

УДК 519.86

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЗАНЯТЫХ В ЭКОНОМИКЕ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ ТРУДОСПОСОБНОГО НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

¹Мороз Д.М., ²Астафьева М.П., ¹Питухин Е.А.

¹*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,
e-mail: dmoroz@petsu.ru, eugene@petsu.ru;*

²*Филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»,
Протвино, e-mail: marines2000@mail.ru*

В статье представлена методика прогнозирования изменения численности занятых в экономике на основе демографического прогноза численности постоянного населения в возрасте от 15 до 72 лет в разрезе пятилетних половозрастных групп. Рассматриваются высокий, средний и низкий варианты построения прогнозной численности половозрастных групп занятого населения на основе нелинейной экстраполяции соответствующих коэффициентов занятости. Показываются возможности увеличения прогнозной численности трудовых ресурсов с помощью увеличения пенсионного возраста по нескольким сценариям. Представлены результаты проведенных расчетов уменьшения «пенсионной нагрузки» на экономику, а также дана оценка прироста ВВП за счет увеличения численности занятых в старших возрастных группах трудоспособного населения. Кроме того, анализируется изменение коэффициента естественно-возрастного выбытия по причине старения трудоспособного населения России.

Ключевые слова: рынок труда, трудовые ресурсы, численность занятых, пенсионный возраст, демографический прогноз, возрастное выбытие, модель прогнозирования

VARIATIONS MODELING IN NUMBERS OF EMPLOYED IN ECONOMICS IN TERMS OF EMPLOYABLE POPULATION AGEING IN RUSSIA

¹Moroz D.M., ²Astafeva M.P., ¹Pitukhin E.A.

¹*Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: dmoroz@petsu.ru, eugene@petsu.ru;*

²*Branch of State University «Dubna», Protvino, e-mail: marines2000@mail.ru*

The article deals with forecast methodic development for variations in numbers of employed in economics based upon demographic projections of native populations numbers aged 15-72 in terms of 5 age-sex groups. High, middle and low alternative forecasts for different age-sex employed groups based upon non-linear extrapolations of corresponding occupancy rate are highlighted. Possibilities of projected numbers of labour resources increase by means of age retirement are shown. Calculations dealing with retirement burden on economics are presented; evaluations for the GDP growth based upon employed numbers increase for a senior age employable population group in terms of alternative scenarios are introduced. In addition, the variation of the natural retirement age due to the aging of the working population of Russia is analyzed.

Keywords: labour market, labour resources, number of employed, retirement age, demographic forecast, age disposals, forecast model

В отечественной научной школе решению проблем прогнозирования динамики занятости и рынка труда, долгосрочным оценкам совокупного и текущего спроса на кадры на основе системы факторных динамических моделей вакансий и потенциальных работников посвящены работы А.Г. Коровкина и др. [5, 4]. Методологические подходы к прогнозированию экономической активности населения на основе факторных экстраполяционных и эконометрических моделей изложены в работах С.Г. Кузнецова и др. [7, 6]. Сценарии оценки перспективной потребности экономики РФ в рабочей силе на основе экзогенных демографических и макроэкономических прогнозов приведены в работе А.В. Кашепова [3].

Несмотря на высокую проработку вопросов определения совокупного спроса

и экономической активности, внимание следует уделить и прогнозированию численности занятых в экономике, которые производят ВВП.

Начиная с 2000 года в России наблюдается старение трудоспособного населения. Долговременные тенденции снижения рождаемости и увеличения продолжительности жизни приводят к увеличению в населении доли пожилых и старых людей [12]. Эти процессы сказываются на росте среднего возраста и на уменьшении численности занятого населения России.

Таким образом, прогностическая оценка численности занятых в экономике с целью определения возможностей ее покрытия собственными трудовыми ресурсами становится актуальной задачей.

Прогнозирование численности занятых в экономике

В качестве входных данных для моделирования используются данные о численности занятых в экономике по возрастным группам, численности населения по полу и возрастным группам, а также демографический прогноз.

Демографический прогноз численности населения предоставляется Федеральной службой государственной статистики [2]. Перспективная численность населения приводится по полу, типу поселения, возрастным группам, а также отдельным возрастам. Чтобы отразить различные предположения о будущей динамике демографических процессов, численность населения по однолетним возрастам предоставляется для мужчин и женщин в трех вариантах – «нижний», «средний» и «высокий» варианты прогноза. Для проведения расчетов авторами будет использоваться средний вариант прогноза как наиболее вероятный.

Рассмотрим математическую модель прогнозирования численности занятых в экономике на основе регионального демографического прогноза половозрастной численности постоянного населения мужчин и женщин.

Введем следующие обозначения:

E_t – численность занятых в экономике в t -м году;

$Em_{a,t}$ – численность мужчин в возрастной группе a в t -м году, занятых в экономике, где a может принадлежать одной из основных возрастных групп: 15–19, 20–24, 25–29 и т.д.;

$Ef_{a,t}$ – численность женщин в возрастной группе a в t -м году, занятых в экономике;

$pm_{a,t}$ – численность мужского населения в возрастной группе a в t -м году;

$pf_{a,t}$ – численность женского населения в возрастной группе a в t -м году;

$pm_{i,t}$ – численность мужчин возраста i в t -м году;

$pf_{i,t}$ – численность женщин возраста i в t -м году.

На ретроспективном периоде отдельно для мужчин и женщин определяются отношения численности занятых в экономике к численности постоянного населения $cm_{a,t}$ и $cf_{a,t}$ в соответствующих возрастных группах:

$$cm_{a,t} = \frac{Em_{a,t}}{pm_{a,t}}; \quad cf_{a,t} = \frac{Ef_{a,t}}{pf_{a,t}}, \quad t \in [t_s, t_0), \quad (1)$$

где t_s – начало ретроспективного периода; t_0 – начало периода прогнозирования.

Необходимость использования половозрастных групп обусловлена сильной дифференциацией по полу и возрасту уровней занятости на ретроспективном периоде. Изменение доли занятых в численности населения в разрезе возрастных групп представлено на рис. 1.

В работе [3] указывается, что на прогнозном периоде значения коэффициентов $cm_{a,t}$ и $cf_{a,t}$ могут определяться экстраполяцией их ретроспективных значений. Для прогнозирования $cm_{a,t}$ и $cf_{a,t}$ авторы настоящей статьи модифицировали предложенный в [7] метод прогнозной оценки значений коэффициентов занятости от влияющих факторов для каждой из половозрастных групп занятых, используя время в качестве основной переменной.

Такой подход к моделированию численности занятых в экономике позволяет спрогнозировать экономическое поведение соответствующих половозрастных групп населения с учетом ограничения на их численность.

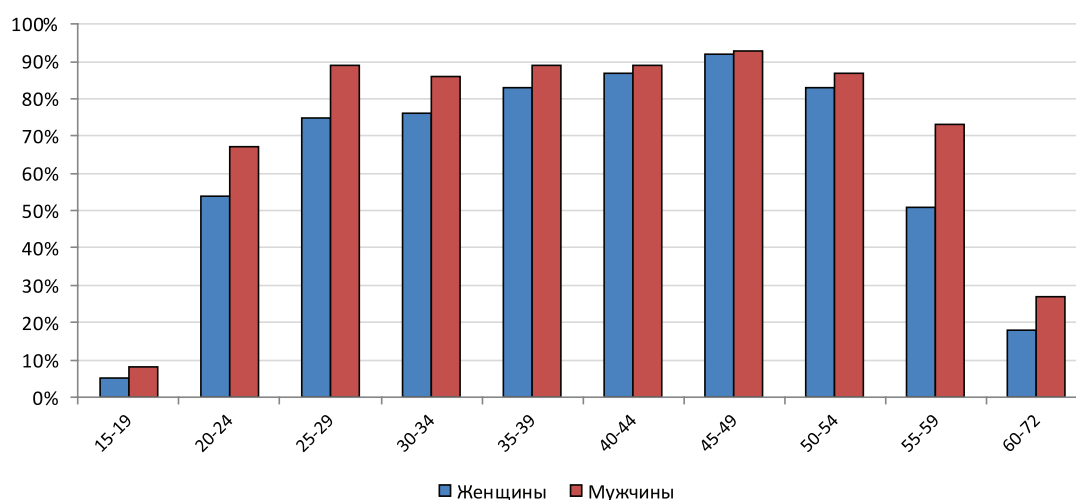


Рис. 1. Фактические уровни занятости по возрастным группам, 2014 г.

С учетом прогнозных коэффициентов (1) выражения для прогнозирования численности мужчин и женщин, занятых в экономике, на основе прогнозных значений численностей мужчин и женщин по отдельным возрастам имеют вид

$$Em_{a,t} = cm_{a,t} \cdot \sum_i pm_{i,t};$$

$$Ef_{a,t} = cf_{a,t} \cdot \sum_i pf_{a,t}, \quad t \in [t_0, t_f], \quad (2)$$

где t_0 – начало периода прогнозирования; t_f – конец периода прогнозирования; i – индексы однолетних возрастов, принадлежащих возрастной группе a .

Итоговое выражение для прогнозирования численности занятых в экономике E_t получается с использованием агрегирования численностей мужчин и женщин, занятых в экономике, по возрастным группам (2):

$$E_t = \sum_a Em_{a,t} + \sum_a Ef_{a,t}, \quad t \in [t_0, t_f]. \quad (3)$$

Результаты расчета с использованием различных трендов для экстраполяции коэффициентов $cm_{a,t}$ и $cf_{a,t}$ на прогнозном периоде представлены на рис. 2.

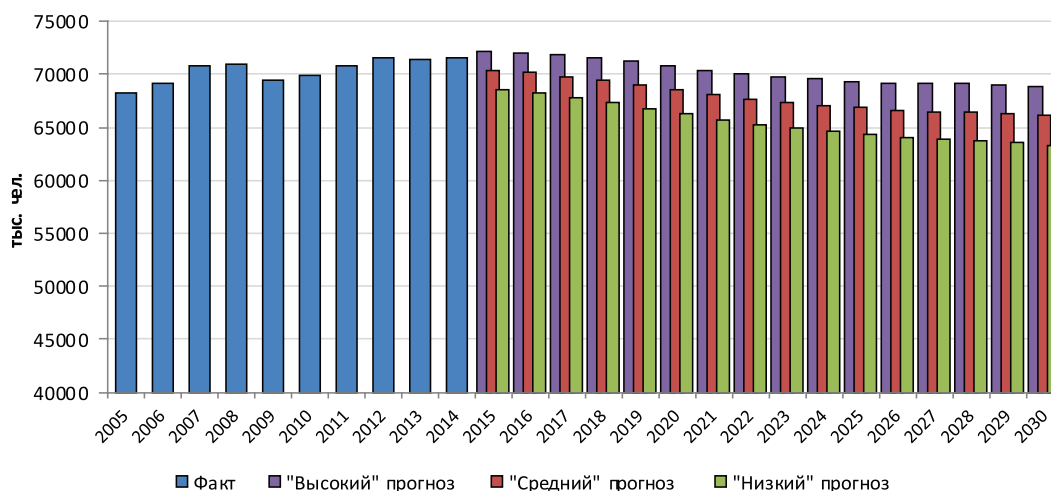


Рис. 2. Варианты прогнозной численности занятых в экономике

Наиболее соответствующий фактическим данным результат получен путем экстраполяции ретроспективных значений коэффициентов $cm_{a,t}$ и $cf_{a,t}$ логарифмическим трендом («высокий» вариант прогноза).

В связи с этим для дальнейших расчетов будет использоваться «высокий» вариант прогнозной численности занятых в экономике.

Изменение пенсионного возраста

С использованием выражений (2) и (3) можно оценить, насколько изменится численность занятых при увеличении пенсионного возраста.

Рассмотрим следующие сценарии изменения пенсионного возраста:

- Сценарий «63–63» – пенсионный возраст мужчин и женщин поднимается до 63 лет.
- Сценарий «65–60» – пенсионный возраст мужчин поднимается до 65 лет, женщин – до 60 лет.
- Инерционный сценарий – пенсионный возраст не повышается.

При моделировании занятых в добавочных группах предпенсионного возраста примем допущение, что уровень их занятости будет оставаться на уровне предыдущих возрастных групп. Таким образом, в первом сценарии уровень занятости у мужчин возраста 60–62 будет на уровне 55–59 лет, у женщин возраста 55–62 на уровне 50–54. Во втором сценарии уровень занятости у мужчин возраста 60–65 будет на уровне 55–59 лет, у женщин возраста 55–59 на уровне 50–54.

Расчет по предложенным сценариям с учетом принятых допущений об уровне занятости приводит к результатам, представленным на рис. 3.

Повышение пенсионного возраста для мужчин и женщин до 63 лет по первому

сценарию приведет к увеличению численности занятых на 7% к концу переходного периода по сравнению с инерционным сценарием. В то же время повышение пенсионного возраста для мужчин и женщин на 5 лет по второму сценарию приведет к повышению численности занятых на 5%.

Коэффициент естественно-возрастного выбытия

Старение населения, занятого в экономике, закономерно приводит к изменению коэффициента естественно-возрастного выбытия. Под естественно-возрастным

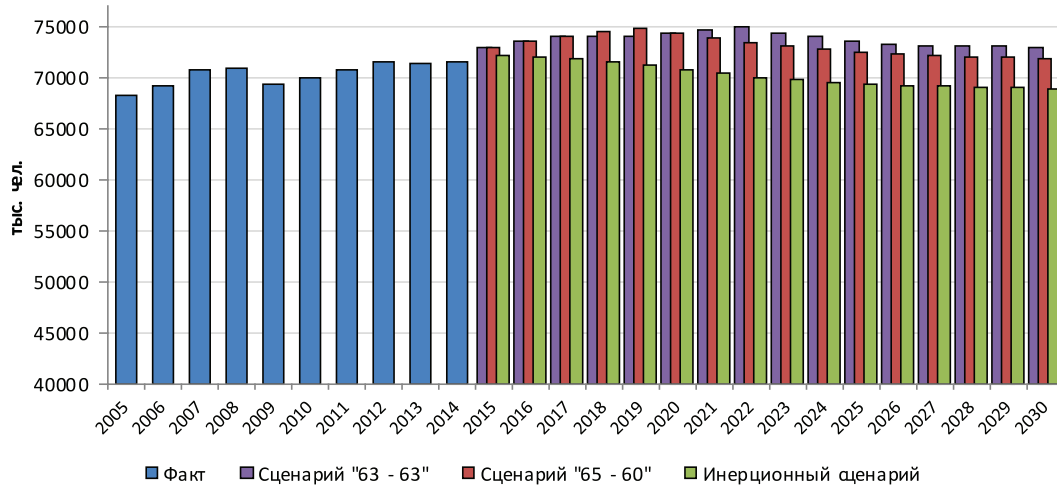


Рис. 3. Изменение численности занятого населения России в случае различных сценариев изменения пенсионного возраста

выбытием авторами понимается неизбежное выветивание работников, происходящее за определенный период времени: пенсия, нетрудоспособность и т.д.

Данный коэффициент используется для определения одной из составляющих «на замену» ежегодной дополнительной потребности в кадрах [9, 1].

Введем следующие обозначения:

k_t^r – коэффициент естественно-возрастного выветивания;

n_t^d – количество умерших из числа занятых;

n_t^{i+} – количество занятых, вышедших на пенсию по инвалидности (приток);

n_t^{i-} – количество умерших пенсионеров, получавших пенсию по инвалидности (отток);

n_t^{p+} – количество занятых, вышедших на пенсию по старости (приток);

n_t^{p-} – количество умерших пенсионеров, получавших пенсию по старости (отток).

Тогда коэффициент естественно-возрастного выветивания k_t^r может быть определен с использованием выражения

$$k_t^r = \frac{n_t^d + n_t^{i+} + n_t^{p+}}{E_t}, \quad t \in [t_s, t_d]. \quad (4)$$

Для нахождения слагаемого n_t^d числителя (4) предлагается следующая модель:

$$n_t^d = k_a^d \cdot (Em_{a,t} + Ef_{a,t}), \quad t \in [t_s, t_0], \quad (5)$$

где k_a^d – коэффициент вероятности дожития населения возраста i до возраста $i + 1$ в возрастной группе a .

Значения коэффициентов k_a^d из модели (5) для каждой возрастной категории

определяется на ретроспективном периоде с использованием выражения

$$k_a^d = \frac{\sum_i (pm_{i,t} + pf_{i,t})}{\sum_i (pm_{i+1,t+1} + pf_{i+1,t+1})}, \quad t \in [t_s, t_0]. \quad (6)$$

Для нахождения слагаемого n_t^{i+} рассмотрим следующую модель движения занятых, потерявших трудоспособность и получающих пенсию по инвалидности Y_t :

$$Y_{t+1} = Y_t + n_t^{i+} - n_t^{i-}, \quad t \in [t_s, t_0]. \quad (7)$$

Из уравнения (7) находим выражение для расчета n_t^{i+} :

$$n_t^{i+} = Y_{t+1} - Y_t + n_t^{i-} = \Delta Y_t + n_t^{i-}, \quad t \in [t_s, t_0]. \quad (8)$$

Ежегодный прирост занятых, потерявших трудоспособность и получающих пенсию по инвалидности ΔY , находится на основе данных официальной статистики о численности пенсионеров, состоящих на учете в системе Пенсионного фонда Российской Федерации [11].

Расчет оттока n_t^{i-} происходит с использованием коэффициентов на основе (6):

$$n_t^{i-} = \sum_a k_a^d \cdot Y_{a,t}, \quad t \in [t_s, t_0], \quad (9)$$

где $Y_{a,t}$ – численность занятых, потерявших трудоспособность, в возрастной группе a .

Структура численности инвалидов по возрастным категориям $Y_{a,t}$ находится с помощью оптимизации методом наименьших квадратов на ретроспективном периоде.

Количество прибывающих пенсионеров n_t^{p+} находится способом аналогичным нахождению численности занятых, потерявших трудоспособность, в соответствии с (7)–(9).

С помощью выражения (4) на основе прогнозных значений численности занятых и демографического прогноза численности населения получены значения коэффициентов естественно-возрастного выбытия k_t на ретроспективном и прогнозном периодах.

Старение населения, занятого в экономике, подтверждается прогнозным расчетом среднего возраста занятых, график которого приведен на рис. 4 (верхняя кривая). Увеличение среднего возраста, в свою очередь, влечет за собой повышение коэффициента естественно-возрастного выбытия (рис. 4, нижняя кривая).

Расчеты показывают, что старение трудоспособного населения России повлечет за собой рост коэффициента выбытия с 2,26% в 2010 году до 3,37% в 2030 году. Несмо-

тря на рост коэффициента, его значение не достигает уровня 4%, который ранее обосновывался допущением [8, 1], что средняя продолжительность работы в экономике равняется 25 годам ($0,04 = 1/25$). Это свидетельствует о наличии в численности занятых в экономике лиц старше трудоспособного возраста, иными словами работающих пенсионеров.

Снижение «пенсионной нагрузки»

Проанализируем, насколько изменится «пенсионная нагрузка» с изменением коэффициента естественно-возрастного выбытия.

На рис. 5 представлены результаты расчета прогнозной численности неработающих пенсионеров по различным сценариям.

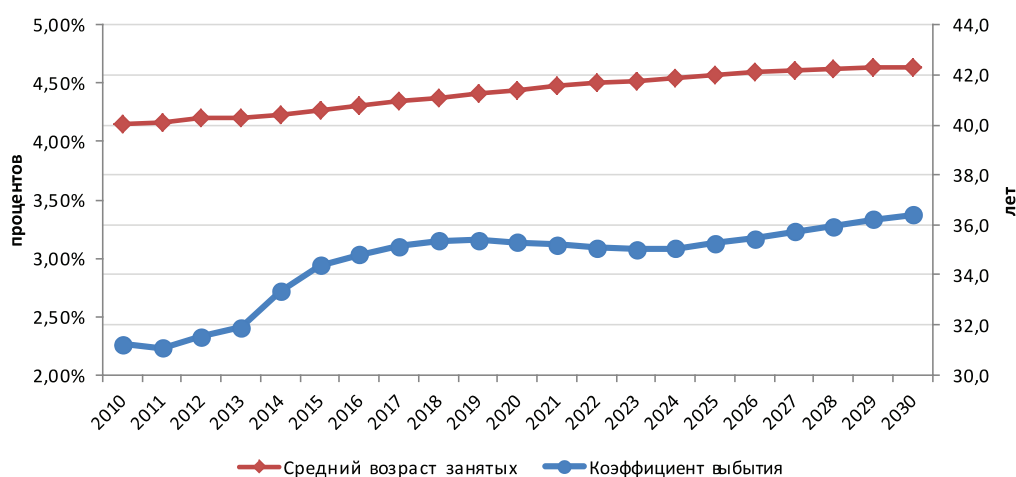


Рис. 4. Динамика среднего возраста занятых и коэффициента выбытия

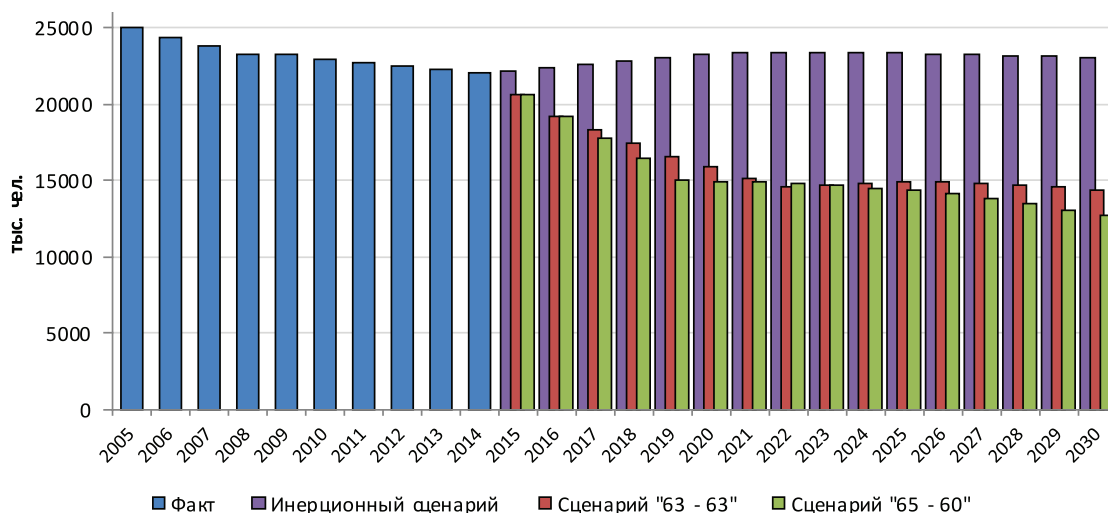


Рис. 5. Изменение прогнозной численности неработающих пенсионеров в случае различных сценариев изменения пенсионного возраста

Из рис. 5 видно, что повышение пенсионного возраста приведет к небольшому снижению численности неработающих пенсионеров в течение нескольких лет после изменения пенсионного возраста по обоим сценариям. Это вызвано отсутствием притока неработающих пенсионеров на переходном периоде. По истечении этого периода, несмотря на возобновление положительного притока, численность неработающих пенсионеров по обоим сценариям будет оставаться на уровне 60% относительно инерционного сценария.

Проведенные расчеты показывают, что общий размер выплаченных пенсий по старости и инвалидности для неработающих пенсионеров в 2014 году составляет 0,37% от объема ВВП. Снижение численности неработающих пенсионеров на 40%, вызванное увеличением пенсионного возраста, привело бы к снижению размера этих пенсий до 0,22% от объема ВВП.

Заключение

Предлагаемая методика позволяет осуществлять оценку изменения численности занятых в экономике на основе демографического прогноза численности постоянного населения. Использование детализированных данных по половозрастным группам увеличивает точность моделирования.

Полученные прогнозы численности занятых в экономике дают возможность оценки перспектив производства и потребления, развития социальной инфраструктуры, а также ожидаемых уровней занятости и безработицы. Сравнение прогнозной численности занятых в экономике и прогноза совокупной потребности в кадрах, необходимой для обеспечения прогнозируемого объема ВВП, позволяют делать выводы о целесообразности привлечения зарубежной трудовой силы.

Анализируются возможности увеличения прогнозной численности трудовых ресурсов путем изменения пенсионного возраста по нескольким сценариям. Расчеты показывают, что повышение пенсионного возраста для мужчин и женщин на 5 лет приводит к повышению численности занятых, а также увеличению ВВП от 5 до 7% на прогнозном периоде. Одновременно с этим уменьшение численности пенсионеров на 40% снижает «пенсионную нагрузку» на экономику в эквиваленте 0,15% ВВП.

Установлено, что увеличение среднего возраста занятых в экономике влечет за собой повышение коэффициента естественно-возрастного выбытия. Это, в свою очередь, обозначает рост ежегодного дополнительного спроса на рабочую силу. На переходном периоде, в случае повышения пенсионного возраста, дополнительная потребность в кадрах будет покрываться увеличенной численностью занятых. По окончании переходного периода отсутствие необходимого количества собственных трудовых ресурсов для покрытия дополнительной потребности приведет к необходимости увеличения квот для иностранных мигрантов, что может привести к росту напряженности на рынке труда [10].

Список литературы

1. Гуртов В.А. Прогнозирование динамики спроса на рынке труда на различных фазах развития кризисных процессов в российской экономике / В.А. Гуртов, Е.А. Питухин, Л.М. Серова, С.В. Сигова // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 2. – С. 84–98.
2. Демографический прогноз до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/# (дата обращения: 15.10.2015).
3. Кашепов А.В. Россия в 2020 году: прогнозы численности населения и рабочей силы // Вестник Российского нового университета. – 2012. – № 2. – С. 7–12.
4. Коровкин А.Г. Динамика занятости и рынка труда в РФ в перспективе до 2030 г. // Проблемы прогнозирования. – 2013. – № 4. – С. 79–96.
5. Коровкин А.Г. Динамика занятости и рынка труда: вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 320 с.
6. Кузнецов С.Г. Методология макроэкономического анализа и прогнозирования спроса на рабочую силу и ее предложения: автореф. дис. ... д.э.н. – М., 2005.
7. Кузнецов С.Г., Семенов А.С. Модели прогнозирования спроса на рабочую силу // Человек и труд. – 2001. – № 9. – С. 35–38.
8. Питухин Е.А., Гуртов В.А. Математическое моделирование динамических процессов в системе «экономика – рынок труда – профессиональное образование». – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006. – 346 с.
9. Сигова С., Кекконен А. Современные тенденции в прогнозировании рынка труда: опыт России и развитых стран // Проблемы теории и практики управления. – 2013. – № 3. – С. 98–105.
10. Сигова С.В., Питухин Е.А., Парикова Н.В. Прогнозирование модифицированного коэффициента напряженности на российском рынке труда для определения потребности в иностранных работниках // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11 – С. 237–242.
11. Численность пенсионеров и средний размер назначенных пенсий по видам пенсионного обеспечения и категориям пенсионеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/urov/urov_p2.htm (дата обращения: 15.10.2015).
12. Щербак Е.М. Начиная с 2000 года в России людей в возрасте старше трудоспособного больше, чем тех, кто еще не достиг трудоспособного возраста, – на на-

чало 2010 года на 22,9 миллиона детей в возрасте до 16 лет приходилось 30,7 миллиона лиц пенсионного возраста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://demoscope.ru/weekly/2010/0443/barom02.php> (дата обращения: 12.10.2015).

References

1. Gurtov V.A., Pitukhin E.A., Serova L.M., Sigova S.V. Prognozirovanie dinamiki sprosa na rynke truda na razlichnyh fazah razvitiya krizisnyh processov v rossijskoj jekonomike. Problemy prognozirovanija. no. 2. pp. 84–98.

2. Demograficheskiy prognoz do 2030 goda. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/# (accessed 15 October 2015).

3. Kashepov A.V. Rossiya v 2020 godu: prognozy chislenosti naselenija i rabochej sily. Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. 2012. no. 2. pp. 7–12.

4. Korovkin A.G. Dinamika zanjatosti i rynka truda v RF v perspektive do 2030 g. Problemy prognozirovanija. 2013. no. 4. pp. 79–96.

5. Korovkin A.G. Dinamika zanjatosti i rynka truda: voпросы makroekonomicheskogo analiza i prognozirovanija. M.: MAKSS Press. 2001. 320 p.

6. Kuznecov S.G. Metodologija makroekonomicheskogo analiza i prognozirovanija sprosa na rabochuju silu i ee pred-

lozhenija. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni d.je.n. Moskva. 2005.

7. Kuznecov S.G., Semenov A.S. Modeli prognozirovanija sprosa na rabochuju silu. Chelovek i trud. 2001. no. 9. pp. 35–38.

8. Pituhin E.A., Gurtov V.A. Matematicheskoe modelirovanie dinamičeskikh processov v sisteme «jekonomika – ry-nok truda – professional’noe obrazovanie». SPb.: Izd-vo SPb-GU. 2006. 346 p.

9. Sigova S., Kekkonen A. Sovremennye tendencii v prognozirovanii rynka truda: opyt Rossii i razvityh stran. Problemy teorii i praktiki upravlenija. 2013. no. 3. pp. 98–105.

10. Sigova S.V., Pituhin E.A., Parikova N.V. Prognozirovanie modifitsirovannogo koeficienta naprjazhennosti na rossijskom rynke truda dlja opredelenija potrebnosti v inostrannyh rabotnikah. Fundamental’nye issledovanija. 2012. no. 11. pp. 237–242.

11. Chislennost’ pensionerov i srednij razmer naznachennyh pensij po vidam pensionnogo obespečenija i kategorijam pensionerov. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/urov/urov_p2.htm (accessed 15 October 2015).

12. Shherbakova E.M. Nachinaja s 2000 goda v Rossii ljudej v vozraste starshe trudospobnogo bol’she, chem teh, kto eshhe ne dostig trudospobnogo vozrasta, – na nachalo 2010 goda na 22,9 milliona detej v vozraste do 16 let prihodilos’ 30,7 milliona lic pensionnogo vozrasta. Available at: <http://demoscope.ru/weekly/2010/0443/barom02.php> (accessed 12 October 2015).