

УДК 519.865: 331.554

UDC 519.865: 331.554

01.00.00 Физико-математические науки

Physical and mathematical sciences

**ПЕРСПЕКТИВА МЕЖОТРАСЛЕВОЙ
ДИНАМИКИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ НА
РЫНКЕ ТРУДА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДО 2018 ГОДА****PERSPECTIVE OF THE INTERSECTORAL
DYNAMICS OF LABOR RESOURCES IN THE
LABOR MARKET OF THE RUSSIAN
FEDERATION UNTIL 2018**Белашова Анастасия Николаевна
магистрантBelashova Anastasija Nikolaevna
studentНевечеря Артём Павлович
преподаватель
*Кубанский государственный университет,
Краснодар, Россия*Nevecherja Artjom Pavlovich
lecturer
Kuban State University, Krasnodar, Russia

В данной работе предложен прогноз трудовых ресурсов по отраслям экономики рынка труда Российской Федерации до 2018 года включительно. С помощью рассмотренной ранее модели [1-4] были рассчитаны вероятностные параметры динамики трудовых ресурсов, на основе которых были оценены и параметризованы тренды занятых и безработных (с известным последним местом занятости) специалистов по каждой отрасли. При верификации трендовых линий для каждой отрасли экономики РФ был подобран вид тренда, наилучшим образом аппроксимирующий долгосрочную (более трёх лет) динамику трудовых ресурсов в данной отрасли. При верификации показано, что погрешность прогноза на 1 год с помощью выбранных моделей тренда составляет менее 1%. В дальнейшем выявленные долгосрочные тенденции использовались при прогнозировании – было спрогнозировано количество занятых на конец 2017 и 2018 гг. По результатам прогноза отрасли экономики были разделены на две группы: с существенным изменением количества занятых в отрасли и без значимых изменений. На примере анализа двух отраслей из первой группы – «Обрабатывающие производства» и «Финансовая деятельность, операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг» – рассмотрены причины установленных изменений динамики трудовых ресурсов

In this article, we have proposed a forecast of labor resources by sectors of the labor market of the Russian Federation until 2018 inclusive. The probabilistic parameters of the dynamics of labor resources were calculated using the considered model (articles [1-4]). Further, these probabilities were used to estimate and parameterize the trends of employed and unemployed (with a known last place of employment) specialists in each industry. For each sector of the Russian economy, the type of trend that best approximates the long-term (more than three years) dynamics of labor resources in this sector was selected. It is shown that the forecast error for 1 year is less than 1% using the selected trend models. Further, identified long-term trends were used in forecasting. Based on the results of the forecast of the number of people employed in the sectors of the Russian economy, the sectors were divided into two groups. The first group contains sectors with a significant change in the number of employed in. The second group contains sectors, changes in employed in which were insignificant. At the end of the article, an example of an analysis of two sectors from the first group is given. Causes of changes in the dynamics of labor resources in the researched sectors of the economy were identified. Ones of the main sectors of the economy were considered in this example: "Manufacturing industries" and "Financial activities, real estate transactions, leasing and provision of services"

Ключевые слова: РЫНОК ТРУДА, ДИНАМИКА
ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ, ДОЛГОСРОЧНЫЙ
ПРОГНОЗKeywords: LABOR MARKET, LABOR
RESOURCES DYNAMICS, LONG-TERM
FORECAST

Doi: 10.21515/1990-4665-129-037

Введение

Динамика трудовых ресурсов современного рынка труда Российской Федерации определяется множеством факторов. Условно все эти факторы можно поделить на две группы:

1) Внешние факторы, являющиеся причиной, как правило, краткосрочных изменений динамики трудовых ресурсов на исследуемом рынке.

2) Факторы многолетнего влияния – к ним можно отнести общее состояние экономики, миграционную политику, динамику изменений заработных плат и др.

При решении одной из актуальных задач современной экономики – многолетнего прогнозирования состояний рынка труда – необходимо учитывать факторы многолетнего влияния на данный рынок. В результате возникают две масштабные задачи: выявления всех основных факторов многолетнего влияния и их численная оценка. И, так как для большей части данных параметров не имеется точных статистических данных, неизбежны ошибки прогнозирования.

В данной работе предложен иной подход к прогнозированию – долгосрочное прогнозирование осуществляется с помощью анализа трендов по каждой отрасли экономики, причём для выявления трендов применяется предложенная ранее математическая модель [1-4], использующая предлагаемые федеральной службой государственной статистики данные [5] о количестве занятых и безработных специалистов по отраслям экономики РФ. Таким образом, пропадает необходимость в детальном изучении факторов многолетнего влияния за исследуемый период времени – более того, используя тренды, при решении других экономических задач эти факторы можно численно оценить [4].

1. Математическая модель динамики ресурсов рынка труда.

Математическая модель межотраслевой динамики трудовых ресурсов n -отраслевого рынка труда в течение года, предложенная и рассмотренная в работах [1-4], описывается балансовыми уравнениями следующим образом:

$$N_1^{(i)}(t+1) = N_1^{(i)}(t) + \sum_{j=1}^n N_2^{(j)}(t) \cdot P_1^{(j,i)}(t) + (\Delta N_2^{(0)}(t) + N_2^{(0)}(t)) \cdot P_1^{(0,i)}(t) - N_1^{(i)}(t) \cdot (P_2^{(i)}(t) + P_3^{(i,n+1)}(t)), \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

$$N_2^{(i)}(t+1) = N_2^{(i)}(t) + N_1^{(i)}(t) \cdot P_2^{(i)}(t) - N_2^{(i)}(t) \cdot \sum_{j=1}^{n+1} P_1^{(i,j)}(t), \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

$$N_2^{(0)}(t+1) = N_2^{(0)}(t) + \Delta N_2^{(0)}(t) - (\Delta N_2^{(0)}(t) + N_2^{(0)}(t)) \cdot \sum_{j=1}^{n+1} P_1^{(0,j)}(t). \quad (3)$$

Здесь t – номер текущего года; $N_1^{(i)}(t)$ – количество занятых в i -ой отрасли; $N_2^{(i)}(t)$ – количество безработных, последнее место работы которых было в i -ой отрасли; $N_2^{(0)}(t)$ – количество безработных, которые ранее не имели занятости на исследуемом рынке труда, $i = \overline{1, n}$; $\Delta N_2^{(0)}(t)$ – экзогенная величина, показывающая прирост трудоспособного населения в рассматриваемый период времени; $P_1^{(j,i)}(t)$ – вероятность того, что безработный, последнее место работы которого было в j -ой отрасли, найдёт работу в i -ой отрасли; $P_2^{(i)}(t)$ – вероятность того, что специалист, работающий в i -ой отрасли, будет уволен; $P_1^{(0,i)}(t)$ – вероятность того, что безработный, не имевший занятости на исследуемом рынке труда с момента последнего появления на данном рынке, найдёт работу в i -ой отрасли; $P_1^{(i,n+1)}(t)$ – вероятность того, что безработный, последнее место работы которого было в i -ой отрасли, покинет рынок труда; $P_1^{(0,n+1)}(t)$ – вероятность того, что безработный, ранее нигде не занятый на

исследуемом рынке труда, покинет данный рынок; $P_3^{(i,n+1)}(t)$ – вероятность того, что специалист, работающий в i -ой отрасли, покинет рынок труда.

Указанные вероятности должны удовлетворять следующим естественным условиям:

$$0 \leq P_1^{(i,j)}(t) \leq 1, \quad i = \overline{0,n}, \quad j = \overline{1,n+1}, \quad (4)$$

$$0 \leq P_2^{(i)}(t) \leq 1, \quad i = \overline{1,n}, \quad (5)$$

$$0 \leq P_3^{(i,n+1)}(t) \leq 1, \quad i = \overline{1,n}, \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^{n+1} P_1^{(i,j)}(t) \leq 1, \quad i = \overline{0,n}. \quad (7)$$

$$P_2^{(i)}(t) + P_3^{(i,n+1)}(t) \leq 1. \quad (8)$$

2. Постановка задачи долгосрочного прогнозирования

Математическая модель (1) – (8) позволяет по статистическим данным в моменты времени t и $t+1$ получить значения вероятностей $P_1^{(i,j)}(t)$, $P_2^{(k)}(t)$, $P_3^{(l,n+1)}(t)$, $i = \overline{0,n}$, $j = \overline{1,n+1}$, $k, l = \overline{1,n}$. Метод вычисления вероятностей был предложен в работе [3].

В предыдущих работах [1-3] этот подход использовался при прогнозировании и анализе динамики трудовых ресурсов. В работе [4] был предложен способ выявления долгосрочных трендов для каждой отрасли рынка труда РФ – рассматривались два вида долгосрочных трендов (линейный, квадратичный), а также ситуация отсутствия долгосрочных трендов.

Для получения долгосрочного прогноза динамики трудовых ресурсов на рынке труда РФ будем использовать модель смешанного тренда. Данная модель основана на предварительной выборке вида тренда для количества занятых/безработных специалистов для каждой отрасли в отдельности за исследуемый промежуток времени. Для этого, применяя модели трех типов: модель без тренда, модель с линейным видом тренда и модель

квадратичного тренда – и используя статистику по количеству занятых специалистов за годы $t, t + 1$, осуществляется верификация прогноза на год $t + 2$ с учётом имеющихся за этот год данных о динамике трудовых ресурсов.

Для определения точности выбранной модели тренда по отрасли необходимо вычислить отклонение спрогнозированных значений от реальных, сравнив тем самым качество прогнозирования для данного случая с учетом разных типов тренда. Необходимо определить для каждой отрасли наиболее подходящую линию тренда и сделать выводы о наличии долгосрочного прогноза по этой отрасли.

В дальнейшем, используя найденные для каждой отрасли виды моделей тренда и данные по количеству занятых специалистов за период времени $t, t + 1, t + 2$, строиться прогноз на год $t + 3$.

В случае наличия долгосрочных трендов становится возможным определение многолетней перспективы динамики рынка труда (прогноз количества занятых специалистов на несколько лет вперёд по отраслям экономики).

Для проверки качества прогноза в работе были вычислены относительные отклонения прогнозных значений от статистических данных.

3. Тренды рынка труда РФ за 2011 – 2015 гг.

Найдём тренды, наилучшим образом описывающие динамику трудовых ресурсов в отраслях экономики РФ за 2011 – 2015 гг. Для этого, используя данные за 2011 – 2014 гг., предоставляемые федеральной службой государственной статистики Российской Федерации, получим прогноз на 2015 год с использованием модели без тренда, модели линейного и квадратичного тренда. Для каждой отрасли выберем те модели, которые аппроксимировали количество работающих специалистов в данной отрасли наилучшим образом (таблица 1). Здесь и далее отрасль

№1 – «Сельское и лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство», №2 – «Добыча полезных ископаемых», №3 – «Обрабатывающие производства», №4 – «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», №5 – «Строительство», №6 – «Оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования, гостиницы и рестораны», №7 – в «Транспорт и связь», №8 – «Финансовая деятельность, операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг», №9 – «Государственное управление и обеспечение военной безопасности, социальное обеспечение», №10 – «Образование», №11 – «Здравоохранение и предоставление социальных услуг», №12 – «Другие виды экономической деятельности».

Таблица 1. Прогноз количества занятых специалистов по отраслям экономики РФ на 2015 г. (в тыс. чел.).

№ отрасли	1	2	3	4	5	6
Прогноз	4797,41	1563,32	10386,1	2524,23	5483,75	13326,5
Статданные	4852,76	1504,77	10343,2	2335,05	5475,28	13314,6
Отклонение	55,355	58,543	42,924	189,181	8,472	11,815
№ отрасли	7	8	9	10	11	12
Прогноз	6893,55	6679,89	5384,93	6592,81	5650,72	3250,63
Статданные	6883,33	6793,81	5329,76	6666,68	5716,61	3107,58
Отклонение	10,224	113,92	55,17	73,87	65,887	143,053

Отрасли № 2, 4, 6, 10, 11 наилучшим образом аппроксимирует модель без тренда, отрасли № 1, 5 – линейная модель, отрасли № 3, 7, 8, 9, 12 – квадратичная модель. Таким образом, была получена оптимальная модель тренда, учитывающая характер тренда каждой отрасли.

Используя значения относительных погрешностей прогноза на 2015 год, сравним качество прогноза оптимальной модели и всех остальных моделей тренда (таблица 2).

Таблица 2. Относительные погрешности прогноза занятых специалистов на 2015 год.

	Относительная погрешность	
	Среднеарифметическая	Среднеквадратичная
Модель квадратичного тренда	0,003517	0,016153
Модель линейного тренда	0,002255	0,009569
Модель без тренда	0,001379	0,005534
Оптимальная модель	0,000952	0,004153

Из таблицы 2 видно, что наилучший прогноз количества занятых специалистов на 2015 год обеспечивает оптимальная модель тренда, таким образом при дальнейшем анализе перспективы межотраслевой динамики будет использоваться предложенная оптимальная модель.

Высокое качество прогноза (погрешность менее 1%) говорит об адекватности рассматриваемой модели.

4. Прогноз по отраслям на основе оптимальной модели тренда

Используя данные по количеству занятых и безработных специалистов за 2011–2015 гг., предоставляемые федеральной службой государственной статистики Российской Федерации, получим прогноз на конец 2016, 2017 и 2018 гг. с использованием выбранной ранее оптимальной модели тренда.

Таблица 4. Прогноз распределения работающих специалистов по отраслям на 2016 – 2018гг. (в тыс. чел.).

t	$N_2^{(1)}(t)$	$N_2^{(2)}(t)$	$N_2^{(3)}(t)$	$N_2^{(4)}(t)$	$N_2^{(5)}(t)$	$N_2^{(6)}(t)$
2016	4 808,1	1 456,4	10 696,3	2 255,8	5 434,6	13 381,2
2017	4 833,6	1 445,4	11 652,9	2 219,7	5 358,3	13 462,2
2018	4 922,4	1 449,6	13 473,7	2 204,5	5 240,0	13 554,4
t	$N_2^{(7)}(t)$	$N_2^{(8)}(t)$	$N_2^{(9)}(t)$	$N_2^{(10)}(t)$	$N_2^{(11)}(t)$	$N_2^{(12)}(t)$
2016	7 040,6	6 510,8	5 569,3	6 771,4	5 808,3	2 721,3
2017	7 290,6	5 679,6	6 015,6	6 881,7	5 907,3	1 918,1
2018	7 650,9	4 219,3	6 724,2	6 988,9	6 002,8	741,2

В таблице 5 приведены отклонения количества занятых специалистов по отраслям в процентах относительно показателей предыдущего года.

Таблица 5. Изменение распределения работающих специалистов по отраслям на 2016 – 2018 гг. относительно предыдущего года.

t	$N_2^{(1)}(t)$	$N_2^{(2)}(t)$	$N_2^{(3)}(t)$	$N_2^{(4)}(t)$	$N_2^{(5)}(t)$	$N_2^{(6)}(t)$
2016	-0,9%	-3,2%	3,4%	-3,4%	-0,7%	0,5%
2017	0,5%	-0,8%	8,9%	-1,6%	-1,4%	0,6%
2018	1,8%	0,3%	15,6%	-0,7%	-2,2%	0,7%
t	$N_2^{(7)}(t)$	$N_2^{(8)}(t)$	$N_2^{(9)}(t)$	$N_2^{(10)}(t)$	$N_2^{(11)}(t)$	$N_2^{(12)}(t)$
2016	2,3%	-4,2%	4,5%	1,6%	1,6%	-12,4%
2017	3,6%	-12,8%	8,0%	1,6%	1,7%	-29,5%
2018	4,9%	-25,7%	11,8%	1,6%	1,6%	-61,4%

По изменениям распределения работающих специалистов по отраслям и количества безработных, последнее место работы которых было в i -ой отрасли на конец предыдущего года можно разбить на группы:

- почти без изменений:
 - количество специалистов увеличилось меньше чем на 5%
 - количество специалистов уменьшилось меньше чем на 5%.
- с изменением:
 - количество специалистов увеличилось больше чем на 5%
 - количество специалистов уменьшилось больше чем на 5%.

Наиболее заметные изменения в распределении работающих специалистов за 2016 – 2018 гг. наблюдаются по 4 отраслям: № 3 – «Обрабатывающие производства», № 8 – «Финансовая деятельность, операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг», № 9 – «Государственное управление и обеспечение военной безопасности, социальное обеспечение», № 12 – «Другие виды экономической деятельности».

Проведём анализ результатов прогноза динамики рынка труда Российской Федерации на примере сравнительного анализа двух отраслей

экономики: «Обрабатывающие производства» и «Финансовая деятельность, операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг».

5. Анализ прогноза внутриотраслевой динамики рынка труда РФ

Анализируя результаты долгосрочного прогноза межотраслевой динамики отраслей «Обрабатывающие производства» (3-я отрасль) и «Финансовая деятельность, операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг» (8-я отрасль) на рынке труда РФ за 2016 – 2018 года, можно сделать следующие выводы:

1) О динамике количества занятых специалистов в отраслях экономики. Согласно полученным ранее результатам (таблица 5) прогнозируется прогрессирующее увеличение занятых специалистов в отрасли обрабатывающих производств – с 10696,3 тыс. человек (на конец 2016 года) до 13473,7 тыс. человек (на конец 2018 года). Одновременно с этим прогнозируется резкое уменьшение занятости в отрасли финансовой деятельности – с 6510,8 тыс. человек (на конец 2016 года) до 4219,3 тыс. человек (на конец 2018 года).

2) О причинах установленного характера межотраслевой динамики.

2.1) Популярные сферы занятости среди безработных, ранее занятых в исследуемых отраслях. Из анализа вероятностей динамики (вероятности получены с помощью алгоритма, детально рассмотренного в работе [2]) трудовых ресурсов за 2015 – 2016 гг. следует, что с наибольшей вероятностью безработные, ранее занятые в обрабатывающем производстве, покидают рынок труда. Аналогичная ситуация наблюдается для прогнозных вероятностей динамики с 2016 по 2018 гг. – вероятность того, что безработные, ранее занятые в анализируемой отрасли, покинут рынок труда постепенно возрастает с 0,17 (2015 – 2016 гг.) до 0,39 (2017 – 2018 гг.).

Иначе обстоят дела с безработными, ранее занятыми в отрасли финансовой деятельности и операций с недвижимым имуществом (8-я отрасль), – с 2016 по 2018 гг. они с наибольшей вероятностью трудоустраиваются в отрасли обрабатывающих производств исследуемого рынка труда. Вероятность перехода в 3-ю отрасль специалиста из исследуемой отрасли (отрасли №8) за 2016 – 2017 гг. составляет 0,15, за 2017 – 2018 гг. увеличивается до 0,23.

2.2) *Прогнозируемая динамика трудовых ресурсов между исследуемыми отраслями экономики.* За период с 2015 по 2017 гг. средняя вероятность того, что безработный специалист устроится в обрабатывающих производствах увеличивается с 0,07875 до 0,11929, при этом одним из основным «поставщиков» трудовых ресурсов в отрасль является 8-я отрасль экономики – «Финансовая деятельность, операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг».

Согласно ранее проведённым исследованиям для отрасли обрабатывающих производств по количеству занятых специалистов предпочитаемой моделью тренда является квадратичная модель. Согласно данной модели средняя вероятность устройства специалистов в отрасль за 2017 – 2018 гг. составит 0,17. Для сравнения – согласно линейной модели тренда аналогичная вероятность прогнозируется равной 0,1. Для каждой отрасли, кроме 3-й и 9-й, за данный период верно, что покинувший отрасль работник перейдёт в обрабатывающие производства с вероятностью не меньшей, чем 0,11. С наибольшей вероятностью в анализируемую отрасль переходят из 0-ой (0,42), 1-ой (0,26), 5-ой (0,17), 6-ой (оптовая и розничная торговля) (0,18), 8-ой (0,22) и 12-ой (0,17) отраслей.

3) *Выводы.* Исходя из проведённого анализа наибольший прирост трудовых ресурсов в обрабатывающие производства обеспечивают вновь прибывшие специалисты на исследуемый рынок труда, отрасль сельского и лесного хозяйства, охоты, рыболовства, отрасль строительства и отрасль

финансовой деятельности, операций с недвижимым имуществом. Наглядно это представлено на графике вероятностей перехода безработных, с последним местом занятости в данных отраслях, в анализируемую отрасль за 2015 – 2018 гг. (рис. 1).

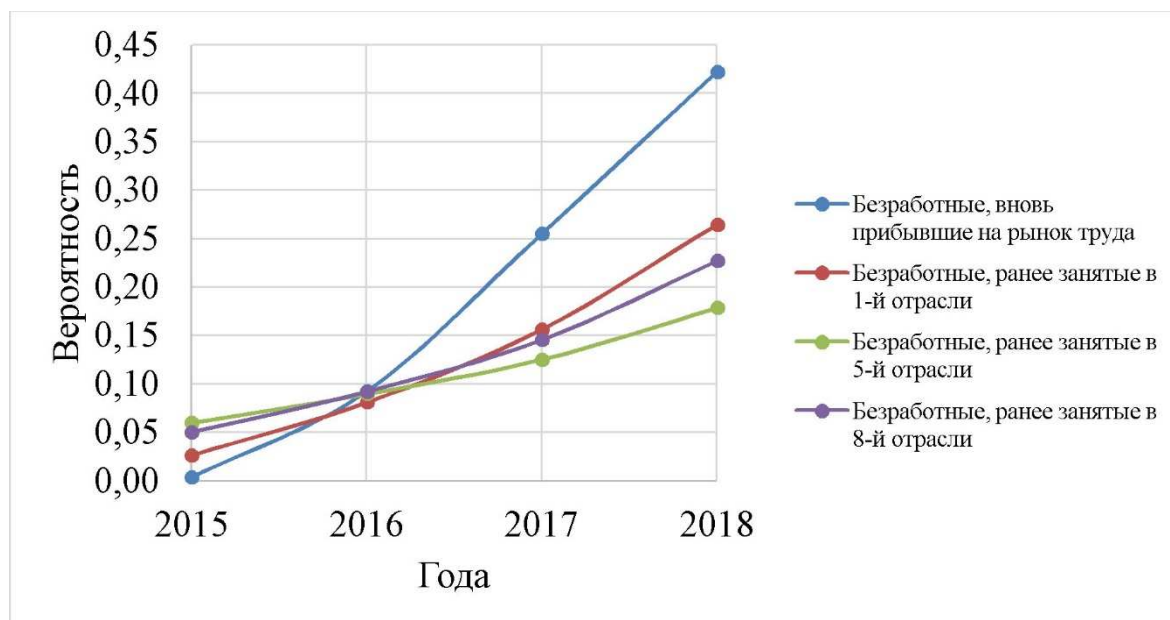


Рисунок 1 – Динамика прогнозируемых вероятностей перехода безработных специалистов в отрасль обрабатывающих производств

Заключение

В данной работе был предложен метод прогнозирования, при котором качественный прогноз (погрешность прогноза по данным за 2011 – 2014 года на 2015 год составила меньше 0,1%) достигается без учёта факторов многолетнего влияния на исследуемый рынок труда.

Рассмотрены основные тенденции рынка по отраслям экономики РФ с 2011 по 2015 гг., с использованием выявленных трендов, был дан прогноз перспективы динамики трудовых ресурсов на рынке труда РФ до конца 2018 года.

Дополнительно проведено исследование внутренней межотраслевой динамики на исследуемом рынке труда – установлены отрасли с наиболее значительными ожидаемыми изменениями объёма трудовых ресурсов на конец 2017 и 2018 гг.

Литература

- 1 Невечеря А.П. Прогнозирование динамики трудовых ресурсов с помощью межотраслевой математической модели // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №05(109). С. 560 – 572.
- 2 Невечеря А.П. Численный алгоритм в задаче самоорганизации трудовых ресурсов // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №04(118). – С. 1333 – 1349.
- 3 Невечеря А.П. Исследование динамики трудовых ресурсов на основе многоотраслевой математической модели рынка труда // Экономика и математические методы. – М.: ЦЭМИ РАН, 2016. – Т. 52, В. 2. – С. 129 – 140.
- 4 Белашова А.Н., Невечеря А.П. Методика анализа трендов внутриотраслевой динамики трудовых ресурсов рынка труда // Перспективы развития науки и образования. – М.: Центр перспективных научных публикаций, 2016. – С. 77 – 83.
- 5 Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gks.ru>

References

- 1 Nevecherja A.P. Prognozirovanie dinamiki trudovyh resursov s pomoshh'ju mezhotraslevoj matematicheskoy modeli // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №05(109). S. 560 – 572.
- 2 Nevecherja A.P. Chislennyj algoritm v zadache samoorganizacii trudovyh resursov // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №04(118). – S. 1333 – 1349.
- 3 Nevecherja A.P. Issledovanie dinamiki trudovyh resursov na osnove mnogootraslevoj matematicheskoy modeli rynka truda // Jekonomika i matematicheskie metody. – M.: CJEMI RAN, 2016. – T. 52, V. 2. – S. 129 – 140.
- 4 Belashova A.N., Nevecherja A.P. Metodika analiza trendov vnutriotraslevoj dinamiki trudovyh resursov rynka truda // Perspektivy razvitija nauki i obrazovanija. – M.: Centr perspektivnyh nauchnyh publikacij, 2016. – S. 77 – 83.
- 5 Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. [Jelektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru>