

DOI: 10.34020/2073-6495-2020-3-164-173

УДК 314.17

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ

Галушина Е.Н., Тынкевич А.В.

Красноярский государственный медицинский университет
имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого
E-mail: e.n.galushina@gmail.com, cybernetics.informatics@gmail.com

Галушин П.В.

Сибирский юридический институт МВД России
E-mail: galushin@gmail.com

В данной работе рассматривается влияние социально-экономических факторов на продолжительность жизни в регионах Российской Федерации, дается оценка их статистической значимости, выполнены прогнозные расчеты ожидаемой продолжительности жизни, построена модель продолжительности жизни в «идеальном» регионе Российской Федерации. Модель ожидаемой продолжительности жизни была построена с помощью множественного регрессионного анализа методом исключения незначимых факторов. Эффективность модели оценивалась с помощью информационного критерия Акаике.

Ключевые слова: ожидаемая продолжительность жизни, регрессионная модель, R, социально-экономические факторы, информационный критерий Акаике, корреляция.

REGRESSIONAL ANALYSIS OF SOCIO-ECONOMIC INDICATORS AFFECTING LIFE LENGTH

Galushina E.N., Tynkevich A.V.

Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky
E-mail: e.n.galushina@gmail.com, cybernetics.informatics@gmail.com

Galushin P.V.

Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs
of Russian Federation
E-mail: galushin@gmail.com

In this paper, we consider the influence of socio-economic indicators on the life expectancy in the regions of the Russian Federation, identify which of them are statistically significant, predict the life expectancy and model the life expectancy in the «ideal» region of the Russian Federation. The model of life expectancy was built using multiple regression analysis by eliminating insignificant factors. The effectiveness of the model was evaluated using the Akaike information criterion.

Keywords: life expectancy, regression model, R, socio-economic indicators, Akaike information criterion, correlation.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема увеличения продолжительности жизни волнует многих ученых, при этом подходы к рассмотрению и решению этой проблемы разнообразны. Некоторые исследователи изучают причины различий в продолжительности жизни по гендерному признаку [2, 11, 20] или географическому [2–4, 11, 13, 14, 18]. Некоторые авторы изучают особенности отдельного географического региона, влияющие на ожидаемую продолжительность жизни [6, 9, 12, 15]. В работах [5, 16] изучается влияние отдельно взятых факторов на ожидаемую продолжительность жизни, а в исследованиях [7, 8, 17] уделяется внимание различным возрастным группам населения.

В России, как и в большинстве стран, динамика роста продолжительности жизни положительная. Так в 2010 г. средняя ожидаемая продолжительность жизни составляла 68,94, в 2018 г. – 72,91 (табл. 1)

Таблица 1

Динамика средней ожидаемой продолжительности жизни

	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Ожидаемая продолжительность жизни	68,94	69,83	70,24	70,76	70,93	71,39	71,87	72,7	72,91

Однако наблюдается существенная разница в показателях субъектов Российской Федерации. Так, например, наименьшая ожидаемая продолжительность жизни продолжает наблюдаться в регионах Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (табл. 2).

Неизменным лидером по продолжительности жизни остается Республика Ингушетия.

Таблица 2

Наименьшая и наибольшая продолжительности жизни

	2010 г.	2014 г.	2018 г.
Регион с наименьшей ожидаемой продолжительностью жизни	Чукотский автономный округ	Республика Тыва	Чукотский автономный округ
Наименьшая ожидаемая продолжительность жизни	57,49	61,79	66,1
Регион с наибольшей ожидаемой продолжительностью жизни	Республика Ингушетия	Республика Ингушетия	Республика Ингушетия
Наибольшая ожидаемая продолжительность жизни	73,45	79,42	82,41

Согласно данным Центров по контролю и профилактике заболеваний США главными факторами, которые способствовали увеличению продолжительности жизни в XX в., являются [19]: вакцинация, транспортная безопасность, уменьшение травматизма на рабочих местах, распространение мер санитарии, уменьшение смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, более здоровая и безопасная еда, снижение детской смертности, планирование семьи, фторирование воды, признание вреда курения.

Перечисленные факторы в своем большинстве носят социальный характер. Вместе с тем прослеживается следующая тенденция: для более экономически развитых стран характерна более высокая продолжительность жизни.

Поэтому в данной работе рассматриваем влияние социально-экономических факторов на продолжительность жизни в регионах Российской Федерации, выявляем, какие из них являются статистически значимыми, прогнозируем ожидаемую продолжительность жизни и моделируем продолжительность жизни в «идеальном» регионе Российской Федерации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выявления значимых факторов использовалась модель множественной линейной регрессии [1], которая строилась и анализировалась с помощью языка программирования R [21].

Модели строились на статистических данных по субъектам Российской Федерации за последние пять лет (384 наблюдения, 24 фактора) [10]. Все данные предварительно были нормированы на душу населения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для построения моделей были взяты следующие социально-экономические показатели: уровень безработицы, среднедушевой доход, число автомобилей, потребление молочных продуктов, потребление мясных продуктов, общая площадь жилых помещений, число студентов высших учебных заведений (бакалавры, специалисты, магистранты), количество населения на больничную койку, численность врачей, численность среднего медицинского персонала, количество выбросов загрязняющих атмосферу веществ, использование свежей воды, сброс загрязненных сточных вод, затраты на охрану окружающей среды, число автобусов, число ДТП, индексы потребительских цен, стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг, индексы цен на первичном рынке жилья, продажа алкоголя и табачных изделий, валовый региональный продукт, число спортивных сооружений, заболеваемость от болезней повышенного кровяного давления, общая заболеваемость.

Между рассматриваемыми показателями наблюдается средняя или слабая корреляция (см. рисунок, максимальный коэффициент корреляции равен 0,6). Поскольку не все факторы распределены нормально, вычислялся коэффициент корреляции Кендалла [1].

Подбор модели линейной множественной регрессии производился путем исключения незначимых коэффициентов. Эффективность модели оценивалась с помощью информационного критерия Акаике (AIC) – лучшей моделью признается модель с наименьшим показателем AIC.

В качестве примера приведем полную модель линейной множественной регрессии (модель 1), включающей все рассматриваемые социально-экономические показатели (табл. 3). Здесь и в табл. 4, 5 курсивом выделены строки, коэффициенты в которых статистически значимо отличаются от нуля.

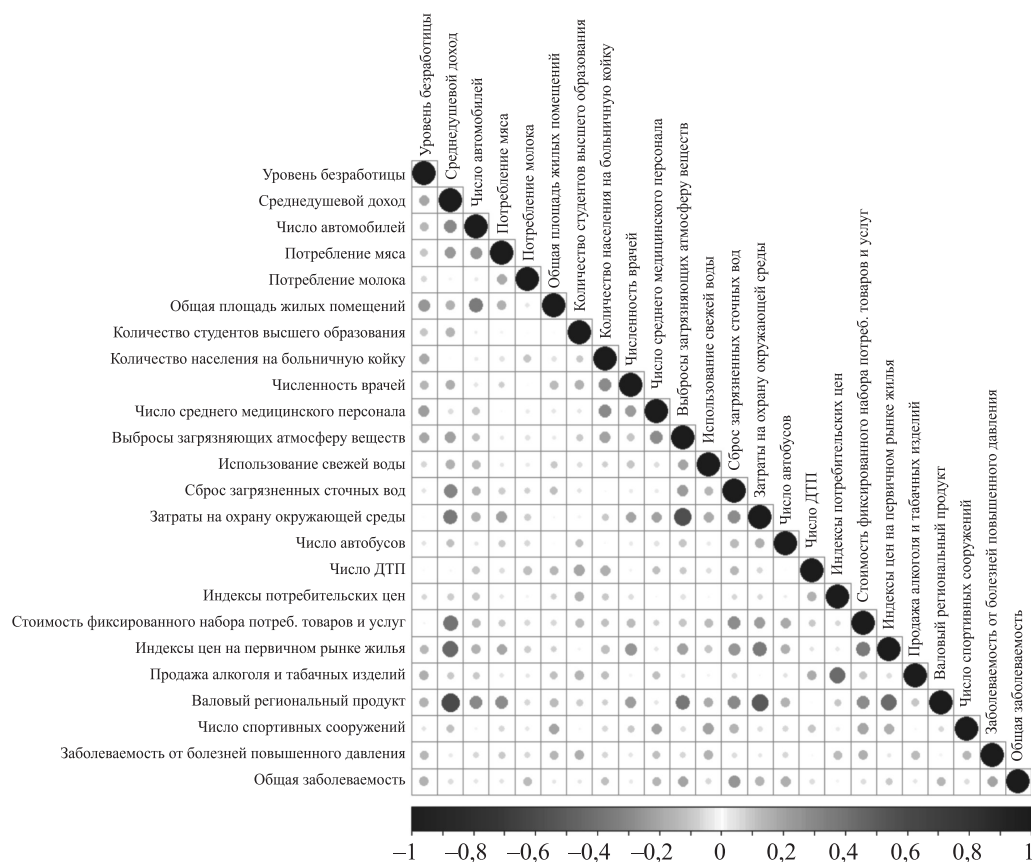


Рис. 1. Корреляция между факторами

Таблица 3

Модель полной линейной множественной регрессии

Фактор	Коэффициент	Уровень статистической значимости
1	2	3
<i>Свободный коэффициент</i>	61,08	< 2e-16
Уровень безработицы	0,04656	0,57
Среднедушевой доход	0,000007568	0,76
Число автомобилей	0,001	0,5
Потребление молочных продуктов	0,00183	0,31
Потребление мясных продуктов	-0,003237	0,6
<i>Общая площадь жилых помещений</i>	0,1017	0,0006
<i>Число студентов высших учебных заведений</i>	0,00152	0,038834
<i>Количество населения на больничную койку</i>	0,07358	< 2e-16
<i>Численность врачей</i>	0,07633	6,86e-12
Численность среднего медицинского персонала	-0,002754	0,697116
Количество выбросов загрязняющих атмосферу веществ	-1,321	0,066561
<i>Использование свежей воды</i>	0,3349	0,016911
<i>Сброс загрязненных сточных вод</i>	-3,129	0,024456
<i>Затраты на охрану окружающей среды</i>	-0,05814	0,118042

Окончание табл. 1

1	2	3
Число автобусов	-0,0008512	0,553441
<i>Число ДТП</i>	<i>-0,01943</i>	<i>4,42e-15</i>
Индексы потребительских цен	0,006079	0,776431
Стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг	-0,003443	0,708210
Индексы цен на первичном рынке жилья	0,00000001353	0,998548
<i>Продажа алкоголя и табачных изделий</i>	<i>-0,01512</i>	<i>0,000301</i>
Валовый региональный продукт	0,0000001834	0,679467
<i>Число спортивных сооружений</i>	<i>-0,4352</i>	<i>0,010239</i>
Заболеваемость от болезней повышенного кровяного давления	-0,00003849	0,118221
<i>Общая заболеваемость</i>	<i>-0,001220</i>	<i>0,034515</i>

Показатель АІС модели 1 равен 1264,781, значимыми оказались лишь коэффициенты при следующих переменных: общая площадь жилых помещений, число студентов высших учебных заведений, количество населения на больничную койку, численность врачей, использование свежей воды, сброс загрязненных сточных вод, число ДТП, продажа алкоголя и табачных изделий, число спортивных сооружений, общая заболеваемость. Сама регрессионная модель является значимой (уровень статистической значимости $< 2,2e-16$), скорректированный коэффициент детерминации 0,7335, т.е. все независимые факторы объясняют 73,35 % дисперсии продолжительности жизни.

Воспользовавшись алгоритмом исключения незначимых показателей с лучшим значением АІС (АІС = 1246,717), была отобрана модель 2 (табл. 4).

Таблица 4

Модель 2 линейной множественной регрессии с лучшим АІС

Фактор	Коэффициент	Уровень статистической значимости
<i>Свободный коэффициент</i>	<i>60,98</i>	<i>$< 2e-16$</i>
<i>Общая площадь жилых помещений</i>	<i>0,1121</i>	<i>9,43e-08</i>
<i>Число студентов высших учебных заведений</i>	<i>0,001542</i>	<i>0,02148</i>
<i>Количество населения на больничную койку</i>	<i>0,07664</i>	<i>$< 2e-16$</i>
<i>Численность врачей</i>	<i>0,07888</i>	<i>3,89e-16</i>
<i>Количество выбросов загрязняющих атмосферу веществ</i>	<i>-1,347</i>	<i>0,04397</i>
<i>Использование свежей воды</i>	<i>0,3475</i>	<i>0,00889</i>
<i>Сброс загрязненных сточных вод</i>	<i>-3,342</i>	<i>0,00952</i>
<i>Затраты на охрану окружающей среды</i>	<i>-0,04657</i>	<i>0,12396</i>
<i>Число ДТП</i>	<i>-0,02019</i>	<i>$< 2e-16$</i>
<i>Продажа алкоголя и табачных изделий</i>	<i>-0,01427</i>	<i>0,0000360</i>
<i>Число спортивных сооружений</i>	<i>-0,4686</i>	<i>0,00312</i>
<i>Заболеваемость от болезней повышенного кровяного давления</i>	<i>-0,00004305</i>	<i>0,05921</i>
<i>Общая заболеваемость</i>	<i>-0,009351</i>	<i>0,06611</i>

Уровень статистической значимости многих коэффициентов повысился. Остальные факторы модели 2 обладают статистической значимостью на уровне тенденции.

Таким образом, увеличение *общей площади жилых помещений, числа студентов высших учебных заведений, количества населения на больничную койку, численности врачей, использования свежей воды* влияет положительно на продолжительность жизни. В свою очередь, увеличение *количества выбросов загрязняющих атмосферу веществ, сброса загрязненных сточных вод, затрат на охрану окружающей среды, числа ДТП, числа спортивных сооружений, заболеваемости от болезней повышенного кровяного давления, общей заболеваемости* сказывается отрицательно на продолжительности жизни.

По сравнению с моделью 1 немного улучшился скорректированный коэффициент детерминации (0,7388, улучшение на 0,0053).

Анализ регрессионной модели 2 показал, что остатки регрессионной модели распределены ненормально (уровень статистической значимости 0,027), но гомоскедастичны ($p = 0,10541$).

В результате анализа модели 1 полной линейной множественной регрессии (см. табл. 3), была построена модель 3 линейной множественной регрессии, включающая только те факторы, коэффициенты при которых оказались значимыми в модели 1. Были получены следующие коэффициенты.

Таблица 5

Модель 3 множественной регрессии

Фактор	Коэффициент	Уровень статистической значимости
<i>Свободный коэффициент</i>	60,8232344	$< 2e-16$
<i>Общая площадь жилых помещений</i>	0,1181294	4,37e-08
<i>Число студентов высших учебных заведений</i>	0,0013582	0,043023
<i>Количество населения на больничную койку</i>	0,0784019	$< 2e-16$
<i>Численность врачей</i>	0,0767301	1,84e-15
<i>Использование свежей воды</i>	0,2380502	0,072899
<i>Сброс загрязненных сточных вод</i>	-4,9536779	9,56e-05
<i>Число ДТП</i>	-0,0202328	$< 2e-16$
<i>Продажа алкоголя и табачных изделий</i>	-0,0127665	4,04e-05
<i>Число спортивных сооружений</i>	-0,5840386	0,000268
<i>Общая заболеваемость</i>	-0,0015467	0,002164

Только один из коэффициентов полученной модели 3 оказался значим на уровне тенденции (p -value = 0,0072899). Сама регрессионная модель значима (p -value $< 2.2e^{-16}$), АІС модели равен 1267,409, скорректированный коэффициент детерминации 0,7223 (т.е. немного ухудшился, по сравнению с моделью 2).

Однако остатки данной модели распределены нормально (p -value = 0,2116) и гомоскедастичны (p -value = 0,1494), поэтому для практических целей эта модель является статистически правильной и более эффективной.

Возможно, существует лучшая, но уже не линейная регрессионная модель.

Модель 3 была применена к «идеальному» субъекту Российской Федерации. Социально-экономические показатели этого субъекта подбирались из имеющихся показателей 2018 г. субъектов Российской Федерации, и они приведены в табл. 6. Логика выбора показателей была следующая: поскольку *увеличение* показателей общая площадь жилых помещений, число студентов высших учебных заведений, количество населения на больничную койку, численность врачей, использование свежей воды *положительно влияет* на ожидаемую продолжительность жизни, то брались *максимальные значения* в этих показателях среди всех субъектов Российской Федерации. Аналогично, поскольку *увеличение* показателей сброс загрязненных сточных вод, число ДТП, продажа алкоголя и табачных изделий, число спортивных сооружений, общая заболеваемость *отрицательно влияет* на ожидаемую продолжительность жизни, то брались *минимальные значения* в этих показателях среди всех субъектов Российской Федерации.

Таблица 6

Социально-экономические показатели «идеального» региона

Показатель	Значение	Регион РФ
Свободный коэффициент	60,8232344	
Общая площадь жилых помещений	33,7	Московская область
Число студентов высших учебных заведений	593	г. Москва
Количество населения на больничную койку	225,5	Республика Ингушетия
Численность врачей	81,5	г. Санкт-Петербург
Использование свежей воды	3,265	Ленинградская область
Сброс загрязненных сточных вод	0,0014	Республика Алтай
Число ДТП	37,8	Республика Ингушетия
Продажа алкоголя и табачных изделий	0,3	Республика Ингушетия
Число спортивных сооружений	0,62	Республика Ингушетия
Общая заболеваемость	434,7	Кабардино-Балкарская Республика

Продолжительность жизни в «идеальном» регионе согласно модели 3 составила 88,51 года, что больше максимальной продолжительности жизни в Республике Ингушетия (82,41).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье построены три модели ожидаемой продолжительности жизни с помощью множественной линейной регрессии. Исходя из статистических выводов и результатов по каждой модели, рекомендуется использовать модель 3, которая удовлетворяет всем критериям множественной линейной регрессии. С помощью модели 3 была спрогнозирована ожидаемая продолжительность жизни для «идеального» региона Российской Федерации, которая составила 88,51 года. Полученная модель может быть использована для планирования мероприятий в области здравоохранения и социально-экономического развития на региональном уровне.

Литература

1. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Исследования зависимостей: Справ. изд. / под ред. С.А. Айвазяна. М.: Финансы и статистика, 1985. 487 с.
2. Жукова А.К., Силаев А.М., Силаева М.В. Анализ ожидаемой продолжительности жизни с учетом пространственной зависимости по регионам России // Пространственная экономика. 2016. № 4-5. С. 112–128.
3. Зайцева Н.В., Онищенко Г.Г., Попова А.Ю. и др. Социально-экономические детерминанты и потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации с учетом региональной дифференциации // Анализ риска здоровью. 2019. № 4. С. 14–29.
4. Колосницына М.Г., Коссова Т.В., Шелунцова М.Г. Факторы роста ожидаемой продолжительности жизни: кластерный анализ по странам мира // Демографическое обозрение. 2019. Т. 6. № 1. С. 124–150.
5. Коссова Т.В., Коссова Е.В., Шелунцова М.А. Влияние потребление алкоголя на смертность и ожидаемую продолжительность жизни в регионах России // Экономическая политика. 2017. Т. 12. № 1. С. 58–83.
6. Новоселова Е.Н. Основные факторы продолжительности жизни жителей мегаполиса (на примере Москвы) // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. 2016. Т. 22. № 2. С. 176–200.
7. Папанова Е.К., Школьников В.М., Андреев Е.М. и др. Высокая продолжительность жизни москвичей после 80 лет – реальность или статистический артефакт? // Успехи геронтологии. 2017. Т. 30. № 6. С. 826–835.
8. Плиев П.М., Соломонов А.Д. Средняя продолжительность предстоящей жизни пожилых, их жизненный потенциал и основные причины его потерь в Ставропольском крае // Социальные аспекты здоровья населения. 2013. № 1 (29). С. 4.
9. Попова Л.А. Продолжительность населения Республики Коми: резервы продления позитивных тенденций // Проблемы развития территории. 2019. № 3 (101). С. 62–75.
10. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. / Росстат. М., 2019. 1204 с.
11. Родионова Л.А., Копнова Е.Д. Гендерные и региональные различия в ожидаемой продолжительности жизни в России // Вопросы статистики. 2020. Т. 27. № 1. С. 106–120.
12. Сухарева И.А. Динамика продолжительности жизни мужчин в Республике Крым // Народонаселение. 2017. № 1 (75). С. 59–64.
13. Теплых Г.В. Выявление факторов ожидаемой продолжительности жизни в регионах России: анализ панельных данных // Региональная экономика. 2013. № 7. С. 53–64.
14. Улумбекова Г.Э., Гинойн А.Б., Чабан Е.А. Количественный анализ факторов, влияющих на состояние здоровья населения в Российской Федерации // Медицинское образование и профессиональное развитие. 2016. № 2 (24). С. 107–120.
15. Чащин В.П., Ковшов А.А., Гудков А.Б. и др. Социально-экономические и поведенческие факторы риска нарушений здоровья среди коренного населения Крайнего Севера // Экология человека. 2016. № 6. С. 3–8.
16. Frisco M.L., J. van Hook, Hummer R.A. Would the elimination of obesity and smoking reduce U.S. racial/ethnic/nativity disparities in total and healthy life expectancy? // SSM – Population Health. 2019. Vol. 7.
17. Hoogendijk E.O., M. van der Noordt, Onwuteaka-Philipsen B.D. et al. Sex differences in healthy life expectancy among nonagenarians: A multistate survival model using data from the Vitality 90+ study // Experimental Gerontology. 2019. Vol. 116. P. 80–85.

18. *Khubaev G.* Regression models for forecasting life period of population of administrative-territorial education: construction and evaluation of quality // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 9. С. 206–217.
19. *Nies M.A., McEwen M.* Community/Public Health Nursing: Promoting the Health of Populations // 7th edition. Elsevier Health Sciences. 2019. 712 p.
20. *Pascariu M.D., Canudas-Romo V., Vaupel J.W.* The double-gap life expectancy forecasting model // Insurance: Mathematics and Economics. 2018. Vol. 78. P. 339–350.
21. R. Available at: <https://www.r-project.org/>

Bibliography

1. *Ajvazjan S.A., Enjukov I.S., Meshalkin L.D.* Prikladnaja statistika: Issledovanie zavisimostej: Sprav. izd. / pod red. S.A. Ajvazjana. M.: Finansy i statistika, 1985. 487 p.
2. *Zhukova A.K., Silaev A.M., Silaeva M.V.* Analiz ozhidaemoj prodolzhitel'nosti zhizni s uchetom prostranstvennoj zavisimosti po regionam Rossii // Prostranstvennaja jekonomika. 2016. № 4-5. P. 112–128.
3. *Zajceva N.V., Onishhenko G.G., Popova A.Ju. i dr.* Social'no-jekonomicheskie determinanty i potencial rosta ozhidaemoj prodolzhitel'nosti zhizni naselenija Rossijskoj Federacii s uchetom regional'noj differenciacii // Analiz riska zdorov'ju. 2019. № 4. P. 14–29.
4. *Kolosnicyna M.G., Kossova T.V., Sheluncova M.G.* Faktory rosta ozhidaemoj prodolzhitel'nosti zhizni: klasternyj analiz po stranam mira // Demograficheskoe obozrenie. 2019. Т. 6. № 1. P. 124–150.
5. *Kossova T.V., Kossova E.V., Sheluncova M.A.* Vlijanie potreblenie alkogolja na smertnost' i ozhidaemuju prodolzhitel'nost' zhizni v regionah Rossii // Jekonomicheskaja politika. 2017. Т. 12. № 1. P. 58–83.
6. *Novoselova E.N.* Osnovnye faktory prodolzhitel'nosti zhizni zhitelej megapolisa (na primere Moskvy) // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 18. Sociologija i politologija. 2016. Т. 22. № 2. P. 176–200.
7. *Papanova E.K., Shkol'nikov V.M., Andreev E.M. i dr.* Vysokaja prodolzhitel'nost' zhizni moskvicej posle 80 let – real'nost' ili statisticheskij artefakt? // Uspehi gerontologii. 2017. Т. 30. № 6. P. 826–835.
8. *Pliev P.M., Solomonov A.D.* Srednjaja prodolzhitel'nost' predstojashhej zhizni pozhi-lyh, ih zhiznennyj potencial i osnovnye prichiny ego poter' v Stavropol'skom krae // Social'nye aspekty zdorov'ja naselenija. 2013. № 1 (29). P. 4.
9. *Popova L.A.* Prodolzhitel'nost' naselenija respubliki Komi: rezervy prodlenija pozitivnyh tendencij // Problemy razvitija territorii. 2019. № 3 (101). P. 62–75.
10. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2019: Stat. sb. / Rosstat. M., 2019. 1204 p.
11. *Rodionova L.A., Kopnova E.D.* Gendernye i regional'nye razlichija v ozhidaemoj prodolzhitel'nosti zhizni v Rossii // Voprosy statistiki. 2020. Т. 27. № 1. P. 106–120.
12. *Suhareva I.A.* Dinamika prodolzhitel'nosti zhizni muzhchin v respublike Krym // Narodonaselenie. 2017. № 1 (75). P. 59–64.
13. *Teplyh G.V.* Vyjavlenie faktorov ozhidaemoj prodolzhitel'nosti zhizni v regionah Rossii: analiz panel'nyh dannyh // Regional'naja jekonomika. 2013. № 7. P. 53–64.
14. *Ulumbekova G.Je., Ginojan A.B., Chaban E.A.* Kolichestvennyj analiz faktorov, vlijajushhih na sostojanie zdorov'ja naselenija v Rossijskoj Federacii // Medicinskoe obrazovanie i professional'noe razvitie. 2016. № 2 (24). P. 107–120.
15. *Chashhin V.P., Kovshov A.A., Gudkov A.B. i dr.* Social'no-jekonomicheskie i povedencheskie faktory riska narushenij zdorov'ja sredi korennoho naselenija Krajnego Severa // Jekologija cheloveka. 2016. № 6. P. 3–8.
16. *Frisco M.L., J. van Hook, Hummer R.A.* Would the elimination of obesity and smoking reduce U.S. racial/ethnic/nativity disparities in total and healthy life expectancy? // SSM – Population Health. 2019. Vol. 7.

17. Hoogendijk E.O., M. van der Noordt, Onwuteaka-Philipsen B.D. et al. Sex differences in healthy life expectancy among nonagenarians: A multistate survival model using data from the Vitality 90+ study // *Experimental Gerontology*. 2019. Vol. 116. P. 80–85.
18. Khubaev G. Regression models for forecasting life period of population of administrative-territorial education: construction and evaluation of quality // *Вестник науки и практики*. 2018. Т. 4. № 9. P. 206–217.
19. Nies M.A., McEwen M. *Community/Public Health Nursing: Promoting the Health of Populations* // 7th edition. Elsevier Health Sciences. 2019. 712 p.
20. Pascariu M.D., Canudas-Romo V., Vaupel J.W. The double-gap life expectancy forecasting model // *Insurance: Mathematics and Economics*. 2018. Vol. 78. P. 339–350.
21. R. Available at: <https://www.r-project.org/>