

**М.М. Цвиль, В.Е. Шумилина**

**Изучение зависимости рождаемости населения от обеспеченности  
врачебным персоналом и расходов на здравоохранение, физическую  
культуру и спорт с помощью эконометрических моделей**

В современных условиях для принятия обоснованных социальных, экономических и политических решений необходимо иметь достоверную статистическую информацию о населении, от структуры и состава которого зависит ход экономического развития страны. Одной из важнейших задач демографической статистики является изучение естественного движения населения с целью характеристики и объяснения естественных процессов, происходящих в нем. Одним из важнейших показателей при изучении естественного движения является количество рожденных. Количество рожденных учитывается и при определении общего прироста населения за изучаемый период, и при прогнозе численности населения. Это важнейший показатель при формировании демографической политики государства [1]. Демографическая политика – это комплекс принятых на уровне государства и общества идей и средств, которые способствуют достижению определенных целей в области воспроизводства и динамики населения как в данный момент, так и на некоторую долгосрочную перспективу. Ближайшие задачи демографической политики России изложены в «Концепции демографического развития Российской Федерации на период до 2015 года», одобренной распоряжением Правительства от 24 сентября 2001 г. Одной из целей демографической политики России в настоящее время является постепенная стабилизация численности населения и формирование предпосылок для последующего демографического роста, основой которого должны стать устойчивое повышение рождаемости до уровня, обеспечивающего как минимум простое замещение поколений, и снижение смертности. Именно такое направление демографического развития соответствует и долгосрочным интересам общества в целом.

Распределение инвестиций в мероприятия по повышению рождаемости определяются характером целей: долгосрочных и краткосрочных. Увеличение рождаемости населения в долгосрочной перспективе, преодоления депопуляции и ее последствий, требуют значительных вложений в меры по стимулированию рождаемости, укреплению семьи, ее материального положения и статуса в обществе. Эти меры не дают немедленного эффекта. Для достижения краткосрочных целей по увеличению рождаемости наиболее эффективными представляются затраты на здравоохранение и медицину, так как они носят массовый, универсальный характер, адекватно и позитивно воспринимаются населением и могут дать достаточно быстрый положительный эффект. Как раз одним из приоритетных направлений демографической политики России на краткосрочную перспективу является «улучшение репродуктивного здоровья населения на основе совершенствования профилактической работы и лечебно-диагностической помощи». Современные социальные и экономические исследования опираются в значительной степени на использование математических моделей и методов анализа [2,3]. Широкое распространение получило использование моделирования и количественного анализа в области демографии, здравоохранения [4,5,6,7]. Постоянно усложняющиеся социально-экономические процессы привели к необходимости использования эконометрического анализа. Изучение этих процессов осуществляется через эконометрические модели [8,9,10,11]. С помощью эконометрических моделей в настоящей работе проводится анализ зависимости рождаемости населения от обеспеченности медицинским персоналом и расходов на здравоохранение, физическую культуру и спорт на примере статистических данных Росстата за 2010 г. по 83 субъектам РФ.

Введем переменные:

$y$  – число родившихся по субъектам федерации в 2010 г.;

$x_1$  – численность врачей на 10000 человек населения по субъектам РФ;

$x_2$  – расходы консолидированных бюджетов субъектов РФ на здравоохранение, физическую культуру и спорт в 2010 г.

С применением к исходным данным метода наименьших квадратов в ППП Excel была построена модель множественной линейной регрессии:

$$\hat{y} = 3668,33 + 206,76 \cdot x_1 + 0,87x_2, R^2 = 0,47. \quad (1)$$

Из уравнения регрессии (1) следует, что между числом родившихся и независимыми переменными, входящими в модель, наблюдается прямая связь. Коэффициенты при независимых переменных являются абсолютными показателями силы связи. Для характеристики силы связи рассчитаем частные коэффициенты эластичности ( $\varepsilon_{x_1} = 0,002$ ;  $\varepsilon_{x_2} = 0,44$ ), по которым можно сделать вывод о том, что наиболее сильное влияние на рождаемость оказывают расходы на здравоохранение, физическую культуру и спорт. Так как в этом случае коэффициент множественной детерминации равен 0,47, следовательно, вариация объясняющих переменных, входящих в уравнение регрессии, только на 47% обусловила вариацию результативной переменной, т.е. приходим к выводу, что связь слабая. Далее нами была исследована зависимость рождаемости населения от обеспеченности медицинским персоналом и расходов на здравоохранение, физическую культуру и спорт по федеральным округам в отдельности.

В Центральном Федеральном округе по 18 субъектам по данным Росстата была построена модель множественной линейной регрессии в ППП Excel:

$$\hat{y} = 19858,24 - 253,41 \cdot x_1 + 1,12x_2, R^2 = 0,97. \quad (2)$$

$$(t) \quad (3,58) \quad (-2,08) \quad (19,20)$$

В этом случае коэффициент множественной детерминации равен 0,97, следовательно, вариация объясняющих переменных, входящих в уравнение регрессии, на 97% обусловила вариацию результативной переменной. В

данном случае имеем тесную связь между зависимой и независимыми переменными. Показатель тесноты связи говорит о качественной аппроксимации. Согласно критерию Фишера модель (2) значима. Далее исследуется значимость параметров множественной регрессии.

Табличное значение t-критерия Стьюдента составляет 2,13 при числе степеней свободы  $df = 18 - 2 - 1 = 15$  и уровне значимости  $\alpha=0,05$ . Следовательно, коэффициент при переменной  $x_1$  и свободный член в уравнении регрессии не значимы. Так как параметр при  $x_1$  незначим, не будем принимать его в расчет. Построим модель парной регрессии по переменным  $y$  и  $x_2$ .

Для Центрального Федерального округа имеем:

$$\hat{y} = 8868,14 + 1,06x_2, R^2 = 0,96. \quad (3)$$

$$(t) \quad (5,53) \quad (19,47)$$

Коэффициент множественной детерминации равен 0,96 (связь тесная) и все параметры в модели и сама модель (3) статистически значимы.

Таким образом, можно сделать вывод, что в 2010 г. на увеличение рождаемости в Центральном Федеральном округе в значительной степени повлияли затраты на здравоохранение, физическую культуру и спорт.

Исследовав подобную зависимость в Южном Федеральном округе по 6 субъектам, получили модель множественной линейной регрессии вида:

$$\hat{y} = 16419,42 - 195,93 \cdot x_1 + 2,02x_2, R^2 = 0,89. \quad (4)$$

$$(t) \quad (0,76) \quad (-0,47) \quad (4,63)$$

В этом случае коэффициент множественной детерминации равен 0,89, следовательно, вариация объясняющих переменных, входящих в уравнение регрессии, на 89% обусловила вариацию результативной переменной. Согласно критерию Фишера модель значима, а из параметров уравнения (4)

значим только коэффициент при  $x_2$ . Исследуя зависимость  $y$  и  $x_2$  в данном случае имеем модель вида:

$$\hat{y} = 6679,83 + 2,07x_2, R^2 = 0,88. \quad (5)$$

Полученная модель (5) значима (коэффициент детерминации указывает на тесную связь между переменными) и может быть использована для прогноза, а именно, если затрачено 10 млн руб. на здравоохранение, физическую культуру и спорт, то предполагается рождаемость в пределах 6700 человек.

В остальных округах исследована также линейная зависимость между  $x_2$  и  $y$ . По всем этим округам, кроме Уральского и Дальневосточного, полученные уравнения регрессии значимы. Линейные модели регрессии статистически незначимы для Уральского (где  $R^2=0,17$ ) и Дальневосточного (где  $R^2=0,6$ ) Федеральных округов. В этом случае нужны дополнительные исследования.

### **Литература:**

1. Социально-экономическая статистика: учебник для бакалавров / под ред. М.Р. Ефимовой. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2012. – 591 с. – Серия: Бакалавр.
2. Зверева Т.В. Корреляционный анализ социологического исследования «Проблемы взаимодействия государственных служащих и граждан» [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2010, №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/244> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Сайфутдинова Н.А. Численные алгоритмы решения некоторой задачи оптимального управления и их реализация в виде программного комплекса [Электронный ресурс] // «Науковедение», 2012, №4. –

Режим доступа: <http://www.naukovedenie.ru/PDF/51trgsu412.pdf> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4. Гафиатулина Н.Х. Здоровьесберегающие модели профессиональной социализации студенческой молодежи в условиях социальной неопределенности [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, №3. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1824> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
5. Е.И. Воронова, Ю.А. Костиков, Л.А. Муравей. Математико-статистические модели прогнозирования эффективности оперативного лечения некоторых заболеваний [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, №1. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1537> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
6. Гаврилова З.П., Свечкарев В.П. Адаптация модели системной динамики демографической ситуации в AnyLogic на примере г. Ростова-на-Дону [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2010, №1. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1e2010/171> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
7. Фомочкина О.И. Оценка состояния социальной инфраструктуры отрасли здравоохранения Ростовской области [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4 (часть 1). – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1151> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
8. Эконометрика: учебник для магистров / И.И. Елисеева [и др.]; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 453 с. – Серия: Магистр.

9. Кремер Н. Ш. Эконометрика: учебник для студентов вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко; под ред. Н.Ш. Кремера. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 328 с. – (Серия «Золотой фонд российских учебников»).
10. Greene W.N. Econometric Analysis \ W.H. Greene. – 4<sup>th</sup> Edition. – New Jersey: Prentice Hall, 2002. – 272 p.
11. Baltagi B.H. Econometric Analysis of Panel Data / B.H. Baltagi. – 3<sup>rd</sup> Edition. – Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2005. – 356 p.