

УДК 332.1 EDN: WSDUES

DOI: 10.5281/zenodo.10385652

**ГУО Линджинг**

*Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта,  
ОНК «Институт управления и территориального развития» (Калининград, РФ)  
аспирант; e-mail: guolj638@gmail.com*

**ЗОНИН Никита Андреевич**

*Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта,  
ОНК «Институт управления и территориального развития» (Калининград, РФ)  
кандидат экономических наук, доцент; e-mail: nzonin@mail.ru*

**ЛУКЬЯНОВА Наталия Юрьевна**

*Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта,  
ОНК «Институт управления и территориального развития» (Калининград, РФ)  
кандидат экономических наук, доцент; e-mail: NLukyaynova@kantiana.ru*

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАРЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ (НА ПРИМЕРЕ РОССИИ)

*В статье исследуется возможность использования модифицированной модели Солоу для оценки влияния демографических процессов на рост экономики в России в течение следующих 10 лет. Авторы предлагают адаптированный подход для прогнозирования влияния старения населения и сформулировали гипотезу о существовании статистически значимой связи между показателями, характеризующими неработоспособное население и экономику России. Для проверки гипотезы используются данные официальной статистики по субъектам РФ. В результате анализа с использованием эконометрического пакета Gretl установлено наличие статистически значимой обратной линейной зависимости между ВРП и коэффициентами демографической нагрузки для нетрудоспособного населения. Далее в статье предлагается исследование возможного влияния старения населения на экономический рост в России в ближайшие годы, используя прогнозные данные Роскомстата по демографии. Для этого был рассчитан прогнозный динамический коэффициент старения (ДКС) для 2023–2036 гг. с использованием формулы, предложенной авторами в предыдущей публикации. Были рассмотрены три варианта развития событий и составлен прогноз влияния старения населения на необходимые инвестиции, что в свою очередь влияет на экономический рост. Для построения графиков использовались методики, предложенные в статье "Старение населения и объем необходимых инвестиций (на примере России)". В качестве примера для прогноза был взят 2023 год.*

**Ключевые слова:** старение населения, прогнозирование, капиталовооружённость, модель Солоу, инвестиции, демографический переход, экономический рост



**Для цитирования:** Гуо Л., Зонин Н.А., Лукьянова Н.Ю. Прогнозирование влияния старения населения на экономические показатели (на примере России) // Современные проблемы сервиса и туризма. 2023. Т.17. №4. С. 43–51. DOI: 10.5281/zenodo.10385652.

**Дата поступления в редакцию:** 18 октября 2023 г.

**Дата утверждения в печать:** 20 ноября 2023 г.

**Lingjing GUO**

*Immanuel Kant Baltic Federal University,  
Institute of Management and Territorial Development (Kaliningrad, Russia)  
Graduate Student; e-mail: guolj638@gmail.com*

**Nikita A. ZONIN**

*Immanuel Kant Baltic Federal University,  
Institute of Management and Territorial Development (Kaliningrad, Russia)  
PhD in Economics, Associate Professor; e-mail: nzonin@mail.ru*

**Natalia Yu. LUKYANOVA**

*Immanuel Kant Baltic Federal University,  
Institute of Management and Territorial Development (Kaliningrad, Russia)  
PhD in Economics, Associate Professor; e-mail: NLukyanova@kantiana.ru*

## FORECASTING THE IMPACT OF POPULATION AGING ON ECONOMIC INDICATORS (THE CASE OF RUSSIA)

**Annotation.** *The article explores the possibility of using a modified Solow model to assess the impact of demographic processes on economic growth in Russia over the next 10 years. The authors propose an adapted approach to predict the impact of population aging and formulate a hypothesis about the existence of a statistically significant relationship between indicators characterizing the non-working population and the Russian economy. To test the hypothesis, data from official statistics on the subjects of the Russian Federation are used. The analysis of using the Gretl econometric package shows the presence of a statistically significant inverse linear relationship between the GRP and the coefficients of the demographic dependency ratios for the retired people. Further, the article studies the possible impact of population aging on economic growth in Russia in the coming years, using the forecast demographical data of Federal State Statistics Service. For this purpose, the authors calculate predicted dynamic aging coefficient (DAC) for 2023–2036 using the formula proposed in their previous publication. The article discusses three scenarios and a forecasts the impact of population aging on the necessary investments, which in turn affects economic growth. The methods proposed in the article "The population aging and the volume of necessary investments (the case of Russia)" were used to plot the graphs. The year 2023 was taken as an example for the forecast.*

**Keywords:** *population aging, forecasting, capital ratio, Solow model, investments, demographic transition, economic growth*



**Citation:** Guo, L., Zonin, N. A., & Lukyanova, N. Yu. (2023). Forecasting the impact of population aging on economic indicators (the case of Russia). *Sovremennyye problemy servisa i turizma [Service and Tourism: Current Challenges]*, 17(4), 43–51. doi: 10.5281/zenodo.10385652. (In Russ.).

**Article History**

Received 18 October 2023

Accepted 20 November 2023

**Disclosure statement**

No potential conflict of interest was reported by the author(s).

© 2023 the Author(s)

This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-SA 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Взаимосвязь демографических процессов и хозяйственного развития оказалась в фокусе внимания ряда учёных представляющих различные научные дисциплины с преимущественно с нач. XX в. Широко известны труды А.Г. Вишневого [1] А. Ландри (Landry) [2], С.П. Капицы [3], А.А. Акаева, В.Н. Соколова, Б.А. Акаевой, А.И. Сарыгулова [4], Ф. Модильяни (Modigliani), А. Андо (Ando) и Р. Брумберг (Brumberg) [5, 6], Э. Коул (Coale) и Э. Гувер (Hoover) [7], И Тан (Tan), К. Лью (Liu), Х. Сун (Sun), С. Зен (Zen) [8], Лейбфритц (Leibfritz) и В. Перер (Roeger) [9], Б. Босворт (Bosworth) и Г. Ходоров-Райх (Chodorow-Reich) [10], Н. Адамс (Adams) [11], и др.

Не смотря на относительную разработанность темы, на текущий момент актуальными остаются вопросы разработки методов количественной оценки влияния демографических показателей на экономический рост, а также прогнозирования этого влияния.

В предыдущих публикациях нами была рассмотрена возможность использовать модифицированную модель Солоу для количественной оценки влияния демографических процессов на экономические показатели [15], а также апробирована предложенная методика на примере РФ [16]. В настоящем исследовании использован аналогичный подход, адаптированный для прогнозирования влияния старения населения на экономический рост в России в следующие 10 лет.

Чтобы подтвердить правомерность использования предложенной модели для оценки влияния старения населения на экономический рост была сформулирована гипотеза о существовании статистически значимой связи между показателями, характеризующими нетрудоспособное население и экономику РФ. Проверку этой

гипотезы осуществим на основе данных официальной статистики по субъектам Российской Федерации<sup>1</sup>. Для сравнения будем использовать несбалансированную панель данных по 77 субъектам РФ за относительно стабильные 2010 и 2019 годы, включающую четыре показателя:

- VRP – показатель валового регионального продукта (ВРП), валовая добавленная стоимость в текущих основных ценах (всего, млн. руб.);
- коэффициенты демографической нагрузки для нетрудоспособного населения (всего, KDN\_all, оценка на конец года); на 1000 чел. трудоспособного возраста приходится лиц нетрудоспособных возрастов, а также групп населения моложе (KDN\_Jr) и старше трудоспособного возраста соответственно (KDN\_older).

Результаты анализа, проведённые с использованием эконометрического пакета Gretl позволили выявить следующее. Во-первых, установлено наличие статистически значимой умеренно-слабой обратной линейной зависимости между ВРП (VRP) и коэффициентами демографической нагрузки для нетрудоспособного населения – всего (KDN\_all) по данным за 2010 г. (рис. 1А). Фактически с вероятностью большей, чем 98%, была подтверждена соответствующая гипотеза (при  $r = -0,2867$ ;  $t(75) = -2,59171$ , двухстороннее р-значение 0,0115).

Во-вторых, установлено наличие статистически значимой слабой обратной линейной зависимости между ВРП (VRP) и коэффициентами демографической нагрузки для нетрудоспособного населения – всего (KDN\_all) по данным за 2019 г. (рис. 1В). Фактически с вероятностью около 95% подтверждена соответствующая гипотеза (при  $r = -0,2231$ ;  $t(75) = -1,98217$ , двухстороннее р-значение 0,0511).

<sup>1</sup> Приложение к сборнику «Регионы России. Социально-экономические показатели». Официальный интернет-портал Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/47652> (Дата обращения: 05.12.2022)

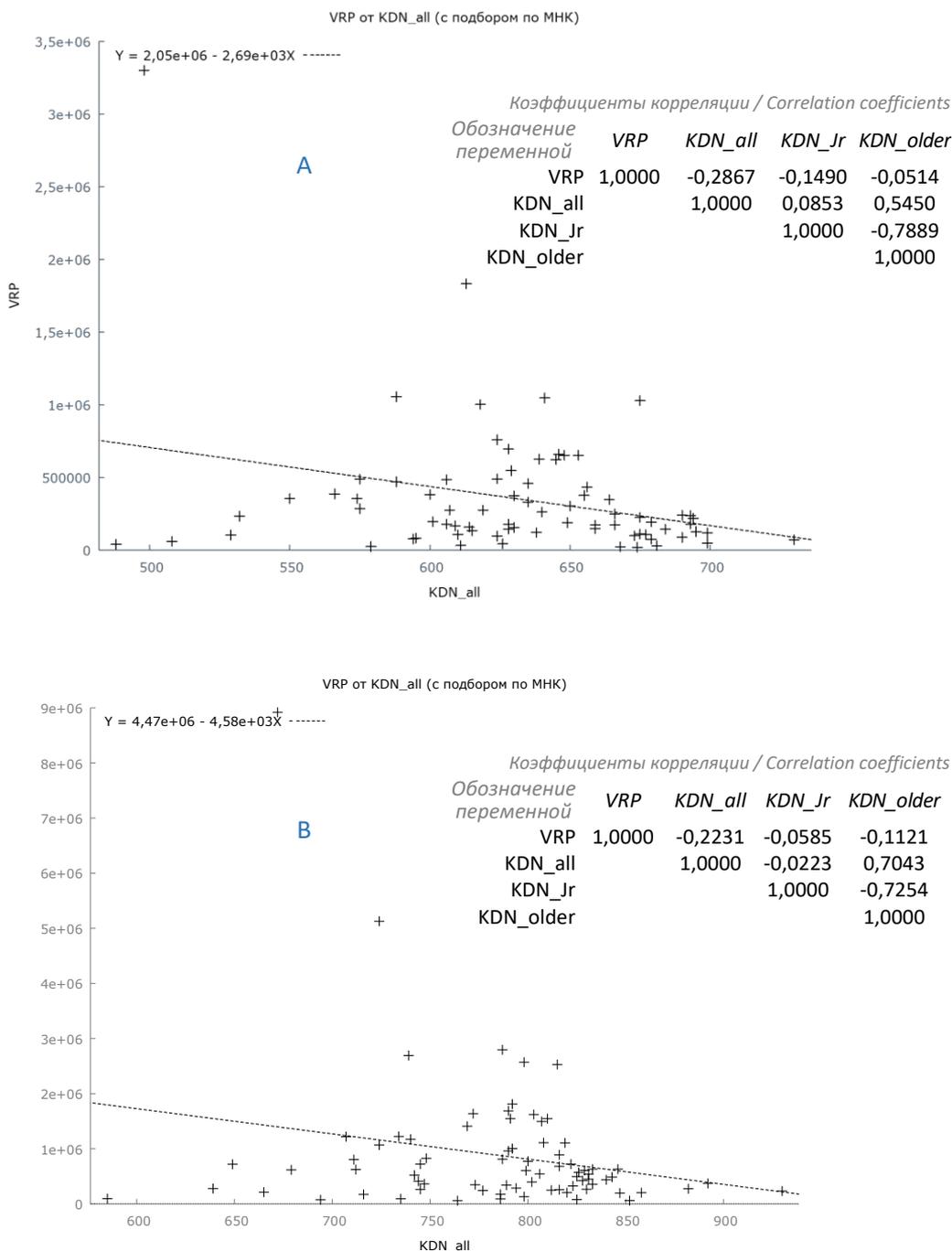


Рис. 1 – Зависимость между ВРП (VRP) и коэффициентами демографической нагрузки для нетрудоспособного населения – всего (KDN\_all) по 77 субъектам РФ за 2010 (А) и 2019 (В) гг.

Fig. 2 – Correlation of GRP (VRP) with demographic loads coefficients for the retired people – total (KDN\_all) for 77 entities of the Russian Federation for 2010 (A) and 2019 (B)

В-третьих установлено, что связь между ВРП (VRP) и коэффициентами демографической нагрузки для нетрудоспособного населения – всего (KDN\_all) по данным по 77 субъектам РФ за анализируемый период ослабла (от умеренно-слабой в 2010 г. до слабой в 2019 г.), но остаётся статистически значимой с высокой степенью вероятности. Это позволяет продолжить анализ влияния старения населения на национальную экономику и использовать фактор старения населения для прогнозирования.

В ходе дальнейшего исследования попробуем предсказать, как будет влиять старение населения на экономический рост в РФ в ближайшие годы, исходя из прогнозных данных Роскомстата по демографии.

Для этого был рассчитан прогнозный динамический коэффициент старения (ДКС) на 2023–2036 гг. по прогнозным данным Роскомстата<sup>2</sup> с помощью формулы (1), предложенной нами в одной из предыдущих публикаций [12]:

$$\text{ДКС} = \frac{\alpha'_2 + \alpha'_3}{1 - \alpha_2 - \alpha_3} \quad (1)$$

где:

$\alpha_2$  – доля населения в возрасте 0–14 лет от общей численности населения;

$\alpha_2'$  – изменение доли населения в возрасте 0–14 лет в общей численности населения за определённый период времени: при положительном числе это означает, что доля  $\alpha$  увеличивается, а при отрицательном – уменьшается; абсолютное значение  $\alpha_2'$  – скорость увеличения / уменьшения;

$\alpha_3$  – доля населения старше 65 лет от общей численности населения;

$\alpha_3'$  – изменение доли населения в возрасте старше 65 лет в общей численности населения за определённый период времени: при положительном числе это означает, что доля  $\alpha_3$  увеличивается, а при отрицательном – уменьшается; значение  $\alpha_3'$  – скорость увеличения / уменьшения.

Поскольку Росстат даёт три варианта развития событий, соответственно получаем три возможных значения ДКС по каждому году (рис. 2). Далее с помощью расчётно-аналитического метода был составлен прогноз влияния старения населения на объем необходимых инвестиций, т.е. опосредованно на экономический рост, используя методику, предложенную предыдущей публикацией [13].



В качестве примера для прогноза был взят 2023 год. Для построения графика функции фактических инвестиций использовано уравнение, полученное в результате аппроксимации функции в вышеуказанной статье:  $y = -367.5632987529 +$

$67.8378724795 \times \ln x$ ). Графики функций необходимых инвестиций были построены по уравнениям:  $y = (n + g + \delta) k$  (классическая) и  $y = (n + g + \delta - \frac{\alpha'_2 + \alpha'_3}{1 - \alpha_2 - \alpha_3}) k$  (модифицированная) [1].

<sup>2</sup> Демографический прогноз до 2035 года // Росстат. URL: rosstat.gov.ru

Для построения графиков функций необходимых инвестиций были взяты следующие данные: норма амортизации ( $\delta$ ), темп трудосберегающего технологического прогресса ( $g$ ) темп прироста населения ( $n$ ). Зафиксировав первые два показателя на уровне имеющихся данных за 2021 г.<sup>3</sup>, третий был взят из прогнозных данных Росстата. Для построения графиков модифицированной функции также были использованы прогнозные значения ДКС, рассчитанные ранее. Таким образом, были получены три возможных сценария развития изучаемого процесса: пессимистический, наиболее вероятный и оптимистический (рис. 3–5). В частности, на рис. 3 кривая линия отражает фактические инвестиции, непрерывная прямая – необходимые инвестиции (классическая функция по модели Р. Солоу), а прерывистая линия – необходимые инвестиции (модифицированная функция).

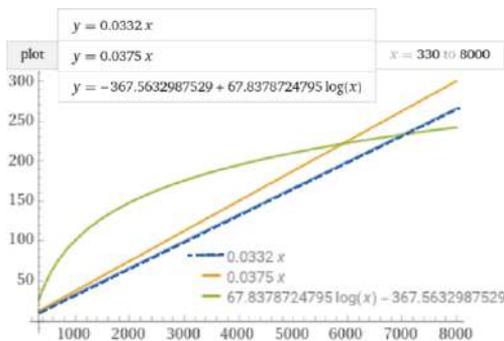


Рис. 3 – Пессимистический прогноз. Графики функции фактических инвестиций, необходимых инвестиций и модифицированной функции необходимых инвестиций для 2023 г.<sup>4</sup>

Fig. 3 – Pessimistic forecast. Graphs of the function of actual investment, required investment and modified function of required investment for 2023

Как иллюстрирует рис. 3, в 2023 г. с положительным значением ДКС модифицированная функция необходимых инвести-

ций отклоняется вправо от классической. Следовательно, объем необходимых инвестиций должен быть увеличен. Из этого можно сделать вывод, что при пессимистическом прогнозе прироста населения будет ощущаться негативное влияние старения населения на экономический рост.

Наиболее вероятный прогноз, приведённый на рис. 4, отражает схожую картину: заметно негативное влияние старения населения на экономический рост, но, в целом, прогноз стал благоприятнее.

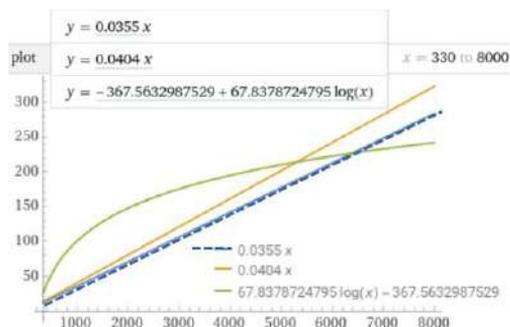


Рис. 4 – Наиболее вероятный прогноз (обозначения аналогичны рис. 3).

Fig. 4 – The most probable forecast (designations are similar to Fig. 3).

Рис. 5 отображает оптимистический вариант развития событий. Однако даже при оптимистичном прогнозе в 2023 г. негативное влияние старения населения на экономический рост в России предположительно всё ещё будет ощущаться.

Для того, чтобы более наглядно продемонстрировать разницу в наклоне прямых функций необходимых инвестиций в зависимости от вида прогноза, изобразим их на одном графике (рис. 6). В частности, на рисунке прямая линия – это функция необходимых инвестиций при оптимистическом прогнозе на 2023 г., пунктиром подчёркнута прямая функции необходимых инвестиций при наиболее вероятном прогнозе на 2023 г., пунктиром – прямая

<sup>3</sup> По данным: а) Коэффициенты обновления и выбытия основных фондов в Российской Федерации в сопоставимых ценах (в %); б) Эффективность экономики России // Росстат. URL: [rosstat.gov.ru](https://rosstat.gov.ru).

<sup>4</sup> Здесь и далее графики построены с помощью сервиса Wolfram Alpha. URL: <https://wolframalpha.com>

функции необходимых инвестиций при пессимистическом прогнозе на 2023 г.

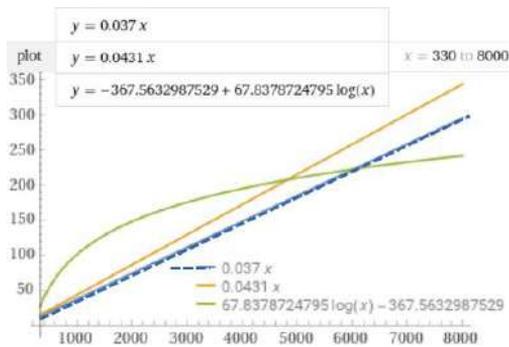


Рис. 5 – Оптимистический прогноз (обозначения аналогичны рис. 3)

Fig. 5 – Optimistic forecast (designations are similar to Fig. 3)

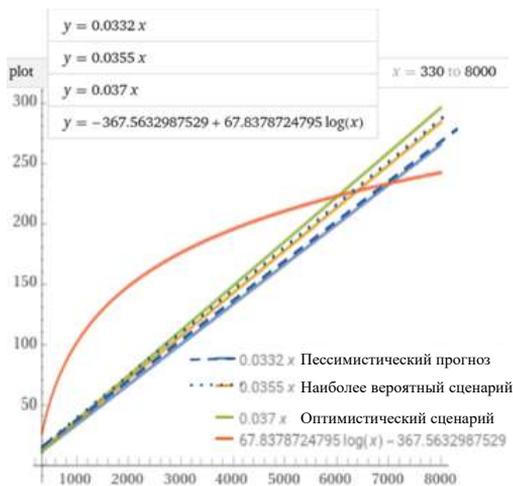


Рис. 6 – Функция фактических инвестиций и прогнозные модифицированные функции необходимых инвестиций на 2023 г.

Fig. 6 – Function of actual investments and forecast modified functions of necessary investments for 2023

Исходя из прогнозных значений ДКС, можно предположить, что текущее нега-

тивное влияние старения населения на экономику России будет постепенно ослабляться, и к 2027–2028 гг. будет полностью нивелировано, а в последующие 6–8 лет ДКС, вероятно, примет отрицательные значения, и демографическая ситуация будет скорее благоприятствовать экономическому развитию за счёт снижения требований к уровню капиталовооружённости для обеспечения экономического роста. Однако, начиная с 2033–2035 гг. (в зависимости от варианта прогноза), ДКС может вновь принять положительные значения, а это будет означать, что негативное влияние старения населения на экономический рост вернётся.

Таким образом, ожидаемое улучшение ситуации, возможно, произойдёт благодаря среднесрочным эффектам проводимой в настоящее время демографической политики, однако этот успех может оказаться недостаточно длительным. Поэтому, чтобы избежать эффект негативного влияния старения населения на экономический рост необходимо, с одной стороны, корректировать демографическую политику в соответствии с реальной ситуацией в процессе развития, а с другой – проводить соответствующую экономическую политику, направленную на стимулирование роста инвестиций в основные фонды в периоды, когда значения ДКС повышаются с учётом этого показателя.

В заключение отметим, что преимущество использования предлагаемой для прогнозирования методики состоит в том, что с её помощью можно получать количественную оценку влияния старения населения на экономическое развитие в будущих периодах при наличии обоснованных прогнозов демографических изменений.

#### Список источников

1. Вишневский А.Г., Нерешённые вопросы теории демографической революции // Население и экономика. 2017. Т.1. №1. С. 3-21.
2. Ландри А. Демографическая революция // ДемоскопWeekly. 2014. №611–612. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2014/0611/nauka02.php> (Дата обращения: 02.06.2022).
3. Капица С.П. Очерк теории роста человечества: демографическая революция и информационное общество. М., Ленанд, 2014. 128 с.

4. Акаев А.А., Соколов В.Н., Акаева Б.А., Сарыгулов А.И. Асимптотические модели для прогнозирования долгосрочной демографической и экономической динамики // Экономика и математические методы. 2011. Т.47. №3. С. 56-67.
5. Ando A., Modigliani F. The "Life Cycle" Hypothesis of Saving: Aggregate Implications and Tests // *American Economic Review*. 1963. №53(1). P. 55–84.
6. Modigliani F., Brumberg R., 'Utility Analysis and the Consumption Function: An Interpretation of Cross-Section Data' // Kurihara, K. (Ed.). *Post Keynesian Economics*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1954. P. 388-436.
7. Coale A.J., Hoover E.M. *Population Growth and Economic Development in Low-Income Countries*. Princeton University Press, 1958. P. 6-25.
8. Tan Y., Liu X., Sun H., Zen C., Population ageing, labour market rigidity and corporate innovation: Evidence from China // *Research Policy*. 2022. Vol.51. Iss.2. DOI: 10.1016/j.respol.2021.104428.
9. Leibfritz W., Roeger W. The Effects of Aging on Labor Markets and Economic Growth // In book: Hamm I., Seitz H., Werding M. (Eds.). *Demographic change in Germany. The economic and fiscal consequences*. New York: Springer, 2008. P. 35-63.
10. Bosworth B., Chodorow-Reich G. Saving and Demographic Change: The Global Dimension // *SSRN Electronic Journal*. 2007. DOI: 10.2139/ssrn.1299702.
11. Adams N.A. Dependency Rates and Savings Rates: Comment // *American Economic Association*. 1971. Vol.61. Iss.3. P.1. Pp. 472-475.
12. Модель экономического роста с учётом фактора старения населения / Л. Гуо, Н.А. Зонин, Н.В. Данилкина и др. // *Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии*. 2023. №6. С. 156-160.
13. Старение населения и объем необходимых инвестиции (на примере России) / Л. Гуо, Н.А. Зонин, Н.Ю. Бородавкина, Д.А. Савкин // *Бизнес. Образование. Право*. – 2023. – № 3(64). – С. 135-142.

### References

1. Vishnevsky, A. G. (2017). Nereshennye voprosy teorii demograficheskoy revoljucii [Unresolved issues of the theory of demographic revolution]. *Naselenie i ekonomika [Population and economy]*, 1(1), 3–21. (In Russ.).
2. Landry, A. (2014). Demograficheskaja revoljucija [Demographic Revolution]. *Demoscope Weekly*, 611–612. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2014/0611/nauka02.php> (Accessed on June 02, 2022). (In Russ.).
3. Kapitsa, S. P. (2014). *Ocherk teorii rosta chelovechestva: demograficheskaja revoljucija i informacionnoe obshhestvo [An essay on the theory of human growth: Demographic revolution and Information society]*. Moscow: Lenand. (In Russ.).
4. Akaev, A. A., Sokolov, V. N., Akaeva, B. A., & Sarygulov, A. I. (2011). Asimptoticheskie modeli dlja prognozirovanija dolgosrochnoj demograficheskoy i ekonomicheskoy dinamiki [Asymptotic models for forecasting long-term demographic and economic dynamics]. *Ekonomika i matematicheskie metody [Economics and Mathematical Methods]*, 47(3), 56–67. (In Russ.).
5. Ando, A., & Modigliani, F. (1963). The "Life Cycle" Hypothesis of Saving: Aggregate Implications and Tests. *American Economic Review*, 53(1), 55–84.
6. Modigliani, F., & Brumberg, R. (1954). Utility Analysis and the Consumption Function: An Interpretation of Cross-Section Data. In book: Kurihara, K. (Ed.). *Post Keynesian Economics*. New Brunswick: Rutgers University Press, 388–436.
7. Coale, A. J., & Hoover, E. M. (1958). *Population Growth and Economic Development in Low-Income Countries*. Princeton University Press, 6–25.
8. Tan, Y., Liu, X., Sun, H., & Zen, C. (2022). Population ageing, labour market rigidity and corporate innovation: Evidence from China. *Research Policy*, 51(2), 104428. doi: 10.1016/j.respol.2021.104428.

9. Leibfritz, W., & Roeger, W. (2008). The Effects of Aging on Labor Markets and Economic Growth. In book: Hamm, I., Seitz, H., & Werding, M. (Eds.). *Demographic change in Germany. The economic and fiscal consequences*. New York: Springer, 35–63.
10. Bosworth, B., & Chodorow-Reich, G. (2007). Saving and Demographic Change: The Global Dimension. SSRN. doi: 10.2139/ssrn.1299702.
11. Adams, N. A. (1971). Dependency Rates and Savings Rates: Comment. *American Economic Association*, 61(3), 1, 472-475.
12. Guo, L., Zonin, N. A., & Danilkina, N. V. (2023). Model' ekonomicheskogo rosta s uchetom faktora starenija naselenija [The model of economic growth taking into account the factor of population aging]. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tehnologii [Competitiveness in the global world: Economics, science, technology]*, 6, 156-160. (In Russ.).
13. Guo, L., Zonin, N. A., Borodavkina, N. Y., & Savkin, D. A. (2023). Starenie naselenija i ob'em neobhodimyh investicii (na primere Rossii) [The population aging and the volume of necessary investments (The case of Russia)]. *Biznes. Obrazovanie. Pravo [Business. Education. Law]*, 3(64), 135-142. (In Russ.).