

*На правах рукописи*



**Чучкалова Светлана Владимировна**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В  
КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

08.00.13 - Математические и инструментальные методы экономики

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата экономических наук**

**Пермь -2011**

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Вятский государственный университет".

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор Шатров Анатолий Викторович

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, ректор Вятского социально-экономического института Сизов Владимир Сергеевич

доктор социологических наук, кандидат экономических наук, профессор Кузьмин Александр Иванович

Ведущая организация: Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Защита состоится 5 июля 2011г. в 13-00 часов на заседании диссертационного Совета ДМ 212.18.07 при ГОУ ВПО «Пермский государственный университет» по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Пермского государственного университета, с авторефератом – в библиотеке и на сайте Пермского государственного университета [www.psu.ru](http://www.psu.ru).

Автореферат разослан «4» июня 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета:  
доктор экономических наук,  
профессор



К.В. Пьянкова

## Общая характеристика работы

### Актуальность темы исследования.

Человеческое общество представляет собой сложную систему, постоянно развивающуюся и изменяющуюся. В последнее время особенно привлекает исследователей область демографии. С одной стороны идет постоянный рост населения мира, с другой стороны, в ряде стран, среди которых Россия, происходит сокращение численности населения.

Во многих регионах нашей страны сохраняется тенденция превышения смертности над рождаемостью, «старение» населения, миграционный отток.

При этом каждый регион является уникальным демографическим объектом, динамика численности населения которого, имеет свои особенности и поэтому заслуживает пристального наблюдения.

Вопрос демографии в Кировской области предельно актуален. Тенденция уменьшения численности населения в области сохраняется на протяжении последних лет. С 1990 г. по 2009 г. население области уменьшилось на 250,525 тыс. человек.

Население области продолжает «стареть», доля лиц старше трудоспособного возраста в общей численности населения выросла с 11% в 1990 году до 23% в 2009 году. По России произошло увеличение с 18,71% в 1990 году до 21,6% в 2009 году.

Отмечается устойчивое ускорение миграционной убыли, за 2009 год на 3569 человек число выехавших за пределы области превышало количество прибывших на ее территорию.

Не смотря на то, что в последнее время рождаемость увеличивается, смертность все же превышает рождаемость, в 2005 году смертность больше рождаемости в 2,04 раза, а в 2009 году в 1,46 раза. По России в 2005 году смертность больше рождаемости в 1,58 раза, а в 2009 году в 1,24 раза, по Приволжскому федеральному округу в 2009 году превышение в 1,31 раза.

Среди факторов, наиболее сильно влияющих на демографическую ситуацию в области, в частности на высокую смертность, можно выделить неблагоприятную социально-экономическую ситуацию.

Для разработки эффективной демографической политики в условиях современной экономики особую актуальность приобретает анализ и прогнозирование процессов воспроизводства численности и структуры населения. Значимость подобного рода исследований продиктована также тем, что обострение демографической ситуации является следствием серьезных экономических и социальных перемен, которые произошли в обществе за последние десятилетия.

Демографические изменения влияют на все сферы экономики. Необходимо моделирование демографических процессов, для того чтобы управлять экономическими процессами, решать глобальные проблемы развития региональной экономики.

### **Степень разработанности проблемы исследования.**

Вопросам моделирования демографических процессов посвящены многие работы зарубежных и отечественных исследователей. Среди ученых, внесших существенный вклад в изучение этого вопроса можно отнести: Д.Граунта, У.Петти, Э.Галлея, Л. Кетле, Ахилла, Ж. Бертильона, Г. Кинга, Т.Мальтуса, Ферхюльста, Д. Форрестера, Д. Медоуза, У. Фарра, А.Д. Лотки, В. Лексиса, М. Кремера, П.К. Уэлптона и др.

Из отечественных ученых огромный вклад внесли: И.Ф.Герман, Д.К. Шелестов, В.И. Покровский, В.И. Гребенщиков, С.Г. Струмилин, Е.Тарасов, А.Я. Боярский, С.П.Капица, А.В. Подлазов, А.В. Коротаев, А.С. Малков, Д.А. Халтурина, Д.И. Валентей, А.Я. Кваша, Д.Эдиев, В.А. Борисов и др.

Результатом этих исследований является обширный научный материал, ориентированный на изучение и прогнозирование демографических процессов, как в отдельной стране, так и во всем мире. Все это создает научно-методическую основу для дальнейшего научного поиска.

Большая часть известных работ посвящена вопросам моделирования демографических изменений во всем мире. Еще со времен Мальтуса ученых волновал вопрос о том, что численность населения мира ограничена «потолком несущей способности земли». Ученые были обеспокоены экспоненциальным ростом населения мира. В последнее же время наблюдается фаза демографического перехода.

Серия работ по изучению макрообъекта «Мир-система» выполнена С.П. Капицей<sup>1</sup>, А.В. Коротаевым, А.С. Малковым, Д.А. Халтуриной<sup>2</sup>. В таких исследованиях рассматривается феноменологический подход относительно агрегированных демографических понятий и мало уделяется внимания половозрастному составу населения.

Ряд ученых применяли и применяют для изучения половозрастного состава населения метод передвижек<sup>3</sup>.

Мир в целом представляет собой закрытую демографическую систему и моделирование демографических процессов таких систем изучено достаточно хорошо. На мезоуровне многие демографические модели не применимы, т.к. из-за миграционных процессов система становится открытой.

Поэтому необходимо моделирование и прогнозирование демографических процессов в отдельных регионах страны. Необходимо построение демографических моделей на мезоуровне.

### **Цели и задачи исследования.**

Цель исследования: формирование модели демографии Кировской области с учетом социально-экономических факторов.

---

<sup>1</sup> Капица, С.П., Курдюмов, С.П., Малинецкий, Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. – М.: Наука, 1997

<sup>2</sup> Коротаев, А. В., Малков, А. С., Халтурина, Д. А. Законы истории. Математическое моделирование исторических макропроцессов. Демография, экономика, войны. М.: ДомКнига, 2005.

<sup>3</sup>Харченко, Л.П. Демография: учеб. пособие. М.: Омега-Л, 2009. - 350 с.,  
Борисов, В. А. Демография - М. Издательский дом NOTABENE, 2001. - 272 с.

В ходе исследования были поставлены и решены следующие **задачи**:

- выявить основные факторы, влияющие на рождаемость, смертность, на миграционные процессы области;
- построить динамическую модель демографических процессов;
- создание программного комплекса имитационного моделирования динамики демографических страт Кировской области;
- построить модель экономического потенциала области;
- построить модель качества жизни области и исследовать его влияние на численность населения;
- применить метод компонентов (передвижек возрастов) при прогнозировании численности населения Кировской области;
- построить прогноз численности населения с учетом социально-экономических факторов;
- проанализировать влияние демографических процессов на экономику региона.

**Объектом исследования** является население Кировской области.

**Предметом исследования** являются тенденции развития демографических процессов в Кировской области.

**Методологической и теоретической базой исследования** послужили труды отечественных и зарубежных ученых по анализу и прогнозированию численности и состава населения, вопросам статистики, эконометрики и компьютерной обработки данных, а также методологические разработки и рекомендации Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации и Территориального органа Росстата по Кировской области.

В качестве исследовательского инструментария использовались методы системной динамики, многомерные статистические методы корреляционного, регрессионного, компонентного и кластерного анализа, анализа временных рядов и прогнозирования, а также табличные и графические методы представления статистических данных.

Обработка информации проводилась с использованием пакетов прикладных программ «Statistica 6.0», «Microsoft Excel» и пакета динамического программирования Ithink 8.0.

Проведенное исследование соответствует:

Паспорту специальности ВАК 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» по научным направлениям:

1.2. Теория и методология экономико-математического моделирования, исследование его возможностей и диапазонов применения: теоретические и методологические вопросы отображения социально-экономических процессов и систем в виде математических, информационных и компьютерных моделей.

1.9. Разработка и развитие математических методов и моделей анализа и прогнозирования развития социально-экономических процессов общественной жизни: демографических процессов, рынка труда и занятости населения, качества жизни населения и др.

2.1. Развитие теории, методологии и практики компьютерного эксперимента в социально-экономических исследованиях и задачах управления.

**Информационную базу исследования** составили статистические данные Федеральной службы государственной статистики РФ, Территориального органа Росстата по Кировской области, материалы периодических изданий и ресурсы сети Интернет по теме диссертации.

**Научная новизна диссертационного исследования.** В процессе исследования лично автором получены следующие результаты, определяющие научную новизну работы и являющиеся предметом защиты:

1. Впервые для Кировской области разработана динамическая модель с учетом социально-экономических факторов, влияющих на демографическую ситуацию. Построено отображение социально-экономических процессов в виде компьютерной программы. (пп. 1.9, 2.1 Паспорта специальности 08.00.13 ВАК).

2. Рассчитаны интегральные индексы качества жизни для субъектов Приволжского федерального округа с учетом двух подходов расчета индекса качества жизни. Построены динамические модели для расчета индекса качества жизни населения и экономического потенциала региона. (п. 1.2 Паспорта специальности 08.00.13 ВАК).

3. Для сравнения с результатами, полученными с помощью динамической модели демографии, применен метод возрастных передвижек с учетом миграционных процессов для сельского и городского населения Кировской области. (п. 1.2 Паспорта специальности 08.00.13 ВАК).

**Теоретическая значимость исследования.** Теоретическая значимость исследования заключается в развитии методов математического моделирования как инструментов повышения результативности принятия управленческих решений.

**Практическая значимость исследования.** Практическая значимость диссертации заключается в разработке модели демографических процессов Кировской области и ее внедрении для эффективности управления в административный сектор по социально-экономическим вопросам Кировской области (имеется акт о внедрении программы).

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты диссертационной работы апробированы в публичных выступлениях и докладах на ряде международных и всероссийских научных конференций и получили положительные отзывы:

- Международная научная конференция «Информационно-математические технологии в экономике, технике и образовании». Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2007 г.

- X Международная научная студенческо-аспирантская конференция «Актуальные проблемы философии, социологии и политологии, экономики и психологии», г. Пермь, ПГУ, 2007 г.

- Международная конференция «Математика. Компьютер. Образование», г. Дубна, г. Пущино, 2008 , 2009 , 2010, 2011 гг.

- IV Всероссийский симпозиум по экономической теории, г. Екатеринбург, 2010 г.

- Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы механики, математики, информатики», г. Пермь, 2010 г.

- Всероссийская научная конференция «ЭКОМОД», г. Киров, 2008, 2009, 2010 гг.

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликовано 23 статьи (в соавторстве 13) общим объемом 5,1 п. л. (лично автором выполнено 3,75 п. л.), из них 4 опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК.

**Структура работы.** Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы, двенадцати приложений.

Материал исследования изложен на 126 страницах, включая 26 рисунков и 32 таблицы. Список использованной литературы содержит 82 наименования. В приложение (33 стр.) вынесен табличный и статистический материал, необходимый в работе.

**Во введении** отражена степень проработанности исследуемых проблем, показана актуальность диссертационного исследования, его научная новизна и практическая значимость.

**В первой главе** «Модели роста народонаселения» рассмотрены основные методы изучения динамической системы «население». Представлены результаты анализа известных моделей мир-система. Обоснован выбор имитационного динамического моделирования для изучения демографических процессов региона.

**Во второй главе** «Динамическая модель демографии Кировской области с учетом социально-экономических факторов» строится модель демографических процессов с учетом факторов, влияющих на общий коэффициент смертности и общий коэффициент рождаемости, и с учетом миграционного прироста. Выбор значимых факторов осуществляется с помощью корреляционно-регрессионного анализа. Выполнена реализация модели в компьютерном пакете Ithink. Строится прогноз численности возрастных групп: моложе трудоспособного возраста, трудоспособного возраста, старше трудоспособного возраста для мужчин и женщин села и города. Проведение компьютерных экспериментов указывает на то, что повлиять существенным образом на динамику уменьшения численности региона в ближайшей перспективе возможно путем создания дополнительных рабочих мест. Для этого была построена динамическая модель экономического потенциала Кировской области, которая связана с демографической моделью через соотношение числа рабочих мест к численности экономически активного населения.

**В третьей главе** «Качество жизни и его влияние на динамику демографии» проанализированы различные подходы к изучению качества жизни населения (КЖН). Отмечены важность и необходимость построения интегрального индекса КЖН. Проведено ранжирование регионов Приволжского федерального округа за 2005 и 2008 гг. Так как качество жизни непосредственно влияет на миграционные потоки региона, была построена динамическая модель качества жизни с помощью мультипликативной функции, учитывающей социально-экономические факторы.

**В четвертой главе** «Метод передвижки возрастов при моделировании демографии Кировской области» для сравнения с результатами построенной

динамической модели рассмотрен еще один метод прогнозирования численности населения. Метод передвижки возрастов дает прогноз половозрастной структуры населения региона. Также метод был применен отдельно для населения города и села с учетом миграции.

**В пятой главе** «Влияние демографических процессов на экономические процессы региона» обосновывается значимость демографических прогнозов для экономики. Анализируются последствия демографических изменений в образовании, на рынке труда.

**В заключении** сформулированы основные выводы, полученные в результате проведенных исследований.

**В списке литературы** приведены работы отечественных и зарубежных авторов, которые использовались при выполнении диссертационного исследования.

### **Основные положения и результаты исследования, выносимые на защиту**

**1. Впервые для Кировской области разработана динамическая модель демографических процессов с учетом социально-экономических факторов.**

В общем виде соотношение, описывающее эволюцию численности населения, имеет вид:

$$x_{t+1} = x_t + r_t * x_t - \beta_t * x_t + y_t \quad (1)$$

Данное соотношение учитывает количество умерших людей, родившихся и миграцию населения:  $x_t$  – численность населения,  $r_t$  – общий коэффициент рождаемости,  $\beta_t$  – общий коэффициент смертности,  $y_t$  – миграционный прирост за год  $t$  (разность между въехавшими и выехавшими людьми).

Для определения факторов, влияющих на рождаемость и смертность, была взята выборка из 15 медицинских и социально-экономических показателей с 1998 г. по 2008 г.:

$x_1$  - кв. метры площади на душу населения;  $x_2$  - величина прожиточного минимума в руб.;  $x_3$  - доля студентов высших учебных заведений, приходящаяся на одного жителя области;  $x_4$  - средняя начисленная заработная плата в руб.;  $x_5$  - стоимость коммунальных услуг в руб.;  $x_6$  - стоимость минимального набора продуктов в руб.;  $x_7$  - индекс промышленного производства в % к пред. году;  $x_8$  - выпуск валового регионального продукта в тысячах руб. на душу населения;  $x_9$  - количество безработных в %;  $x_{10}$  - расходы на здравоохранение в рублях на душу населения;  $x_{11}$  - число абортотворений на 1000 женщин;  $x_{12}$  - загрязняющие выбросы в атмосферу в кг. на душу населения;  $x_{13}$  - потребление крепких алкогольных напитков в литрах на душу населения;  $x_{14}$  - продажа пива на душу населения (в литрах);  $x_{15}$  - численность врачей на 10000 населения.

С помощью пошаговой регрессии в компьютерном пакете Statistica были выявлены существенные факторы. Включение и удаление осуществлялось с помощью статистики F.



В результате остались следующие социально-экономические факторы, влияющие на коэффициент рождаемости:

$x_8$  - выпуск валового регионального продукта в тысячах руб. на душу населения;

$x_{10}$  - расходы на здравоохранение в рублях на душу населения;

$x_{11}$  - число аборт на 1000 женщин.

Таблица 1

Значимые факторы, влияющие на рождаемость

Regression Summary for Dependent Variable:r (Spreadsheet1 R= ,95680209 R?= ,91547023 Adjusted R?= ,87320535 F(3,6)=21,660 p<,00128 Std.Error of estimate: ,00034						
N=10	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(6)	p-level
Intercept			0,006546	0,004900	2,53360	0,023000
x8	0,478188	0,282101	0,000053	0,000031	2,69509	0,014099
x11	-0,339682	0,268723	-0,000053	0,000042	-2,46406	0,025310
x10	0,292238	0,134222	0,000000	0,000000	2,47727	0,037233

На основании таблицы 1, учитывая знаки перед переменными, можем сделать выводы:

Во-первых, можно проанжировать переменные по силе влияния на коэффициент рождаемости по столбцу Beta. Максимальное положительное влияние на коэффициент рождаемости оказывает переменная  $x_8$ , на втором месте переменная  $x_{11}$  (отрицательное влияние), на третьем месте переменная  $x_{10}$ .

Во-вторых, регрессионный анализ подтверждает, что рост ВРП, увеличение расходов на здравоохранение приводят к увеличению коэффициента рождаемости. Аборты отрицательно влияют на коэффициент рождаемости.

Все коэффициенты регрессии значимы, т.к. статистика Стьюдента по модулю у всех коэффициентов больше  $t_{кр}(0,05;6) = 2,45$ . Само уравнение регрессии также значимо.

Аналогично для общего коэффициента смертности получаем значимые факторы:  $x_{10}, x_{12}, x_{13}$ .

На основе статистических данных с 1998 года по 2008 год зададим трендовые зависимости для выбранных факторов коэффициентов рождаемости и смертности.

Зависимость выпуска ВРП от времени задается уравнением:  
 $x_8 = 64,69 + 3,24 * t, R^2 = 0,91$ .

Построим 95% доверительный интервал для коэффициента регрессии:

$$b - t_{\alpha;n-2} * \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} < \beta < b + t_{\alpha;n-2} * \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}},$$

где  $s_{ocm.}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{n - k}$ ,  $k = 2$ .

Таким образом, получается доверительный интервал  $2,46 < \beta < 4,02$ .

Число абортотв на 1000 женцин детородного возраста задается трендом:

$$x_{11} = 71,43 - 1,67 * t, \quad R^2 = 0,65; \quad -2,23 < \beta < -1,11.$$

Расходы на здравоохранение задаются зависимостью от времени:

$$x_{10} = 2219,75 + 91,07 * t, \quad R^2 = 0,6.$$

Потребление алкоголя задается трендом  $x_{13} = 13,37 + 0,002 * t$ ,

$$\text{выбросы в атмосфереу } x_{12} = 126,18 - 6,67 * t, \quad R^2 = 0,55.$$

В программе Statistica были получены коэффициенты множественной регрессии для общего коэффициента рождаемости:

$$r = 0,0065 + 0,00005 * x_8 + 0,0000005 * x_{10} - 0,00005 * x_{11}$$

Множественная регрессия для коэффициента смертности:

$$\beta = 0,026 - 0,0000006 * x_{10} + 0,00004 * x_{11} + 0,0003 * x_{13}$$

Для того, чтобы уравнение коэффициента рождаемости учитывало число женцин детородного возраста внесем аддитивную поправку:

$$k_t = \frac{(\sin(0,1 * t + 0,77) + 0,02) * e^{-0,002 * t} + 1,5}{100}.$$

Таким образом, модифицированный коэффициент рождаемости будет равен сумме:

$$k\_rozd_t = r_t + k_t.$$

Миграционный прирост также задается регрессиями по времени.

$$\text{migr[gor]} = 133,8 + 2166,7 * t - 1503,07 * t^2 + 319,7 * t^3 - 21,9 * t^4; \quad R^2 = 0,99,$$

$$\text{migr[selo]} = 50,6 - 335,99 * t + 197,4 * t^2 - 42,4 * t^3 + 3,05 * t^4; \quad R^2 = 0,97.$$

Для построения имитационной модели демографии все население области разобьем на возрастные группы: моложе трудоспособного возраста; трудоспособного возраста; старше трудоспособного возраста. Каждая такая группа дополнительно делится по полу и по проживанию в городе или селе области.

При реализации модели в пакете Ithink значение численности каждой возрастной группы в начальный момент времени находится в отдельном резервуаре (фонде). Каждый резервуар представляется в виде двумерного массива: по строкам – пол человека, по столбцам – регион проживания. Резервуары сообщаются между собой, на каждом шаге (каждый год) происходит обмен между группами населения. При этом учитываются смертность и миграционный прирост каждой группы населения. Также учитывается различное влияние отобранных факторов (рис.1).

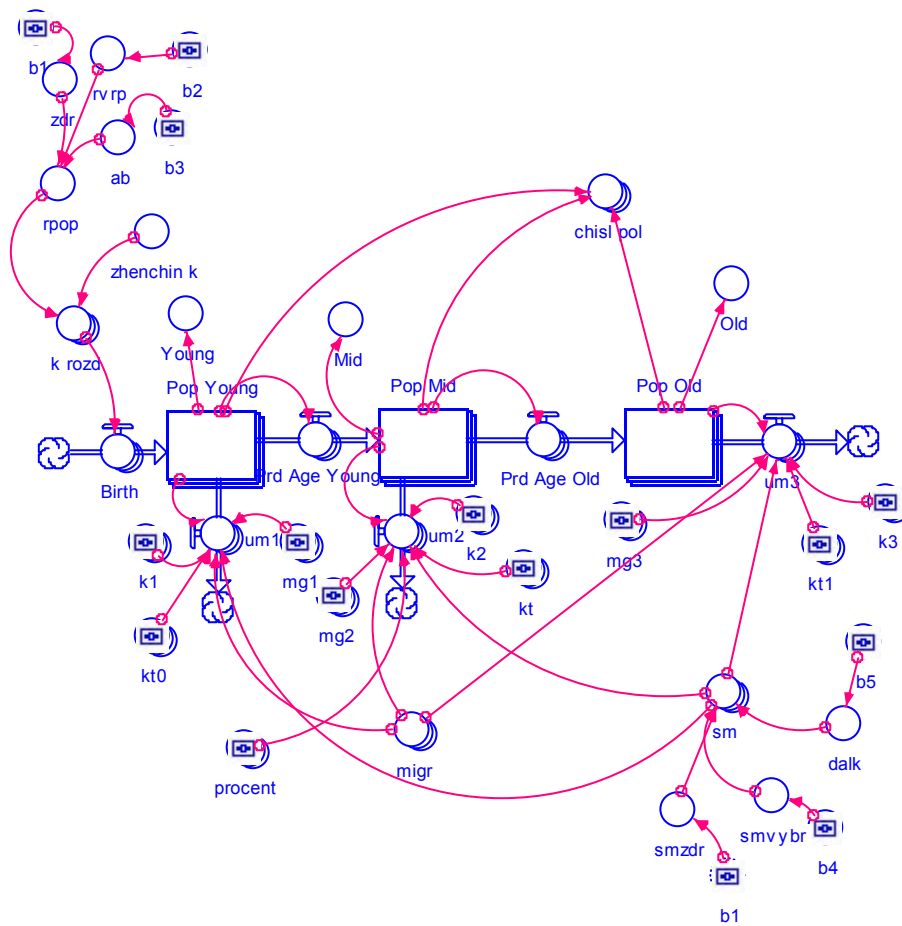


Рис.1. Идеограмма демографической модели в пакете Ithink

На рис. 2 представлены графики численности подгруппы молодежи трудоспособного возраста. По графикам видно, что тенденция сокращения продолжится и до 2018 года. Численность мужчин села по прогнозу уменьшится на 29% в 2017 году по сравнению с 1998 г., мужчин города станет меньше на 21%, женщин села на 37,5% , женщин города на 24%.

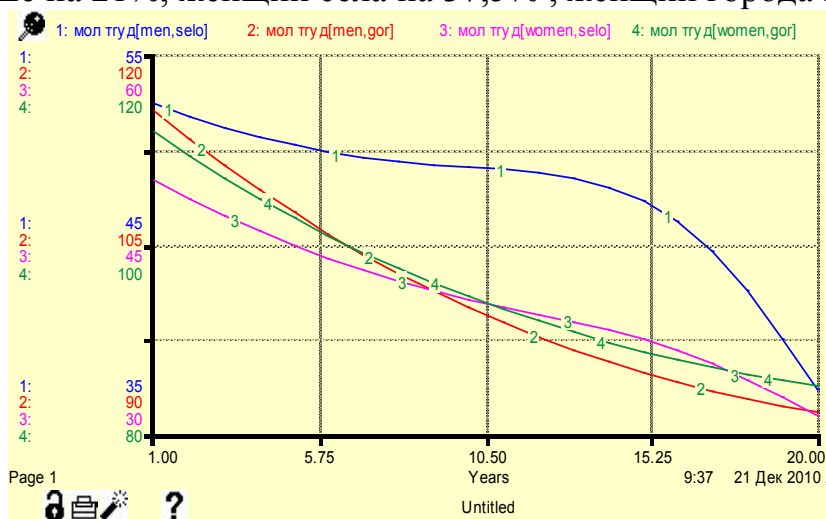


Рис.2. Графики численности населения молодежи трудоспособного возраста по модели (тыс. чел.)

Таблица 2

## Численность населения моложе трудоспособного возраста

год	Данные по модели (тыс. чел.)				Статистика (тыс. чел.)			
	муж., село	муж., гор.	жен. село.	жен., гор..	муж., село	муж., гор	жен., село.	жен., гор.
1998	52,45	115,5	50,03	111,79	52,45	115,50	50,03	111,79
1999	51,77	113,32	48,56	109,3	50,48	110,99	47,64	107,68
2000	51,17	111,25	47,21	106,97	48,76	104,78	45,73	101,46
2001	50,66	109,29	45,96	104,8	46,47	99,90	43,46	96,26
2002	50,22	107,45	44,82	102,75	44,08	94,94	41,60	91,21
2003	49,85	105,72	43,78	100,83	41,32	89,98	38,96	86,24
2004	49,57	104,1	42,85	99,03	38,71	85,40	36,44	81,84
2005	49,35	102,58	42	97,35	35,88	82,18	33,98	78,64
2006	49,19	101,18	41,24	95,78	35,06	77,62	32,94	74,41
2007	49,05	99,87	40,56	94,32	33,22	75,29	31,44	72,05
2008	48,92	98,66	39,92	92,97	31,84	74,58	29,98	71,19
2009	48,74	97,55	39,31	91,71	30,36	77,57	28,96	71,99
2010	48,44	96,53	38,7	90,56	-	-	-	-
2011	47,97	95,6	38,05	89,5	-	-	-	-
2012	47,23	94,74	37,31	88,53	-	-	-	-
2013	46,14	93,97	36,44	87,65	-	-	-	-
2014	44,59	93,27	35,4	86,84	-	-	-	-
2015	42,51	92,64	34,15	86,1	-	-	-	-
2016	39,93	92,07	32,71	85,44	-	-	-	-
2017	37,24	91,56	31,26	84,84	-	-	-	-

На рис. 3 представлены графики численности четырех подгрупп трудоспособного населения. Численность мужчин и женщин города немного увеличивалась до 2001-2004 гг., что подтверждается статистикой, далее прогнозируется уменьшение численности в среднем по городскому населению на 3% к 2017 году. Сельское население также сократится примерно на 3%.

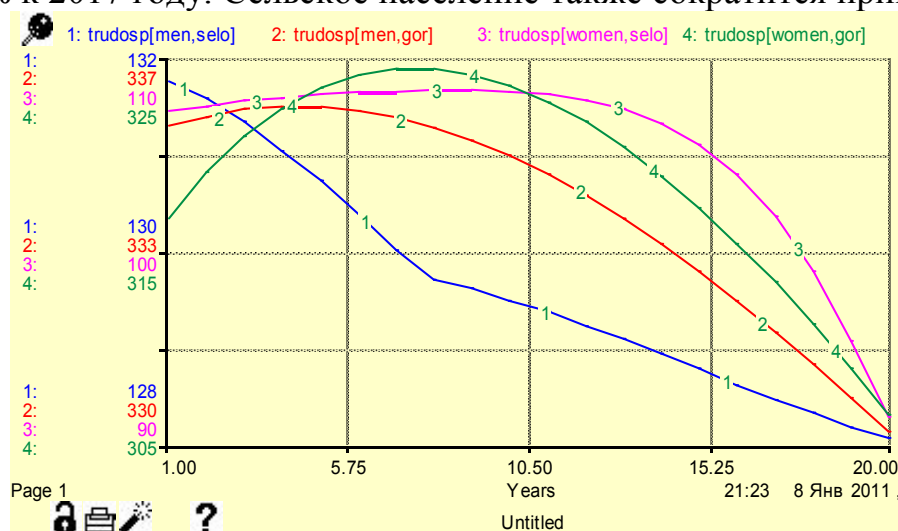


Рис.3. Графики численности населения трудоспособного возраста (тыс. чел.)

В таблице 3 приведены статистические данные и результаты моделирования. Средняя относительная погрешность не превосходит 3%.

Таблица 3

## Численность трудоспособного возраста (тыс. чел.)

год	Данные по модели (тыс. чел.)				Статистика (тыс. чел.)			
	муж., село	муж., гор.	жен., село	жен., гор.	муж., село	Муж., гор.	жен., село	жен., гор.
1998	131,75	335,26	107,24	316,71	131,751	335,264	107,243	316,71
1999	131,59	335,44	107,53	319,06	130,664	334,494	108,865	323,405
2000	131,34	335,56	107,76	320,94	130,7	333,229	111,789	329,528
2001	131,04	335,61	107,95	322,39	129,014	333,57	111,718	336,327
2002	130,72	335,61	108,1	323,43	127,271	333,566	110,067	339,254
2003	130,38	335,54	108,21	324,1	127,451	335,291	109,787	340,579
2004	130,01	335,42	108,29	324,42	128,163	337,82	110,045	340,844
2005	129,7	335,25	108,34	324,43	128,133	339,807	108,755	338,907
2006	129,6	335,02	108,34	324,13	132,849	334,962	112,898	331,223
2007	129,49	334,73	108,27	323,56	132,591	332,125	112,365	326,682
2008	129,36	334,4	108,12	322,74	130,101	329,364	109,755	322,619
2009	129,23	334,02	107,83	321,68	125,663	327,996	107,78	317,42
2010	129,08	333,6	107,35	320,39	-	-	-	-
2011	128,93	333,13	106,61	318,91	-	-	-	-
2012	128,77	332,62	105,5	317,24	-	-	-	-
2013	128,61	332,09	103,93	315,4	-	-	-	-
2014	128,46	331,52	101,78	313,39	-	-	-	-
2015	128,31	330,94	98,92	311,23	-	-	-	-
2016	128,17	330,34	95,34	308,91	-	-	-	-
2017	128,06	329,73	91,34	306,44	-	-	-	-

На рис. 4 представлены графики четырех подгрупп населения старше трудоспособного возраста. По прогнозам модели численность мужчин села в данной возрастной группе сократится на 55,8% в 2017 году по сравнению с 1998 годом, мужчин города станет меньше на 38,3%, женщин села на 32,3%, женщин города на 10,6%.

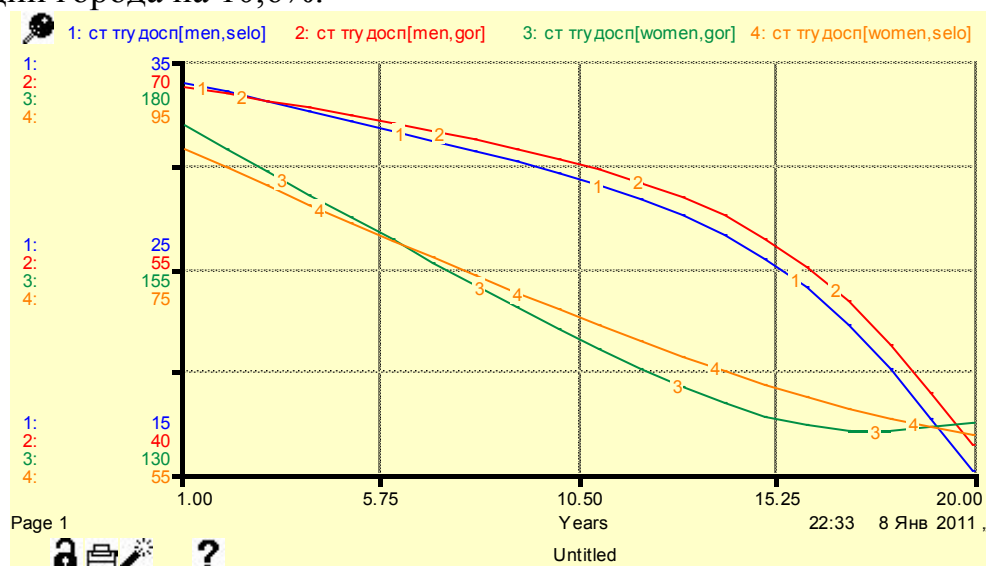


Рис.4. Графики численности населения старше трудоспособного возраста с 1998 г. до 2018 г. (тыс. чел.)

В таблице 4 приведены результаты моделирования и статистические данные.

## Численность группы старше трудоспособного возраста (тыс. чел.)

год	Данные по модели (тыс. чел.)				Статистика (тыс. чел.)			
	Муж., село	муж., гор.	жен., село.	жен., гор..	муж., село	муж., гор.	жен., село	жен., гор.
1998	33,96	68,05	86,51	172,24	33,962	68,048	86,506	172,242
1999	33,51	67,6	84,67	170,75	34,231	69,741	83,121	167,412
2000	33,04	67,11	82,86	169,22	34,881	70,481	80,359	161,902
2001	32,57	66,6	81,08	167,67	34,491	70,53	76,896	158,145
2002	32,1	66,05	79,31	166,08	33,948	70,232	74,802	157,405
2003	31,61	65,48	77,57	164,46	32,118	67,245	72,696	157,31
2004	31,13	64,88	75,85	162,81	29,763	63,304	70,276	156,736
2005	30,63	64,25	74,15	161,14	27,472	60,085	68,496	158,957
2006	30,12	63,59	72,49	159,46	26,498	56,839	69,497	158,144
2007	29,58	62,87	70,85	157,79	25,88	56,692	68,666	159,917
2008	28,99	62,07	69,26	156,18	25,767	57,607	67,792	162,656
2009	28,31	61,14	67,71	154,65	25,15	58,43	66,24	165,66
2010	27,52	60,04	66,23	153,29	-	-	-	-
2011	26,57	58,7	64,82	152,15	-	-	-	-
2012	25,4	57,04	63,49	151,32	-	-	-	-
2013	23,96	54,98	62,28	150,89	-	-	-	-
2014	22,19	52,43	61,18	150,96	-	-	-	-
2015	20,05	49,33	60,22	151,58	-	-	-	-
2016	17,56	45,72	59,38	152,71	-	-	-	-
2017	15	41,98	58,59	153,91	-	-	-	-

По прогнозу модели общая численность в 2017 году составит 1285,9 тыс. чел., 581,8 тыс. мужчин и 704,1 тыс. женщин.

Конечно, кардинально изменить существующие демографические тенденции в ближайшей перспективе за счет воздействия на социально-экономические факторы невозможно, это лаговые зависимости. Но построенная модель может помочь в принятии управленческих решений в области демографической политики путем проведения компьютерных экспериментов.

## **2. Рассчитаны интегральные индексы качества жизни для субъектов Приволжского федерального округа. Построены динамические модели для расчета индекса качества жизни населения и экономического потенциала региона.**

Так как для Кировской области характерен отрицательный миграционный прирост, необходимо изучение факторов, влияющих на миграционные процессы. Для этого были построены интегральные индексы качества жизни населения Приволжского федерального округа.

Была рассмотрена методика, примененная Айвазяном С.А.<sup>4</sup>. Под интегральным индикатором качества жизни населения (или ИИКЖН) понимается специального вида свертка оценок более частных свойств и критериев категорий КЖН.

<sup>4</sup> Айвазян, С.А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения // Экономика и математические методы Т.39. - 2003. - №2. - С 33-53.

Ограничиваясь линейным классом таких сверток и при использовании N-балльной шкалы измерения, можно представить ИИКЖН  $\tilde{y} = f(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_p)$  в виде  $\tilde{y} = \sum_{j=1}^p w_j \tilde{x}_j$ , где  $(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_p)$  - набор унифицированных частных критериев анализируемой категории КЖН,  $w_j$  - весовые коэффициенты. Таким образом, построение интегральной характеристики КЖН сводится к задаче определения весов  $W = (w_1, \dots, w_p)$ .

Построим единый ИИКЖН для каждого субъекта. Определяем удельную значимость  $\tilde{v}_j$  каждой из построенных интегральных характеристик  $\tilde{y}^{(1)}, \dots, \tilde{y}^{(m_0)}$  через долю объясненной ею дисперсии в суммарной дисперсии всех частных критериев  $\tilde{x}^{(1)}, \dots, \tilde{x}^{(p)}$ , т.е.

$$\tilde{v}_j = \frac{s_{\tilde{y}^{(j)}}^2}{\sum_{k=1}^p s_{\tilde{x}^{(k)}}^2}, \quad \text{где} \quad s_{\tilde{y}^{(j)}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\tilde{y}_i^{(j)} - \bar{y}^{(j)})^2, \quad \bar{y}^{(j)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^{(j)},$$

$$s_{\tilde{x}^{(k)}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i^{(k)} - \hat{x}^{(k)})^2, \quad \hat{x}^{(k)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^{(k)}.$$

Затем  $\tilde{v}_j$  нормируются по формуле  $v_j = \frac{\tilde{v}_j}{\sum_{i=1}^{m_0} \tilde{v}_i}$ .

Рейтингование территорий выполняется по формуле, евклидова расстояния:

$$R_{i_0} = 1, \text{ если } \rho_{i_0} = \sqrt{\sum_{j=1}^{m_0} v_j (\tilde{y}_{i_0}^{(j)} - 10)^2} = \min_{1 \leq i \leq n} \sqrt{\sum_{j=1}^{m_0} v_j (\tilde{y}_i^{(j)} - 10)^2}$$

и так далее.

В таблице 5 представлены ИИКЖН и рейтинги субъектов ПФО.

Таблица 5

Значения интегральных индикаторов качества жизни населения

Регионы	ИИКЖ		Ранги регионов	
	2000	2008	2000	2008
Республика Башкортостан	5,52	3,06	4	12
Республика Марий Эл	4,61	2,94	9	13
Республика Мордовия	4,54	6,29	10	2
Республика Татарстан	5,27	4,72	5	8
Удмуртская Республика	4,42	3,53	11	9
Чувашская Республика	5,01	3,31	6	11
Пермский край	4,91	4,72	7	7
Кировская область	5,63	3,43	3	10
Нижегородская область	6,18	6,61	1	1
Оренбургская область	4,73	2,90	8	14
Пензенская область	4,18	5,44	13	5
Самарская область	4,00	4,77	14	6
Саратовская область	6,17	5,79	2	3
Ульяновская область	4,19	5,49	12	4

Из табл.5 видно, что за восемь лет Кировская область сдала позиции и с третьего места сместилась на десятое в рейтинге субъектов ПФО. Кировская область по благосостоянию населения и социальной сфере занимает предпоследнее место среди всех субъектов. Данное положение вещей говорит о том, что есть недостатки в управленческих решениях.

Из выше сказанного следует, что по качеству жизни Кировская область находится в «аутсайдерах». Было показано, что в области отрицательный миграционный прирост. Поэтому для уточнения модели зададим миграционный прирост с учетом качества жизни.

Наряду с общей миграцией идет рост трудовой миграции. Вятские специалисты и квалифицированные рабочие ценятся в Москве, Санкт-Петербурге, в северных регионах России. По утверждениям экспертов, в 27 районах Кировской области уровень трудовой миграции выше среднеобластного (13 процентов). К основным причинам миграции относятся низкая заработная плата на местных предприятиях и отсутствие вакансий. Также оказывает влияние не востребованность в области той или иной профессии и собственное желание работника.

По статистическим данным о миграционном приросте населения Кировской области за счет других регионов можно выделить 3 федеральных округа, в которые мигрирует наибольшее количество населения нашей области: Центральный, Северо-Западный и Приволжский. Для построения модели использованы социально-экономические показатели Кировской (К), Нижегородской области (Н), Пермского края (П) и городов, Москва (М) и Санкт-Петербург (СП) с 1998 по 2008 годы.

Из всех показателей, с помощью которых оценивается уровень и качество жизни, были выбраны следующие:

- 1) ВРП на душу населения,  $x^{(1)}$ ;
- 2) величина прожиточного минимума или минимальный размер потребительской корзины (МПК),  $x^{(2)}$ ;
- 3) уровень безработицы,  $x^{(3)}$ ;
- 4) общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя,  $x^{(4)}$ .

Для каждого региона вычисляется коэффициент в виде выражения:

$$k_i = \frac{x^{(1)} * x^{(4)}}{x^{(2)} * x^{(3)}} \quad (2)$$

Затем, составляется соотношение:

$$k_{i_K} = \frac{k_i}{k_K},$$

где  $i \in \{K, M, П, Н, СП\}$ ,  $k_K$  - коэффициент для Кирова.

Миграция с учетом качества жизни задается:



$$k_{migr} = migr * \left(1 - \frac{k_{M-K}}{k_{M-max}}\right) * \left(1 - \frac{k_{П-K}}{k_{П-max}}\right) * \left(1 - \frac{k_{H-K}}{k_{H-max}}\right) * \left(1 - \frac{k_{СП-K}}{k_{СП-max}}\right) \quad (3)$$

Выражения для  $x^{(1)}$ ,  $x^{(2)}$ ,  $x^{(3)}$ ,  $x^{(4)}$  задаются в виде регрессий по времени.

Коэффициенты качества, вычисленные по уравнению (2), для Кировской области также самые низкие. Прослеживается рост коэффициентов до экономического кризиса и спад до 2009-2010 гг.

Сравним результаты для численности мужчин и женщин по модели с учетом и без учета качества жизни.

На рис.5 по диаграмме хорошо видно, что на интервале наблюдаемых данных результаты моделирования почти совпадают. Модель с учетом качества жизни дает более оптимистический результат, прогнозирует в 2017 году численность населения большую на 25 тыс. человек. То есть, повышая качество жизни можно уменьшить темпы убыли населения региона.

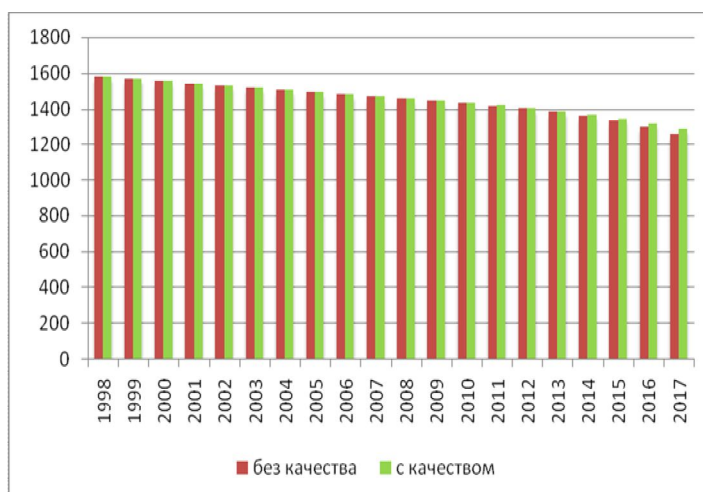


Рис.5. Общая численность населения (тыс. чел.)

Модель экономического потенциала связана с моделью демографии через соотношение количества рабочих мест и численности экономически активного населения. Исследованы три сценария социально-экономического развития Кировской области

**Инерционный** – фиксированный текущий экономический потенциал, который выражается в фиксировании на модели текущего количества рабочих мест.

**Оптимистический** – рост экономического потенциала области в среднем на 10% в год.

**Пессимистический** – снижение экономического потенциала в среднем на 10%.

Снижение экономического потенциала приведет к большей убыли численности населения. К 2017 году разница между прогнозами инерционного сценария и пессимистического будет около 17 тыс. жителей. Увеличение же экономического потенциала в перспективе может увеличить ожидаемую численность на 38 тыс. человек по сравнению с инерционным сценарием.

**3. Для сравнения с результатами, полученными с помощью динамической модели демографии, применен метод возрастных передвижек с учетом миграционных процессов для сельского и городского населения Кировской области.**

Метод состоит в том, что исходная численность и структура населения «передвигается» в будущее, уменьшаясь при этом за счет умерших и пополняясь за счет родившихся. Следовательно, для прогноза исходными данными служат численность и структура населения и гипотезы относительно тенденций воспроизводства населения в прогнозном периоде. Передвижка осуществляется по временным шагам, равным длине возрастной группы населения с таким расчетом, чтобы с каждым шагом прогноза оставшаяся в живых численность возрастной группы переходила в следующий (старший) возрастной интервал.

Для использования метода передвижки возрастов необходимо знать среднее число живущих людей в том или ином возрастном интервале. Такие значения берутся, как правило, из таблиц смертности (дожития). Таблицы дожития представляют собой систему упорядоченных по возрасту и взаимосвязанных между собой рядов чисел, которые в своей совокупности описывают процесс вымирания некоторого теоретического поколения с фиксированной начальной численностью (корень таблицы).

Рассчитываются коэффициенты дожития:

$$P_{x/x+4} = \frac{L_{x+5}/x+9}{L_{x/x+4}} = \frac{L_{x+5} + L_{x+6} + L_{x+7} + L_{x+8} + L_{x+9}}{L_x + L_{x+1} + L_{x+2} + L_{x+3} + L_{x+4}},$$

где  $L_x$  - число живущих в возрасте  $x$ .

Возрастные передвижки проведем по пятилетним возрастным группам. Передвижка осуществляется по временным шагам, равным длине возрастной группы (5 лет) с таким расчетом, чтобы с каждым шагом прогноза оставшаяся в живых численность возрастной группы переходила в следующий (старший) возрастной интервал.

$$S_{5k/5k+4} = P_{5k-5/5k-1} \cdot S_{5k-5/5k-1}, \text{ где } k = 1, \dots, 19.$$

$S_{5k/5k+4}$  - число живущих в возрасте от  $5k$  лет до  $(5k + 4)$  лет.

Рассчитывается вероятность прибытия  $\beta_x^+$  и убытия  $\beta_x^-$  в возрасте  $x$  лет для лиц, участвующих в миграции:

$$\beta_x^+ = \frac{V_x^+}{S_x}, \quad \beta_x^- = \frac{V_x^-}{S_x},$$

где  $V_x^+$  - число прибывших в данную местность в возрасте  $x$  лет;

$V_x^-$  - число убывших из данной местности в возрасте  $x$  лет;

$S_x$  - численность населения в возрасте  $x$  лет за изучаемый период.

Рассчитывается сальдовый показатель (при этом предполагается, что  $V_x^+ - V_x^- \neq 0$ ):  $\beta_x^\Delta = \beta_x^+ - \beta_x^-$

Проводится корректировка данных возрастных передвижек численности населения с учетом миграции.

$$S'_x = S_x^0 \cdot (1 + \beta_x^\Delta) \cdot P_x,$$

где  $S'_x$  – ожидаемая численность населения в возрасте  $x$  лет с учетом миграции;

$S_x^0$  – ожидаемая численность населения в возрасте  $x$  лет по итогам возрастных передвижек без учета миграции;

$P_x$  – коэффициент дожития, принятый в расчет при возрастных передвижках и рассчитанный по данным таблиц дожития.

Поскольку прогнозирование численности населения осуществлялось не только по возрасту, но и по половому признаку, то результаты представлены с разделением на мужчин и женщин. А так как разбивка населения происходила еще и по признаку места жительства, то прогнозные показатели разбиты на четыре группы. Рис. 6 характеризует динамику городского населения, а рис. 7 – сельского.

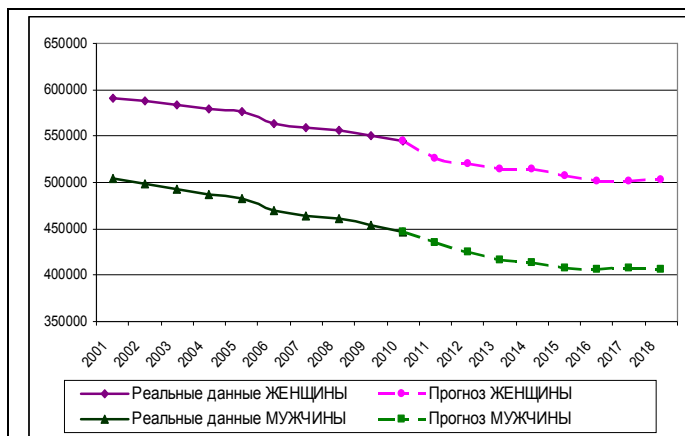


Рис.6. Соотношение мужчин и женщин городских населенных пунктов Кировской области 2001-2018 гг.

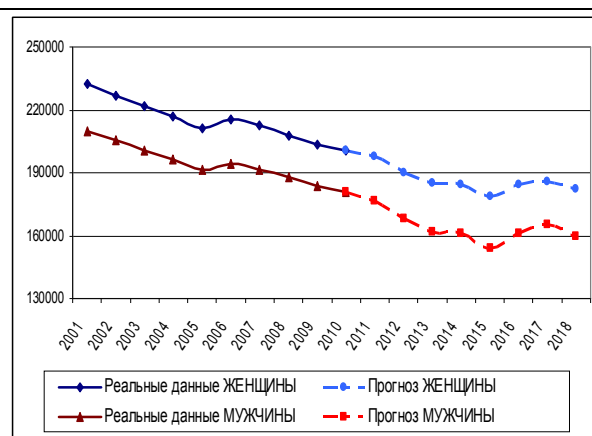


Рис.7. Соотношение мужчин и женщин сельских населенных пунктов Кировской области 2001-2018 гг.

Сравним данные, полученные по динамической модели и с помощью метода компонентов. В табл.6 приведено тестирование динамической модели и метода компонентов.

Таблица 6

### Численность мужчин и женщин

год	Мужчины, тыс. чел			Женщины, тыс. чел.		
	Статистика	Метод компонентов	Динамическая модель	Статистика	Метод компонентов	Динамическая модель
2006	663,826	680,425	696,51	779,109	790,765	783,56
2007	655,798	665,495	691,7	771,119	780,352	776,68
2008	649,26	653,195	686,8	763,997	771,284	769,99
2009	643,2	646,826	681,68	758	766,767	763,51

Метод передвижек более инерционен, опирается в большей степени на внутренние факторы. Динамическая модель больше зависит от внешних факторов. На интервале рассматриваемых значений разница между результатами невелика, относительная погрешность не превышает 6%.

На рис.8 приведены графики прогнозных значений, полученных с помощью динамической модели и с помощью метода компонентов. Динамическая модель дает более оптимистический прогноз, чем метод компонентов (передвижек).

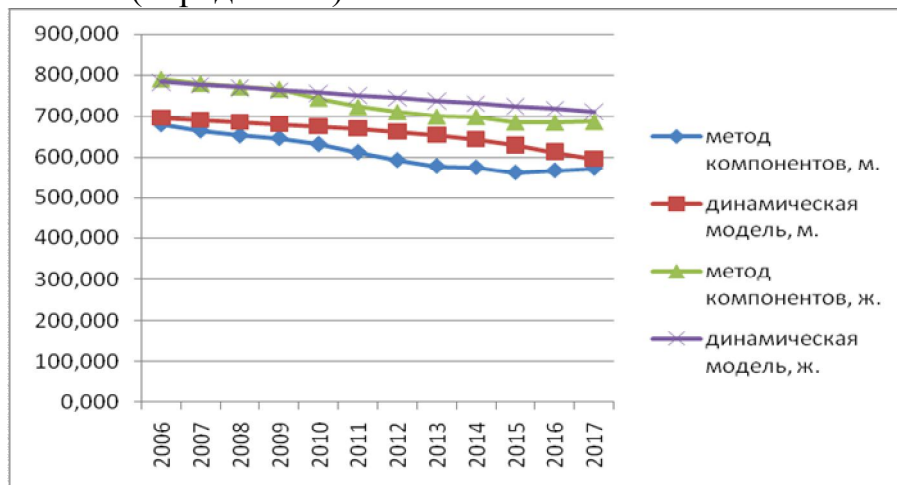


Рис.8. Графики прогнозов численности мужчин и женщин (тыс. чел.)

Построенная динамическая модель позволяет выявить из множества социально-экономических факторов такие, которые оказывают значимое влияние на рождаемость и смертность. Зная факторы, можно принимать обоснованные управленческие решения демографических проблем.

Графические элементы ввода динамической модели позволяют отображать нелинейные связи без использования утонченного математического аппарата. Открываются привлекательные возможности использования подобного аппарата представителями широкого круга аналитиков и экономистов-практиков.

### Основные выводы и результаты:

1. С помощью корреляционно-регрессионного анализа выделены социально-экономические факторы, влияющие на общие коэффициенты рождаемости и смертности, на которые следует обратить внимание при принятии управленческих решений в вопросах демографической политики (выпуск ВРП, расходы на здравоохранение, потребление крепких алкогольных напитков, загрязнение окружающей среды).

2. Построен половозрастной прогноз численности населения Кировской области до 2018 года. Прогнозируется численность населения региона к 2018 году около 1285,9 тыс. человек, то есть сокращение еще на 105,2 тыс. человек по сравнению с 2010 годом.

3. Расчеты модели показали, что существенный вклад в решение проблемы отрицательного миграционного прироста населения региона, внесет увеличение экономического потенциала области на 10% в год (прогнозируемая численность к 2018 г. 1323,9 тыс. чел., т.е. на 38 тыс. больше).

4. Было показано, что проблему с отрицательным миграционным приростом частично можно решить повышением качества жизни населения региона за счет роста благосостояния и улучшения качества социальной сферы.

5. Построенная динамическая модель позволяет разыгрывать сценарии, варианты управления демографической системой.

**Основные научные результаты диссертации нашли отражение в следующих опубликованных работах автора:**

**В изданиях, рекомендованных ВАК России:**

1. Чучкалова, С.В. Моделирование демографических процессов в Кировской области [Текст] // Федерализм. – 2010. - №1. – с. 256-264.

2. Чучкалова, С.В. Проблемы сокращения численности населения [Текст] // Федерализм. - 2010. - №4 - с. 204-210.

3. Чучкалова, С.В. Влияние демографических процессов на экономику региона [Текст] / С.В. Чучкалова, О.Ю. Стародумова // Экономика региона. – 2010. - №4 - с. 220-224.

4. Chuchkalova, S.V. Influence of demographic processes on economy of a region [Text] / S.V. Chuchkalova, O.Y. Starodumova // Экономика региона. – 2010. - №4 - с.225-228.

**Статьи, материалы конференции:**

5. Чучкалова, С.В. Демография, и ее математическая модель [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров // «Наука – Производство – Технологии – Экология»: сборник научных трудов всерос. науч.-техн. конф., Киров, 22-27 апреля, 2007 г. - Киров: изд. ВятГУ, 2007. - т. 5. – с. 101-104.

6. Чучкалова, С.В. Математическое моделирование демографических процессов [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров // «Наука – Производство – Технологии – Экология»: сборник научных трудов всерос. науч.-техн. конф., Киров, 22-27 апреля, 2007 г. - Киров: изд. ВятГУ, 2007. - т. 8. – с. 208-211.

7. Чучкалова, С.В. Региональная имитационная модель демографии с учетом социально-экономических факторов [Текст] / С.В. Чучкалова, Ю.Р. Назмиева, А.В. Шатров // «Информационно-математические технологии в экономике, технике и образовании»: тезисы докладов международной научной конференции. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – с. 169-170.

8. Чучкалова, С.В. Демография, и ее проблемы [Текст] / С.В. Чучкалова // X Международная научная студенческо - аспирантская конференция «Актуальные проблемы философии, социологии и политологии, экономики и психологии», 2007 г. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. -Вып. 10. – с. 190-192.

9. Чучкалова, С.В. Имитационная модель демографии на примере Кировской области [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров // Пятнадцатая конференция «Математика. Компьютер. Образование.» Дубна, 28 января- 02 февраля 2008 г. тезисы, выпуск 15/под ред. Г. Ю. Ризниченко.- М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2008. – с. 304.

10. Чучкалова, С.В. Динамическая региональная модель демографии [Текст] / С.В. Чучкалова // Информационно-математические технологии в

экономике, технике и образовании. Вып. 4: Прикладные аспекты моделирования и разработки систем информационно-аналитической поддержки принятия решений: сборник материалов 2-й Международной научной конференции. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – с. 152-155.

11. Чучкалова, С.В. Имитационная модель численности возрастных групп [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров // «Наука – Производство – Технологии – Экология»: материалы всерос. науч.-техн. конф., 22-27 апреля, 2008. - г Киров: изд. ВятГУ, 2008. т. 8. – с. 135-137.

12. Чучкалова, С.В. Региональная модель демографии [Текст] / С.В. Чучкалова // Математика. Компьютер. Образование. Сб. трудов XV международной конференции. Под общей редакцией Г.Ю. Ризниченко. Ижевск: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. Т. 1. – с. 267-272.

13. Чучкалова, С.В. Использование мультипликативных поправок при моделировании демографии [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров, М.Н. Чех, К.В. Ирисова // III Всероссийская научная конференция с молодежной научной школой «Математическое моделирование развивающейся экономики, экологии и биотехнологий». ЭКОМОД 2008, г. Киров, 7-13 июля 2008 г.: сб. тезисов. – Киров, изд-во. ВятГУ, 2008. – с. 72.

14. Чучкалова, С.В. Влияние экономического потенциала на демографию региона [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров // Международная научная конференция «Информационно-математические технологии в экономике, технике и образовании»: Тезисы докладов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – с. 167-168.

15. Чучкалова, С.В. Модель демографии с учетом экономического потенциала [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров // Шестнадцатая конференция «Математика. Компьютер. Образование» Дубна, 25 января- 02 февраля 2009 г.: сб. тезисов. Том 16 / под ред. Г. Ю. Ризниченко.- М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2009. ч.2. – с. 403.

16. Чучкалова, С.В. Использование методов системной динамики при моделировании демографии [Текст] / С.В. Чучкалова // «Наука – Производство – Технологии – Экология»: материалы всерос. науч.-техн. конф., Киров, 23-30 апреля 2009. - Киров: изд. ВятГУ, т. 8. – с. 143-144.

17. Чучкалова, С.В. Качество жизни и его влияние на демографию Кировской области [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров, А.М. Муравьева // IV Всероссийская научная конференция с молодежной научной школой «Математическое моделирование развивающейся экономики, экологии и биотехнологий». ЭКОМОД 2009, г. Киров, 6-12 июля 2009г.: сб. тезисов. – Киров, изд-во. ВятГУ, 2009. – с. 113.

18. Чучкалова, С.В. Динамическая система «население» с учетом экономического потенциала [Текст] / С.В. Чучкалова // «Математика. Компьютер. Образование»: сб. трудов XVI международной конференции. Под общей редакцией Г.Ю. Ризниченко. Ижевск: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. Т. 1. – с. 470-475.

19. Чучкалова, С.В. Демография и экономический потенциал [электронный ресурс] / С.В. Чучкалова // Regional and Rural development №2, январь, 2009. ISSN 1868-1077. - С. 13-19.

20. Чучкалова, С.В. Модифицированная модель демографии с учетом качества жизни [Текст] / С.В. Чучкалова // Семнадцатая конференция «Математика. Компьютер. Образование» Дубна, 25 января- 30 января 2010 г.: сб. тезисов. Выпуск 17 / под ред. Г. Ю. Ризниченко.- М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2010. – с. 356.

21. Чучкалова, С.В. Интегральный индикатор качества жизни субъектов Кировской области [Текст] / С.В. Чучкалова // Семнадцатая конференция «Математика. Компьютер. Образование» Дубна, 25 января- 30 января 2010 г.: сб. научных трудов. Том 17 / под ред. Г. Ю. Ризниченко.- М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2010. – с. 139-143.

22. Чучкалова, С.В. Пример демографической модели [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров // труды IV Всероссийского симпозиума по экономической теории. Мезоэкономика. Екатеринбург: институт экономики Уро РАН, 2010. Т.3. – с. 216-218.

23. Чучкалова, С.В. Прогнозирование численности населения Кировской области методом возрастных передвижек [Текст] / С.В. Чучкалова, А.В. Шатров // Семнадцатая конференция «Математика. Компьютер. Образование» Дубна, 24 января- 29 января 2011 г.: сб. научных тезисов. Выпуск 18 / под ред. Г.Ю. Ризниченко.- М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2011. – с. 312.