

В. М. Татьянакин, С. Н. Шергин

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО  
ВЫБЫТИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
КАДРОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ РЕГИОНА**

*В статье представлены результаты исследования по определению коэффициентов занятости мужчин и женщин в разрезе уровней образования для субъектов РФ и возможности их дальнейшего применения для моделирования естественного выбытия населения в задаче прогнозирования кадровой потребности региона. Посчитана ошибка прогнозирования численности занятого населения при использовании коэффициентов занятости по регионам РФ и уровням образования. Ключевая особенность представленного подхода заключается в отсутствии необходимости вычисления естественного выбытия населения. В качестве метода исследования использовалось математическое моделирование на основе модели спроса и предложения рынка труда региона. Базу данных для исследования составили материалы Федеральной службы государственной статистики по результатам переписи населения РФ в 2002 и 2010 году. Временной период объясняется наличием достоверных данных. По результатам исследования, у 75 регионов из 82 средняя по уровням образования накопленная ошибка за 8 лет при определении численности занятых не превышает 10 %.*

*Ключевые слова: коэффициенты занятости, прогноз кадровой потребности, естественное выбытие населения, экономика региона.*

V. M. Tatyankin, S. N. Shergin

**MATHEMATICAL MODELING OF NATURAL POPULATION EMISSION IN THE  
PROBLEM OF FORECASTING THE REGIONAL STAFF NEEDS**

*The article presents the results of a study to determine the employment rates of men and women in the context of educational levels for the constituent entities of the Russian Federation and the possibility of their further application for modeling the natural dropout of the population in the task of predicting the personnel needs of the region. The error of forecasting the size of the employed population was calculated using the employment rates for the regions of the Russian Federation and levels of education. The key feature of the presented approach is that there is no need to calculate the natural decline of the population. As a research method, mathematical modeling was used, based on the supply and demand model of the labor market in the region. The database for the study was compiled by the materials of the Federal State Statistics Service based on the results of the population census of the Russian Federation in 2002 and 2010. The time period is due to the availability of reliable data. According to the results of the study, from 82 regions in 75 regions, the average accumulated error in terms of education levels over 8 years in determining the number of employed does not exceed 10 %.*

*Key words: employment rates, forecast of staffing needs, natural retirement, regional economy.*

---

**Введение**

На сегодняшний день задача прогнозирования кадровой потребности территории является фундаментальной при планировании и реализации государственной политики в сфере социального и экономического развития страны и регионов. Это обусловлено в первую очередь

функционированием системы образования, которая, используя прогноз кадровой потребности, формирует контрольные цифры приёма по уровням образования [1-4]. Также прогноз кадровой потребности нужен органам власти для поддержания баланса спроса и предложения на трудовые ресурсы [6-7].

Задаче прогнозирования кадровой потребности в СССР посвящено много работ [7-10]. Их главный недостаток заключается в ориентации на плановую экономику.

На сегодняшний день современное развитие этого направления отражено в работах [11-16]. Одним из существующих общепризнанных подходов к решению этой задачи является метод, основанный на использовании математической модели баланса спроса и предложения на трудовые ресурсы, подробно описанный в работе Гуртова В. А. [12]:

$$E(t) = f_s(t) - f_p(t), \quad (1)$$

где  $E(t)$  – дополнительная потребность региональной экономики в трудовых ресурсах,  $f_s(t)$  – требуемое количество трудовых ресурсов для запланированного развития региональной экономики,  $f_p(t)$  – количество трудовых ресурсов, которым располагает региональная экономика,  $t$  – планируемый год.

Количество специалистов, способных к трудовой деятельности региона, складывается из трудоспособных специалистов, проживающих в регионе, и внешних трудовых потоков (вахтовые рабочие, иностранные специалисты):

$$f_p(t) = h(t) + g(t), \quad (2)$$

где  $h(t)$  – трудоспособные специалисты, проживающие в регионе,  $g(t)$  – внешние трудовые потоки.

На рисунке 1 представлен показатель «среднегодовая численность занятых в РФ»<sup>1</sup>. Данный показатель соответствует функции  $f_s(t)$  из выражения 1. Как видно из графика, изменение значений показателя во времени не подвергается существенным колебаниям. Показатель «среднегодовая численности занятых в РФ» в период с 2010 по 2016 год изменялся в среднем на 1,3 % за год.

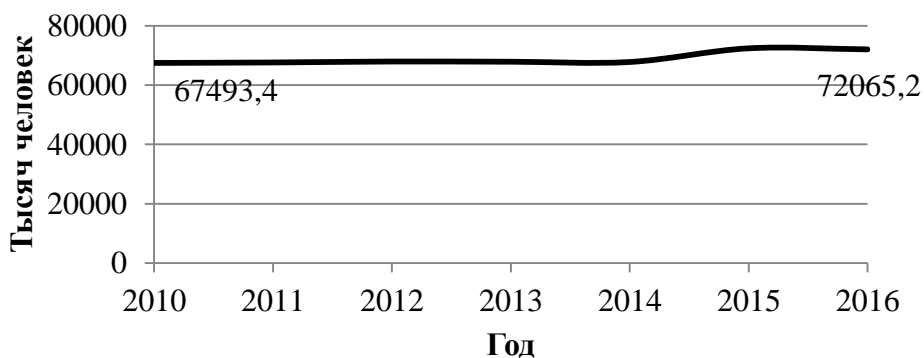


Рисунок 1. Динамика показателя «среднегодовая численность занятых в РФ»

При этом показатель «количество трудовых ресурсов, которым располагает региональная экономика» подвергается более существенным колебаниям – до 6 % в год. Особенно это относится к территориям Крайнего Севера и приравненным к ним местностям, на которых представлено право на досрочное назначение страховой пенсии по старости. В связи с этим можно утверждать, что определение количества трудовых ресурсов, которым располагает

<sup>1</sup> Регионы России. Социально-экономические показатели. – URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/B11\\_14p/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B11_14p/Main.htm). Дата обращения: 12.12.2018.

региональная экономика, является ключевой подзадачей в прогнозировании кадровой потребности экономики региона РФ.

Трудоспособные специалисты, проживающие в регионе, составляют основу количества трудовых ресурсов региона. Изменение трудоспособных специалистов, проживающих в регионе, складывается из внешней миграции и естественного выбытия населения (смертность, травматизм и т. д.):

$$h_{(t)} = h_{(t-1)}(1-R) + z(t), \quad (3)$$

где  $z(t)$  – сальдо миграции в регионе,  $R$  – коэффициент ротации населения.

Коэффициент ротации определяет долю естественного выбытия населения, занятого в экономике региона. Для каждого региона РФ и уровня образования существует свой коэффициент ротации. Задача определения коэффициента ротации для региона является трудоёмкой в связи с нелинейной динамикой численности населения, проживающего в регионе, что показано в работе [15].

В связи с этим в [14] был предложен способ определения трудоспособных специалистов в регионе через коэффициент занятости:

$$h(t) = \left[ \sum_{r=1}^2 \sum_{i=a}^b x_i^r(t) \cdot y_i^r(t) \right], \quad (4)$$

где  $x_i^r(t)$  – половозрастное распределение населения региона,  $r=1$  – мужчины,  $r=2$  – женщины,  $i=a\dots b$ ,  $a$  – возраст начала трудовой деятельности,  $b$  – предельный возраст,  $y_i^r(t)$  – половозрастные коэффициенты занятости населения региона.

Коэффициент занятости населения определяется следующим образом:

$$y = \frac{Rab}{Nas}, \quad (5)$$

где  $y$  – коэффициент занятости населения,  $Rab$  – количество работающих специалистов,  $Nas$  – всего специалистов в возрасте.

Коэффициенты занятости позволяют учитывать ряд скрытых факторов, влияющих на естественное выбытие населения: декретный отпуск, служба в армии, возраст выхода на пенсию, нетрудоустройство выпускников, работающие пенсионеры.

Коэффициент занятости рассчитывается в разрезе года, пола, возраста, уровня образования, специальности/профессии.

На сегодняшний день имеется возможность определить с высокой точностью коэффициент занятости в разрезе 2-4 пункта для 2002 года и 2010 года, так как в эти годы проводилась всероссийская перепись населения.

При исследовании в работе [15] выяснилось, что коэффициенты занятости 2002 года и коэффициенты занятости 2010 года для ХМАО-Югры по уровням профессионального образования совпадают. Расхождение было до 2 %. Это довольно низкий показатель, учитывая, что прошло 8 лет, то есть в год ошибка составляет менее 0,25 %.

Это в принципе объясняется сформировавшейся экономикой региона и низкой волатильностью динамики безработицы в ХМАО-Югре. Всё это даёт возможность использовать коэффициенты занятости 2010 года для прогнозирования кадровой потребности ХМАО-Югры.

В результате цель настоящего исследования заключается в обосновании возможности или невозможности использования коэффициентов занятости для прогнозирования кадровой потребности всех регионов РФ по уровням профессионального образования.

### Материалы и методы

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. *Определение коэффициентов занятости по полу, возрасту и уровню образования для всех регионов РФ в 2002 году.*

Для расчета коэффициента занятости в 2002 году по уровням образования, возрастным группам и полу для каждого региона РФ использовалась формула (1).

$$ER_{is}^r(2002) = E_{is}^r(2002)/P_{is}^r(2002), \quad (1)$$

где  $ER_{is}^r(2002)$  – коэффициент занятости по полу  $r$ , возрастной группе  $i$  и уровню образования  $s$ , возрастные группы  $i$  представлены в таблице 1,  $r=1$  – мужчины,  $r=2$  – женщины,  $s=1$  – высшее образование,  $s=2$  – среднее профессиональное образование,  $s=3$  – без профессионального образования;  $E_{is}^r$  – занятое население региона в 2002 году по полу  $r$ , возрастной группе  $i$  и уровню образования  $s$ ;  $P_{is}^r$  – население региона в 2002 году по полу  $r$ , возрастной группе  $i$  и уровню образования  $s$ .

Численные значения показателей  $E_{is}^r(2002)$  и  $P_{is}^r(2002)$  содержатся в итогах переписи населения 2002 года<sup>2</sup>, том 3 «Образование».

Таблица 1

Возрастные группы коэффициента  $i$  из формулы (1)

Номер группы $i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Возраст (лет)	15-17	18-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>69

2. *Определение численности занятого населения по регионам РФ в 2010 году с использованием коэффициентов занятости 2002 года*

Для вычисления численности занятого населения по регионам РФ в 2010 году с использованием коэффициентов занятости 2002 года использовалось выражение (2):

$$E_s^{forecast}(2010) = \sum_{r=1}^2 \sum_{i=1}^{13} [P_{is}^r(2010) * ER_{is}^r(2002)], \quad (2)$$

где  $E_s^{forecast}(2010)$  – занятое население региона (вычисленное) в 2010 году по уровню образования  $s$ ;  $P_{is}^r(2010)$  – население региона в 2010 году по полу  $r$ , возрастной группе  $i$  и уровню образования  $s$ ;  $ER_{is}^r(2002)$  – коэффициент занятости 2002 года по полу  $r$ , возрастной группе  $i$  и уровню образования  $s$ .

Значение показателя  $P_{is}^r(2010)$  содержится в итогах переписи населения 2010 года<sup>3</sup>, том 3 «Образование»

3. *Определение ошибки вычисления численности занятого населения по регионам РФ в 2010 году, через коэффициент занятости 2002 года.*

Для определения ошибки моделирования численности занятого населения в 2010 году используется выражение:

$$O_s = \left( \frac{E_s^{forecast}(2010)}{E_s^{data}(2010)} - 1 \right), \quad s = 1,2,3 \quad (3)$$

где  $O_s$  – «ошибка» прогнозирования численности занятого населения в 2010 году с уровнем образованием  $s$  с использованием коэффициентов занятости населения в 2002 году;

<sup>2</sup> Всероссийская перепись населения 2002 года. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.perepis2002.ru/index.html?id=32> (дата обращения: 12.12.2018)

<sup>3</sup> Всероссийская перепись населения 2010 года. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/perepis2010/croc/perepis\\_itogi1612.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm) (дата обращения: 12.12.2018)

$E_s^{forecast}(2010)$  – занятое население региона в 2010 году с уровнем образования  $s$ , рассчитанное по формуле (2);  $E_s^{data}(2010)$  – занятое население региона в 2010 году с уровнем образования  $s$ , взятое из в итогов переписи населения 2010 года, том 3 «Образование».

### Результаты

В таблице 2 представлены результаты исследования по вычислению ошибки прогнозирования численности занятого населения по уровням образования и регионам РФ. В первом столбце расположены регионы, ранжированные по увеличению средней ошибки в разрезе уровней профессионального образования. Во втором (высшее образование), третьем (среднее профессиональное образование) и четвертом столбце (без профессионального образования) указаны ошибки прогнозирования численности занятого населения в 2010 году с использованием коэффициентов занятости 2002 года.

Таблица 2

Ошибка прогнозирования численности занятого населения в 2010 году

<i>Регионы</i>	<i>Высшее образование</i>	<i>Среднее профессиональное образование</i>	<i>Без профессионального образования</i>	<i>Средняя ошибка по модулю</i>
Республика Бурятия	-0,1 %	1,7 %	0,6 %	0,8 %
Забайкальский край	0,6 %	2,6 %	-0,6 %	1,3 %
Нижегородская область	0,7 %	1,7 %	-1,5 %	1,3 %
Республика Татарстан	1,4 %	2,6 %	0,3 %	1,4 %
Амурская область	1,7 %	2,9 %	-0,9 %	1,9 %
Архангельская область	-1,1 %	0,7 %	-4,2 %	2,0 %
Камчатский край	-1,6 %	0,9 %	3,6 %	2,0 %
Оренбургская область	0,0 %	1,2 %	-5,2 %	2,1 %
Республика Саха (Якутия)	-0,3 %	1,7 %	-4,7 %	2,2 %
Республика Марий Эл	0,0 %	1,7 %	-5,1 %	2,3 %
Орловская область	0,9 %	1,3 %	-4,8 %	2,3 %
Челябинская область	0,7 %	2,8 %	-3,6 %	2,4 %
Липецкая область	1,7 %	3,7 %	-2,2 %	2,5 %
Самарская область	1,6 %	2,0 %	-4,4 %	2,7 %
Курганская область	2,2 %	4,9 %	-0,9 %	2,7 %
Кировская область	-0,6 %	0,0 %	-7,6 %	2,8 %
Удмуртская республика	-0,7 %	1,0 %	-6,8 %	2,8 %
Томская область	1,5 %	5,5 %	1,4 %	2,8 %
Красноярский край	-0,8 %	0,9 %	-6,9 %	2,8 %
Костромская область	0,4 %	1,1 %	-7,0 %	2,8 %
Алтайский край	2,5 %	5,6 %	-0,5 %	2,9 %
Пермский край	-1,2 %	0,0 %	-7,6 %	2,9 %
Сахалинская область	2,7 %	5,9 %	-0,2 %	2,9 %
ЯНАО	0,5 %	1,7 %	-6,7 %	3,0 %
Ярославская область	-0,1 %	0,5 %	-8,6 %	3,1 %
Иркутская область	1,1 %	3,3 %	-4,8 %	3,1 %
Республика Башкортостан	-1,0 %	0,2 %	-8,4 %	3,2 %
Псковская область	2,5 %	5,1 %	-2,5 %	3,4 %
Свердловская область	0,1 %	1,0 %	-9,0 %	3,4 %
Калининградская область	1,4 %	3,5 %	-5,6 %	3,5 %
Чукотский автономный округ	1,5 %	3,0 %	-6,4 %	3,6 %
Республика Карелия	0,3 %	1,1 %	-9,7 %	3,7 %
Вологодская область	0,6 %	1,7 %	-8,8 %	3,7 %
Кемеровская область	1,9 %	6,7 %	3,0 %	3,8 %

*Математическое моделирование естественного  
выбытия населения в задаче прогнозирования  
кадровой потребности региона*

*Продолжение таблицы 2*

Республика Алтай	0,2 %	4,9 %	6,8 %	3,9 %
Омская область	1,7 %	5,4 %	-4,7 %	3,9 %
Брянская область	1,4 %	5,2 %	5,3 %	4,0 %
Чувашская республика	-1,4 %	-0,4 %	-10,1 %	4,0 %
Республика Тыва	0,2 %	3,2 %	8,6 %	4,0 %
Белгородская область	4,0 %	7,6 %	-0,6 %	4,0 %
Хабаровский край	2,0 %	2,5 %	-8,2 %	4,2 %
Новгородская область	4,4 %	7,1 %	1,8 %	4,4 %
Республика Коми	0,2 %	1,5 %	-12,0 %	4,6 %
Смоленская область	4,4 %	7,5 %	-2,0 %	4,6 %
Ивановская область	-10,3 %	2,1 %	-1,6 %	4,7 %
Тюменская область	-0,9 %	0,9 %	-12,4 %	4,7 %
Волгоградская область	3,2 %	6,2 %	4,8 %	4,8 %
Владимирская область	0,9 %	2,2 %	-11,2 %	4,8 %
Ульяновская область	0,9 %	2,3 %	-11,2 %	4,8 %
Еврейская автономная область	1,6 %	7,0 %	5,7 %	4,8 %
Московская область	2,5 %	2,6 %	-9,8 %	5,0 %
ХМАО	-0,4 %	1,8 %	-13,2 %	5,2 %
Новосибирская область	1,6 %	5,5 %	-8,9 %	5,3 %
Курская область	1,7 %	3,8 %	-10,5 %	5,3 %
Воронежская область	4,5 %	7,1 %	-4,7 %	5,4 %
Саратовская область	4,3 %	7,4 %	4,9 %	5,5 %
Республика Мордовия	3,2 %	7,1 %	6,4 %	5,5 %
Тульская область	3,6 %	6,6 %	6,5 %	5,6 %
Астраханская область	-0,1 %	2,8 %	-14,1 %	5,7 %
Тамбовская область	3,8 %	8,5 %	4,9 %	5,7 %
Приморский край	2,4 %	3,5 %	-12,7 %	6,2 %
Рязанская область	2,7 %	4,6 %	-11,6 %	6,3 %
Ленинградская область	5,8 %	8,3 %	-5,6 %	6,6 %
Пензенская область	4,0 %	9,7 %	6,0 %	6,6 %
Мурманская область	0,1 %	0,6 %	-19,2 %	6,6 %
Тверская область	3,9 %	3,8 %	-12,6 %	6,8 %
Магаданская область	4,1 %	10,8 %	5,4 %	6,8 %
Краснодарский край	4,2 %	9,2 %	7,3 %	6,9 %
Республика Хакасия	4,1 %	9,9 %	7,8 %	7,3 %
Калужская область	2,8 %	5,0 %	-14,5 %	7,4 %
Ставропольский край	5,7 %	9,9 %	8,3 %	8,0 %
г. Санкт-Петербург	6,9 %	10,6 %	-6,7 %	8,1 %
Кабардино-Балкарская республика	1,7 %	7,8 %	15,3 %	8,3 %
Республика Дагестан	5,0 %	9,2 %	12,2 %	8,8 %
Ростовская область	5,7 %	10,9 %	10,3 %	8,9 %
Республика Калмыкия	3,3 %	11,4 %	15,5 %	10,1 %
г. Москва	8,5 %	10,2 %	11,7 %	10,1 %
Республика Северная Осетия – Алания	11,6 %	11,4 %	10,1 %	11,0 %
Республика Адыгея	10,3 %	19,5 %	19,6 %	16,5 %
Карачаево-Черкесская республика	13,9 %	19,7 %	32,9 %	22,2 %
Чеченская республика	31,5 %	26,7 %	54,0 %	37,4 %
Республика Ингушетия	39,7 %	59,2 %	98,7 %	65,8 %

По результатам исследования, у 75 из 82 регионов средняя по уровням образования накопленная ошибка за 8 лет при определении численности занятых не превышает 10 %. У 50 регионов средняя по уровням образования накопленная ошибка не превышает 5 %. Регионы с самой наименьшей средней по уровням образования накопленной ошибкой (не превышает 2 %) – это Республика Бурятия, Забайкальский край, Нижегородская область, Республика Татарстан, Амурская область, Архангельская область, Камчатский край. В список регионов с наибольшей накопленной ошибкой вошли следующие регионы: г. Москва, Республика Северная Осетия – Алания, Республика Адыгея, Карачаево-Черкесская республика, Чеченская республика, Республика Ингушетия. Если присутствие в этом списке регионов Северного Кавказа объясняется слабой экономикой, то попадание г. Москвы требует дополнительного исследования для объяснения причин. Средняя накопленная ошибка в разрезе уровней образования составляет 3,38 % для «высшего образования», 5,75 % – для «среднего профессионального образования» и 9,06 % – «без профессионального образования». Если рассматривать среднюю накопленную ошибку только в разрезе профессионального образования, то у 76 регионов она не превышает 10 % по высшему образованию и у 72 регионов по среднему профессиональному образованию.

### Выводы

Полученные результаты подтверждают практическую значимость предложенного подхода и возможность его использования более чем для 70 субъектов РФ в задаче прогнозирования кадровой потребности региона. Полученные результаты, а также программная реализация эксперимента расположена на сервисе GitHubGist<sup>4</sup>. Дальнейшие исследования в рамках рассматриваемого направления будут посвящены причинам изменения коэффициентов занятости по регионам РФ в разрезе уровней профессионального образования на долгосрочный период.

### Литература

1. Макроэкономическая методика прогнозирования. – Текст : электронный // Рынок труда и рынок образовательных услуг. Регионы России. – URL: <http://labourmarket.ru/metodika> (Дата обращения: 20.06.2017).
2. Формирование контрольных цифр приёма с учётом прогноза потребностей региональной экономики / Т. Д. Карминская, Д. О. Тей, В. М. Татьянакин, М. А. Русанов. – Текст : непосредственный // Информационные системы и технологии. – 2014. – № 1 (81). – С. 30–38.
3. Система мониторинга, анализа и прогнозирования развития образования и образовательных структур в регионах России / В. Н. Васильев, В. А. Гуртов, Б. А. Сазонов, М. В. Суоров. – Текст : непосредственный // Индустрия образования : сборник статей. – Москва, 2002. – Вып. 5. – С. 52–60.
4. Hecker, D. E. Occupational employment projections to 2014 / D. E. Hecker // Monthly Labor Review. – 2005. – November. – P. 70–101.
5. Сидунова Г. И. Кадровая политика региона: инновационный подход / Г. И. Сидунова. – Текст : электронный // Библиотека – учебные материалы. – URL: <https://bib.convdocs.org/v23942/?cc=1> (Дата обращения: 20.06.2017).
6. Employment Projections // Official Web-site of Bureau of Labor Statistics of United States Department of Labor. – URL: <http://www.bls.gov/emp/optd> (Accessed: 10.08.2010).
7. Richardson, S. Forecasting future demands: what we can and cannot know / S. Richardson, Y. Tan // Australian Bulletin of Labour. – 2008. – Vol. 34, № 2. – P. 154–191.
8. Струмилин, С. Г. Проблемы экономики труда / С. Г. Струмилин. – Москва : Госполитиздат, 1957. – 735 с. – Текст : непосредственный.

<sup>4</sup>Численный эксперимент по исследованию коэффициентов занятости. [Электронный ресурс]. URL: <https://gist.github.com/RusanovMA/978fa7976a12af9bc9dbd0a6e25812ba> дата обращения: 12.12.2018)

9. Сонин, М. Я. Воспроизводство рабочей силы в СССР и баланс труда / М. Я. Сонин. – Москва : Госполитиздат, 1959. – 368 с. – Текст : непосредственный.
10. Методические указания к разработке государственных планов развития народного хозяйства СССР. – Москва : Экономика, 1974. – 790 с. – Текст : непосредственный.
11. Гуртов, В. А. Модели среднесрочного прогнозирования спроса экономики на квалифицированные кадры / В. А. Гуртов, Кекконен А. Л// Кадровик. – Текст : непосредственный // Рекрутинг для кадровика. – 2010. – № 12 – С. 58–66.
12. Гуртов, В. А. Математическая модель прогнозирования спроса и предложения на рынке труда в российских регионах / В. А. Гуртов, Е. А. Питухин. – Текст : непосредственный // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2004. – Т. 11, Вып. 3. – С. 539–546.
13. Гуртов, В. А. Моделирование потребностей экономики в кадрах с профессиональным образованием / В. А. Гуртов, Е. А. Питухин, Л. М. Серова. – Текст : непосредственный // Проблемы прогнозирования. – 2007. – № 6 (105). – С. 91–108.
14. Модель регионального рынка труда в задаче управления региональным заказом на подготовку квалифицированных специалистов / Д. О. Тей, В. М. Татьянkin, Т. Д. Карминская, М. А. Русанов. – Текст : непосредственный // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники : периодический научный журнал. – 2013. – № 3 (30). – С. 195–200.
15. Татьянkin, В. М. Методы и алгоритмы для управления процессами кадрового обеспечения региона : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.13.10 – управление в социальных и экономических системах / В. М. Татьянkin. – Новосибирск, 2017. – 155 с. – Текст : непосредственный.
16. Forecasting the Interindustry Development of the German Economy : The Model IN-FORGE / C. Lutz, M. Distelkamp, B. Meyer, M. I. Wolter.– Osnabruck: Gesellschaft fur Wirtschaftliche Strukturforshung mbH (GWS), 2003. – 24 p.