

Инженерная психология, педагогика, эргономика, дизайн

УДК 51.77:331.5.024.52

DOI: 10.12737/article_59353e2a3af947.54788516

Е.А. Лазебная

ОТБОР НАИБОЛЕЕ ЗНАЧАЩИХ ФАКТОРОВ В МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОСТРЕБОВАННОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Приведена методика прогнозирования востребованности специалистов на региональном рынке труда. Определены факторы-индикаторы, на основе которых разработаны критерии, характеризующие востребованность специалистов исследуемой специальности. Определены особенности этапов нечеткого вывода при формирова-

нии правил вывода для отбора наиболее значащих факторов, используемых в модели прогнозирования.

Ключевые слова: методика прогнозирования, востребованность специалистов, математическая модель прогнозирования, правила вывода, отбор значащих факторов.

Е.А. Lazebnaya

SELECTING THE MOST IMPORTANT FACTORS IN THE MODEL FOR PREDICTING THE EXPERTS 'REQUIREMENT

The methodology of forecasting the demand for specialists includes the main indicators that describe the aggregate demand for specialists of the specialty that exists on the regional labor market. For each selected aggregated group of indicators, the factors-indicators characterizing the demand for specialists are identified. On their basis, criteria have been developed, the values of which determine the information basis for forecasting. When constructing a mathematical model for forecasting the demand for specialists, it is necessary to take into account the peculiarities of the functioning of the labor market in conditions of uncertainty and with incomplete data. In the paper, the stages of

fuzzy inference are defined in the formation of withdrawal rules used to select the most significant factors in the model of forecasting the demand for specialists. The results of building rules in the MATLAB environment are given. The use of these rules will improve the mechanism of adaptation of the mathematical model of forecasting the relevance of specialists regarding the available initial data and the expert's opinion.

Key words: forecasting technique, specialists' demand, mathematical forecasting model, withdrawal rules, selection of significant factors.

Задача формирования эффективной территориально-отраслевой системы подготовки специалистов, востребованных существующим на рынке труда спросом, требует создания качественного информационного обеспечения в виде как краткосрочного, так и долгосрочного, постоянно уточняемого прогноза. Получить эффективные прогнозные оценки невозможно без использования корректных алгоритмов и адекватных изучаемым процессам математических моделей, опирающихся на ретроспективные данные и количественно оценивающий существующий спрос на специалистов. При этом предлагаемые подходы должны учитывать необходимость проведения адаптации прогнозной модели к условиям неполных и нечетких данных ввиду особенностей функционирования элементов системы - рынка труда и рынка образовательных услуг - в условиях

существенной информационной неопределенности.

Целью данной работы является совершенствование механизма адаптации математической модели прогнозирования востребованности специалистов относительно имеющихся исходных данных и мнения эксперта, используемого для отбора наиболее значащих факторов на этапе 3. В качестве инструмента отбора наиболее значащих факторов для построения математической модели прогнозирования востребованности специалистов использован аппарат мягких вычислений, поддерживающий возможность принятия решения в условиях неопределенности и/или нечеткого описания объекта [1; 2]. В основе функционирования таких систем лежит набор правил вывода, на основании которых осуществляется нечеткий вывод из нечеткой базы знаний.

Методика прогнозирования востребованности специалистов и описание основных групп показателей, используемых для построения математической модели

Схема методики прогнозирования востребованности специалистов на региональном рынке труда представлена на рис. 1.

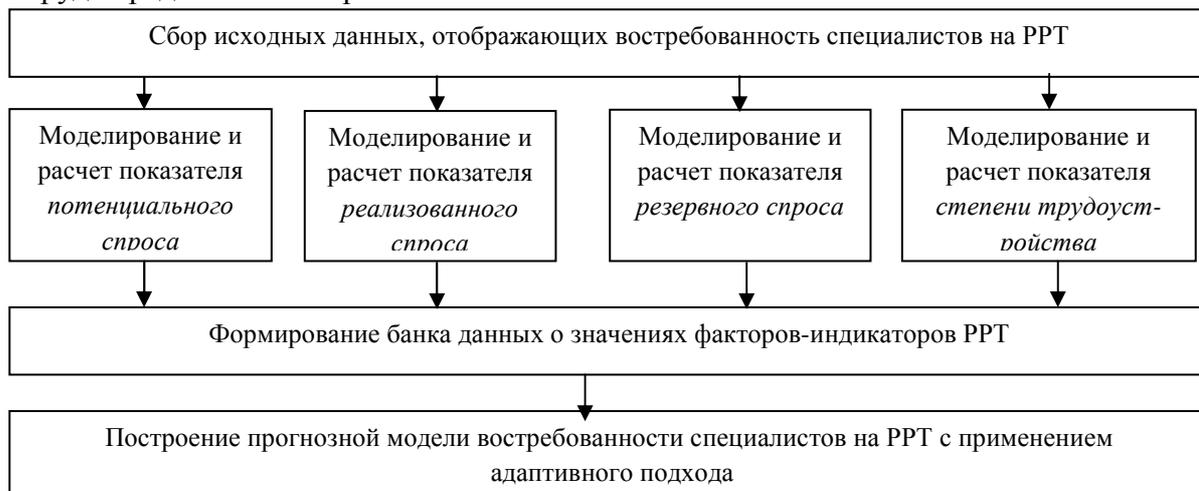


Рис. 1. Схема методики прогнозирования востребованности специалистов на региональном рынке труда (PPT)

Возможность моделирования зависимости величины сегмента рынка труда для отдельной профессиональной группы от экономических показателей обеспечивается посредством выявления и анализа основных групп факторов, описывающих существующий на региональном рынке труда совокупный спрос на специалистов исследуемой профессиональной группы. Для этого на основе анализа, проведенного с помощью когнитивной модели [3], в качестве основных показателей для прогнозирования востребованности специалистов были выбраны следующие:

- показатель потенциального спроса (*PS*), усл.ед.;
- показатель реализованного спроса (*RLS*), усл.ед.;
- показатель резервного спроса (*RZS*), усл.ед.;
- показатель степени трудоустройства выпускников (*TV*), усл.ед.

Для каждой выделенной укрупненной группы показателей, в комплексе отражающей исследуемый объект, определены факторы-индикаторы, оказывающие влияние на востребованность специалистов, на основе которых разработаны критерии, определяющие степень соответствия введенных в модель четких множеств нечетким множествам, характеризующим

востребованность специалистов исследуемой специальности. Поскольку в качестве инструмента моделирования определен аппарат нечетких множеств, то для описания каждого из критериев разработана функция принадлежности с множеством допустимых значений от 0 до 1. Причем получение большего значения для каждого из критериев свидетельствует о более благоприятной ситуации для специалистов исследуемой специальности.

При исследовании реализованного спроса, как на отдельном предприятии, так и в целом на региональном рынке труда, необходимым условием является не только анализ существующей структуры рабочих мест относительно исследуемой специальности, но и анализ качества реализованного спроса на рабочих местах, соответствующих исследуемой специальности со степенью, отличной от нуля. Таким образом, для рассмотрения реализованного спроса (*RLS*) предложена математическая модель вида

$$RLS = \langle RM_j, SRMS, GCRM, UKK \rangle.$$

Компоненты оценки и вид разработанных функций принадлежности, используемых при определении значения реализованного спроса, существующего в целом на региональном рынке труда, относительно исследуемой специальности, приводят-

ся в табл. 1. Значения всех составляющих определяются на основе агрегации значений соответствующих им показателей, полученных по каждому отдельному предприятию из множества P . Каждый из построенных критериев определяет степень принадлежности исследуемого предприятия к нечеткому множеству соответствующих по профессиональной структуре рабочих мест исследуемой специальности. Для этого в модели использованы четкие множества рабочих мест предприятий $RM_j = \{rm_1, \dots, rm_{p_j}\}$, где p_j определяет количество рабочих мест j -го предприятия из множества P .

В описании функции принадлежности $SRMP_j$ используется качественный критерий EOS_{jk} , который представляет собой групповую экспертную оценку степени соответствия рабочего места исследуемой специальности.

Уровень квалификации сотрудника, трудоустроенного на k -м рабочем месте из множества RM_j предприятия j , относи-

тельно исследуемой специальности - $UKS_{jk}(X_r)$ определяется на основе данных, полученных в результате его анкетирования по набору отдельных показателей, выбранных на основании предварительного экспертного анализа и дающих исчерпывающее представление об уровне квалификации сотрудника в целом.

Функции принадлежности для выбранных качественных критериев построены таким образом, чтобы их значение, равное единице, соответствовало наилучшей характеристике сотрудника по описываемому критерию и равнялось нулю в противоположном случае.

Для перехода от отдельных значений, полученных с помощью разработанных функций принадлежности для каждого из качественных показателей X_r , к одному агрегированному значению в [4] описан порядок определения весовых коэффициентов для смешанных систем предпочтений с учетом пропуска уровней предпочтения.

Таблица 1

Компоненты оценки реализованного спроса регионального рынка труда

Вид функций принадлежности		
Уровень РРТ	Уровень j -го предприятия	Описание составляющих (уровень рабочих мест - РМ)
Степень соответствия структуры РМ на РРТ исследуемой специальности: $SRMS = \frac{\sum_{j=1}^m SRMP_j}{m}$	Степень соответствия структуры РМ предприятия исследуемой специальности: $SRMP_j = \frac{1}{p_j} \left[\sum_{k=1}^{p_j} EOS_{jk} \right]$	EOS_{jk} - групповая экспертная оценка степени соответствия k -го РМ из множества RM_j исследуемой специальности ($k=1, \dots, p_j$); p_j - количество РМ j -го предприятия
Жизненный цикл РМ РРТ, соответствующих исследуемой специальности: $GCRM = \frac{\sum_{j=1}^m GCRMP_j}{m}$	Жизненный цикл РМ предприятия, соответствующих исследуемой специальности: $GCRMP_j = \frac{\sum_{k=1}^{p_j} VSRM_{jk}}{p_j \cdot GCP_j}$	$VSRM_{jk}$ - время существования k -го РМ; GCP_j - жизненный цикл предприятия в целом
Уровень квалификации кадров РРТ относительно исследуемой специальности: $UKK = \frac{\sum_{j=1}^m UKKP_j}{m}$	Уровень квалификации кадров предприятия относительно исследуемой специальности: $UKKP_j = \frac{1}{p_j} \sum_{k=1}^{p_j} UKS_{jk} \cdot SPS_{jk}$	SPS_{jk} - степень принадлежности сотрудника исследуемой специальности; $UKS_{jk} = \sum_{r=1}^w \lambda_r \cdot X_r$ - уровень квалификации сотрудника, трудоустроенного на k -м рабочем месте, где w - количество критериев; X_r - значение функции принадлежности, описывающей соответствующий качественный показатель для определения уровня квалификации сотрудника; λ_r - весовые коэффициенты, полученные в результате анализа экспертами степени важности критериев

Для рассмотрения потенциального спроса (PS) предложена математическая модель вида

$$PS = \langle P, IZ, FRV, IPK \rangle.$$

Компоненты оценки и вид разработанных функций принадлежности, используемых при определении значения потенциального спроса, существующего на региональном рынке труда, приводятся в табл. 2.

Значение каждого из критериев, участвующих в модели PS , определяется на основе агрегирования значений соответствующих им частных критериев, полученных по отдельному предприятию. Для этого в модель введено четкое множество предприятий регионального рынка труда, принимающих участие в исследованиях, $P = \{p_1, \dots, p_m\}$, где m определяет количество предприятий.

Значение критерия IZP_j вычисляется на основе значений коэффициентов создания рабочих мест (C) и ликвидации рабочих мест (L), которые представляют собой среднегодовые фактические показатели движения рабочих мест на предприятиях,

полученные в рамках проекта «Российский экономический барометр» в результате опросов группы предприятий из основных отраслей и регионов России [5]. Порядок вычисления на их основе значений компонентов оценки потенциального спроса, включая весовые коэффициенты λ_k, ω_k ($k=1...3$), рассмотрен в [6].

Для определения значения критерия $FRVP_j$ использованы показатели статистической отчетности предприятий: режим работы предприятия (PRN_{k4}); численность сотрудников (KSP_j); общее количество времени, проведенного сотрудниками в административных отпусках (KRD_j); фонд рабочего времени (FR_j); общее количество сверхурочного времени ($KSVR_j$).

Для определения значения критерия $IPKP_j$ использованы значения следующих показателей статистической отчетности предприятий: число принятых сотрудников (KRP_j); число вышедших сотрудников (KRV_j); число сотрудников, проработавших весь отчетный период ($KROP_j$); общая численность сотрудников (KSP_j).

Таблица 2

Компоненты оценки потенциального спроса регионального рынка труда

Вид функций принадлежности		
Уровень РРТ	Уровень j -го предприятия из множества $P(j=1, \dots, m)$	Описание составляющих
Характер изменения занятости: $IZ = \frac{\sum_{j=1}^m IZP_j}{m}$	Степень принадлежности предприятия к категории ликвидаторов или создателей РМ: $IZP_j = \frac{SRM_j(A_{jk2}) - SRM(A_{\min})}{SRM(A_{\max}) - SRM(A_{\min})} \times \frac{LRM_j(A_{\max}) - LRM(A_{jk2})}{LRM(A_{\max}) - LRM(A_{\min})}$	Степень принадлежности предприятия к категории создателей РМ: $SRM_j = \lambda_1 C_j(RP) + \lambda_2 C_j(SP) + \lambda_3 C_j(GCP)$
		Степень принадлежности предприятия к категории ликвидаторов РМ: $LRM_j = \omega_1 L_j(RP) + \omega_2 L_j(SP) + \omega_3 L_j(GCP)$
Полнота использования рабочего времени: $FRV = \frac{\sum_{j=1}^m FRVP_j}{m}$	Степень принадлежности предприятия к группе трудоизбыточных или нетрудоизбыточных: $FRVP_j = \frac{1}{2} RN_j \cdot RD_j + \frac{1}{2} SRP_j$	Степень использования полной рабочей недели: $RN_j = \frac{\sum_{k=4}^5 (PRN_{k4} \cdot KSR_{k4j})}{KSP_j}$
		Степень уходов в административные отпуска: $RD_j = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cdot \cos\left(\frac{KRD_j}{\max FRD_j} \cdot \pi\right)$
		Степень использования сверхурочных работ: $SR_j = \frac{KSVR_j}{FR_j}$
Степень движения рабочей силы: $IPK = \frac{\sum_{j=1}^m IPKP_j}{m}$	Характер проводимой на отдельном предприятии кадровой политики: $IPKP_j = KZ_j \cdot KPK_j$	Коэффициент замещения: $KZ_j = \frac{1}{1 + KSP_j \cdot e^{-(KRP_j - KPV_j)}}$
		Коэффициент постоянства кадров: $KPK_j = e^{-10 \left(\frac{KROP_j}{KSP_j} \right)}$

Агрегация полученных значений по каждому из предприятий в один групповой показатель позволяет оценить всю совокупность предприятий, принимающих участие в исследованиях, относительно характера движения рабочих мест, характера использования рабочего времени и рабочей силы, а значение показателя PS - потребность в специалистах на рынке труда в целом.

Для рассмотрения резервного спроса (RZS) предложена математическая модель вида

$$RZS = \langle S, V, TSZ, VSZ, KSZ \rangle,$$

где S - четкое множество соискателей; V - четкое множество вакансий, зарегистрированных в государственной службе занятости. Компоненты оценки, вид разработанных функций принадлежности и описание показателей, используемых при определении значения RZS , приводятся в табл. 3.

При построении функций принадлежности критериев Y_4 и Y_5 , определяющих динамику трудоустройства специалистов и динамику заполнения вакансий, для вычисления значения резервного спроса, существующего на региональном рынке труда, вводится показатель

$$DVP(m_1) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos \frac{m_1}{12} \pi, \quad \text{где } m_1 = 0 \dots 12$$

при вычислении значения критерия Y_4 определяет количество месяцев, в течение которых специалист был зарегистрирован в службе занятости (от начала исследуемого периода времени до своего трудоустройства), и количество месяцев, в течение которых вакансия оставалась незаполненной, - при вычислении значения критерия Y_5 . Использование введенного в модель

показателя динамики DVP позволяет с большей степенью адекватности отобразить востребованность специалиста, существующую на региональном рынке труда.

Переход от набора отдельных критериев к соответствующим агрегированным критериям, каковыми являются TSZ и VSZ , с использованием матричной схемы на основе 5-уровневого классификатора рассмотрен в [7].

Одним из важнейших показателей качества функционирования образовательной системы, осуществляющей подготовку специалистов по исследуемой специальности, является оценка степени трудоустройства молодых специалистов - выпускников вуза, для получения которой предложена математическая модель следующего вида:

$$TV = \langle SV, EOS_i, SUV_i \rangle,$$

где SV - четкое множество специалистов-выпускников; EOS_i - качественный критерий, определяющий степень соответствия полученного рабочего места специальности i -го выпускника множества SV ; SUV_i - критерий, определяющий степень удовлетворенности выпускника рабочим местом.

Все критерии, используемые при описании TV , имеют качественный характер. Порядок получения агрегированного значения критерия, описывающего совокупность качественных показателей, определяющих степень удовлетворенности отдельного специалиста полученным рабочим местом, рассмотрен в [8]. Оценка качества трудоустройства всех выпускников исследуемой специальности, завершивших обучение в исследуемый период времени:

$$TV = \frac{1}{n} \sum_i^n EOS_i \cdot SUV_i.$$

Таблица 3

Компоненты оценки резервного спроса регионального РТ

Компоненты RZS	Составляющие компонентов RZS	
	Вид функций принадлежности	Описание составляющих
TSZ - возможность трудоустройства специалистов исследуемой специальности (СИС)	$Y_1 = 1 - \frac{\text{число зарегистрированных СИС}}{\text{общее число зарегистрированных}}$	Доля СИС в общем количестве соискателей, обратившихся в службу занятости
	$Y_2 = 1 - \frac{\text{число трудоустроившихся СИС}}{\text{общее число трудоустроившихся}}$	Доля трудоустроившихся СИС в общем количестве трудоустроившихся
	$Y_3 = 1 - \frac{\text{число СИС направленных на переобучение}}{\text{общее число зарегистрированных СИС}}$	Доля СИС, направленных на переобучение
	$Y_4 = \frac{\sum_{m_1=0}^{12} (KT_{m_1 t_{m_1}} \cdot DVP(m_1))}{KZS}$	Динамика трудоустройства СИС, где $DVP(m_1)$ - показатель динамики, $m_1=0, \dots, 12$; $KT_{m_1 t_{m_1}}$ - количество трудоустроившихся СИС за период времени t_{m_1} ; KZS - общее число СИС, зарегистрированных в службе занятости
VSZ - динамика поступления и заполнения вакансий, соответствующих исследуемой специальности	$Y_5 = \frac{\sum_{m_1=0}^{12} (KV_{m_1 t_{m_1}} \cdot DVP(m_1))}{KPV}$	Динамика заполнения поступивших вакансий, где $DVP(m_1)$ - показатель динамики, $m_1=0, \dots, 12$; $KV_{m_1 t_{m_1}}$ - количество заполненных за период времени t_{m_1} вакансий; KPV - общее число поступивших вакансий
	$Y_6 = \frac{1}{p_1} \left[\sum_{k=1}^{p_1} EOS_k \right]$	Степень соответствия зарегистрированных вакансий исследуемой специальности
KSZ - степень конкурентной способности СИС на рынке труда, являющихся выпускниками исследуемого вуза	$Y_8 = 1 - \frac{\text{число СИС исследуемого вуза}}{\text{общее число зарегистрированных СИС}}$	Доля СИС, получивших подготовку в исследуемом вузе, в общем количестве зарегистрированных в службе занятости СИС

Этапы нечеткого вывода при формировании правил вывода для отбора наиболее значащих факторов

Формирование информационного базиса прогнозирования при адаптивном построении модели прогнозирования осуществляется путем сбора всех имеющихся сведений по определенным в методике прогнозирования показателям (рис. 1) на некотором интервале времени T с периодичностью один раз в год. В результате получено множество показателей $G = \{G_1, G_2, \dots, G_k\}^T$, где k определяет их количество.

Наполнение системы прогнозирования исходными данными, составляющими прогнозный фон, может оказаться неполным ввиду отсутствия значений отдельных

показателей, используемых в методике прогнозирования [9]. Поэтому для каждого из показателей множества G определена своя глубина погружения в историю (т.е. временной период, в течение которого определены его значения): $R = \{R_1, R_2, \dots, R_k\}^T$. Результатом третьего этапа построения модели прогнозирования (рис. 1) является совокупность наиболее значащих факторов, требующих своего учета и анализа в модели прогнозирования востребованности специалистов. Для отбора факторов в модель прогнозирования используется набор правил вывода.

Определение и интерпретация входных и выходной переменных

При формировании правил вывода использованы лингвистические переменные, значения которых по каждому из показателей множества G вычисляются системой прогнозирования (парная корреляция и глубина погружения), а также основываются на собственном суждении эксперта о важности отдельного показателя. Поэтому имеется 3 входные нечеткие переменные: «Парная корреляция» - PK ; «Глубина погружения» - GP ; «Важность фактора» - VF .

Для расчета частных коэффициентов корреляции в системе прогнозирования использованы парные коэффициенты корреляции, которые измеряют тесноту линейной связи между отдельным независимым фактором и зависимым при устранении воздействия прочих факторов модели. Для качественной оценки тесноты связи отдельного фактора с зависимым фактором при построении терм-множества лингвистической переменной PK в работе использована следующая классификация по полученному значению: 0,1...0,4 - слабая

связь; 0,4...0,7 - умеренная связь; 0,7...0,99 - тесная (значительная) связь. При формировании универсального множества PK характеристики приведенной классификации умножены на 100.

Для построения терм-множества лингвистической переменной VF используются суждения эксперта относительно степени влияния на результат прогноза факторов из множества G . Для оценки глубины погружения фактора в историю принят интервал в 10 лет, как оптимально приемлемое значение при проведении прогнозирования на основе временных рядов. В качестве выходной переменной, используемой при формировании набора нечетких правил, определена «Уверенность отбора фактора в модель».

Входные лингвистические переменные, выходная лингвистическая переменная и их терм-множества, используемые в модели прогнозирования при формировании набора нечетких правил для оценки участия каждого из факторов, приводятся в табл. 4. Результат определения лингвистических переменных в среде MATLAB представлен на рис. 2.

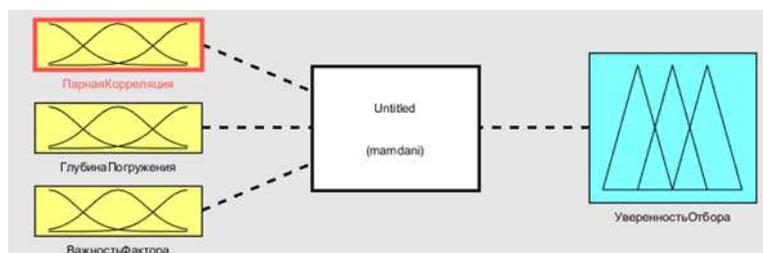


Рис. 2. Определение лингвистических переменных в среде MATLAB

Определение функций принадлежности для каждой входной и выходной переменной (фаззификация)

Конкретный вид функции принадлежности определяется на основе различных дополнительных предположений о свойствах этих функций (симметричность, монотонность, непрерывность первой производной и т.д.) и учета специфики имеющейся неопределенности.

Как видно из описания, для перечисленных выше нечетких переменных лучше

подходят треугольные, трапециевидные и П-образные функции принадлежности. По соответствующим термам и описанию функций принадлежности было определено, что используемые лингвистические переменные пользуются неопределенностями типа «приблизительно равно», «расположен в интервале», поэтому их термы были описаны с помощью трапециевидных функций принадлежности. Графики полученных функций принадлежности приведены на рис. 3.

Таблица 4

Лингвистические переменные и терм-множества для оценки участия фактора в модели прогнозирования

Лингвистическая характеристика	Лингвистические термы (терм-множество)	Универсальное множество
Парная корреляция (<i>PK</i>)	Слабая	[0, 0, 20, 30]
	Умеренная	[20, 35, 50, 70]
	Тесная (значительная)	[40, 70, 100, 100]
Глубина погружения (<i>GP</i>)	Низкая	[0, 0, 2, 3]
	Средняя	[2, 3, 5, 6]
	Максимальная	[5, 6, 10, 10]
Важность фактора (<i>VF</i>)	Низкая	[0, 0, 20, 40]
	Высокая	[20, 40, 60, 80]
	Очень высокая	[60, 80, 100, 100]
Уверенность отбора фактора в модель (<i>UOF</i>)	Малая	[0, 0, 20, 40]
	Средняя	[20, 40, 60, 80]
	Полная	[60, 80, 100, 100]

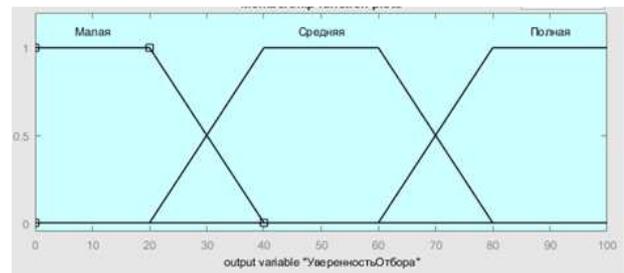
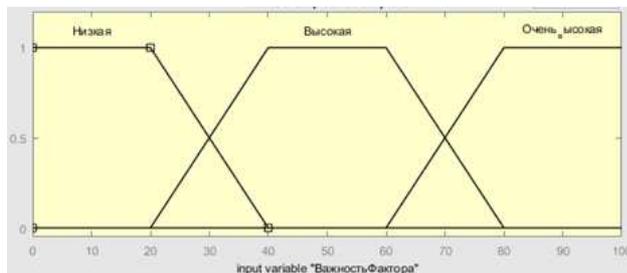
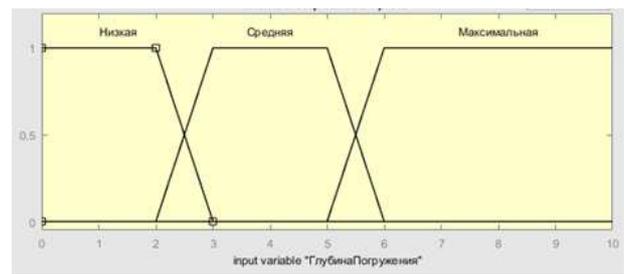
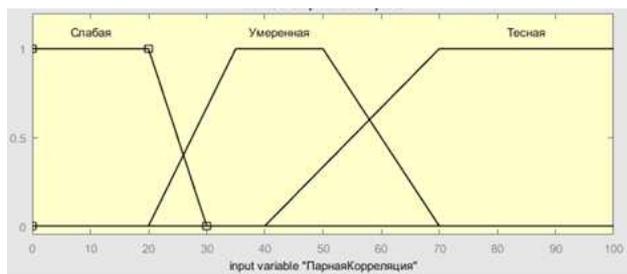


Рис. 3. Графики функций принадлежности входных и выходной лингвистических переменных

Составление базы правил, отвечающей за управляющие операции, и дефазификация

База правил систем нечеткого вывода предназначена для формального представления эмпирических знаний или знаний экспертов в той или иной проблемной области. В системах нечеткого вывода используются правила нечетких продукций, в которых условия и заключения сформулированы в терминах нечетких лингвистических высказываний.

Составленный набор правил, определяющих значение выходной лингвистической переменной «Уверенность отбора фактора в модель» (*UOF*), представлен в табл. 5.

Всего в наборе правил определено 27 правил вывода. Суть данных правил для данной интеллектуальной системы состоит в том, что чем большее значение будет получено на выходе, тем больше степень уверенности отбора фактора в модель прогнозирования востребованности специалистов.

Таблица 5

Набор правил, определяющих значение выходной лингвистической переменной *UOF*

Оценка важности фактора		Низкая	Высокая	Очень высокая
Глубина погружения – максимальная	Парная корреляция	Слабая	Малая	Средняя
		Умеренная	Средняя	Полная
		Тесная (значительная)	Средняя	Полная
Глубина погружения – средняя	Парная корреляция	Слабая	Малая	Малая
		Умеренная	Малая	Средняя
		Тесная (значительная)	Средняя	Полная
Глубина погружения – низкая	Парная корреляция	Слабая	Малая	Малая
		Умеренная	Малая	Средняя
		Тесная (значительная)	Малая	Средняя

Решение принимается на основе вычисляемого значения выходной лингвистической переменной «Уверенность отбора фактора в модель» (*UOF*) для каждого фактора множества *G*. Значение критерия измеряется в процентах и выводится на основе нечетких (субъективных) оценок

характеристик факторов. Пример разработанных правил вывода в среде MATLAB представлен на рис. 4. Пример результата вычисления значения переменной «Уверенность отбора фактора в модель» по заданным значениям входных лингвистических переменных показан на рис. 5.

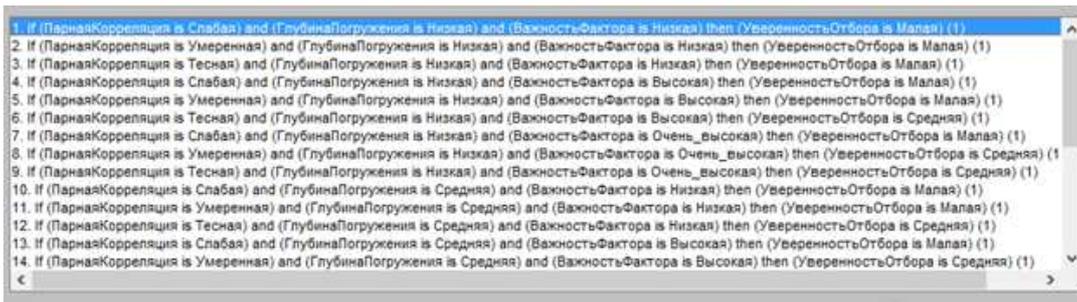


Рис. 4. Пример разработанных правил вывода в среде MATLAB

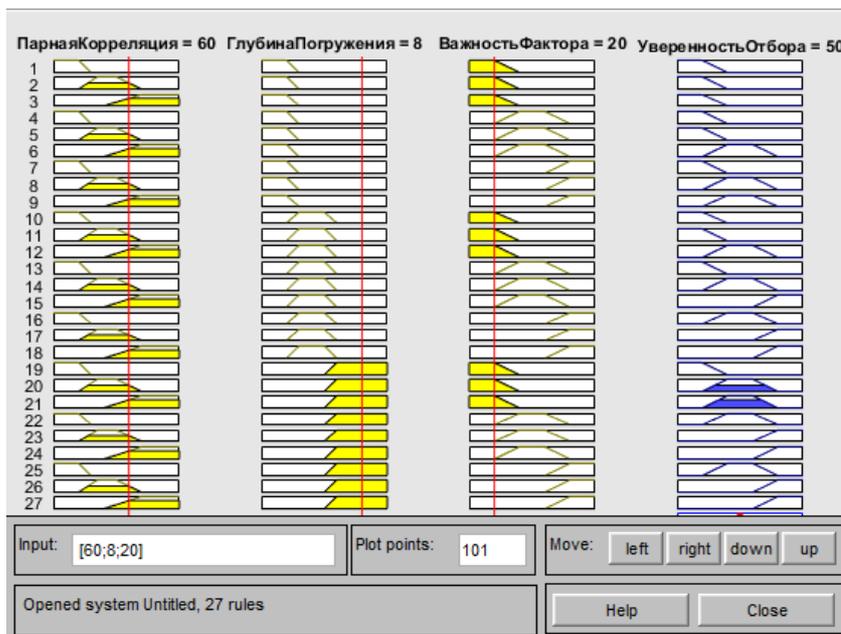


Рис. 5. Результат вычисления значения выходной лингвистической переменной в среде MATLAB

Приведенная методика прогнозирования востребованности специалистов включает описание основных групп показателей, используемых для построения математической модели прогнозирования. Правила вывода, порядок формирования которых рассмотрен в работе, используются для отбора факторов в модель прогнозирования и учитывают необходимость проведения адаптации прогнозной модели

к условиям неполных и нечетких данных ввиду особенностей функционирования элементов системы - рынка труда и рынка образовательных услуг - в условиях неопределенности. Тем самым повышается объективность принятия решения о структуре набора абитуриентов в системе управления в процессе формирования эффективной территориально-отраслевой системы подготовки специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярушкіна, Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: учеб. пособие / Н.Г. Ярушкіна. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 320 с.
2. Кочеткова, И.А. Диагностика сложных объектов на основе интерактивного анализа топологии классов состояний и теории нечетких множеств / И.А. Кочеткова, Д.Р. Ковтун // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2013. - № 5. - С. 193-197.
3. Лазебная, Е.А. Задачи и информационное наполнение системы прогнозирования потребности в трудовых ресурсах / Е.А. Лазебная, И.А. Лазебная // Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях: сб. материалов V междунар. заоч. науч.-практ. конф. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. - С. 22-28.
4. Лазебная, Е.А. Моделирование характера изменения занятости предприятий регионального рынка труда / Е.А. Лазебная, И.В. Иванов // Информационные системы и технологии. - Орел: ОрелГТУ, 2010. - С. 57-64.
5. Капелюшников, Р.И. Российский рынок труда: адаптация без реструктуризации / Р.И. Капелюшников. - ГУ-ВШЭ, 2001. - 309 с.
6. Лазебная, Е.А. Нечетко-множественное моделирование потребности регионального рынка труда в трудовых ресурсах / Е.А. Лазебная, И.В. Иванов // Наука и образование: электрон. науч.-техн. изд. - 2011. - № 9. - Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/issue/206036.html> - ISSN 1994-0408.
7. Лазебная, Е.А. Моделирование профессионально-квалификационной структуры резервного спроса на региональном рынке труда / Е.А. Лазебная, И.В. Иванов // Вестник компьютерных и информационных технологий. - М.: Спектр, 2011. - № 8. - С. 47-51.
8. Лазебная, Е.А. Математическое моделирование прогнозирования востребованности выпускников вуза / Е.А. Лазебная // Математические методы в технике и технологиях: сб. тр. XXIII междунар. науч. конф. - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. - С. 97-101.
9. Лазебная, Е.А. Порядок проведения предварительной обработки данных, составляющих прогнозный фон при прогнозировании с помощью временных рядов / Е.А. Лазебная // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2016. - № 2. - С. 128-132.
1. Yarushkina, N.G. Fundamentals of the theory of fuzzy and hybrid systems: Textbook. Allowance / NG Yarushkina. - Moscow: Finance and Statistics, 2004. - 320 p.
2. Kochetkova, I.A. Diagnostics of complex objects on the basis of an interactive analysis of the topology of state classes and the theory of fuzzy sets / IA. Kochetkova, D.R. Kovtun // Bulletin of the Belgorod State Technological University. V.G. Shukhova. - 2013. - No. 5. - P. 193-197.
3. Lazebnaya, E.A. Tasks and information content of the forecasting system for the need for labor resources / E.A. Lazebnaya, I.A. Lazebnaya // Assistance to the professional formation of the individual and the employment of young specialists in modern conditions: Sat. Materials V international. Začach. Scientific-practical. Conf. - Belgorod: Publishing House of BSTU, 2013. - P. 22-28.
4. Lazebnaya, E.A. Modeling the nature of changes in employment of enterprises in the regional labor market / E.A. Lazebnaya, I.V. Ivanov // Information systems and technologies. - Eagle: Orel STU, 2010. - P. 57-64.
5. Kapelyushnikov, R.I. The Russian labor market: adaptation without restructuring / R.I. Kapelyushnikov. - SU-HSE, 2001. - 309 p.
6. Lazebnaya, E.A. Fuzzy-plural modeling of the demand of the regional labor market in labor resources / E.A. Lazebnaya, I.V. Ivanov // Science and education: electron. Scientific-techn. Ed. - 2011. - No. 9. - Access mode: <http://technomag.edu.ru/issue/206036.html> - ISSN 1994-0408.
7. Lazebnaya, E.A. Modeling of the professional and qualification structure of reserve demand in the regional labor market / E.A. Lazebnaya, I.V. Ivanov // Herald of Computer and Information Technolo-

- gies. - Moscow: Spectrum, 2011. - No. 8. - P. 47-51.
8. Lazebnaya, E.A. Mathematical modeling of the forecasting of the demand for graduates of the university / E.A. Lazebnaya // Mathematical methods in engineering and technology: Sat. Tr. XXIII Intern. Sci. Conf. - Belgorod: BSTU them. V.G. Shukhova, 2010. - P. 97-101.
9. Lazebnaya, E.A. The procedure for preliminary processing of data that make up the forecasted background when predicting using time series / E.A. Lazebnaya // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after. V.G. Shukhova. - 2016. - No. 2. - P. 128-132.

Статья поступила в редколлегию 23.12.16

Рецензент: д.т.н., профессор БУКЭП

Белов С.П.

Сведения об авторах:

Лазебная Елена Александровна, доцент Белгородского государственного технического университета, e-mail: l_e_l_a@mail.ru.

Lazebnaya Elena Aleksandrovna, Associate Professor of the Belgorod State Technical University, e-mail: l_e_l_a@mail.ru.