

УДК 314.482

DOI: 10.31040/2222-8349-2019-0-3-81-86

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН С ПРИМЕНЕНИЕМ
ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА**

© А.Р. Атнабаева

Приведено исследование одного из показателей демографической ситуации в регионе – коэффициента смертности, характеризующего уровень жизни в регионе. Показано, что анализ и прогнозирование уровня смертности является актуальной проблемой и необходимым элементом при стратегическом планировании развития региона. Целью исследования является выявление социально-экономических факторов, регулируя которые государство может повлиять на уровень смертности в регионе. Сформирован базовый список социально-экономических факторов и выделены четыре основные группы, влияющие на возрастные коэффициенты смертности: экономические, социальные, медицинские и информационные. Предложена формализованная концептуальная модель прогнозирования смертности, разработанная на основе теории и технологии Semantic Web. Проведен онтологический анализ процесса прогнозирования уровня смертности с учетом возможностей дескриптивной логики. Формальное описание задач управления регионом позволяет структурировать знания о предметной области и в дальнейшем использовать их при моделировании и прогнозировании уровня смертности в регионе. Реализовано применение стохастического моделирования (корреляционно-регрессионный анализ) для выявления социально-экономических факторов, влияющих на изменение возрастного коэффициента смертности. В результате исследования был построен комплекс регрессионных уравнений, позволяющий осуществить прогноз уровня смертности в Республике Башкортостан по возрастным группам. В результате проведенного исследования выявлено, что уровень развитости здравоохранения, оценивающийся по показателю заболеваемость и финансовыми возможностями населения, влияют на возрастной коэффициент смертности всех возрастных групп.

Ключевые слова: возрастной коэффициент смертности, корреляционно-регрессионный анализ, онтология.

В соответствии с Указом Президента РФ от 09.10.2007 № 1351 «Демографическая политика Российской Федерации направлена на увеличение продолжительности жизни населения, сокращение уровня смертности, рост рождаемости, регулирование внутренней и внешней миграции, сохранение и укрепление здоровья населения, и улучшение на этой основе демографической ситуации в стране» [1]. В реалиях современного общества – экономико-политические конфликты, социальная напряженность – поставленные выше задачи требуют постоянного развития региона. Любое развитие требует значительного финансового вливания, а ключевой проблемой государства является ограниченность бюджетных средств, в связи с чем выявление наиболее приоритетных и эффективных направлений, положительно влияющих на продолжительность жизни человека, является

актуальной задачей. Особо важной данная задача представляется на региональном уровне, где даже в традиционно сильных регионах, которые характеризовались естественным приростом населения, наблюдается переход к естественной убыли, например в Республике Башкортостан (рис. 1). Все это говорит о том, что существующие методы устарели, и необходимо переходить к новым подходам, разрабатывать новые мероприятия, в которых должны также решаться проблемы прогнозирования численности населения. Для получения достоверных прогнозных данных необходимо пройти следующие этапы:

- 1) выявление факторов, характеризующих регион в целом и человека в частности;
- 2) разработка концептуальной модели прогнозирования численности населения;
- 3) моделирование (*прогнозирование*) естественного и миграционного движения населения.

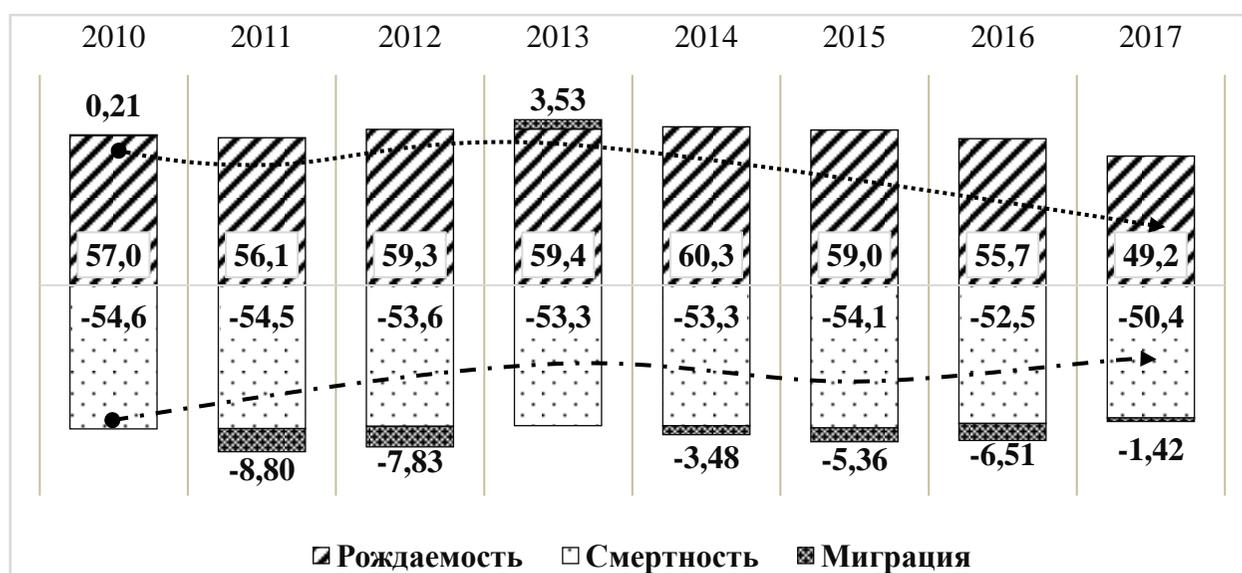


Рис. 1. Естественное и миграционное движение населения

Основными показателями, которые влияют на численность населения, является рождаемость, смертность и миграция. Как отмечают исследователи «одна из основных демографических проблем в России – высокие показатели преждевременной смертности при низком уровне рождаемости, которые отражают высокие темпы убывания населения в молодых возрастных группах и снижение численности населения страны» [2]. Один из основных показателей демографической ситуации в регионе – коэффициент смертности.

Анализ уровня смертности в данном исследовании производится на основе статистических данных Республики Башкортостан [3]. В 2015–2017 гг. определяющими тенденциями в республике являются снижение смертности, рождаемости и миграционной активности населения (рис. 1). Естественная убыль населения в 2017 г. в республике составила -0.3 на 1000 человек (в 2016 г. – естественный прирост $+0.8$), в то же время в Российской Федерации в 2017 г. наблюдалась естественная убыль (-0.9), что в свою очередь говорит о снижении численности населения. Для анализа и прогнозирования естественного движения населения использовался статистический показатель, отражающий поведенческий компонент смертности – возрастной коэффициент смертности.

Для принятия управленческих решений, направленных на снижение уровня смертности, необходимо определить основные социально-экономические факторы, характеризующие регион в целом и жизнь человека в частности. Проведенный анализ литературных источников

показал, что социально-экономические факторы можно рассмотреть в разрезе укрупненных групп. В результате были выделены четыре основные группы, влияющие на возрастные коэффициенты смертности (ВКС) [4]:

- экономические (реальные доходы населения; денежные доходы в среднем на душу; средний размер назначенных месячных пенсий);

- медицинские (заболеваемость на 1000 человек населения (зарегистрировано заболевания у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни); численность населения на одну больничную койку; заболеваемость впервые в жизни установленным диагнозом алкоголизма и алкогольного психоза, злокачественного новообразования на 100 тыс. населения; число прерываний беременности; число принятых родов с 22 недель беременности; доля детей и подростков-школьников по группам здоровья; число детей-инвалидов, состоящих под наблюдением в амбулаторно-поликлинических учреждениях) [5];

- социальные (общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя; общая численность безработных – в процентах к экономически активному населению; число зарегистрированных преступлений на 100 000 человек населения; выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников)

- информационные (доля лиц, имеющих доступ к сети интернет; количество персональных компьютеров; трафик голосовой информации в сети передачи данных; цифровизации местной сети) [6].

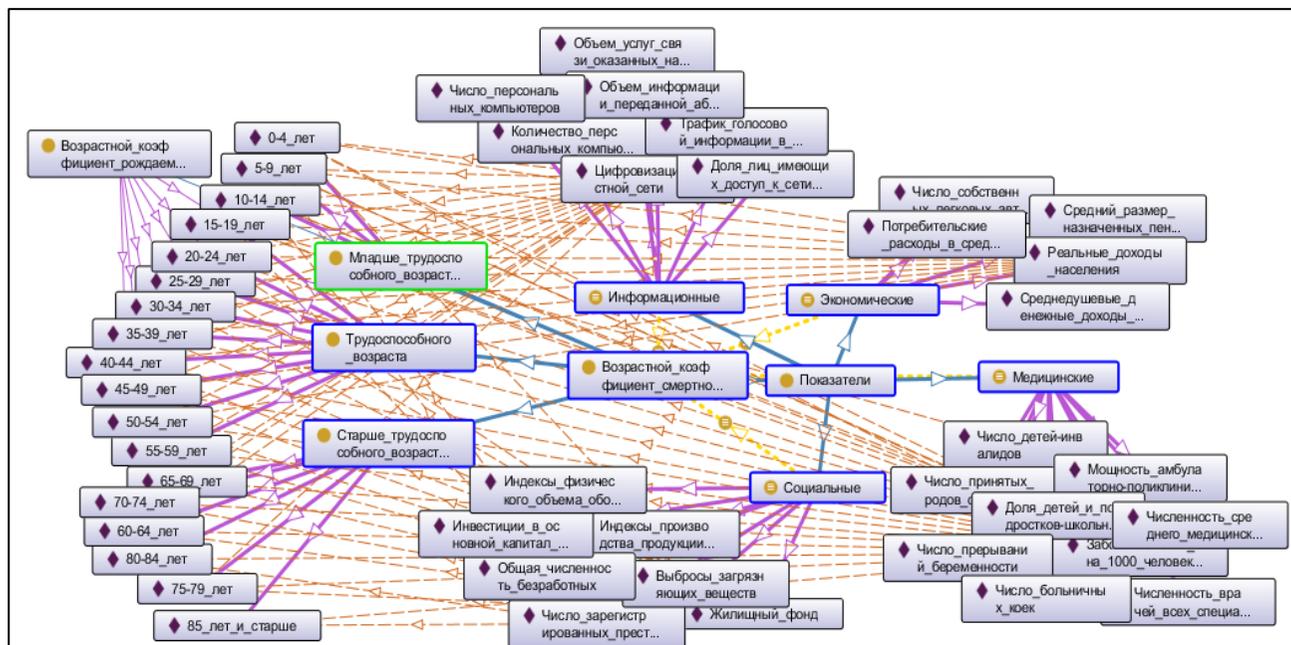


Рис. 2. Фрагмент онтологии, реализованной в Protégé

Для построения эффективной системы прогнозирования необходимо разработать концептуальную модель, которая будет описывать структуру, состав, общие закономерности демографических процессов, регион и человека. На основе проведенного выше анализа и знаний экспертов была разработана онтология «Численность населения в РБ» с применением свободно распространяемого онтологического редактора Protégé 5.2 (рис. 2).

Описание онтологии произведено на языке OWL DL (Ontology Web Language based on Description Logic). Язык OWL, разработанный на основе теории и технологии Semantic Web, а также в соответствии с возможностями дескриптивной логики, позволяет описывать различные характеристики классов и их свойств, а также отношения между классами, определяющими структуру связей между своими экземплярами [7].

На рис. 2 представлен фрагмент онтологической модели процесса прогнозирования уровня смертности. Основные понятия, которые отражают и характеризуют процесс прогнозирования уровня смертности в онтологии, представлены в виде классов. Между понятиями установлены определенные отношения: наследования (отношения класс–подкласс); атрибутивные и функциональные связи («hasВлияние», «hasВходит» и др.). Для классов определены возможные экземпляры. Например, возрастные

группы – экземпляры класса «Трудоспособное население». Онтология «Численности населения РБ» используется для дальнейшей разработки моделей прогнозирования уровня смертности в регионе [8].

Для анализа влияния выделенных факторов на уровень смертности в регионе представляется целесообразным расчет величины корреляционной зависимости с возрастными коэффициентами смертности.

Для количественного выражения зависимости между результирующим показателем коэффициента смертности и влияющими на него факторами был выбран метод регрессионного анализа. Регрессионный анализ позволяет найти причинно-следственные связи между зависимой переменной и набором фиксированных независимых переменных. Если y – зависимая переменная, а x_1, \dots, x_n – независимые переменные, то модель множественной регрессии выглядит следующим образом [9]:

$$y = a_0 + a_1 \times x_1 + a_2 \times x_2 + \dots + a_n \times x_n + e, \quad (1)$$

где из переменных a и x формируется детерминированная часть модели, а e – случайная ошибка.

Для построения математической модели были использованы данные из единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) по Республике Башкортостан.

стан за 2010–2017 гг. Ключевым из рассматриваемых показателей является возрастной коэффициент смертности (ВКС), рассчитываемый по формуле:

$$ВКС = \frac{m_i}{t \times p_i} \times 1000, \quad (2)$$

где t – длина периода в годах; m_i – число умерших в течение периода t в возрасте i лет; p_i – средняя численность населения в возрасте i лет.

В результате регрессионного анализа были получены следующие уравнения для укрупненных возрастных групп:

1. Смертность населения младше трудоспособного возраста. Данная возрастная группа представлена населением в возрасте от 0 до 14 лет. В связи с тем, что младенческая смертность выбивается из общей тенденции ВКС этой группы, уровень смертности рассматривался для двух групп: от 0 до 3 лет и от 4 до 14 лет. Ниже (формула (3)) представлено регрессионное уравнение для группы от 4 до 14 лет:

$$Y = 18.28 - 0.00075 \times X_1 - 0.032 \times X_2 - 0.126 \times X_3. \quad (3)$$

Модель показывает, что при увеличении числа детей-инвалидов, состоящих под наблюдением в амбулаторно-поликлинических учреждениях (X_1), реальных доходов населения (X_2) и общей площади жилых помещений, приходящейся в среднем на одного жителя (X_3), уровень смертности в возрасте 4–14 лет будет уменьшаться. Полученные значения коэффициентов детерминации ($R^2=0.85$), критерия Фишера ($F_{\text{факт}}=12.75$) и критериев Стьюдента свидетельствуют об адекватности модели и статистической значимости коэффициентов регрессии.

2. Смертность населения трудоспособного возраста. В данную возрастную группу входят женщины возрастом от 15–59 лет и мужчины до 65 лет (рассматривался стандартный возраст выхода на пенсию до реформы 2018 г.). В связи с тем, что население в данной группе разнородное, составить единое уравнение будет некорректным и целесообразным является выделение более частных групп. Для примера представлено регрессионное уравнение для группы в возрасте 29–34 лет:

$$Y = 20.57 - 0.0001 \times X_4 - 0.2 \times X_5 + 0.0086 \times X_6. \quad (4)$$

Полученная модель характеризует следующие зависимости: при увеличении доходов населения (X_4), цифровизации местной сети (X_5) и уменьшении числа заболевших алкоголизмом и онкологией (X_6) ВКС уменьшается. Полученные значения коэффициентов детерминации ($R^2=0.98$), критерия Фишера ($F_{\text{факт}}=58$) и критериев Стьюдента свидетельствуют об адекватности модели и статистической значимости коэффициентов регрессии.

3. Смертность населения старше трудоспособного возраста. В данной группе рассматривается население в возрасте от 60 лет и старше. Для примера представлено регрессионное уравнение для группы 75–79 лет:

$$Y = -85.06 - 0.0015 \times X_7 + 1.1975 \times X_5 + 0.1837 \times X_6 \quad (5)$$

В пенсионном возрасте снижение смертности может быть достигнуто за счет увеличения среднего размера назначенных месячных пенсий (X_7), однако увеличение числа заболевших алкоголизмом и онкологией (X_6) и цифровизации местной сети (X_5) ведет к увеличению числа умерших в отчетном периоде. Качество модели подтверждается высоким значением коэффициентов детерминации ($R^2=0.95$), критерия Фишера ($F_{\text{факт}}=49$) и критериев Стьюдента.

Таким образом, проведенный анализ позволил определить основные факторы, влияющие на изменение уровня смертности населения в РБ для каждой возрастной группы. В дальнейшем, используя полученные модели, можно провести прогноз уровня смертности в зависимости от сценарных значений основных социально-экономических факторов региона. Также выявлено, что показатели экономической и медицинской групп имеют ключевое влияние на коэффициент смертности всех возрастных групп. Разработка мероприятий по улучшению ситуации в данных направлениях позволит в значительной степени снизить естественную убыль населения и повысить качество жизни человека.

Данное исследование выполнено в рамках государственного задания № 007-00256-18-01 ИСЭИ УФИЦ РАН на 2019 г.

Литература

References

1. Указ Президента РФ от 09.10.2007 № 1351 (ред. от 01.07.2014) «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» // Собрание законодательства РФ. 2007. № 42. Ст. 5009, 2014. № 27. Ст. 3754.

2. Территориальный орган Федер. службы гос. статистики по Республике Башкортостан [Электронный ресурс]. URL: <http://bashstat.gks.ru> (Дата обращения 10.02.2019).

3. Короткова А.С. К вопросу о прогнозировании показателя смертности населения РФ от злокачественных новообразований // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 6.

4. Низамутдинов М.М., Орешников В.В. Определение параметров управления региональным развитием на основе алгоритмов нечеткой логики // Экономика и математические методы. 2016. Т. 52, № 2. С. 30–39.

5. Мигунова Ю.В. Тенденции развития здравоохранения в городских округах Республики Башкортостан в контексте проблемы социализации экономики региона // Известия Уфимского научного центра РАН. 2018. № 2. С. 100–105.

6. Низамутдинов М.М., Орешников В.В. Моделирование развития экономики региона. М.: Экономика, 2017. 304 с.

7. Черняховская Л.Р., Атнабаева А.Р. Онтологический инжиниринг управления рисками в производственном процессе с целью обеспечения безопасности пищевых продуктов // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 8. С. 161–166.

8. Быстров В.В., Малыгина С.Н. Олейник А.Г. Разработка полимодельного комплекса прогнозирования кадровых потребностей региональной экономики // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России. 2014. С. 55–69.

9. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Наука, 1986. 720 с.

1. Decree of the President of the Russian Federation No. 1351 of October 9, 2007 (revised July 1, 2014) "On the Approval of the Concept of the Demographic Policy of the Russian Federation for the Period up to 2025." *Sobranie zakonodatelstva RF*, 2007, no. 42, Art. 5009, 2014, no. 27, Art. 3754.

2. Regional Body of the Federal Service for State Statistics in the Republic of Bashkortostan. Available at: <http://bashstat.gks.ru> (accessed February 10, 2019).

3. Korotkova A.S. On the issue of predicting the mortality rate in the Russian Federation due to malignant neoplasms. *Mezhdunarodnyy studentcheskiy nauchnyy vestnik*, 2015, no. 6.

4. Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V. Determining the parameters of regional development management based on the algorithms of fuzzy logic. *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2016, vol. 52, no. 2, pp. 30–39.

5. Migunova Yu.V. Healthcare development trends in urban areas of the Republic of Bashkortostan in the context of socialization of the regional economy. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2018, no. 2, pp. 100–105.

6. Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V. Modeling the development of the regional economy. *Monografiya*. Moscow, *Ekonomika*, 2017. 304 p.

7. Chernyakhovskaya L.R., Atnabaeva A.R. Ontology-based risk management engineering in the production process to provide food safety. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2018, no. 8, pp. 161–166.

8. Bystrov V.V., Malygina S.N., Oleynik A.G. Elaboration of the poly-model complex for predicting personnel needs of the regional economy. *Spros i predlozhenie na rynke truda i rynke obrazovatelnykh uslug v regionakh Rossii*. V.A. Gurtov (ed.). 2014, pp. 55–69.

9. Draper N., Smith H. Applied regression analysis. (Russian edition). Moscow, *Nauka*, 1986. 720 p.



**INVESTIGATION OF THE VITAL RATES IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN
USING THE PARAMETRIC METHOD**

© **A.R. Atnabaeva**

Institute of Social and Economic Researches – Subdivision of the Ufa Federal Research Center
of the Russian Academy of Sciences,
71, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

The article presents a study on one of the indicators of the demographic situation in the region, i.e. the death rate that characterizes the standard of living in the region. It is shown that the analysis and prediction of the mortality rate is a topical issue and an indispensable element in the strategic planning of the regional development. The aim of the study is to identify the socio-economic factors which can be regulated by the state to affect the mortality rate in the region. A basic list of socio-economic factors has been formed and four main groups affecting age-specific death rates have been identified, among them economic, social, medical and informational. A formalized conceptual model developed on the basis of the theory and technology of the Semantic Web is proposed for predicting the mortality rate. An ontological analysis of the mortality prediction process was carried out taking into account the possibilities of descriptive logic. A formal description of the tasks of managing the region makes it possible to structure knowledge about the subject area and then use it in modelling and predicting the mortality level in the region. The application of stochastic modelling (correlation and regression analysis) is implemented to identify socio-economic factors responsible for age-specific mortality variations. As a result of the study, a set of regression equations was developed allowing us to make a prediction of the mortality rate in the Republic of Bashkortostan by age groups. The study has revealed that the level of healthcare development assessed by the incidence rate and the financial capabilities of the population affects the age-specific mortality rate of all age groups.

Key words: age-specific mortality rate, correlation and regression analysis, ontology.