

М. Г. Мамедова, д-р техн. наук, проф., зав. отделом,

З. Г. Джабраилова, канд. техн. наук, доц., зав. сектором, **Ф. Р. Мамедзаде**, диссертант,
Институт информационных технологий НАН Азербайджана, e-mail: depart15@iit.ab.az, www.ikt.az

Методы управления согласованием спроса и предложения на рынке труда специалистов по информационным технологиям

Рассмотрены процессы моделирования взаимодействия спроса и предложения на рынке труда специалистов по информационным технологиям (ИТ-специалистов) и управления их количественным несоответствием на макроуровне. Выделены типы дисбаланса спроса и предложения на ИТ-специалистов, показана эволюция подходов к выявлению потребностей в ИТ-кадрах, определены основные направления согласования спроса и предложения на ИТ-специалистов. Предложены методы оценки структурного несоответствия на рынке труда ИТ-специалистов, степени дисбаланса спроса и предложения на ИТ-специалистов на основе нечеткой шкалы рассогласованности, алгоритм нечеткой классификации состояний дисбаланса.

Ключевые слова: рынок труда ИТ-специалистов, согласование спроса и предложения, количественный дисбаланс, нечеткая шкала рассогласованности, нечеткая классификация состояний дисбаланса

Введение

Попытки моделирования процессов взаимодействия спроса и предложения на рынке труда предпринимались рядом специалистов. В большинстве исследований взаимоотношение спроса и предложения рассматривается с позиций отдельных субъектов спроса и предложения и их поведенческих стратегий [1–6], т. е. на микроуровне. При этом задача согласования спроса и предложения фактически сводится к разработке механизмов эффективного отбора и найма кадров, т. е. к управлению персоналом предприятия. Предлагаемые в этих работах модели базируются в основном на эконометрических методах, контент-анализе и статистических методах обработки результатов социологических опросов, методах исследования операций, а также на теории нечетких множеств и нечеткой логики. Другая часть работ посвящена вопросам совершенствования методологии и методов анализа и прогнозирования движения кадров [7–9]. Проблемам исследования теоретических и прикладных аспектов соотношения потребности на профессиональные кадры и предложения рынка образовательных услуг с учетом глобальных тенденций занятости (на макроуровне), в том числе в региональном разрезе, посвящены работы [10–15].

Авторами предпринята попытка моделирования процессов взаимодействия спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов, а также оценки степени их согласованности на макроуровне. Задача согласования спроса и предложения на ИТ-специалистов предполагает проведение исследований по следующим направлениям:

- количественные аспекты определения спроса и предложения на ИТ-специалистов, в том числе

и в разрезе ИТ-профессий, и по типам образования;

- оценка степени дисбаланса спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов с учетом количественных показателей спроса и предложения;
- многокритериальная оценка дисбаланса спроса и предложения на ИТ-специалистов;
- качественные аспекты определения дисбаланса спроса и предложения на умения, включающие стандарт умений, вписанный в модель согласования спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов в разрезе: а) ИТ-профессий и специальностей, т. е. по структуре ИТ-занятий; б) профилей профессиональных навыков (компетенций) в сфере ИТ.

В настоящей статье рассмотрены подходы к оценке количественных аспектов дисбаланса спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов.

Метод оценки структурного (профессионально-квалификационного) дисбаланса на рынке труда ИТ-специалистов

Базовыми элементами рынка труда ИТ-специалистов являются:

- спрос на ИТ-кадры с позиций потребностей предприятий отраслей национальной экономики;
- предложение ИТ-специалистов, формирующееся в основном посредством рынка непрерывных образовательных услуг;
- соотношение спроса и предложения на ИТ-рынке труда, отражающее уровень (степень интенсивности) взаимодействия субъектов рынка труда ИТ-специалистов, т. е. степень согласованности (рассогласованности) спроса на ИТ-специалистов и их реального предложения.

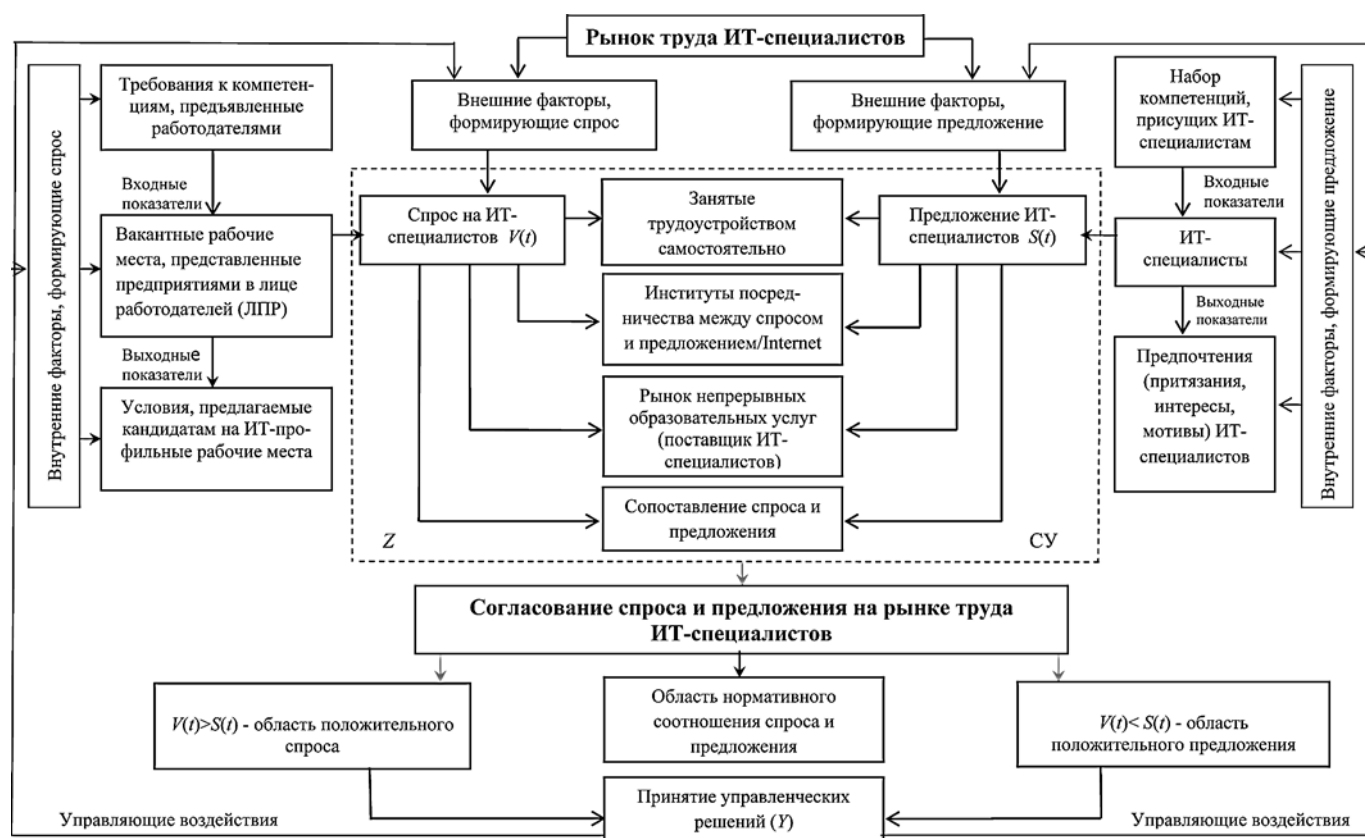


Рис. 1. Трансакционная схема системы интеллектуального управления рынком труда ИТ-специалистов

В соответствии с принятой концепцией функционирования рынка труда ИТ-специалистов [16] предложена трансакционная схема интеллектуального управления им (рис. 1). При этом принят во внимание тот факт, что рынок образовательных услуг является одним из основных источников притока рабочей силы на рынок труда и инфраструктурным элементом его регулирования, в том числе и в разрезе профессионально-квалификационных групп [11]. Квалификация в данном контексте означает официальное подтверждение (диплом или свидетельство) успешного завершения образования или обучения и законного права заниматься определенной профессиональной деятельностью. В секторе информационных технологий именно через рынок непрерывных образовательных услуг обеспечивается входной поток ИТ-специалистов, являющихся носителями востребованных на рынке труда ИТ-профессий, специальностей и квалификаций. Это дает возможность разработать единое модельное представление взаимодействия системы вакансий (спроса), ИТ-профильной рабочей силы (предложения), институтов, непосредственно воздействующих на процессы и механизмы управления спросом и предложением на ИТ-специалистов. Следует также учесть характерную особенность задач, имеющих место при оценке дисбаланса спроса и предложения на рынке труда, заключающуюся в том,

что информация для их решения складывается из процессов наблюдения состояний спроса и предложения в различных временных интервалах и из разных источников. Это означает, что данные о наблюдаемых ситуациях являются существенно зависимыми от времени, и необходимо говорить о спросе и предложении и их соотношении в определенном временном диапазоне.

В соответствии с приведенной схемой дадим формализованное описание функционирования структурных элементов рынка труда ИТ-специалистов в профессионально-квалификационном разрезе.

Пусть $[t_1, t_2]$ — заданный интервал времени. Объем и структуру спроса на ИТ-специалистов в разрезе ИТ-профессий и специальностей опишем вектором

$$V[t_1, t_2] = \{V_1[t_1, t_2], V_2[t_1, t_2], \dots, V_N[t_1, t_2]\},$$

представляющим множество ИТ-вакансий по отраслям национальной экономики во временном горизонте $[t_1, t_2]$, где N — численность ИТ-профессий и специальностей, имеющих на рынке труда.

Объем и структуру предложения ИТ-специалистов в заданном интервале времени в разрезе ИТ-профессий и специальностей можно охарактеризовать вектором предложения

$$S[t_1, t_2] = \{S_1[t_1, t_2], S_2[t_1, t_2], \dots, S_M[t_1, t_2]\}.$$

Взаимодействие спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов и движение ресурсных потоков происходят в основном посредством трех источников.

Так, общее число ИТ-специалистов с определенной профессионально-квалификационной структурой, занятых трудоустройством самостоятельно (через друзей, родных, близких и пр.), может быть описано вектором

$$S^1[t_1, t_2] = \{S_1^1[t_1, t_2], S_2^1[t_1, t_2], \dots, S_N^1[t_1, t_2]\}.$$

Число трудоустроенных ИТ-специалистов из этой категории в течение времени $[t_1, t_2]$ обозначим $H^+[t_1, t_2]$, а численность ищущих работу — $H^-[t_1, t_2]$. Эти векторы могут быть описаны также в разрезе числа трудоустроенных

$$H^+[t_1, t_2] = \{H_1^+[t_1, t_2], H_2^+[t_1, t_2], \dots, H_N^+[t_1, t_2]\}$$

и ищущих работу

$$H^-[t_1, t_2] = \{H_1^-[t_1, t_2], H_2^-[t_1, t_2], \dots, H_N^-[t_1, t_2]\}$$

по каждой ИТ-профессии и специальности.

Общее число и структуру ИТ-специалистов, занятых трудоустройством через Интернет и другие посреднические рекрутинговые агентства, опишем вектором

$$S^2[t_1, t_2] = \{S_1^2[t_1, t_2], S_2^2[t_1, t_2], \dots, S_N^2[t_1, t_2]\}.$$

Среди них $W^+[t_1, t_2]$ — число трудоустроенных, а $W^-[t_1, t_2]$ — численность нетрудоустроенных. В разрезе профессионально-квалификационной структуры число трудоустроенных и нетрудоустроенных ИТ-специалистов этой категории описано следующими векторами:

$$W^+[t_1, t_2] = \{W_1^+[t_1, t_2], W_2^+[t_1, t_2], \dots, W_N^+[t_1, t_2]\};$$

$$W^-[t_1, t_2] = \{W_1^-[t_1, t_2], W_2^-[t_1, t_2], \dots, W_N^-[t_1, t_2]\}.$$

Общее число и структуру ИТ-специалистов, занятых трудоустройством через рынок образовательных услуг, опишем вектором

$$S^3[t_1, t_2] = \{S_1^3[t_1, t_2], S_2^3[t_1, t_2], \dots, S_N^3[t_1, t_2]\},$$

среди них $Q^+[t_1, t_2] = \{Q_1^+[t_1, t_2], Q_2^+[t_1, t_2], \dots,$

$Q_N^+[t_1, t_2]\}$ — число и профессионально-квалификационная структура трудоустроенных, поступивших на рынок труда через источники различных форм обучения и переподготовки, а $Q^-[t_1, t_2] = \{Q_1^-[t_1, t_2], Q_2^-[t_1, t_2], \dots, Q_N^-[t_1, t_2]\}$ — число и профессионально-квалификационная структура нетрудоустроенных из этой категории, претендующих на ИТ-вакансии.

Построенная таким образом система векторов позволяет полностью описать общее число и количественную структуру ИТ-специалистов, находящихся на рынке труда.

Нетрудоустроенная часть ИТ-специалистов составляет вектор предложения на текущий момент времени t , который может быть описан следующим образом:

$$S(t) = \{H^-[t_1, t_2] + W^-[t_1, t_2] + Q^-[t_1, t_2]\}.$$

Общая численность удовлетворенных заявок спроса и предложения на ИТ-специалистов за некоторый отрезок времени $[t_1, t_2]$ по всем источникам взаимодействия спроса и предложения может быть представлена в виде суммы:

$$VIS[t_1, t_2] = \{H^+[t_1, t_2] + W^+[t_1, t_2] + Q^+[t_1, t_2]\}.$$

Тогда спрос в текущий момент времени t определяется следующим образом:

$$V(t) = V[t_1, t_2] - VIS[t_1, t_2], \quad (1)$$

а предложение может быть рассчитано из выражения

$$S(t) = S[t_1, t_2] - VIS[t_1, t_2]. \quad (2)$$

Общая численность удовлетворенных запросов и предложений в разрезе отдельных ИТ-профессий и специальностей за некоторый отрезок времени $[t_1, t_2]$ по всем источникам взаимодействия спроса и предложения может быть определена из следующих выражений:

$$VIS_1[t_1, t_2] = \{H_1^+[t_1, t_2] + W_1^+[t_1, t_2] + Q_1^+[t_1, t_2]\};$$

$$VIS_N[t_1, t_2] = \{H_N^+[t_1, t_2] + W_N^+[t_1, t_2] + Q_N^+[t_1, t_2]\}.$$

Спрос и предложение по отдельным ИТ-профессиям и специальностям за период $[t_1, t_2]$ будут описаны следующим образом:

$$V_1(t) = V_1[t_1, t_2] - VIS_1[t_1, t_2], \dots, V_N(t) = V_N[t_1, t_2] - VIS_N[t_1, t_2];$$

$$S_1(t) = S_1[t_1, t_2] - VIS_1[t_1, t_2], \dots, S_N(t) = S_N[t_1, t_2] - VIS_N[t_1, t_2].$$

Конъюнктура рынка труда ИТ-специалистов

Взаимодействие спроса и предложения на ИТ-специалистов формирует конъюнктуру соответствующего сегмента рынка труда. Конъюнктура рынка труда — это реальная ситуация, которая складывается на рынке труда в процессе взаимодействия спроса и предложения (купли-продажи рабочей силы) под влиянием многочисленных факторов (политических, социально-экономических, демографических и др.) [17, 18]. Она характеризуется соотношением спроса и предложения. С точки зрения конъюнктуры рынка труда традиционно различают три его состояния: равновесное, трудодефицитное и трудоизбыточное. На практике как общее, так и

структурное равновесие (сбалансированность, согласованность) спроса и предложения рабочей силы трудно достижимы. Конъюнктура рынка труда оказывает непосредственное воздействие на цену рабочей силы (оплату труда), которая, в свою очередь, колеблется в зависимости от условий, действующих на рынках.

Рассмотрим конъюнктуру рынка труда в контексте сегмента информационных технологий:

- если в момент времени t вектор спроса $V(t)$ превосходит вектор предложения $S(t)$, т. е. суммарный спрос на ИТ-специалистов по различным ИТ-профессиям и специализациям больше суммарного предложения в разрезе рассматриваемых ИТ-профессий и специализаций $V(t) > S(t)$, то на рынке труда наблюдается дефицит ИТ-специалистов;
- если в момент времени t вектор предложения $S(t)$ превосходит вектор спроса $V(t)$, т. е. суммарное предложение ИТ-специалистов по различным ИТ-профессиям и специализациям больше суммарного спроса на ИТ-специалистов в разрезе рассматриваемых ИТ-профессий и специализаций $V(t) < S(t)$, то на рынке труда наблюдается избыток ИТ-специалистов;
- если в момент времени t векторы предложения $S(t)$ и спроса $V(t)$ совпадают, т. е. число и структура предложения ИТ-специалистов равны числу ИТ-профильных вакансий, на которые требуются ИТ-специалисты заявленной квалификации и специализации, то можно говорить об идеальной ситуации равновесия $V(t) = S(t)$ на рынке труда.

Описание конъюнктуры рынка труда посредством указанных выше трех состояний не позволяет выявить широкий спектр взаимоотношений спроса и предложения на ИТ-специалистов. Например, разрыв (дисбаланс) между спросом и предложением может быть достаточно большим (критическим) или же, наоборот, несущественным. Необходимо также обратить внимание на характер тенденций роста или уменьшения дисбаланса с позиций спроса и предложения, т. е. выявить как динамику предложения, так и тенденции изменения спроса. Многообразие возможных состояний спроса и предложения порождает соответствующее множество различных конъюнктурных ситуаций на рынке труда ИТ-специалистов. Это, в свою очередь, для каждого конкретного случая предопределяет необходимость оперативного принятия соответствующего управленческого решения в направлении уменьшения дисбаланса спроса и предложения.

Стремление государств к повышению и обеспечению устойчивого экономического роста и конкурентоспособности выдвинуло в последние годы на первый план в качестве чрезвычайно важной стратегической задачи вопросы сбалансирования (согласования) и прогнозирования спроса и пред-

ложения на рынке труда. Необходимость подготовки и формирования ИТ-кадров с профессиональными умениями, соответствующими потребностям рынка труда, требует разработки новых, более гибких подходов и методов согласования спроса и предложения на ИТ-специалистов.

Эволюция подходов к определению потребности в кадрах и согласованию спроса и предложения на рынке труда

За последние десятилетия наблюдается значительная эволюция в понимании потребностей рынка труда и устранении несоответствий спроса и предложения, в том числе и конъюнктурных.

Традиционно существующие методологии по устранению количественных несоответствий на рынке труда сводятся к заполнению вакансий и уменьшению уровня безработицы. Политика диверсификации экономики, быстрые изменения в технологиях, глобальная информатизация предъявляют новые требования к современному производству, способствуют стремительному устареванию знаний и, соответственно, содержания и структуры ИТ-профессий и специальностей. В этих условиях для определения потребности в квалифицированных кадрах и устранения несоответствий на рынке труда в европейских странах применяется модель согласования спроса и предложения в разрезе профессий (по роду занятий) и по типам образования (квалификациям).

В настоящее время все большую значимость приобретают вопросы согласования спроса и предложения на компетенции (профессиональные знания, навыки, умения, опыт и т. п.) [19–27]. Непрерывно меняющаяся экономическая ситуация, стремление стран к достижению инновационного развития экономики обуславливают изменение требований к ИТ-профильным рабочим местам, расширение содержания и появление новых ИТ-профессий и специализаций. Это, в свою очередь, приводит к формулированию со стороны работодателей новых требований к компетенциям ИТ-специалистов (профилям профессиональных навыков) и вызывает необходимость в определении спроса на компетенции последних через квалификационные требования к ИТ-профильным рабочим местам. Компетенции, рассматриваемые через призму формальных квалификаций ИТ-специалистов, являются инструментом, агрегирующим профессиональные профили, индивидуальный опыт, личностные и другие качества последних, а также определяют возможности их трудоустройства, карьерный рост, уверенность в себе и т. п. Компетенции также являются важным фактором и механизмом при разработке и согласовании политики в сфере труда, образования и экономического развития. Вызовы, с которыми сталкивается рынок труда ИТ-специалистов, предъявляют к образовательной системе новые

требования. Сущность этих требований сводится к созданию условий, позволяющих определить квалификацию выпускника посредством признания не пройденного курса обучения, а результатов обучения как совокупности полученных в процессе освоения образовательных программ знаний и умений, соответствующих квалификационным требованиям работодателя к ИТ-профильному рабочему месту.

Актуальность проблемы несоответствия электронных навыков (профессиональных знаний, умений, практического опыта и т. п.) ИТ-специалистов, формируемых учебными заведениями, э-навыкам, востребованным на рынке труда, способствовала выдвижению ряда инициатив и проведению исследований в этой сфере [20, 22, 27–33].

Естественно, для каждого типа дисбаланса или их комбинации принимаемые решения по выработке соответствующих управляющих воздействий по согласованию спроса и предложения на ИТ-специалистов будут различными. Так, в зависимости от сложившейся на рынке труда текущей ситуации, а также в соответствии с прогнозными потребностями формирования инновационной экономики управляющие воздействия могут быть направлены на согласование:

- количественных характеристик (устранение нехватки или переизбытка ИТ-кадров);
- качественных характеристик (устаревание профессиональных умений);
- уровня профессиональной подготовки ИТ-специалистов (чрезмерно высокий или недостаточный уровень квалификации);
- структуры профессиональной подготовки ИТ-специалистов (дефицит или избыток ИТ-специалистов определенной специализации, устаревание одних и появление новых ИТ-профессий и специализаций);
- различных сочетаний указанных типов дисбаланса.

При исследовании процессов согласования спроса и предложения также необходимо четко выделить уровень, на котором будет оцениваться дисбаланс. Это могут быть:

- микрофокус, включающий индивидуальный уровень (ИТ-специалиста), уровень работодателя (предприятия);
- макрофокус, включающий уровни отрасли (сектора, сегмента) или всей экономики.

В работах [34, 35] предложены методы управления рынком труда ИТ-специалистов на микроуровне, базирующиеся на нечетких многокритериальных методах отбора ИТ-специалистов и на нечетком распознавании образов.

Учитывая многофакторный характер процедур согласования спроса и предложения, можно сделать вывод о том, что ограничение задачи устранения несоответствий на рынке труда ИТ-специалистов

достижением баланса спроса и предложения на ИТ-специалистов может привести к ошибкам прогнозирования их перспективной потребности.

Подходы к минимизации дисбаланса спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов

Практика стран с развитой рыночной экономикой [15, 23, 25, 36] показывает, что полное совпадение спроса и предложения на рынке труда невозможно. Более того, рынок труда изначально неустойчив вследствие временного запаздывания потенциального спроса и предложения [12]. Наиболее распространенная идеальная целевая функция рассогласованности имеет следующий вид:

$$V(t) - S(t) \rightarrow 0.$$

Среди исследователей и практиков чаще всего наблюдается стремление минимизировать разницу между векторами спроса и предложения. Для достижения минимального дисбаланса между спросом и предложением на ИТ-специалистов компоненты векторов спроса и предложения должны изменяться таким образом, чтобы при данном уровне спроса (числа вакансий) и предложения (числа безработных и ищущих работу ИТ-специалистов) общий уровень найма был максимален, т. е.

$$VIS[t_1, t_2] = \{H^+[t_1, t_2] + W^+[t_1, t_2] + Q^+[t_1, t_2]\} \rightarrow \max.$$

Можно рассмотреть также достижение согласованности спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов в структурном разрезе. В этом случае необходимо стремиться к достижению максимального найма по каждой отдельной ИТ-профессии и специальности:

$$\max D = \max\{VIS_1(t) + VIS_2(t) + \dots + VIS_N(t)\}.$$

Показатель сбалансированности спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов можно описать также с позиций предложения, т. е. достижения минимального уровня безработицы, который в принятых обозначениях имеет вид

$$S(t) = \{H^-[t_1, t_2] + W^-[t_1, t_2] + Q^-[t_1, t_2]\} \rightarrow \min.$$

Можно ввести также понятие сбалансированности с позиций достижения минимального уровня структурной безработицы в течение определенного времени, который может быть определен как минимум суммарного дисбаланса по различным ИТ-профессиям и специальностям:

$$\min D^* = \min\{(V_1(t) - VIS_1(t)) + (V_2(t) - VIS_2(t)) + \dots + (V_N(t) - VIS_N(t))\}.$$

Метод оценки степени дисбаланса спроса и предложения с использованием нечеткой шкалы рассогласованности

Для получения обобщенной характеристики соотношения спроса и предложения на рынке труда

ИТ-специалистов во временном интервале $[t_1, t_2]$ введем понятие "показатель количественного дисбаланса", который определяет отношение численности безработных и ищущих работу ИТ-специалистов (предложения) к числу ИТ-профильных вакансий:

$$\delta = S[t_1, t_2]/V[t_1, t_2], \text{ если } S[t_1, t_2] < V[t_1, t_2]$$

и

$$\delta = V[t_1, t_2]/S[t_1, t_2], \text{ если } S[t_1, t_2] > V[t_1, t_2].$$

Пусть показатели, описывающие рынок труда ИТ-специалистов, информационно поддержаны, и на основе приведенных выше выражений (1) и (2) можно рассчитать величину спроса и предложения. Как правило, фактические данные для оценки спроса и предложения поступают из различных источников информации. Эта информация неидеальна, далека от полноты и не лишена субъективизма и противоречивости. Поэтому естественным представляется рассмотреть показатель "дисбаланс спроса и предложения" как лингвистическую переменную. В зависимости от значения отклонения (рассогласованности) спроса и предложения каждая градация состояния дисбаланса может быть вербально выражена такими лингвистическими терминами, как оптимальный дисбаланс, минимальный дисбаланс, допустимый дисбаланс, предельный дисбаланс, полный дисбаланс спроса и предложения. Предлагается описать диапазон изменения дисбаланса спроса и предложения на ИТ-специалистов в виде шкалы рассогласованности, которая в зависимости от степени превосходства спроса над предложением или, наоборот, предложения над спросом состоит из двух отрезков. Эти отрезки назовем областью положительного спроса в случае превосходства последнего над предложением и областью положительного предложения — в противном случае. Информация о степени дисбаланса на шкале рассогласованности представляет собой экспертные оценки в виде функций принадлежности нечетких множеств, полученных отображением экспертами указанных выше вербальных градаций (значений) лингвистической переменной "дисбаланс спроса и предложения" на универсальную нечеткую шкалу, представленную отрезком $[0,1]$. Здесь точка 0 соответствует неприемлемому значению количественной характеристики дисбаланса, т. е. отражает полный дисбаланс спроса и предложения, а точка 1 соответствует состоянию равновесия спроса и предложения, т. е. отражает идеальное соотношение последних. Для формального

описания вербальных параметров экспертами определяются соответствующие лингвистические и нечеткие переменные, базовые множества и функции принадлежности нечетких переменных, при задании которых применяются прямые и косвенные методы [37—40]. При использовании прямых методов степени принадлежности элементов $x \in X$ могут быть заданы одним экспертом или группой экспертов. В случае одного эксперта последний для каждой из $l = \overline{1, m}$ вербальных градаций лингвистической переменной "дисбаланс спроса и предложения" ставит в соответствие степень принадлежности $\mu_l(x) \in [0,1]$, которая, с его точки зрения, наилучшим образом согласуется со смысловой интерпретацией нечеткого множества.

Рис. 2 графически иллюстрирует шкалу рассогласованности, отражающую дисбаланс спроса и предложения. Как видно на рисунке, каждая из указанных областей изменения дисбаланса $[E, A]$ и $[E^*, A]$ представляет собой интервал $[0,1]$, разделенный в соответствии с возможной степенью рассогласованности спроса и предложения на ряд отрезков — областей отклонения от нормативного значения дисбаланса.

Для формализации параметров, определяющих степень дисбаланса спроса и предложения в некоторый момент времени, воспользуемся введенными в работе [41] для оценки меры неопределенности функциями $s(S_j)$, названными нечеткими мерами и представляющими собой действительное число, которое эксперт ставит в соответствие каждому событию S_j . Для $\forall i$ функции $s(S_j)$ характеризуют сте-

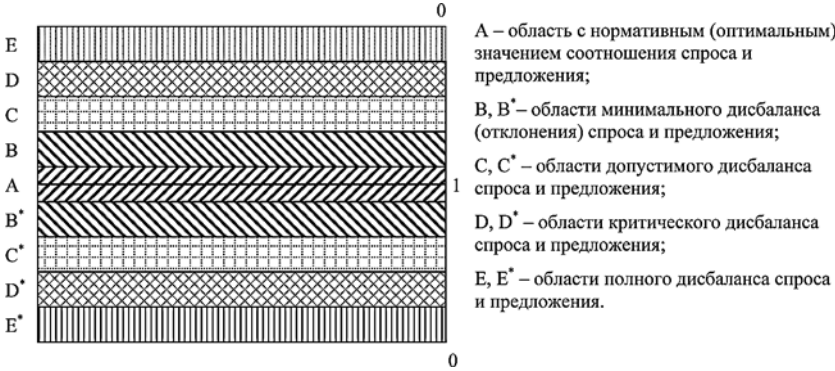


Рис. 2. Графическая иллюстрация степени дисбаланса спроса и предложения

Область изменения функций принадлежности нечетких множеств вербальных градаций дисбаланса спроса и предложения, в том числе в разрезе отдельных ИТ-профессий и специальностей

Термы — вербальные (нечеткие) оценки градаций лингвистической переменной "дисбаланс спроса и предложения"	Диапазон изменения термов на шкале рассогласования
Оптимальный (нормативный) дисбаланс спроса и предложения	[0,8; 1]
Минимальный дисбаланс	[0,6; 0,8)
Допустимый дисбаланс	[0,4; 0,6)
Критический дисбаланс	[0,2; 0,4)
Полный дисбаланс спроса и предложения	[0; 0,2)

пень уверенности эксперта в том, что $s(S_j) \subset \Psi_S$. Таким образом, диапазон изменения дисбаланса в зависимости от степени его выраженности, т. е. семантической интерпретации вербальных градаций, методом экспертной оценки может быть разделен на несколько нечетких интервалов, отражающих область изменения функций принадлежности нечетких множеств вербальных градаций лингвистической переменной "дисбаланс спроса и предложения" δ_j , определенного на множестве действительных чисел R_δ в виде отображения $\mu_{\delta_j} : R_\delta \rightarrow [0,1]$. Так, например, нормативному значению дисбаланса спроса и предложения, с точки зрения эксперта, может соответствовать диапазон изменения степени принадлежности в интервале $[0,8; 1]$, а полный дисбаланс спроса и предложения может иметь место в случае попадания значений функций принадлежности в интервал $[0; 0,2)$ (см. таблицу).

Обозначим нормативное значение дисбаланса (оптимальное соотношение спроса и предложения) в момент времени t^m (или в определенном временном отрезке) через $\delta_{norm}^{t^m} = S_{norm}^{t^m} / V_{norm}^{t^m}$, если $S_{norm}^{t^m} < V_{norm}^{t^m}$, и $\delta_{norm}^{t^m} = V_{norm}^{t^m} / S_{norm}^{t^m}$, если $S_{norm}^{t^m} > V_{norm}^{t^m}$. Если известны текущие значения спроса и предложения и, соответственно, их соотношение (текущий дисбаланс), т. е. $\delta_{cur}^{t^m} = S_{cur}^{t^m} / V_{cur}^{t^m}$, тогда функции принадлежности текущего состояния дисбаланса по шкале рассогласования могут быть определены из следующего выражения:

$$\mu_j(x) = 1 - |\delta_{cur}^{t^m} - \delta_{norm}^{t^m}|. \quad (3)$$

Как видно на рис. 2, дисбаланс спроса и предложения может изменяться в широком диапазоне: от нормативного значения соотношения спроса и предложения до их полного дисбаланса. Чем ближе значение текущего дисбаланса к нормативному, тем в более благоприятную область изменения попадают значения функций принадлежности текущего состояния. Предложенный подход к оценке ситуации на рынке труда позволяет осуществить нечеткую классификацию его состояний по степени дисбаланса спроса и предложения.

Нечеткая классификация состояний дисбаланса по степени его выраженности на определенный момент времени может быть определена согласно следующему алгоритму.

1. Определить набор вербальных параметров лингвистической переменной "дисбаланс спроса и предложения", отражающих классы нечетких состояний дисбаланса.

2. Для каждого класса нечетких состояний рассогласованности определить область изменения

функций принадлежности нечетких множеств градаций дисбаланса.

3. Для каждого класса нечетких состояний дисбаланса в соответствии со значениями функций принадлежности в рамках областей их изменения с использованием экспертных знаний сгенерировать соответствующие управляющие воздействия в виде продукционных правил.

4. Для каждого оцениваемого временного среза по формуле (3) определить рассогласование (отклонение) между текущим состоянием и нормативным значением дисбаланса.

5. В соответствии с величиной рассогласованности спроса и предложения и значением соответствующей функции принадлежности установить класс, к которому относится исследуемое состояние дисбаланса.

6. В зависимости от класса, в который попадают значения отклонения спроса и предложения, активизировать из базы знаний продукционное правило, соответствующее искомому управленческому решению.

Так, например, управляющие воздействия, формируемые в виде продукционных правил в открытой базе знаний, в зависимости от класса, в который они включены, могут относиться к устранению несоответствий между спросом и предложением в разрезе восполнения количественного дефицита ИТ-специалистов, в том числе и в разрезе отдельных ИТ-профессий и специальностей, или же согласования структурного дисбаланса ИТ-специалистов. Далее продукционные правила могут затрагивать качественные аспекты дисбаланса спроса и предложения, связанные с устареванием навыков в сфере ИТ, появлением и необходимостью устранения факторов, сдерживающих рост сектора ИТ. Еще один класс управляющих правил может быть связан с мерами политики в сфере непрерывного образования и обучения (переподготовки, повышения квалификации, дополнительного образования), направленными на устранение несоответствия спроса и предложения. Другой класс правил может отражать меры по расширению и созданию новых инновационных ИТ-профильных рабочих мест, развитию необходимого человеческого потенциала, адаптации системы ИТ-образования к потребностям рынка ИТ-специалистов, разработке механизмов координации деятельности стейкхолдеров на рынке труда ИТ-специалистов и т. п.

Заключение

Рассогласованность спроса и предложения на рынке труда на сегодня является одной из актуальных проблем во всем мире. В сфере информационных технологий эта проблема еще более усложняется. Высокая динамичность сектора ИКТ, глобальная информатизация, быстрая смена технологий, стремительное устаревание знаний и, соответ-

венно, содержания и структуры ИТ-профессий и специальностей определяют несоответствие объема и структуры входящих и исходящих потоков на рынке труда ИТ-специалистов. Это, в свою очередь, приводит к рассогласованию спроса и предложения на последних как в профессионально-квалификационном, так и в количественном разрезе. В зависимости от качественных и количественных аспектов дисбаланс спроса и предложения на ИТ-специалистов имеет различные формы, может рассматриваться на разных уровнях (микрофокус или макрофокус) и требует применения соответствующих подходов к его сокращению.

Несмотря на понимание странами необходимости принятия политических мер по устранению дисбаланса спроса и предложения на ИТ-специалистов, в рамках которых разработаны и внедряются новые технологии и инструменты, вопросам взаимодействия спроса и предложения на ИТ-специалистов, разработки адекватных подходов и методов их моделирования, поддержки принятия управленческих решений по согласованию спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов, учитывающих специфику данного сектора экономики, предпочтения основных его акторов и характер дисбаланса, в научной литературе не уделено достаточного внимания.

Предложенные в статье подходы к моделированию взаимодействия спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов и управления их количественным несоответствием на макроуровне, транзакционная схема интеллектуального управления рынком труда ИТ-специалистов, методы оценки структурного дисбаланса на рынке труда ИТ-специалистов, степени дисбаланса спроса и предложения на основе нечеткой шкалы рассогласованности, алгоритм нечеткой классификации состояний дисбаланса, подходы к формированию базы знаний в виде продукционных правил, описывающих зависимость принятия того или иного управляющего решения от значения рассогласованности спроса и предложения, являются одним из возможных вариантов согласования спроса и предложения в количественном разрезе и могут оказать поддержку различным заинтересованным лицам в принятии ими обоснованных решений по управлению дисбалансом на рынке труда ИТ-специалистов.

Работа выполнена в рамках гранта Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики *SOCAREF 2013* "Разработка для SOCAR механизмов решения задач эффективного управления человеческими ресурсами посредством применения интеллектуальных информационных технологий". Выбор в качестве примера конкретных субъектов исследования именно ИТ-специалистов и исследование спроса и предложения на последних обусловлены особой ролью ИКТ в развитии производительности, конкурентоспособности и

инновационного потенциала отраслей и предприятий. На основе предложенного метода, включенного в методологическую базу системы поддержки принятия решений по управлению человеческими ресурсами SOCAR, проведены эксперименты для решения реальных практических задач по подбору и найму ИТ-кадров в нефтяную компанию.

Список литературы

1. **Сизова И. И.** Разработка методов ситуационного управления при решении задач о назначениях. Автореферат дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук, Таганрог, 2006. URL: <http://www.disserscat.com/content/razrabotka-metodov-situatsionnogo-upravleniya-pri-reshenii-zadach-o-naznacheniiyakh>
2. **Мисиченко Н. Ю.** Формализованный анализ и моделирование информационных процессов в системе поддержки трудоустройства выпускников вуза. Автореферат дис. на соиск. ученой степени кандидата экон. наук. Ростов-на-Дону, 2009. URL: <http://www.referun.com/n/formalizovannyi-analiz-i-modelirovanie-informatsionnyh-protsessov-v-sisteme-podderzhki-trudoustroystva-vypusknikov-vuza>
3. **Никитина Н. Ш., Бурмистрова Е. В.** Методика отбора персонала на вакансию на основе нечетких показателей // Университетское управление: практика и анализ. 2001. № 3. С. 98–103.
4. **Lichter A., Peichl A., Sieglöcher S.** Micro-level labor demand estimation for Germany. Institute for the Study of Labor (IZA), 2013. 54 p. URL: <http://ftp.iza.org/dp7494.pdf>
5. **Dolls M., Lichter A., Schneider H., Sommer E.** Projected micro-level dataset for Germany based on reweighting / Institute for the Study of Labor, 2012. 18 p. URL: http://www.neujobs.eu/sites/default/files/publication/2012/11/D10_5-Database%20ProjectedMicro-level%20database.pdf
6. **Hackl P., Wellund A.** Customer Satisfaction Measurement: PLS and Alternative Estimation Methods // Proceeding of the 44th annual EOQ Congress, Budapest, 2000. V. 2. P. 45–52.
7. **Коровкин А. Г.** Динамика занятости и рынка труда. Вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования. М.: МАКС-Пресс. 2001. 327 с.
8. **Галлямов Р. Р.** Система оптимизационных моделей профессионально-квалификационного дисбаланса рынка труда. Автореферат дис. на соиск. ученой степени канд. экон. наук. Уфа, 2007. URL: <http://economy-lib.com/sistema-optimizatsionnyh-modeley-professionalno-kvalifikatsionnogo-disbalansa-rynka-truda>
9. **Гайнанов Д. А., Галлямов Р. Р.** Модель минимизации структурных дисбалансов рынка труда // Вестник УГАТУ. 2006. Т. 8, № 2. С. 89–92.
10. **Васильев В. Н., Гуртов В. А., Питухин Е. А. и др.** Рынок труда и рынок образовательных услуг в субъектах Российской Федерации. М.: Техносфера. 2007. 680 с.
11. **Ильин Е. М., Клупт М. А., Лисовик Б. С. и др.** Прогнозирование рынка труда. СПб.: Левша. 2001. 458 с.
12. **Сигова С. В.** Государственное регулирование сбалансированности рынка труда. Автореферат дис. на соиск. ученой степени докт. экон. наук. Москва. 2011. URL: <http://www.dissers.ru/avtoreferati-dissertatsii-ekonomika/a176.php>
13. **Шиянова Л. А.** К проблеме обеспечения сбалансированности рынка образовательных услуг и потребностей экономических систем в профессиональных кадрах (на примере Калининградской области) // Вестник экономической интеграции. 2009. № 8. С. 138–145.
14. **Fasih T.** Linking Education Policy to Labor Market Outcomes. Washington: The World Bank. 2008. 108 p.
15. **Pouliakas K.** A Balancing Act at Times of Austerity: Matching the Supply and Demand for Skills in the Greek Labour Market // Cedefop and IZA, 2014. 43 p. URL: <http://ipit.iza.org/dp7915.pdf>
16. **Мамедова М. Г., Мамедзаде Ф. Р.** Концептуальные подходы к интеллектуальному управлению рынком труда ИТ-специалистов // Проблемы информационных технологий. 2013. № 2. С. 43–54. URL: <http://ftp.aza.org/storage/files/article/4c6a7d96277374d06672aef687e9fb4.pdf>
17. **Конъюнктура** рынка труда. URL: http://komresurs.ru/Rrti-page01_a07.php

18. **Конъюнктура** рынка труда. URL: <http://be5.biz/ekonomika/t003/25.htm>
19. **E-Skills** for Jobs in Europe: measuring progress and moving ahead. Prepared for the European Commission. Bonn. 2014. URL: [file:///C:/Users/HP/Downloads/e-Skills%20in%20Europe%20Report%20-%20Feb%202014%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/e-Skills%20in%20Europe%20Report%20-%20Feb%202014%20(1).pdf)
20. **European** Commission. EU Skills Panorama Analytical Highlight "ICT Professionals". URL: <http://euskills Panorama.ec.europa.eu>
21. **Skill** supply and demand in Europe: medium-term forecasts up to 2020. Cedefop. 2012. 84 p. URL: http://www.cedefop.europa.eu/en/Files/3052_en.pdf
22. **Wennergren D. M.** U. S. Forecast of Future IT Labor Supply and Demand. 2007. URL: <http://dodcio.defense.gov/Home/Initiatives/NetGenerationGuide/ForecastofFutureLaborSupplyandDemand.aspx>
23. **Anticipating** the development of the supply and demand of e-skills in Europe 2010–2015. URL: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/files/e-skills_fore-sight_scenarios_2015_en.pdf
24. **Bartlett W.** Skills anticipation and matching systems in transition and developing countries: conditions and challenges. Working paper for the European Training Foundation, 2011. URL: www.etf.europa.eu
25. **Forecast** and anticipation for skills demand and supply in ETF partner countries. Working paper for the European Training Foundation. 2013. URL: www.etf.europa.eu
26. **Employment** and Social Development Canada. Canadian occupational Projection System. Imbalances Between Labour Demand and Supply 2011–2020. URL: <http://www23.hrsdc.gc.ca/1.3bd.2t.lilshhtml@-eng.jsp?lid=16&fid=1&lang=en>
27. **Кекконен А. Л., Сигова С. В.** Качественные характеристики в количественных прогнозах рынка труда // Сб. докл. по матер. Девятой Всероссийской научно-практической интернет-конф. "Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России". Петрозаводск, 31 октября — 1 ноября 2012. Кн. 1. С. 154–164. URL: http://labourmarket.ru/i_confs/conf9/book/iconf9_book1.pdf
28. **Ticol D.** Labour supply / demand dynamics of Canada's information and communications technology (ICT) sector. Final Report, Nordicity. 2012. 30 p. URL: <http://www.nordicity.com/media/20121112pnzutcby.pdf>
29. **Roodt J., Paterson A.** ICT skills in the labour market: An occupational-level analysis focusing on computer professionals and associate professionals 1996–2005. 2008. 68 p. URL: http://www.labour.gov.za/DOL/downloads/documents/research-documents/ICT%20skills_DoL_Report.pdf
30. **Department** for Employment and Learning. Research Study on High-Level Skill Needs in NI ICT Sector. Final Report. Oxford Economics. 2009. 129 p. URL: http://www.delni.gov.uk/research_study_on_high-level_skill_needs_in_ni_ict_sector_final_report.pdf
31. **Thinking** ahead on e-skills for the ICT industry in Europe. Council of European Professional Informatics Societies. 2007. 144 p.
32. **Mammadova M., Mammadzadeh F.** Formation of supply and demand for IT Specialists on the base of competency model. Proceedings IV International Conference Problems of Cybernetics and Informatics (PCI–2012). Baku. Sept. 12–14, 2012. V. 4. P. 199–201.
33. **Salzman H., Kuehn D., Lowell L.** Guestworkers in the high-skill U.S. labor market an analysis of supply, employment, and wage trends. 2013. URL: <http://www.epi.org/publication/bp359-guestworkers-high-skill-labor-market-analysis>
34. **Мамедова М. Г., Джабраилова З. Г., Мамедзаде Ф. Р.** Нечеткие многокритериальные методы для поддержки принятия решений по отбору ИТ-специалистов. Приложение к журналу "Информационные технологии". 2011. № 9. С. 17–24.
35. **Мамедова М. Г., Джабраилова З. Г., Мамедзаде Ф. Р.** Ситуационное управление рынком труда специалистов по информационным технологиям // Проблемы информационных технологий. Баку. 2014. № 1. С. 9–17.
36. **Doucek P., Nedomova L., Maryska M.** Differences between Offer and Demand on the ICT specialist's Czech Labor Market // Organizacija, 2012. V. 45, N. 6. P. 261–275. URL: <http://organizacija.fov.uni-mb.si/index.php/organizacija/article/view/498>
37. **Мельхов А. Н., Бернштейн Л. С., Коровин С. Я.** Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. М.: Наука. 1990. 272 с.
38. **Борисов А. Н., Алексеев А. В., Крумберг О. А.** и др. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной. Рига: Зинатне. 1982. 256 с.
39. **Zadeh L. A.** Fuzzy logic and approximate reasoning // Synthese. 1975. V. 80. P. 407–428.
40. **Нечеткие** множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ. под ред. Р. Р. Ягера. М.: Радио и связь. 1986. 408 с.
41. **Sugeno M.** Theory of fuzzy integral and its application. PhD thesis, Tokyo Institute of Technology, Japan. 1974. URL: <http://www.lamsade.dauphine.fr/mcda/biblio/Author/SUGENO-M.html>

M. H. Mammadova, Head of Department, **Z. G. Jabrayilova**, Head of Sector, **F. R. Mammadzada**, Thesis Defender, Institut of Information Technology of Azerbaijan National Academy of Science. e-mail: depart15@iit.ab.az, www.ikt.az

Management Methodology of Coordination of Demand and Supply at the Labor Market of Information Technologies Specialists

Modeling process of supply and demand interaction in the information technologies specialists (IT-specialists) labor market and management of their qualitative imbalance at macrolevel are considered. Types of supply and demand mismatch are allocated for IT specialists, evolution of approaches to identification of requirements for IT-personnel is shown, the main directions of supply and demand matching by IT specialists are defined. Methods of structural imbalance assessment on IT specialists labor market, degrees of IT specialists supply and demand mismatch on the basis of an fuzzy mismatch scale, algorithm of fuzzy classification of imbalance state are offered in the article.

Keywords: labor market of IT specialists, supply and demand matching, quantitative mismatch, fuzzy mismatch scale, fuzzy classification of imbalance state

References

1. **Sizova I. I.** *Razrabotka metodov situatsionnogo upravleniya pri reshenii zadach o naznacheniiah*. Avtoreferat dis. na sois. uchenoj stepeni kandidata tehn. nauk, Taganrog, 2006. URL: <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodov-situatsionnogo-upravleniya-pri-reshenii-zadach-o-naznacheniayah>
2. **Misichenko N. Ju.** *Formalizovannyj analiz i modelirovanie informacionnyh processov v sisteme podderzhki trudoustrojstva vypusnikov vuza*. Avtoreferat dis. na sois. uchenoj stepeni kandidata jekon. Nauk.

Rostov-na-Donu. 2009. URL: <http://www.referun.com/n/formalizovanny-analiz-i-modelirovanie-informatsionnyh-protsessov-v-sisteme-podderzhki-trudoustroystva-vypusknikov-vuza>

3. **Nikitina N. Sh., Burmistrova E. V.** Metodika otbora personala na vakansiju na osnove nechetkih pokazatelej. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*. 2001. N. 3. P. 98—103.

4. **Lichter A., Peichl A., Sieglösch S.** *Micro-level labor demand estimation for Germany*. Institute for the Study of Labor (IZA), 2013. 54 p. URL: <http://ftp.iza.org/dp7494.pdf>

5. **Dolls M., Lichter A., Schneider H., Sommer E.** *Projected micro-level database for Germany based on reweighting*. Institute for the Study of Labor. 2012. 18 p. URL: http://www.neujobs.eu/sites/default/files/publication/2012/11/D10_5-Database%20ProjectedMicro-level%20database.pdf

6. **Hackl P., Wellund A.** Customer Satisfaction Measurement: PLS and Alternative Estimation Methods. *Proceeding of the 44th annual EOQ Congress*. Budapest. 2000. V. 2. P. 45—52.

7. **Korovkin A. G.** *Dinamika zanjatosti i rynka truda. Voprosy makroekonomicheskogo analiza i prognozirovaniya*. M.: MAKSPress. 2001. 327 p.

8. **Galljamov R. R.** *Sistema optimizacionnyh modelej professional'no-kvalifikacionnogo disbalansa rynka truda*. Avtoreferat dis. na sois. uchenoj stepeni kand. jekon. nauk. Ufa. 2007. URL: <http://economy-lib.com/sistema-optimizatsionnyh-modelej-professionalno-kvalifikatsionnogo-disbalansa-rynka-truda>

9. **Gajnanov D. A., Galljamov R. R.** Model' minimizacii strukturnykh disbalansov rynka truda. *Vestnik UGATU*. 2006. T. 8, № 2. S. 89—92.

10. **Vasil'ev V. N., Gurtov V. A., Pituhin E. A.** i dr. *Rynok truda i rynek obrazovatel'nykh uslug v sub#ektah Rossijskoj Federacii*. M.: Tehnosfera. 2007. 680 s.

11. **Il'in E. M., Klupt M. A., Lisovik B. S.** i dr. *Prognozirovaniye rynka truda*. SPb.: Levsha. 2001. 458 s.

12. **Sigova S. V.** *Gosudarstvennoe regulirovanie sbalansirovannosti rynka truda*. Avtoreferat dis. na sois. uchenoj stepeni dokt. jekon. nauk. Moskva. 2011. URL: <http://www.dissers.ru/avtoreferati-dissertatsii-ekonomika/a176.php>

13. **Shijanova L. A.** K probleme obespecheniya sbalansirovannosti rynka obrazovatel'nykh uslug i potrebnostej jekonomicheskikh sistem v professional'nykh kadrah (na primere Kaliningradskoj oblasti). *Vestnik jekonomicheskoy integracii*. 2009. N. 8. S. 138—145.

14. **Fasih T.** *Linking Education Policy to Labor Market Outcomes*. Washington: The World Bank. 2008. 108 p.

15. **Pouliakas K.** A Balancing Act at Times of Austerity: Matching the Supply and Demand for Skills in the Greek Labour Market. *Cedefop and IZA*. 2014. 43 p. URL: <http://ftp.iza.org/dp7915.pdf>

16. **Mamedova M. G., Mamedzade F. R.** Konceptual'nye podhody k intellektual'nomu upravleniju rynkom truda IT-specialistov. *Problemy informacionnykh tehnologij*. Baku. 2013. N. 2. C. 43—54. URL: <http://jpit.az/storage/files/article/4c6a7d9627737d406672aefd687e9fb4.pdf>

17. **Kon'junktura rynka truda**. URL: http://komresurs.ru/Rrti-page01_a07.php

18. **Kon'junktura rynka truda**. URL: <http://be5.biz/ekonomika/t003/25.htm>

19. **E-Skills for Jobs in Europe: measuring progress and moving ahead**. Prepared for the European Commission. Bonn. 2014. 253 p. URL: [file:///C:/Users/HP/Downloads/e-Skills%20in%20Europe%20Report%20-%20Feb%202014%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/e-Skills%20in%20Europe%20Report%20-%20Feb%202014%20(1).pdf)

20. **European Commission.** *EU Skills Panorama Analytical Highlight "ICT Professionals"*. URL: <http://euskillspanorama.ec.europa.eu>

21. **Skill supply and demand in Europe: medium-term forecasts up to 2020**. Cedefop. 2012. 84 p. URL: http://www.cedefop.europa.eu/en/Files/3052_en.pdf

22. **Wennergren D. M. U. S.** *Forecast of Future IT Labor Supply and Demand*. 2007. URL: <http://dodcio.defense.gov/Home/Initiatives/NetGenerationGuide/ForecastofFutureLaborSupplyandDemand.aspx>

23. **Anticipating the development of the supply and demand of e-skills in Europe** 2010—2015. URL: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/files/e-skills_fore-sight_scenarios_2015_en.pdf

24. **Bartlett W.** *Skills anticipation and matching systems in transition and developing countries: conditions and challenges*. Working paper for the European Training Foundation, 2011. URL: www.etf.europa.eu

25. **Forecast and anticipation for skills demand and supply in ETF partner countries**. Working paper for the European Training Foundation. 2013. URL: www.etf.europa.eu

26. **Employment and Social Development Canada.** Canadian occupational Projection System. Imbalances Between Labour Demand and Supply 2011—2020. URL: <http://www23.hrsdc.gc.ca/1.3bd.2t.lilshhtml@-eng.jsp?lid=16&fid=1&lang=en>

27. **Kekkonen A. L., Sigova S. V.** Kachestvennyye harakteristiki v kolichestvennykh prognozakh rynka truda. *Sb. dokladov po materialam Devjatoj Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii "Spros i predlozhenie na rynke truda i rynke obrazovatel'nykh uslug v regionah Rossii"*. Petrozavodsk, 31 oktjabrja — 1 nojabrja 2012. Kniga I. S. 154—164. URL: http://labourmarket.ru/i_confs/conf9/book/iconf9_book1.pdf

28. **Ticol D.** *Labour supply / demand dynamics of Canada's information and communications technology (ICT) sector*. Final Report, Nordicity. 2012. 30 p. URL: <http://www.nordicity.com/media/20121112pnzutebzb.pdf>

29. **Roodt J., Paterson A.** *ICT skills in the labour market: An occupational-level analysis focusing on computer professionals and associate professionals 1996—2005*. 2008. 68 p. URL: http://www.labour.gov.za/DOL/downloads/documents/research-documents/ICT%20skills_DoL_Report.pdf

30. **Department for Employment and Learning.** Research Study on High-Level Skill Needs in NI ICT Sector. Final Report. Oxford Economics. 2009. 129 p. URL: http://www.delni.gov.uk/research_study_on_high-level_skill_needs_in_ni_ict_sector_final_report.pdf

31. **Thinking ahead on e-skills for the ICT industry in Europe**. Council of European Professional Informatics Societies. 2007. 144 p.

32. **Mammadova M., Mammadzadeh F.** Formation of supply and demand for IT Specialists on the base of competency model. *Proceedings IV International Conference Problems of Cybernetics and Informatics (PCI—2012)*. Baku. Sept. 12—14, 2012. V. 4. P. 199—201.

33. **Salzman H., Kuehn D., Lowell L.** *Guestworkers in the high-skill U. S. labor market: an analysis of supply, employment, and wage trends*. 2013. URL: <http://www.epi.org/publication/bp359-guestworkers-high-skill-labor-market-analysis>

34. **Mamedova M. G., Dzhabrailova Z. G., Mamedzade F. R.** *Nechetkie mnogokriterial'nye metody dlja podderzhki prinjatija reshenij po otboru IT-specialistov*. Prilozhenie k zhurnalu "Informacionnye tehnologii". 2011. № 9. C. 17—24.

35. **Mamedova M. G., Dzhabrailova Z. G., Mamedzade F. R.** Situacionnoe upravlenie rynkom truda specialistov po informacionnym tehnologijam. *Problemy informacionnykh tehnologij*. Baku. 2014. N. 1. C. 9—17.

36. **Doucek P., Nedomova L., Maryska M.** Differences between Offer and Demand on the ICT specialist's Czech Labor Market. *Organizacija*, 2012. V. 45, N. 6. P. 261—275. URL: <http://organizacija.fov.uni-mb.si/index.php/organizacija/article/view/498>

37. **Melihov A. N., Bernshtejn L. S., Korovin S. Ja.** *Situacionnye sovetujushhie sistemy s nechetkoj logikoj*. M.: Nauka. 1990. 272 s.

38. **Borisov A. N., Alekseev A. V., Krumberg O. A.** i dr. *Modeli prinjatija reshenij na osnove lingvisticheskoy peremennoj*. Riga: Zinatne. 1982. 256 s.

39. **Zadeh L. A.** Fuzzy logic and approximate reasoning. *Synthese*, 1975. V. 80. P. 407—428.

40. **Nechetkie mnozhestva i teorija vozmozhnostej. Poslednie dostizhenija**: Per. s angl. pod red. R. R. Jagera. M.: Radio i svjaz'. 1986. 408 s.

41. **Sugeno M.** *Theory of fuzzy integral and its application*. PhD thesis. Tokyo Institute of Technology, Japan. 1974. URL: <http://www.lamsade.dauphine.fr/mcda/biblio/Author/SUGENO-M.html>