- "https://multiurok.ru/index.php/files/priezientatsiia-k-lieksii-po-distiplinie-ekolo-1.html"-
1.HYPERLINK "https://multiurok.ru/index.php/files/priezientatsiia-k-lieksii-po-distiplinie-ekolo-1.html"html (дата обращения: 08.01.2020).
8. URL: httpsHYPERLINK "https://multiurok.ru/index.php/files/priezientatsiia-k-lieksii-po-distiplinie-ekolo-1.html"/HYPERLINK "https://multiurok.ru/index.php/files/priezientatsiia-k-lieksii-po-distiplinie-ekolo-1.html"maketyHYPERLINK "https://multiurok.ru/index.php/files/priezientatsiia-k-lieksii-po-distiplinie-ekolo-1.html".HYPERLINK "https://multiurok.ru/index.php/files/priezientatsiia-k-lieksii-po-distiplinie-ekolo-1.html"ruHYPERLINK "https://multiurok.ru/index.php/files/priezientatsiia-k-lieksii-po-distiplinie-ekolo-1.html"/HYPERLINK "https://multiurok.ru/index.php/files/priezientatsiia-k-lieksii-po-distiplinie-ekolo-1.html"info/funksii-i-naznachenie-maketov HYPERLINK "https://multiurok.ru/index.php/files/priezientatsiia-k-lieksii-po-distiplinie-ekolo-1.html"(дата обращения: 08.01.2020).

Кетова К.В., Вавилова Д.Д., Сабурова Е.А.

Математическое моделирование экономического ущерба от преждевременных демографических потерь

*Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашикова
(Россия, Ижевск)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-37

idsp: ljjournal-02-2020-37

Аннотация

В работе предложена математическая оценка экономического ущерба для региональной экономической системы, связанного с преждевременными демографическими потерями в трудоспособном возрасте. Приведены численные расчеты упущенной выгоды при выбытии демографического элемента и суммарной упущенной выгоды на примере статистических данных по Удмуртской Республике. В расчетах учтено распределение плотности демографических элементов по возрастам, что позволяет существенно повысить точность расчета.

Ключевые слова: математическое моделирование, экономический ущерб, демографические потери, региональная система

Abstract

The paper proposes a mathematical assessment of economic damage to the regional economic system, associated with premature demographic losses of working age. The numerical calculations of lost profit on disposal of the demographic element and the total lost profits are given on the example of statistical data for the Udmurt Republic. The calculations take into account the distribution of the density of demographic elements by age, which can increase the accuracy of the calculation.

Keywords: mathematical modeling, economic damage, demographic losses, regional system

Демографические потери населения, особенно в трудоспособном возрасте, неизбежно приводят к возникновению экономического ущерба для любой экономической системы. В этой связи математическая оценка преждевременных демографических потерь является очень важной и актуальной задачей.

При разработке мер социально-экономической политики важно знать оправданный объем инвестиций для реализации социальных мер поддержки, направленных на повышение качества жизни населения. В последнее время, вследствие существенного прикладного значения этой проблемы, тема математической оценки преждевременных демографических потерь поднимается достаточно часто [1-5].

Для построения математической оценки экономического ущерба для экономической системы региона в связи с потерей демографического элемента в год t

в возрасте τ (рассматривается период экономически активного трудоспособного периода деятельности человека) введем функцию упущенной выгоды $u(t, \tau)$.

Вначале построим распределение $q(t, \tau)$ удельных суммарных расходов бюджета по возрастам:

$$q(t, \tau) = \sum_N \frac{B_N(t, \tau)}{\int_{\tau_{1N}}^{\tau_{2N}} \rho(t, \tau) d\tau}, \quad B_N(t, \tau) = \begin{cases} B_N(t), & \tau \in [\tau_{1N}, \tau_{2N}], \\ 0, & \tau \notin [\tau_{1N}, \tau_{2N}]. \end{cases} \quad (1)$$

Обозначения в формуле (1): $B_N(t)$ – это материальный объем N -ой бюджетной статьи, направленной на социально-экономическую поддержку региональной системы; $\rho(t, \tau)$ – функция распределения плотности населения по возрастам τ в год t , $[\tau_{1N}, \tau_{2N}]$ – соответствующие периоды жизни человека, в которые он пользуется материальными средствами N -ой статьи регионального бюджета. Систематизация интересующих нас статей бюджета приведена в [6].

Определим упущенную выгоду для экономической системы региона с учетом вероятностного характера дожития демографических элементов. Формула расчета имеет вид:

$$u(t, \tau) = \frac{1}{1 - \mu(t, \tau)} \int_{\tau}^{\tau_m} [1 - \mu(t, \xi)] \{ \varepsilon(t, \xi) k(t, \xi) - q(t, \xi) \} d\xi. \quad (2)$$

Здесь $\mu(t, \tau)$ – функция силы смертности (принимается $\mu(t, 0) = 0$); τ_m – максимальный период жизни человека; $\varepsilon(t, \tau)$ – функция, которая задает часть демографических элементов возраста τ , занимающихся трудовой деятельностью в год t .

В формуле (2) присутствует выражение $k(t, \xi) = [\bar{w}(t) f_w(t, \xi) - \bar{g}(t) f_g(t, \xi)]$, построение которого осуществляется из тех соображений, что упущенная выгода для экономической системы региона есть нереализованный вследствие преждевременной смерти экономический потенциал среднестатистического работника, из которого вычитаются его последующая прогнозируемая заработная плата, а также прогнозируемые объемы материальных выплат из общественных фондов.

Построим вектор-функцию $\varphi(t, \tau) = \{y(t, \tau), g(t, \tau), w(t, \tau)\}$. Здесь компонентами являются: $y(t, \tau)$ – функция производительности труда в расчете на одного среднестатистического работника возраста τ в год t , $g(t, \tau)$ – функция заработной платы в расчете на одного среднестатистического работника возраста τ в год t , $w(t, \tau)$ – функция прибавочного продукта в расчете на одного среднестатистического работника возраста τ в год t .

Введем понятие максимального периода жизни человека τ_m . Средние значения величин $y(t, \tau)$, $g(t, \tau)$, $w(t, \tau)$ определим по формуле:

$$\bar{\varphi}(t) = \frac{1}{\tau_m} \int_0^{\tau_m} \varphi(t, \tau) d\tau, \quad \bar{\varphi}(t) = \{\bar{y}(t), \bar{g}(t), \bar{w}(t)\}. \quad (3)$$

Пусть $f_{\varphi}(t, \tau)$ – построенные по статистическим данным нормированные шкалы распределения рассматриваемых функций $\varphi(t, \tau) = \{y(t, \tau), g(t, \tau), w(t, \tau)\}$. Тогда можно записать:

$$\frac{1}{\tau_m} \int_0^{\tau_m} f_{\varphi}(t, \tau) d\tau = 1, \quad \varphi(t, \tau) = f_{\varphi}(t, \tau) \bar{\varphi}(t). \quad (4)$$

В результате получим

$$\Phi(t) = \int_0^{\tau_m} \varphi(t, \tau) \varepsilon_{\varphi}(t, \tau) \rho(t, \tau) d\tau = \bar{\varphi}(t) \int_0^{\tau_m} f_{\varphi}(t, \tau) \varepsilon_{\varphi}(t, \tau) \rho(t, \tau) d\tau, \quad (5)$$

$$\bar{\varphi}(t) = \frac{\Phi(t)}{\int_0^{\tau_m} f_{\varphi}(t, \tau) \varepsilon_{\varphi}(t, \tau) \rho(t, \tau) d\tau}, \quad \Phi(t) = \{Y(t), G(t), W(t)\}. \quad (6)$$

В формуле (6) $Y(t)$ – объем валового регионального продукта (ВРП) в год t , $G(t)$ – объем заработной платы в год t , $W(t)$ – объем прибавочного продукта в год t ; $\varepsilon_{\varphi}(t, \tau)$ – часть демографических элементов возраста τ , которые в год t формировали соответствующий показатель $\bar{\varphi}(t)$ или $\Phi(t)$, причем $\varepsilon_y(t, \tau) = \varepsilon_g(t, \tau) = \varepsilon_w(t, \tau) = \varepsilon(t, \tau)$.

Произведенный в год t прибавочный продукт:

$$W(t) = \int_0^{\tau_m} w(t, \tau) \varepsilon(t, \tau) \rho(t, \tau) d\tau = \bar{w}(t) \int_0^{\tau_m} f_w(t, \tau) \varepsilon(t, \tau) \rho(t, \tau) d\tau. \quad (7)$$

С другой стороны, уравнение динамики производственных фондов $K(t)$ с коэффициентом амортизации η имеет вид [6]:

$$W(t) = Y(t) - \eta K(t), \quad (8)$$

Тогда формула расчета среднего прибавочного продукта, произведенного одним среднестатистическим работником возраста τ в год t , имеет вид:

$$\bar{w}(t) = \frac{Y(t) - \eta K(t)}{\int_0^{\tau_m} f_w(t, \tau) \varepsilon(t, \tau) \rho(t, \tau) d\tau}. \quad (9)$$

Средняя удельная заработная плата среднестатистического работника возраста τ в год t рассчитывается по формуле:

$$\bar{g}(t) = \frac{G(t)}{\int_0^{\tau_m} f_g(t, \tau) \varepsilon(t, \tau) \rho(t, \tau) d\tau}. \quad (10)$$

Таким образом, все составляющие формулы (2) известны, и в результате может быть рассчитана упущенная выгода экономической системы региона, которая возникает в результате потери одного демографического элемента.

Суммарная упущенная выгода, связанная с ежегодной потерей населения до возраста τ , определится по формуле:

$$U_{\mu}(t, \tau) = \int_0^{\tau} u(t, \tau) \mu(t, \tau) \rho(t, \tau) d\xi. \quad (11)$$

Приведем численные расчеты изучаемых показателей для 2018 года на примере региональной системы Удмуртской Республики (УР) по данным [7].

На рис. 1 представлен график упущенной выгоды при выбытии в возрасте τ . Видно, что при потере в возрасте 22-х лет упущенная выгода достигает своего наибольшего значения, затем она постепенно снижается. Начиная с возраста 56-57 лет, создаваемый прибавочный продукт не превосходит удельной заработной платой вместе с затратами государства.

Рис. 1. Упущенная выгода для экономической системы УР в год $t = 2018$ в распределении по возрастам τ

На рис. 2 представлен график суммарной упущенной выгоды при выбытии демографического элемента в возрасте τ .

Рис. 2. Суммарная упущенная выгода для экономической системы УР в год $t = 2018$ в распределении по возрастам τ

Расчеты показывают, что наибольшая суммарная упущенная выгода достигается к возрасту 56-57 лет. Для УР в 2018 году она составляет величину 2,3% от объема ВРП. Средняя продолжительность жизни в УР в 2018 году составила 73 года. До этого возраста суммарная упущенная выгода уже достигает значения 5,2 % от объема ВРП.

1. Саградов А.А. Экономическая демография. М.: ИНФРА-М, 2005.–256 с.
2. Прохоров Б.Б., Шмаков Д.И. Оценка стоимости статистической жизни и экономического ущерба от потерь здоровья // Проблемы прогнозирования, №3, 2002. – С. 125-135.
3. Трунов И.Л., Трунова Л.К., Востросаблин А.А. Экономический эквивалент человеческой жизни // Вестник РАЕН, №4, 2004.
4. Урланис Б.Ц. Проблемы экономической демографии // В сб. Проблемы демографии. Вопросы теории и практики / Под редакцией Д.Л. Бронера и И.Г. Венецкого– М.: Статистика, 1971. – С. 93-110.
5. Кетова К.В. Разработка методов исследования и оптимизация стратегии развития экономической системы региона // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук / Ижевский государственный технический университет. Ижевск, 2008.
6. Кетова К.В. Математические модели экономической динамики: монография. Ижевск: ИЖГТУ, 2013. – 284 с.
7. Отчетность об исполнении консолидированного бюджета РФ, Министерство Финансов Российской Федерации, Федеральное казначейство (Казначейство России). – <http://www.roskazna.ru/reports/cb.html>.