{40},$$

где k – количество часов в неделю, отрабатываемых отдельным сотрудником в соответствии с графиком работы, $k = 1, \dots, 40$.

С учетом введенного в модель показателя $PRN(k)$, критерий RN_{jt} , описывающий степень использования полной рабочей недели сотрудниками j -го предприятия в целом за исследуемый период времени t описывается следующим образом:

$$RN_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^{KSP_{jt}} PRN_{ijt}(k)}{KSP_{jt}},$$

где KSP_{jt} – общая численность сотрудников предприятия в период времени t ; $PRN_{ijt}(k)$ – значение определяющее режим работы i -го сотрудника j -го предприятия, на основании графика работы, учитывающего количество отрабатываемых часов в неделю k , $k = 1, \dots, 40$, $i = 1, \dots, KSP_{jt}$.

Для описания критерия RD_{jt} , описывающего степень уходов на предприятии в административные отпуска, будет использована функция, аналитическая запись которой задается следующим выражением:

$$RD_{jt} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \cos\left(\frac{KRD_{jt}}{\max FRD_{jt}} \cdot \pi\right),$$

где KRD_{jt} – общее количество рабочих дней проведенных сотрудниками предприятия в административных отпусках в течение исследуемого периода времени t ; $\max FRD_{jt}$ – максимальный фонд рабочего времени в человеко-днях предприятия в исследуемый период времени на основании сведений, предоставленных отделом кадров.

График функции, представленной на рис. 1, отражает зависимость критерия RD_{jt} от показателя KRD_{jt} . Выбор нелинейного вида функции принадлежности обусловлен тем, что уход сотрудников в административные отпуска может быть вызван и естественными причинами, но значительное увеличение значения KRD_{jt} отражает трудоизбыточность предприятия с большей степенью. Следовательно, увеличение значения KRD_{jt} влечет за собой уменьшение степени принадлежности предприятия нечеткому множеству испытывающих потребность в трудовых ресурсах.

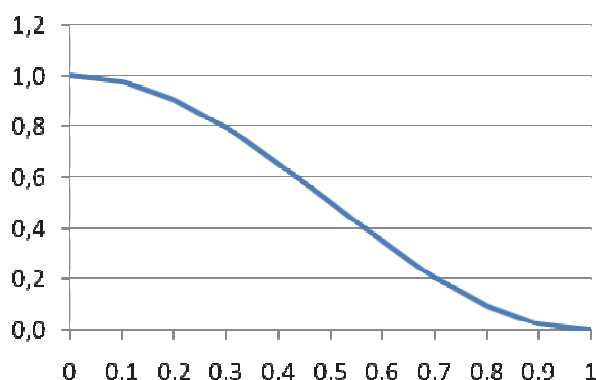


Рис. 1. График функции $RD_{jt} \left(\frac{KRD_{jt}}{\max FRD_{jt}} \right)$

При описании критерия SR_{jt} в качестве основного показателя, отражающего сверхурочную работу на предприятии, используется общее количество часов, отработанных всеми сотрудниками j -го предприятия сверхурочно в течение исследуемого периода времени t – KSR_{jt} . При разработке функции принадлежности необходимо учитывать, что наличие количества часов сверхурочных работ на предприятии может быть вызвано и естественными причинами, характеризующими потребность предприятия в кадрах с

меньшей степенью. С учетом сказанного предлагается функция принадлежности следующего вида:

$$SR_{jt} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \cos \left(1 - \frac{KSR_{jt}}{\max KSR_{jt}} \right),$$

где $\max KSR_{jt}$ – максимально допустимое количество сверхурочных часов для всех сотрудников предприятия, определяемое как $120 \cdot KSP_{jt}$; 120 – максимально допустимое количество часов сверхурочных работ в течение года для сотрудника в соответствии с ТК РФ (ч. 3, гл.15, ст. 99) [3].

Представленный на рис. 2 график разработанной функции принадлежности демонстрирует, что значение критерия увеличивается более круто при увеличении значения KSR_{jt} , следовательно, увеличение количества часов сверхурочных работ влечет за собой увеличение степени принадлежности предприятия нечеткому множеству испытывающих потребность в трудовых ресурсах.

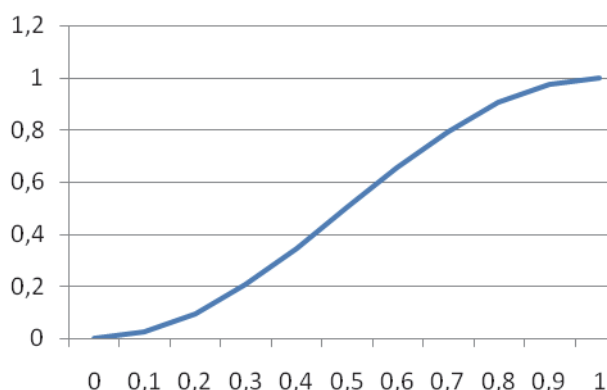


Рис. 2. График функции $SR_{jt} \left(\frac{KSR_{jt}}{\max KSR_{jt}} \right)$

В качестве функции принадлежности, используемой для свертки трех вышеописанных критериев, предлагается использование функции следующего вида:

$$FRVP_{jt} = \frac{1}{2} RN_{jt} RD_{jt} + \frac{1}{2} SR_{jt}.$$

Аддитивно-мультипликативный выбор вида функции основывается на следующих рассуждениях: для первых двух критериев выбрана свертка произведение, так как возможность компенсации значений по одному из критериев значениями оценок по другому практически игнорируется; критерий SR_{jt} должен быть связан с полученным произведением

аддитивно, так как отсутствие сверхнормативных работ на предприятии (случай, когда значение этого критерия равно 0) не должно обращать значение функции принадлежности $FRVP_{jt}$ в ноль. Таким образом, чем ближе полученное значение $FRVP_{jt}$ к единице, тем выше степень потребности обследуемого предприятия в трудовых ресурсах.

Изучение движения рабочей силы также является ответственным этапом в анализе потребности предприятия в трудовых ресурсах. Для оценки кадровой политики, проводимой на j -м предприятии, в модели использован критерий $IPKP_{jt}$, учитывающий значения совокупности двух показателей текучести кадров, характеризующих интенсивность оборота кадров и детализирующих особенности этого оборота:

$$IPKP_{jt} = f\{KPK_{jt}, KZ_{jt}\},$$

где KPK_{jt} – коэффициент постоянства кадров; KZ_{jt} – критерий, представляющий коэффициент замещения кадров.

Значение критерия KPK_{jt} , описывающего коэффициент постоянства кадров, определяется как линейная зависимость от отношения числа работников, проработавших весь отчетный период ($KROP_{jt}$), к их среднему списочному числу за исследуемый период времени t (KSP_{jt}). Все значения критерия будут принадлежать интервалу $[0,1]$, что соответствует требованиям аппарата нечетких множеств, выбранного в качестве инструмента моделирования. Большее значение коэффициента постоянства кадров будет свидетельствовать о более высокой эффективности кадровой политики предприятия.

При проведении моделирования, KPK_{jt} дополняется критерием KZ_{jt} , определяющим текучесть кадров на j -м предприятии и также используемым для оценки характера кадровой политики, так как вызываемый объективно неизбежными причинами оборот рабочей силы приводит к снижению эффективности ее использования в производстве.

В результате экспертного анализа характера влияния предложенного показателя на оценку кадровой политики предприятия, для вычисления его значения предлагается использование функции принадлежности следующего вида:

$$KZ_{jt} = \frac{1}{1 + KSP_{jt} \cdot e^{-(KRP_{jt} - KRV_{jt})}},$$

где KSP_{jt} – среднее списочное число работников j -го предприятия; KRP_{jt} – число принятых работников за исследуемый период t ; KRV_{jt} – число выбывших работников за этот же период времени.

Отрицательное значение разности $(KRP_{jt} - KRV_{jt})$ может быть получено в тех случаях, когда число уволенных превышает число вновь принятых, что может быть связано с сокращением объема производства или ликвидацией части рабочих мест и рядом других причин. Приведенный на рис. 3 график критерия KZ_{jt} демонстрирует, что выбранная форма функции принадлежности KZ_{jt} , построенная с использованием аппарата нечетких множеств, подобрана таким образом, чтобы более высокое значение по нему свидетельствовало о более высокой эффективности кадровой политики j -го предприятия, что полностью удовлетворяет мнению эксперта.

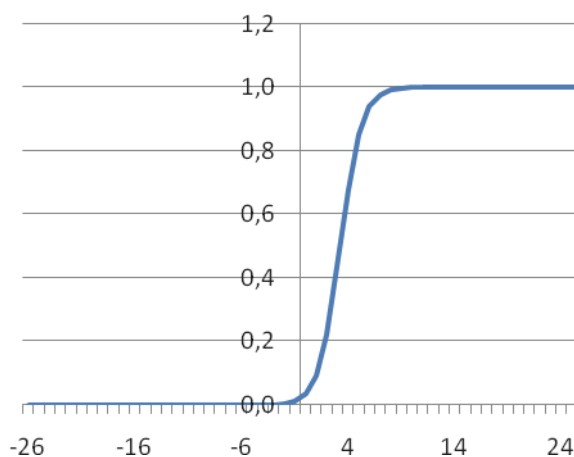


Рис. 3. График функции $KZ_{jt} (KRP_{jt} - KRV_{jt})$

Для вычисления общего показателя, позволяющего оценить характер используемой на предприятии кадровой политики, предлагается использовать мультипликативную свертку:

$$IPKP_{jt} = KZ_{jt} \cdot KPK_{jt}.$$

При определении численности сотрудников предприятия за исследуемый период времени t , в качестве которого при моделировании определен календарный год, было бы недостаточно принимать во внимание численность работников только на одну из дат периода, например, только на начало или на конец исследуемого периода. Поэтому значение критерия KSP_{jt} , описывающего этот показатель, будет исчисляться как среднесписочная численность работников. В качестве основополагающего документа, описывающего методику определения среднесписочной численности сотрудников предприятия за отчетный период t_{k1} (например, месяц), выбран приказ Росстата (П-4) [4]. Для определения среднего показателя полученного ряда динамики изменения списочного состава численности

предприятия в течение исследуемого периода t_{k1} может быть выбрана средняя хронологическая для интервального ряда с неравно стоящими интервалами, которая может быть вычислена с помощью средней арифметической взвешенной или как интеграл по всей области определения в непрерывном случае:

$$KSP_{jt} = \begin{cases} \frac{\sum_{k1} KSP_{k1} \cdot t_{k1}}{\sum_i t_i} \\ \frac{1}{\sum_{k1} t_{k1}} \int_{-\infty}^{\infty} KSP_{jt} \cdot t \, dt \end{cases},$$

где t_{k1} – длительность $k1$ -го интервала в месяцах, тогда $\sum_{k1} t_{k1} = t$, ранее принятому равным одному календарному году.

Для получения совокупной оценки потребности РРТ в трудовых ресурсах в исследуемый период времени t , вычисленные значения вышеприведенных показателей по всей группе предприятий, принадлежащих множеству $P = \{p_1, \dots, p_m\}$, где m определяет количество предприятий, агрегируют в соответствующие совокупные показатели, например, как среднее арифметическое:

$$FRV_t = \frac{\sum_{j=1}^m FRVP_{jt}}{m}, \quad IPK_t = \frac{\sum_{j=1}^m IPKP_{jt}}{m}.$$

В работе приводится моделирование функций принадлежности группы критериев, описывающих показатели для определения потребности РРТ в трудовых ресурсах путем проведения выборочного обследования предприятий на основе статистических сведений, получаемых от отделов кадров, с использованием аппарата нечетких множеств. Предлагаемая группа показателей, образует иерархию, что предоставляет гибкие возможности при выполнении анализа существующей потребности РРТ в трудовых ресурсах. Это, прежде всего, ранжирование элементов иерархии по степени важности на основе экспертного анализа и возможность учета в модели не всех критериев. Иерархия разработанных функций принадлежности, используемых при определении потребности в трудовых ресурсах РРТ в исследуемый период времени t , приводится в таблице.

Таблица – Вид функций принадлежности компонентов PTR_i

Уровень PPT	Уровень j -го предприятия	Описание составляющих
Степень использования трудовых ресурсов на PPT $FRV_t = \frac{\sum_{j=1}^m FRVP_{jt}}{m}$	Степень использования трудовых ресурсов на отдельном предприятии $FRVP_{jt} = \frac{1}{2} RN_{jt} RD_{jt} + \frac{1}{2} SR_{jt}$	Степень использования полной рабочей недели $RN_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^{KSP_{jt}} PRN_{ijt}(k)}{KSP_{jt}}$
		Степень уходов в административные отпуска $RD_{jt} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \cos\left(\frac{KRD_{jt}}{\max FRD_{jt}} \cdot \pi\right)$
		Степень использования сверхурочных работ $SR_{jt} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \cos\left(1 - \frac{KSR_{jt}}{\max KSR_{jt}}\right)$
Степень движения рабочей силы на PPT $IPK_t = \frac{\sum_{j=1}^m IPKP_{jt}}{m}$	Степень движения рабочей силы на отдельном предприятии $IPKP_{jt} = KZ_{jt} \cdot KPK_{jt}$	Коэффициент постоянства кадров $KPK_{jt} = \frac{KROP_{jt}}{KSP_{jt}}$
		Коэффициент замещения $KZ_{jt} = \frac{1}{1 + KSP_{jt} \cdot e^{-(KRP_{jt} - KRV_{jt})}}$

Подход построения каждого из критериев, используемого при моделировании, оптимальным образом сочетает в себе решение следующих задач: позволяет достаточно полно описывать показатели, характеризующие потребность в трудовых ресурсах отдельного предприятия и рынка труда в целом, а также предоставлять возможность их последующего количественного анализа, на основе которого можно было бы строить прогнозные оценки.

Список информационных источников

1. Капелюшников, Р.И. Российский рынок труда: адаптация без реструктуризации [Текст] / Р.И. Капелюшников. – М.: ГУ ВШЭ, 2001. – 310 с.

2. *Грищенко, О.В.* Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия [Текст] / О.В. Грищенко. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. – 112с.
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 18.07.2011). Собрание законодательства РФ, 07.01.2002, № 1 (ч. 1), ст. 3.
4. Приказ Росстата от 12.11.2008 № 278 (ред. от 14.03.2011). Об утверждении указаний по заполнению форм федерального статистического наблюдения: № П-4 «Сведения о численности, заработной плате и движении работников» // referent.ru: сервер правовой системы «Референт». Режим доступа: <http://www.referent.ru/1/178340> (дата обращения 01.08.2011).