

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 330.101

DOI: 10.25198/2077-7175-2020-4-23

### МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

С. В. Авилкина<sup>1</sup>, М. А. Бакулева<sup>2</sup>, Н. П. Клейносова<sup>3</sup>

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина, Рязань, Россия

<sup>1</sup>e-mail: s.avilkina@gmail.com

<sup>2</sup>e-mail: marina.bakuleva@gmail.com

<sup>3</sup>e-mail: klnp\_pl39@mail.ru

**Аннотация.** Актуальность исследуемой проблемы обусловлена двумя процессами. С одной стороны, увеличивается потребность растущей цифровой экономики в кадровом обеспечении, с другой стороны, существующая «квалификационная яма» приводит к тому, что отбор персонала для работы в сфере IT-технологий становится все более ресурсоемким и не всегда завершается оптимальным результатом, полностью отвечающим потребностям работодателя. Актуальным становится моделирование процесса подбора вакансий на основе учета тех компетенций, которые освоил выпускник вуза.

Целью статьи является построение математической модели оптимизации подбора вакансий для выпускников образовательных организаций высшего образования, с учетом индивидуального уровня освоения компетенций, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом. Модель апробирована на выпускниках, получивших образование в сфере IT-технологий.

Применяется анализ динамики статистических данных о доле занятого населения, имеющего высшее образование, в общей численности занятого населения. В основу предлагаемой модели положен компетентностный подход, составляющий основу стандарта высшего образования. В качестве математического инструментария выбрана графовая модель семантической сети.

В результате проведенного исследования обосновано увеличение доли интеллектуальной составляющей в профессиональной деятельности работников, выявлены проблемы в кадровом обеспечении цифровой экономики, разработана модель основанная на компетентностном подходе, позволяющая оптимизировать и автоматизировать процесс отбора кадров.

Программный комплекс, описывающий алгоритмы модели, зарегистрирован ФГБУН «Институт программных систем имени А. К. Айламазяна Российской академии наук» и Объединенным фондом электронных ресурсов «Наука и образование» (ОФЭРНЮ) как электронный ресурс (свидетельство № 24488 от 01.03.2020г. «Модель «Оптимальное распределение кадровых ресурсов на основе компетентностного подхода»).

Материалы статьи могут быть использованы исследователями проблем кадрового обеспечения цифровой экономики, руководителями предприятий и органов государственного управления при осуществлении стратегического планирования развития человеческого капитала.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, система профессионального образования, интеллектуализация экономики, устойчивое региональное развитие, управление человеческими ресурсами.

**Благодарности.** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Рязанской области в рамках научного проекта № 18-410-620002.

**Для цитирования:** Авилкина С. В., Бакулева М. А., Клейносова Н. П. Модель оптимизации трудоустройства выпускников образовательных организаций высшего образования в условиях цифровизации экономики // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 4. С. 23–34. DOI: 10.25198/2077-7175-2020-4-23.

---

---

## EMPLOYMENT OPTIMIZATION MODEL OF HIGHER EDUCATION EDUCATIONAL INSTITUTIONS GRADUATES UNDER ECONOMY DIGITALIZATION

S. V. Avilkina<sup>1</sup>, M. A. Bakuleva<sup>2</sup>, N. P. Kleinosova<sup>3</sup>

Ryazan State Radio Engineering University, Ryazan, Russia

<sup>1</sup>e-mail: s.avilkina@gmail.com

<sup>2</sup>e-mail: marina.bakuleva@gmail.com

<sup>3</sup>e-mail: klnp\_pl39@mail.ru

**Abstract.** *The relevance of the problem under study is due to two processes. On the one hand, the need for a growing digital economy for staffing is increasing, on the other hand, the existing qualification pit leads to the fact that the selection of personnel for work in the field of IT technologies is becoming more resource-intensive and does not always end with an optimal result that fully meets the needs of the employer. It becomes relevant to model the process of selecting a vacancy based on those competencies that a university graduate has mastered.*

*The purpose of the article is to build a mathematical model for optimizing the selection of vacancies for graduates of educational institutions of higher education, taking into account the individual level of development of competencies provided for the federal state educational standard. The model was tested on graduates who were educated in the field of IT-technologies.*

*The analysis of the dynamics of statistical data on the share of the employed population with higher education in the total number of employed population is applied. The proposed model is based on a competency-based approach that meets the standard of higher education. As a mathematical toolkit, a graph model of the semantic network is chosen.*

*As a result of the study, an increase in the share of the intellectual component in the professional activities of employees is substantiated, problems in the staffing of the digital economy are identified, a model based on a competency-based approach is developed that allows optimization and automation of the selection process.*

*The software package that describes the algorithms of the model is registered with the Federal State Budgetary Institution «Institute of Software Systems named after A. K. Aylamazyan of the Russian Academy of Sciences» and the Joint Foundation for Electronic Resources «Science and Education» (OFERNiO) as an electronic resource (certificate No. 24488 of 03/01/2020. «Model «Optimal distribution of human resources based on a competency-based approach»).*

*The materials of the article can be used in the work by researchers of the problems of staffing the digital economy, heads of enterprises and government bodies in the implementation of strategic planning for the development of human capital.*

**Keywords:** *digital economy, vocational education system, intellectualization of the economy, sustainable regional development, human resources management*

**Acknowledgements.** *The reported research was funded by Russian Foundation for Basic Research and the government of the Ryazan region of the Russian Federation, grant № 18-410-620002*

**Cite as:** Avilkina, S. V., Bakuleva, M. A., Kleinosova, N. P. (2020) [Employment optimization model of higher education educational institutions graduates under economy digitalization]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 4, pp. 23–34. DOI: 10.25198/2077-7175-2020-4-23.

### Введение

К настоящему времени мировая цифровая революция охватила практически все виды деятельности. В то же время оживление экономики РФ сдерживается нехваткой инженеров. По мнению С. Ю. Глазьева в ходе развития цифровизации российская экономика столкнется с проблемой, связанной с острой нехваткой специалистов инженерного профиля [5].

Технологические изменения, основанные на масштабной интеграции науки в производство, сделали образование ключевым фактором производства человеческого капитала для современной экономики. Однако следует отметить, что в ходе

отбора на вакантную должность на собеседовании выпускники образовательных организаций высшего образования не всегда способны успешно продемонстрировать все свои знания и практические навыки. Часто это приводит к тому, что молодой специалист «уходит из профессии», трудоустраивается не по специальности. При этом не оправдываются затраты государства на обучение потенциального инженера в течение 4 лет. Поэтому задача разработки математической модели, формализующей семантические связи «студент-оценка компетенций» и «компетенции – вакансия» является актуальной.

Целью исследования является разработка и описание инструментария, который дает возможность

оптимизировать и автоматизировать процесс подбора мест трудоустройства для выпускников вузов, которые получили образование в сфере IT-технологий, с учетом их уровня успешности освоения образовательной программы.

### Проблемы обеспечения цифровой экономики кадровыми ресурсами

Цифровизация экономики возможна только в условиях активного формирования и сбалансированного развития человеческого капитала [1]. Реализация парадигмы устойчивого развития экономических систем предполагает интенсивное использование интеллектуальных ресурсов общества [10]. В качестве инструмента оценки состояния цифровизации параметр «человеческий капитал» входит во многие методики и индексы, в частности, в индекс DESI (Digital Economy and Society), который учитывает показатели: телекоммуникации,

человеческий капитал, использование сетей Интернет, интеграция цифровых технологий, цифровые государственные услуги [8].

Переход к информационному обществу сопровождается интеллектуализацией экономики, которая представляет собой процесс обогащения труда знаниями и увеличение доли интеллектуальной составляющей в профессиональной деятельности индивида [3]. Система профессионального образования является социальным институтом приобретения знаний. Данные об уровне образования населения РФ характеризуют качественные изменения человеческого капитала страны, свидетельствуют о значительных темпах интеллектуализации человеческих ресурсов [12]. Так, значительно изменился показатель, характеризующий численность занятого населения, имеющего высшее образование. Он увеличился с 30,1% в 2010 году до 35,1% в 2018 году (таблица 1).

Таблица 1. Доля занятого населения, которое имеет высшее образование в общей численности занятого населения РФ в возрасте от 25 до 64 лет, %

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Российская Федерация	30,1	30,7	31,2	32,6	33,0	33,8	34,3	35,1	35,1
Центральный федеральный округ	35,2	35,7	36,4	38,0	38,2	39,0	39,4	40,1	40,0

Источник: данные Федеральной службы государственной статистики<sup>1</sup>

Обеспечение экономики кадрами является социально-экономической проблемой, которая выражается в несоответствии квалификации потенциальных работников, требованиям, которые предъявляют работодатели [7].

Глобально, проблема обеспеченности компетентными кадрами – это дисбаланс между требованиями работодателей и навыками соискателей, так называемая компетентностная амплитуда, которая может быть разнозначной: положительная амплитуда появляется, когда знания и навыки работника превышают требования занимаемой должности; отрицательная амплитуда появляется, когда отсутствует физическая возможность найти достаточное количество кадров с нужной квалификацией.

Эта проблема, известная как «кадровый разрыв» или «кадровая яма», «квалификационная яма» (skills gap, skills mismatch), в той или иной степени проявляется в каждой стране мира, затрагивает в значительной степени все индустрии и практически любые типы бизнесов. Одна из ключевых ее

причин: несоответствие знаний и компетенций людей актуальным требованиям рынка. В результате работодатели часто вынуждены нанимать сотрудников с компетенциями, которые отдаленно похожи на нужные, а сотрудники – соглашаться на работу, которая их не очень устраивает. И те, и другие оказываются в «квалификационной яме».

Проблема «квалификационной ямы» существует в большинстве регионов РФ, в том числе и в Рязанской области. По результатам кластеризации регионов на основе оценки структурных изменений миграционных процессов и социально-экономического положения жителей, Рязанская область отнесена к группе регионов второго кластера [13]. В этих регионах наблюдался устойчивый отток населения, поэтому в соответствии с утверждённой Стратегией социально-экономического развития в Рязанской области необходимо уделить внимание кадровому обеспечению деятельности кластеров, критически важных для экономики<sup>2</sup>. С точки зрения цифровой трансформации региона наиболее перспективными кластерами являются кластер ра-

<sup>1</sup> Режим доступа: [https://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/business/it/mon-sub/1.1.1.xls](https://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/it/mon-sub/1.1.1.xls).

<sup>2</sup> Стратегия социально-экономического развития Рязанской области до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://mineconom.ryazan.gov.ru/upload/iblock/580/Str\\_PPPO\\_25\\_12\\_2018\\_418.pdf](https://mineconom.ryazan.gov.ru/upload/iblock/580/Str_PPPO_25_12_2018_418.pdf) (дата обращения: 12.03.2020).

диоэлектроники и робототехники; кластер информационных технологий (IT-кластер) [6]. Данные отрасли относятся к классу высокотехнологичных и требуют высокой квалификации сотрудников. Именно для этих отраслей задача сглаживания компетентностной амплитуды становится особенно актуальной, поскольку обеспеченность кадрами является стартером для запуска механизма цифровизации экономики.

Сила и влияние доминирующих технологических платформ (таких как поиск Google, лента новостей Facebook, логистическая система Amazon и др.) позволяют сделать вывод о создании новой инфраструктуры экономики и общественной сферы 21-го века, т.к. эти фирмы все больше интегрируются в экономическую и социальную деятельность [14].

Особенно важно в таких отраслях, как программное обеспечение, Интернет, средства массовой информации, платежные системы уделять большее внимание бизнес-модели, максимизирующей прибыль платформ. Так в статье J-C.Rochet и J. Tirole описана модель конкуренции платформ с двусторонними рынками, определяющая детерминанты распределения цен и профицита конечного пользователя для различных структур управления [15].

Решению проблемы «кадровой ямы» будет способствовать тесное взаимодействие образования и бизнеса, которое является одним из эффективных инструментов устойчивого развития национальной конкурентоспособности [4]. На основе анализа региональных статистических данных о количестве вузов, малых предприятий, академических МИПов обосновано влияние системы высшего образования на развитие малого предпринимательства [2]. Поэтому актуальна разработка механизмов, позволяющих сгладить существующую проблему квалификационного разрыва, упростить процесс перехода молодого специалиста от обучения в производственной сфере. Решению этого вопроса посвящено дальнейшее описание разработанной модели трудоустройства.

### Описание модели оптимизации трудоустройства выпускников на основе компетентностного подхода

В рамках выполняемого исследования были поставлены следующие задачи:

- сформулировать семантическую модель, позволяющую оптимизировать процесс трудоустройства выпускника образовательной организации высшего образования;
- реализовать математическое моделирование процесса оптимального трудоустройства выпускника по направлениям профессиональной деятельности в сфере IT-технологий.

Данная модель позволит грамотно управлять кадровыми ресурсами с учетом потребностей рынка труда. В основу предлагаемой модели положен компетентностный подход, соответствующий стандарту высшего образования. В качестве математического инструментария выбрана графовая модель семантической сети.

Исходные данные:

- выпускники вуза, имеющие дипломы и приложения к дипломам с оценками (например, Иванов И.И. – бакалавр по направлению «Информатика и вычислительная техника», окончивший Рязанский государственный радиотехнический университет со средним баллом 4,375);
- вакансии от работодателей (например, по данным Центра занятости населения Рязанской области по состоянию на 01.06.2020 открыто 34 вакансии на должность «программист» со средней заработной платой 28 485 руб.).

В упрощенном варианте представленные данные могут быть вершинами двудольного графа, дуги которого будут соответствовать трудоустройству молодого специалиста на предлагаемую вакансию (рисунок 1). Пунктиром обозначены возможные варианты трудоустройства выпускника, то есть полный двудольный граф отображает случай, когда каждый выпускник может быть трудоустроен на любую из открытых вакансий программиста (удовлетворяет требованиям любого работодателя).

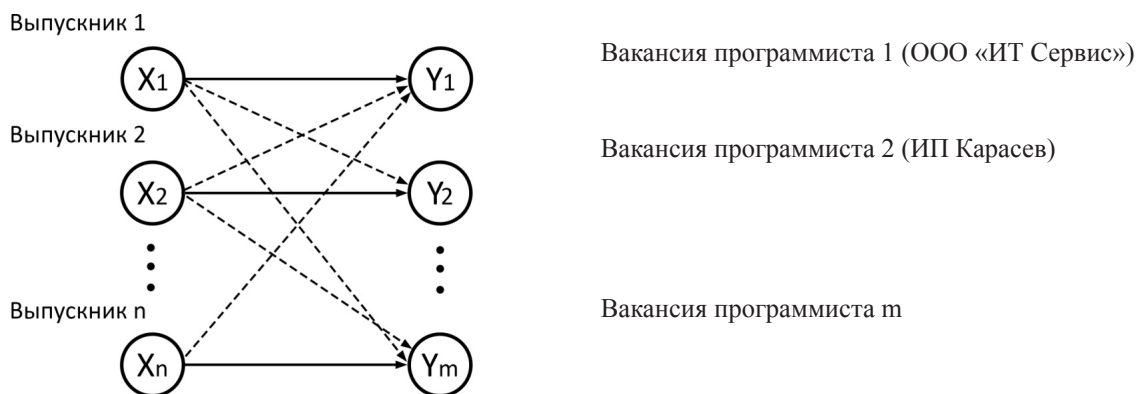


Рисунок 1. Граф потенциального трудоустройства выпускников по вакансиям

Данный граф можно описать (таблица 2) матрицей смежности  $\|S_{ij}\|_{n \times m}$ , элементы которой будут определяться следующим образом:

$$S_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{если } i\text{-й выпускник трудоустроился на } j\text{-ю должность} \\ 1, & \text{если } i\text{-й выпускник может трудоустроиться на } j\text{-ю должность} \end{cases}$$

Таблица 2. Матрица смежности

	$y_1$	$y_2$	.....	$y_m$
$x_1$	2	1	.....	1
$x_2$	1	2	.....	1
.....	.....	.....	.....	.....
$x_n$	1	1	1	2

Данная модель может допускать следующие вариации:

- фактически не все выпускники могут быть трудоустроены на вакансии в силу недостаточного соответствия требованиям работодателя;
- матрица не будет квадратной, то есть в общем случае количество вакансий и профильных выпускников не совпадает, а, следовательно, формируемая математическая система станет открытой;
- элементы матрицы, обозначающие вероятность трудоустройства выпускника, должны иметь математическую интерпретацию для дальнейшего применения модели в задачах прогнозирования и оптимизации распределения.

Таким образом, целью прогностического моделирования процесса трудоустройства выпускников по направлениям профессиональной деятельности на основе компетентного подхода явля-

ется трудоустройство выпускников на вакантные должности по результатам их учебной деятельности. То есть, на основе оценок выпускников по различным компетенциям необходимо назначить их на определенные вакансии, так, чтобы сумма этих оценок была максимальной по требуемым компетенциям.

Таким образом, моделируется ситуация максимального соответствия «знаний, умений и практических навыков» (декларируется аннотациями рабочих программ изученных дисциплин) соискателя требованиям работодателя.

В данной работе, предложена методика оценивания компетенций на основе матрицы компетенций, которая представляет собой отношение множеств  $K$  ( $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$  – множество компетенций) и  $D$  ( $D = \{d_1, d_2, \dots, d_j\}$  – множество дисциплин). Элементы матрицы.

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-я компетенция вырабатывается } j\text{-й дисциплиной} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

В общем виде матрица компетенций может быть представлена следующим образом (таблица 3), где каждая компетенция имеет строго определенную семантику:

- способностью установить программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем (ОПК-1);
- способностью осваивать методики исполь-

зования программных средств для решения практических задач (ОПК-2);

- проектно-технологическая деятельность: способностью разрабатывать компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии программирования (ПК-2) и т. д.

Таблица 3. Матрица «дисциплина  $d$  – компетенция  $K$ »

	$d_1$ («Операционные системы»)	$d_2$ («Сети и телекоммуникации»)	...	Количество дисциплин, формирующих данную компетенцию
$k_1$ (ОПК-1)	0	0	...	0
$K_2$ (ОПК-2)	1	1	...	2
...	...	...	...	...

Следует отметить, что вводимые компетенции имеют очевидное совпадение с требованиями работодателей. Так по данным службы занятости большинство работодателей в должностных требованиях к вакантной должности инженера-программиста указывают:

- на основе анализа алгоритмов решения экономических и других задач разрабатывает программы, проводит их тестирование;
- выполняет работу по подготовке программ к отладке и проводит отладку;
- разрабатывает алгоритмы компьютерных программ на основе анализа моделей программирования, отлаживает и корректирует программные продукты, используемые на предприятии<sup>3</sup>.

Требования работодателей фактически являются более детальной расшифровкой приведенных выше компетенций, утвержденных федеральным государственным образовательным стандартом. Однако, для более релевантной модели трудоустройства выпускников, желательно унифицировать требования работодателей и образовательные компетенции. Для ускорения модернизации экономики необходимо разрабатывать стандарты цифровизации. Доля отечественных стандартов в области цифровых технологий относительно международных сейчас составляет, по экспертным оценкам, не более 5–7 процентов<sup>4</sup>. Это отставание может быть преодолено за счет формирования приоритетных направлений стандартизации и создания системы переподготовки кадров в области стандартизации цифровых промышленных технологий и разработки профессиональных стандартов в сфере ИТ-технологий [9].

Математическая задача соотнесения оценки из зачётных книжек студента и компетенции, которые

он освоил в рамках изученной дисциплины рассматривается исследователями Прокофьевой Е. Н., Левиной Е. Ю. и Загребинной Е. И. [11]. Разрабатывается и вводится методика дополнительного шкалирования, согласно которой, разработан аналитический комплекс позволяющий оценить студента в разрезе «дисциплина-компетенции». Данное соотношение имеет статус «один-ко-многим», так как в рамках одной дисциплины формируются элементы нескольких компетенций. Оценки за дисциплины могут отличаться. Таким образом, возникает неравномерное соответствие двух множеств. Математический аппарат теории множеств не позволяет производить операции селекции по компетенциям и дисциплинам с этими компетенциями.

Для построения адекватной математической модели необходимо ввести весовые коэффициенты  $w_{ij}$ , которые можно было бы интерпретировать как долю участия дисциплины  $d_j$  в формировании компетенции  $k_i$ . Введенные весовые коэффициенты являются значимыми элементами модели, их обоснование и алгоритмы формирования достаточно сложная задача. В качестве экспертов при определении указанных весовых коэффициентов в данном исследовании выступили методисты, научно-педагогические работники, руководители профессиональных образовательных программ.

Введенная выше матрица компетенций (см. табл. 3) пересчитана по формуле:

$$\|r_{ij}^W\| = \|r_{ij}\| \times \|w_{ij}\|$$

Например, для направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» фрагмент матрицы  $\|r_{ij}^W\|$  будет иметь следующий вид (табл. 4).

Таблица 4. Фрагмент матрицы компетенций после введения весовых коэффициентов  $W_{ij}$

	$d_1$ («Операционные системы»)	$d_2$ («Сети и телекоммуникации»)	$d_3$ («Защита информации»)	.....
$k_1$ (ПК-1)	0	0,5	0,5	
$k_2$ (ПК-2)	0,2	0,8	0	
$k_3$ (ПК-3)	0,3	0,3	0,4	
.....				

В данной матрице значение  $\|r_{ij}^W\| = 0$  означает, что в рамках  $j$ -й дисциплины  $i$ -ая компетенция не формируется.

Соответственно, если в данную математическую модель ввести соотношение «дисциплины-оценки» (из приложения к диплому), которое для каждого студента будет описываться вектором оценок  $\|O_{jx}\|$ , содержащим оценки  $O_j$  по каждой  $j$ -й дисциплине некоторого  $X$ -го студента (таблица 5), то уровень освоения компетенций некоторого  $X$ -го студента  $O^x_{k_i}$  будет вычисляться по формуле:

<sup>3</sup> Официальный сайт Центра занятости населения Рязанской области министерства труда и социальной защиты населения Рязанской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://czn-rzn.ru/> (дата обращения: 12.05.2020).

<sup>4</sup> Дождев В., Носкова Е. Полный цикл перемен // Российская газета – 2019. – № 124(7882).

$$O^x_{k_i} = \|r_{ij}^w\| \times \|o_{jx}\|$$

Таблица 5. Фрагмент матрицы  $\|O_{jx}\|$

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	.....
$d_1$	4	5	3	.....
$d_2$	3	5	4	.....
$d_3$	4	4	3	.....
.....	.....	.....	.....	.....

Для данных примера матрица будет рассчитана следующим образом (таблица 6).

Таблица 6. Расчет матрицы  $Q^x_{kj}$

$$Q^x_{kj} =$$

	$d_1$	$d_2$	$d_3$										
$K_1$	0	0.5	0.5	×	$X_1$	$X_2$	$X_3$	=	$X_1$	$X_2$	$X_3$		
$K_2$	0.2	0.8	0		$d_1$	4	5		3	$K_1$	3.5	4.5	3.5
$K_3$	0.3	0.3	0.4		$d_2$	3	5		4	$K_2$			
.....	.....	.....	.....		$d_3$	4	5		3	$K_3$	3.7		
					...	...	...		.....	.....	.....		

Если у студента  $X_1$  по дисциплинам «Операционные системы» оценка 4, «Сети и телекоммуникации» – 3, «Защита информации» – 4, то компетенция  $k_3$  (ПК-3) будет иметь количественную оценку  $Q^x_{k_3} = 3,7$ .

Для решения поставленной задачи прогнозирования необходимо на основе рассчитанных оценок компетенций промоделировать распределение выпускников  $X_i$  на вакансии  $y_i$  ( $y_i \in Y$ ), где

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$  – множество вакансий).

Однако, для использования классических мате-

матических подходов (например, венгерский алгоритм) для решения поставленной задачи оптимального распределения необходимо поставить соответствие «вакантные должности – компетенции». Здесь также следует формализовать следующие семантические связи: «студент-оценка компетенций» и «компетенции-вакансия». Первые связи раскрывает введенный параметр  $O^x_{k_i}$ . Связи «компетенции-вакансии» порождаются работодателем.

Таким образом, в двудольный граф трудоустройства выпускников по вакансиям (рисунок 1) включается семейство вершин, обозначающих компетенции (рисунок 2).

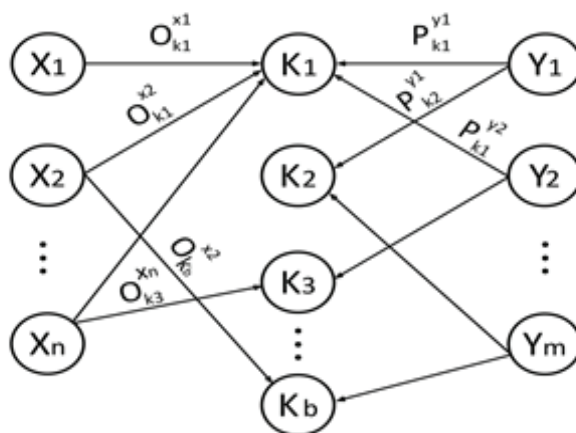


Рисунок 2. Расширение графа трудоустройства выпускников семейством вершин, соответствующим множеству компетенций

Приведенный граф является взвешенным. Вводится вес дуги  $P^{y_i k_i}$  между парой вершин  $(y_i, k_i)$ . Данный весовой коэффициент имеет семантический смысл степени значимости компетенции  $k_i$  для вакансии  $y_i$ .

Таким образом, в математическую модель, представленную в виде ориентированного взвешенного трехдольного графа, вводятся весовые коэффициенты, которые могут быть описаны матрицей  $\|P^{y_i k_i}\|$  (фрагмент приводится в таблице 7).

Таблица 7. Весовые коэффициенты, которые описаны матрицей

$$P^{y_i k_i} = \begin{array}{c|ccc} & k_1 & k_2 & k_3 \\ \hline y_1 & 0.3 & 0.5 & 0.2 \\ y_2 & 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ y_3 & 0.4 & 0 & 0.6 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

Перемножение матриц  $\|P^{y_i k_i}\|$  и  $\|O^{x_i k_i}\|$  позволяет вычислить для каждого студента  $X_1$  математическую оценку степени соответствия уровня освоения компетенций требованиям работодателя для замещения вакансии  $y_i$ .

$$\|S^{y_i x_i}\| = \|P^{y_i k_i}\| \times \|O^{x_i k_i}\|$$

Для приведенных выше матриц оценка  $\|S^{y_i x_i}\|$  будет вычисляться следующим образом:

$$S^{y_i x_i} = \begin{array}{c|ccc} & k_1 & k_2 & k_3 \\ \hline y_1 & 0.3 & 0.5 & 0.2 \\ y_2 & 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ y_3 & 0.4 & 0 & 0.6 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array} \times \begin{array}{c|ccc} & X_1 & X_2 & X_3 \\ \hline K_1 & 3.5 & 4.5 & 3.5 \\ K_2 & & & \\ K_3 & 3.7 & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array} = \begin{array}{c|ccc} & X_1 & X_2 & X_3 \\ \hline y_1 & & & \\ y_2 & & & \\ y_3 & & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

Представленная матрица  $\|S^{y_i x_i}\|$  может быть основой для прогнозирования трудоустройства выпускников по вакансиям, соответствующим профилю обучения.

Тогда математическая постановка задачи будет следующая: необходимо распределить выпускника  $X_1$  на вакансию  $(y_i \in Y)$  на основании оценок  $\|S^{y_i x_i}\|$  так, чтобы сумма этих оценок была максимальна. Таким образом, получается классическая задача о назначениях, которая может быть решена любым известным способом. В данной работе используется венгерский алгоритм.

**Апробация модели оптимизации трудоустройства выпускников образовательных организаций высшего образования**

Апробация проводилась на базе Рязанского государственного радиотехнического университета имени В. Ф. Уткина (РГРТУ). В рамках реализуемых образовательных программ в РГРТУ осуществляется подготовка и ежегодно выпускается более 1000 специалистов, завершивших обучение по техническим направлениям подготовки. Апробация модели осуществлялась в рамках федерального государственного образовательного

стандарта высшего образования (ФГОС ВО). Для апробации модели в качестве исходных данных использована информация о выпускниках 2019 года, которые получили высшее образование по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

Для реализации экспериментальной части исследования была разработана программа, реализующая задачу о назначениях на основе венгерского алгоритма. Также разработаны алгоритмы расчетов весовых коэффициентов на основе данных об успеваемости и справочника должностей и компетенций.

В основном окне программы (рисунок 3) показана таблица выпускников и их оценок по компетенциям для различных должностей.

После нажатия кнопки «Расчитать» открывается окно с результатами распределения выпускников по вакансиям (рисунок 4).

Описанная выше модель трудоустройства носит прогностический характер. В ходе исследования определяются наибольшая вероятность трудоустройства того или иного выпускника на должность, наиболее подходящую его уровню освоения профессиональных компетенций.



	Администратор баз данных	Программист	Системный аналитик	Специалист по тестированию	Разработчик Web приложений
Брусничанин	4,79	4,75	5	4,875	4,787
Зайцева А.С.	3,69	3,417	3,5	3,5	3,653
Лимонов К.Д.	4,545	4,433	4,5	4,525	4,493
Миролюбов	3,815	4,067	3,5	3,75	3,853
Морковкина	4,765	4,833	4,75	4,725	4,82
Петушков А.А.	4,04	4,017	4,25	4,15	4,02
Ромашкина	4,595	4,667	4,75	4,625	4,66
Санойлов П.А.	4,505	4,35	4,5	4,5	4,44
Тихонова С.И.	5	5	5	5	5
Ягодкин В.В.	3,665	3,967	4	3,925	3,72

Рисунок 3. Основное окно программы

ФИО Выпускника	Должность
Тихонова С.И.	Разработчик Web приложений
Морковкина З.Я.	Программист
Ромашкина Н.В.	Специалист по тестированию
Лимонов К.Д.	Администратор баз данных
Брусничанин С.С.	Системный аналитик

Рисунок 4. Окно результатов распределения выпускников на вакансии

Представленная программная реализация позволяет утверждать, что предложенная модель алгоритмически обладает достаточной гибкостью для настраивания управляющих параметров  $\|r_{ij}^w\|$  и  $\|P_{ki}^y\|$ .

Получены результаты, совпадающие с реальным трудоустройством выпускников в 56% случаях.

Описанная выше модель трудоустройства носит прогностический характер. В ходе исследования определяются наибольшая вероятность трудоустройства того или иного выпускника на должность, наиболее подходящую его уровню освоения профессиональных компетенций. Более точная настройка весовых коэффициентов позволит уменьшить значение ошибки прогнозирования.

### Заключение

Результаты апробации модели показали, что предложенная модель оптимизации трудоустройства выпускников позволяет решить задачу моделирования процесса распределения новых кадровых ресурсов (по критерию оптимальности), что является фундаментом построения прогнозов развития кадрового потенциала региона.

Работодатели смогут получить работников на вакантные места, максимизируя выгоды исходя из способностей каждого соискателя и минимизируя риски приема специалиста, не обладающего требуемым набором компетенций.

Выпускникам результаты моделирования позволят оценить свои возможности для трудоустройства по различным профессиям, досконально рассмотреть рекомендуемую им вакансию и определиться с выбором дальнейшего профессионального развития.

Разработанная модель оптимизации трудоустройства выпускников позволяет автоматизировать распределение кадровых ресурсов региона для обеспечения развития цифровой экономики. Модель как электронный ресурс зарегистрирована в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование».

Разработанный инструментарий может быть использован как в подразделениях образовательных организаций высшего образования, оказывающих содействие студентам в трудоустройстве (например, Центр трудоустройства вуза), так и в кадровых отделах организаций, т.к. дает возможность минимизировать затраты на этапе отбора персонала.

Представляется целесообразным в дальнейшем исследовать процесс подбора наиболее релевантных весовых коэффициентов, которые отражают долю, вклад определенной дисциплины в формирование компетенции специалиста в сфере IT-технологий.

### Литература

1. Авилкина С. В. Компетентностный подход к оценке кадрового потенциала цифровой экономики региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2020. – Т. 18. – № 5. – С. 846–869.
2. Авилкина С. В., Леонтьева Л. С. Система высшего образования как ресурс развития предпринимательской среды // Российское предпринимательство. – 2017. – Т. 18. – № 3. – С. 427–438.
3. Авилкина С. В., Сухарева М. А. О сущности подходов к определению понятия «интеллектуализация экономики» // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 2. – С. 20–29.
4. Бутова Е. О. Экономические аспекты взаимодействия науки, образования и бизнеса в России // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 2. – С. 22–35.
5. Глазьев С. Ю., Арменский А. Е., Наумов Е. А. Интеллектуальная экономика – технологические вызовы XXI века / Под ред. О. Сабдена – Алматы: Избранные труды ИЭ КН МОН РК. – 2011. – 320 с.
6. Данилов Д. Д. Формирование инвестиционной привлекательности региона как фактор обеспечения его экономической безопасности // IV Международный пенитенциарный форум «Преступление, наказание, исправление» (к 140-летию уголовно-исполнительной системы России и 85-летию Академии ФСИН России): сб. тез. выступлений и докладов участников (Рязань, 20–22 ноября 2019 г.): в 10 т. – Рязань : Академия ФСИН России, 2019. – С. 49–54.
7. Еремеева Н. С. Статистический анализ и прогнозирование потребности экономики в кадрах // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 5. – С. 59–66.
8. Ефимушкин В. А., Ледовских Т. В., Щербакова Е. Н. Инфокоммуникационное технологическое пространство цифровой экономики // Т-Сomm: Телекоммуникации и транспорт. – 2017. – № 5. – С. 15–20.
9. Ланчаков А. Б. Автоматизированное цифровое производство как главное стратегическое направление развития промышленности // Экономические и гуманитарные науки – 2019. – № 5 (328). – С. 93–99.
10. Леонтьева Л. С., Орлова Л. Н. Управление интеллектуальным капиталом. – М.: Изд-во Юрайт. – 2016. – 295 с.
11. Прокофьева Е. Н., Левина Е. Ю., Загребина Е. И. Диагностика формирования компетенций студентов в вузе // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–4. – С. 797–801.
12. Русина Е. В. Место высшего образования в обеспечении экономической безопасности личности и национальной экономической безопасности России // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: науки об обществе и гуманитарные науки. – 2018. – № 3. – С. 157–164.
13. Эпштейн Н. Д., Егорова Е. А., Смелов П. А. Подходы к типологизации миграционных потоков в Российской Федерации // Статистика и Экономика. – 2014(3). – С. 175–180.
14. Rahman KS (2018a). Regulating informational infrastructure: Internet platforms as the new public utilities. *Georgetown Law Technology Review*, 2(2): pp. 234–251.
15. Rochet J-C and Tirole J (2003). Platform competition in two-sided markets. *Journal of the European Economic Association*, 1(4): pp. 990–1029.

## References

1. Avilkina, S. V. (2020) [A competency-based approach to assessing the human potential of a digital economy in a region]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* [Regional Economics: Theory and Practice]. Vol. 18. No. 5, pp. 846–869. <https://doi.org/10.24891/re.18.5.846> (In Russ.).
2. Avilkina, S. V., Leontyeva, L. S. (2017) [Higher education system as resource of development of the enterprise environment]. *Rossiyskoye predprinimatel'stvo* [Russian business]. Vol. 18. No. 3, pp. 427–438. (In Russ.).
3. Avilkina, S. V., Sukhareva, M. A. (2019) [About the essence of approaches to the definition of the concept of «intellectualization of the economy»]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, pp. 20–29. (In Russ.).
4. Butova, E. O. (2020) [Economic aspects of the interaction of science, education and business in Russia]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, pp. 22–35. DOI: 10.25198 / 2077-7175-2020-2-22. (In Russ.).
5. Glazyev, S. Yu., Armensky, A. E., Naumov, E. A. (2011) *Intellektual'naya ekonomika – tekhnologicheskiye vyzovy XXI veka* [Intelligent Economics – Technological Challenges of the 21st Century]. Almaty: Selected Proceedings of IE KN MON RK, 320 p.
6. Danilov, D. D. (2019) [The formation of investment attractiveness of the region as a factor in ensuring its economic security]. *Sbornik tezisov vystupleniy I dokladov uchastnikov IV Mezhdunarodnyy penitentsiarnyy forum «Prestupleniye, nakazaniye, ispravleniye», k 140-letiyu ugovolno-ispolnitel'noy sistemy Rossii 85-letiyu Akademii FSIN Rossii* [Collection of theses of speeches and reports of participants of the IV International Penitentiary Forum “Crime, Punishment, Correction”, to the 140th anniversary of the Russian penal system and the 85th anniversary of the Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia]. Publisher: Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia, pp. 49–54.
7. Ereemeeva, N. S. (2019) [Statistical analysis and forecasting the needs of the economy in personnel]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol.5, pp. 59–66. DOI: 10.25198 / 2077-7175-2019-5-59 (In Russ.).
8. Efimushkin, V. A., Ledovskikh, T. V., Scherbakova, E. N. (2017) *Infokommunikatsionnoye tekhnologicheskoye prostranstvo tsifrovoy ekonomiki* [Infocommunication technological space of the digital economy]. T-Comm. Vol. 5, pp. 15–20. (In Russ.).
9. Lanchakov, A. B. (2019) [Automated digital production as the main strategic direction of industrial development]. *Ekonomicheskiye i gumanitarnyye nauki - Izdatel'stvo: Orlovskiy gosudarstvennyy universitet imeni I. S. Turgeneva* [Economic and Humanities – Publisher: Oryol State University named after I.S. Turgenev]. Vol. 5 (328), pp. 93–99. (In Russ.).
10. Leontieva, L. S., Orlova, L. N. (2016) *Upravleniye intellektual'nym kapitalom* [Intellectual capital management]. Moscow: Publishing house Yurayt: Ser. 61, 295 p. (In Russ.).
11. Prokofieva, E. N., Levina, E. Yu., Zagrebina, E. I. (2015) [Diagnostics of the formation of students' competencies in a university]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Basic research]. Vol. 2–4, pp. 797–801 (In Russ.).
12. Rusina, E. V. (2018) [The place of higher education in ensuring the economic security of the individual and the national economic security of Russia]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: nauki ob obshchestve i gumanitarnyye nauki* [Bulletin of the Tver State Technical University. Series: Social Sciences and Humanities]. Vol. 3, pp. 157–164. (In Russ.).
13. Epstein, N. D., Egorova, E. A., Smelov, P. A. (2014) [Approaches to typology of migration flows in the Russian Federation]. *Statistika i Ekonomika* [Statistics and Economics]. Vol. 3. – pp. 175–180. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2014-3-175-180> (In Russ.).
14. Rahman, K. S. (2018a). Regulating informational infrastructure: Internet platforms as the new public utilities. *Georgetown Law Technology Review*, 2(2): 234–251. (In Eng.).
15. Rochet, J-C, Tirole, J (2003). Platform competition in two-sided markets. *Journal of the European Economic Association*, 1(4): 990–1029. (In Eng.)

### Информация об авторах:

**Светлана Викторовна Авилкина**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры государственного, муниципального и корпоративного управления, Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина, Рязань, Россия

**ORCID ID:** 0000-0003-0521-9493

e-mail: s.avilkina@gmail.com

**Марина Алексеевна Бакулева**, кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования вычислительных средств, Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина, Рязань, Россия

**ORCID ID:** 0000-0003-3090-9875

e-mail: marina.bakuleva@gmail.com

**Надежда Павловна Клейносова**, кандидат педагогических наук, директор Центра дистанционного обучения, доцент кафедры электронных вычислительных машин, Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина, Рязань, Россия

**SPIN-код:** 5413-6847

e-mail: klnp\_pl39@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 06.05.2020; принята в печать: 17.06.2020.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

**Information about the authors:**

**Svetlana Viktorovna Avilkina**, PhD of Pedagogic, Associate professor, Department of state, municipal and corporate governance, Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russia

**ORCID ID:** 0000-0003-0521-9493

e-mail: s.avilkina@gmail.com

**Marina Alekseevna Bakuleva**, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Aided Design Systems, Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkina, Ryazan, Russia

**ORCID ID:** 0000-0003-3090-9875

e-mail: marina.bakuleva@gmail.com

**Nadezhda Pavlovna Kleinosova**, PhD of Pedagogic, Director of the Center for Distance Learning, Associate Professor, Department of Electronic Computers, Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russia

**SPIN-код:** 5413-6847

e-mail: klnp\_pl39@mail.ru

The paper was submitted: 06.05.2020.

Accepted for publication: 17.06.2020.

The authors have read and approved the final manuscript.