

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНОВ

УДК 332.14:(316+314)

ключевые слова: социально-демографические процессы, прогнозирование, эффективное развитие, регион, синергетика, имитационное моделирование

В. А. Черешнев, А. А. Куклин, А. В. Черепанова

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА¹

Рассмотрены основные проблемы социально-демографического развития регионов России на современном этапе, которые обусловили необходимость выявления социально-экономических и социально-психологических причин наблюдаемых демографических тенденций. Дано теоретическое обоснование демографической ситуации в России с учетом характеристик второго демографического перехода и влияния социального стресса. Дано определение понятия эффективного социально-демографического развития региона вследствие проявления синергетического эффекта взаимодействия социально-экономической и демографической систем. Предложена методика прогнозирования социально-демографического развития региона на основе совместного использования синергетики и имитационного моделирования. Получены вероятностные прогнозы численности населения субъектов РФ, входящих в состав Уральского федерального округа, на период до 2025 г., призванные оценить возможные пути социально-демографического развития Уральского федерального округа.

В первой половине 1990-х гг. в воспроизводственных процессах в России зародились отрицательные тенденции: сочетание низкой рождаемости и высокой смертности. Время для принятия радикальных решений в интересах исправления социально-демографической ситуации настало давно. Тем не менее, конкретная программа действий, направленная на преодоление депопуляции, была представлена в Послании Президента РФ В. В. Путина к Федеральному Собранию лишь 10 мая 2006 г. [1]. Однако сокращение численности населе-

ния России продолжается до сих пор. Таким образом, принятая в 2007 г. Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года [2] не стала действенным рычагом воздействия на демографические и миграционные процессы.

Эффективная стратегия решения проблем депопуляции в России не может быть выработана при недостаточном понимании того, какие социально-экономические и социально-психологические механизмы обуславливают наблюдаемые демографические процессы. Традиционно большую роль в анализе демографического кризиса в России играет теория демографического перехода. В то же время многие ученые связывают существующие демографические тенденции с реформированием российской государственности, в результате которого трансформировались моральные устои общества, изменилось мировосприятие, важнейшей частью которого является отношение к семье и браку. Кроме того, резкое ухудшение качества жизни, потеря эффективной трудовой мотивации и развитие социального стресса повлекли за собой обвал медико-демографических показателей. Взаимообусловленность влияния социально-экономических преобразований, спровоцировавших социальный стресс, и второго демографического перехода изображена на рис. 1.

Анализ социально-демографического развития России показал, что изменения, происходящие в России с 1990 г., характеризуются неустойчивостью и обратимостью процессов. Для определения верных способов управления таким развитием введено понятие *эффективного социально-демографического развития территории регионального уровня* (субъекта РФ, федерального округа), под которым понимается такое развитие социально-демографической системы, при котором в регионе обеспечива-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 08-06-00131-а).

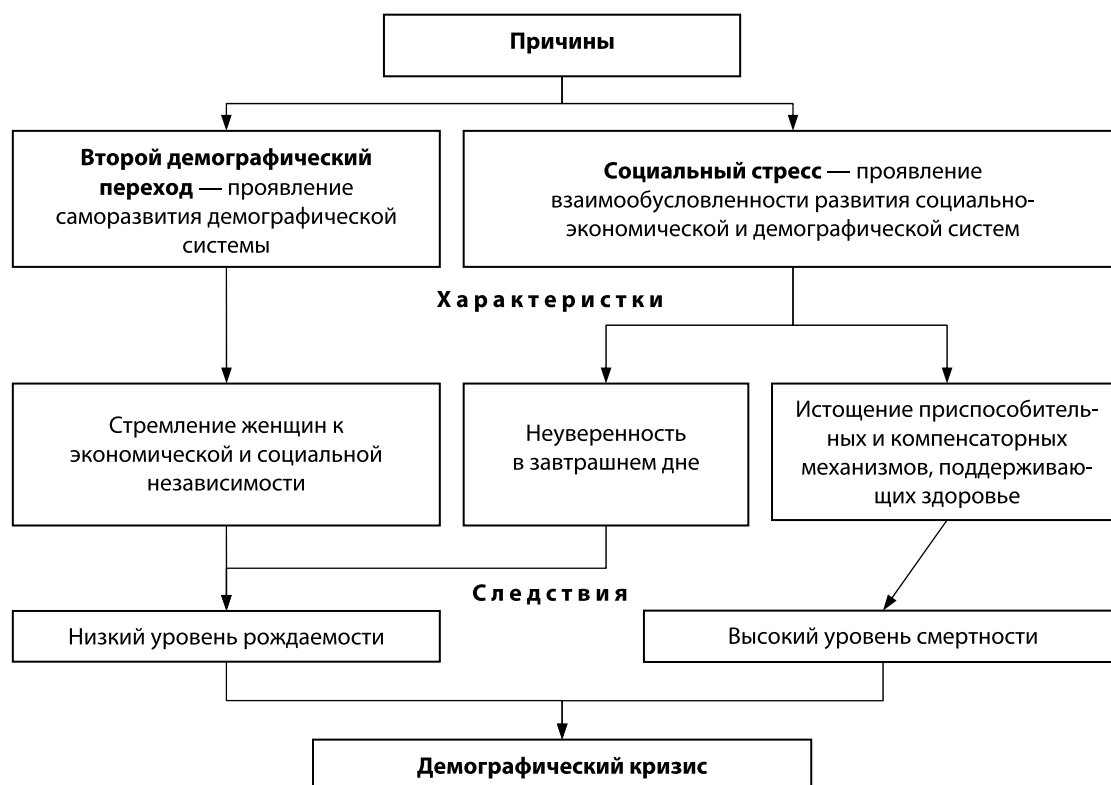


Рис. 1. Теоретическое обоснование демографической ситуации в России

ется оптимальность процессов воспроизводства населения за счет эффективного использования ограниченных социально-экономических ресурсов, что достигается эффективным управлением синергетическим взаимодействием социально-экономической и демографической систем [3, с. 221].

При этом различия, существующие в экономических, социальных, природно-климатических, географических и экологических условиях регионов России, определяют необходимость поиска оптимальных путей противодействия демографическому кризису в каждом субъекте РФ. Для принятия правильных и своевременных решений на региональном уровне необходим методический аппарат прогнозирования социально-демографического развития региона. При этом теоретическое обоснование демографической ситуации в России отражает необходимость учета при прогнозировании взаимообусловленности социально-экономических и демографических процессов и саморазвития демографической системы. Данным требованиям соответствует разработанный методический подход к моделированию социально-демографического развития региона, основанный на совместном использовании синергетического подхода и метода имитационного моделирования (см. рис. 2).

Основой подхода к прогнозированию социально-демографического развития региона является интегральный учет влияния социально-экономических факторов на основные демографические показатели. Данные факторы в зависимости от конкретных стратегических задач, стоящих перед органами управления, могут выступать в качестве критериев управления.

Другой принцип построения моделей прогнозирования социально-демографического развития региона — рассмотрение воспроизводственных и миграционных процессов как процессов с насыщением. Так, даже при существенном улучшении уровня и качества жизни населения рождаемость в России будет иметь объективные ограничения, связанные с качественными характеристиками второго демографического перехода. В свою очередь, снижение уровня смертности ограничено потенциалом биологической жизнеспособности человека. Миграционный прирост населения ограничен спросом на трудовых мигрантов, наличием рабочих мест, а миграционная убыль — численностью высоко-мобильной части населения региона.

Прогнозирование основных демографических показателей (общего коэффициента рождаемости, общего коэффициента смертности и общего коэффициента миграционного прироста) базируется на использовании осно-

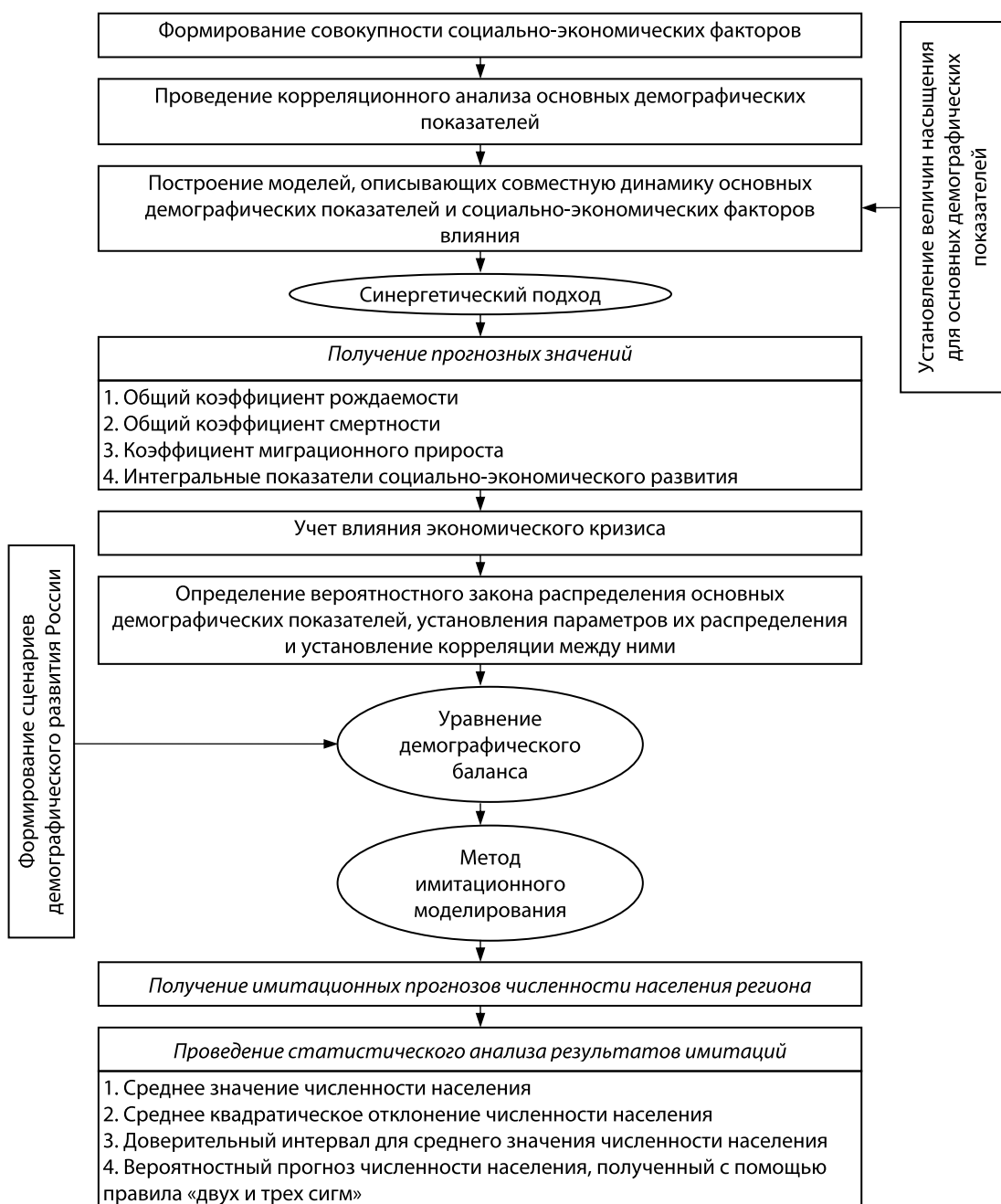


Рис. 2. Блок-схема прогнозирования социально-демографического развития региона

ванных на синергетическом подходе моделей. Применение предложенных моделей позволяет строить прогноз с учетом взаимообусловленности социально-экономических и демографических процессов и саморазвития демографической системы. Область применения данных моделей ограничена временными рамками второго демографического перехода.

При построении модели для прогнозирования общего коэффициента рождаемости в качестве факторов влияния были выбраны показатели, отражающие эффективность системы пособий, материальное благополучие и

семейную ориентацию населения. При построении модели для прогнозирования общего коэффициента смертности в качестве факторов влияния были выбраны показатели, отражающие материальное благополучие населения, состояние системы здравоохранения и рынка труда. При построении модели для прогнозирования общего коэффициента миграционного прироста в качестве факторов влияния были выбраны показатели, отражающие динамику отраслей экономики, в которых традиционно занято наибольшее число мигрантов, динамике экономики рассматриваемого региона в

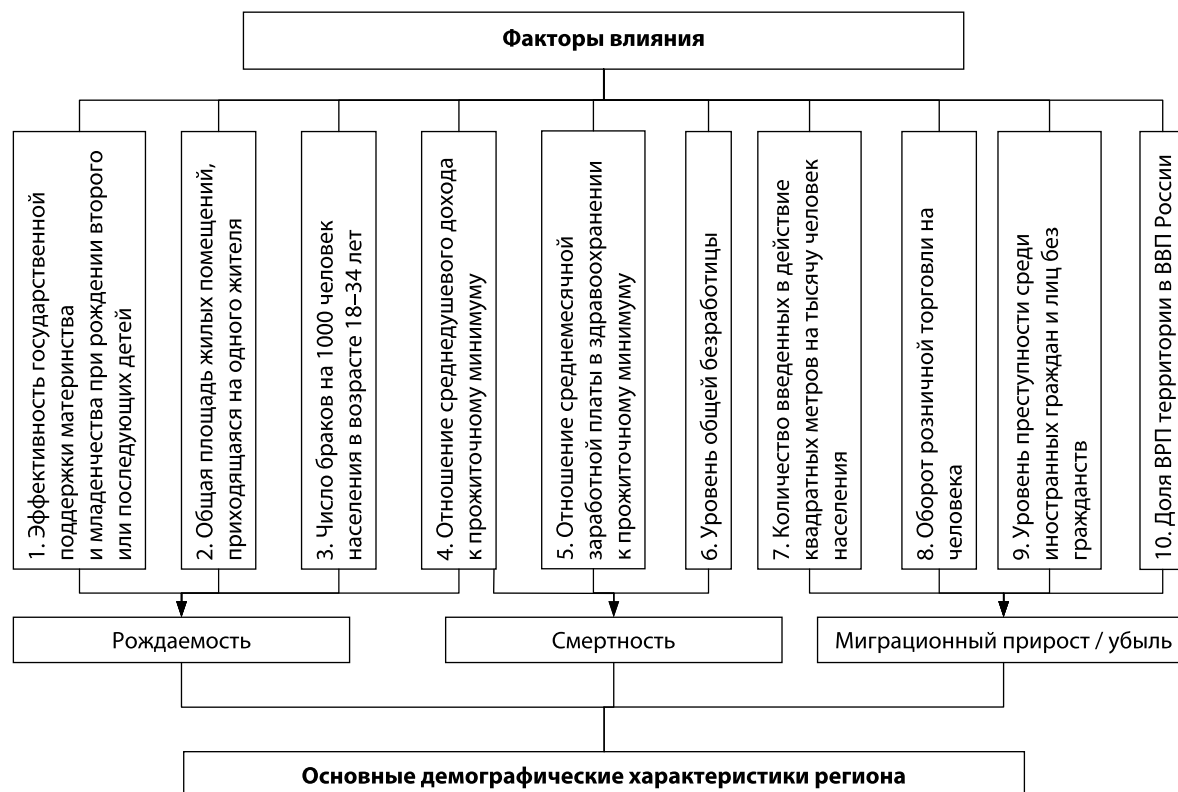


Рис. 3. Факторы влияния на основные демографические характеристики региона

сравнении с общим экономическим развитием страны, а также криминогенную ситуацию.

Для выявления характера и силы взаимосвязей между моделируемыми показателями и факторами влияния по статистическим данным для Свердловской области за 2000–2008 гг. были построены корреляционные матрицы. На основе проведенного анализа были выбраны факторы, характеризующиеся высокой положительной корреляционной зависимостью с моделируемыми показателями. Выбранные факторы с указанием направления их влияния на демографические характеристики региона схематично представлены на рисунке 3.

Модель прогнозирования общего коэффициента рождаемости представлена в виде системы двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dM(K)}{dt} = AM(K) - B(M(K))^2; \\ \frac{d\alpha'_{\text{спец.рожд.}}}{dt} = B_1 \cdot \ln(M(K)) \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\alpha'_{\text{спец.рожд.}}}{A_{\text{спец.рожд.}}}\right). \end{cases} \quad (1)$$

где $M(K)$ — интегральный фактор влияния;

A, B — параметры, определяющие динамику интегрального фактора $M(K)$;

B_1 — коэффициент, характеризующий влияние интегрального фактора на уровень рождаемости региона;

$A_{\text{спец.рожд.}}$ — величина насыщения специального коэффициента рождаемости, чел./1000 чел. ферт. возр.

Первое уравнение системы задает саморазвитие социально-экономического интегрального фактора влияния. В силу представленного уравнения показатель $M(K)$ — ограниченная функция во времени.

Второе уравнение обладает двумя основными свойствами. Во-первых, $\cos^2\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\alpha'_{\text{спец.рожд.}}}{A_{\text{спец.рожд.}}}\right)$

определяет саморазвитие демографической системы, задает изменение рождаемости с величиной насыщения $A_{\text{спец.рожд.}}$. Эта величина представляет собой системный фактор, определяющий ограниченность роста уровня рождаемости в условиях второго демографического перехода. Во-вторых, множитель $\ln(M(K))$ определяет влияние социально-экономических характеристик территории как ускорение данного изменения.

Решение системы дифференциальных уравнений проводится в программе *MathCAD* по методике Г. П. Быстрая [4, 5] с использованием разработанного им программного продукта. Решается обратная задача — по статистическим данным методом последовательных приближений подбираются такие коэффициенты, чтобы

кривые наилучшим образом описывали статистические данные в рассматриваемом интервале лет.

Результатом моделирования являются система двух дифференциальных уравнений и прогноз специального коэффициента рождаемости на перспективный период. На основании прогноза путем умножения значений специального коэффициента рождаемости на прогнозные значения доли населения фертильного возраста в общей численности населения, полученные по статистическим данным методом передвижки возрастов, определяем прогнозные значения общего коэффициента рождаемости.

Аналогичные модели были построены для прогнозирования общего коэффициента смертности и коэффициента миграционного прироста населения [6, с. 126-127].

Верификация моделей для прогнозирования основных демографических показателей проводилась в программе *MathCAD* двумя способами. Оба метода заключаются в отыскании коэффициентов уравнений кривых основных демографических показателей, при которых они наилучшим образом описывали бы статистические данные в рассматриваемом интервале лет.

Первый способ — выполнение условия минимума функционала невязки.

Второй способ — графический. В соответствии с данным методом строятся графики корреляционной зависимости основных демографических показателей от интегральных факторов в соответствии с моделями и по статистическим данным. При схожести данных графиков делаем вывод: построенные модели выдают адекватные результаты.

В соответствии с мнениями экспертов [7], самая острая фаза мирового экономического кризиса будет наблюдаться до 2011 г. В связи с этим для 2010 г. значения интегральных факторов рассчитываются на основе полученных экспертных оценок входящих в их состав социально-экономических факторов влияния. Далее в дифференциальные уравнения, описывающие динамику изменения основных демографических показателей, подставляются значения интегрального фактора.

При этом левая часть уравнения представляет собой производную в точке t_{2010} при прогнозировании на 2010 г. Так как известны значения основных демографических показателей за год, предшествующий прогнозному, и значения интегрального фактора за прогнозный и предшествующий ему год, то приращению аргумента функции соответствует годичный период.

Однако по определению производной приращение аргумента должно стремиться к нулю. Следовательно, полученные прогнозы являются приближительными, а левая часть дифференциального уравнения сведена к разности значений основного демографического показателя в прогнозном и предшествующем ему году:

$$\frac{d\alpha(t_0)}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\alpha(t)}{\Delta t} \approx \frac{\alpha(t_n) - \alpha(t_{n-1})}{t_n - t_{n-1}} = \alpha(t_n) - \alpha(t_{n-1}), \quad (2)$$

где $t_n - t_{n-1} = 1$.

Для учета снижения эффективности социально-демографического развития в условиях экономического кризиса и в послекризисный период осуществляется внесение коррективов в значения интегрального фактора по формуле:

$$M_{\text{кризис}}(K)(t) = E(t)M(k)(t), \quad (3)$$

где $E(t) \in (0, 1]$ — показатель эффективности социально-демографического развития (задается экспертно).

Модельный аппарат прогнозирования численности населения, в основу которого положен метод имитационного моделирования, позволяет проанализировать возможные траектории изменений численности населения региона при различных более или менее вероятных сценариях демографического развития. При этом параметры распределений, используемых в рассматриваемой модели, находятся на основе полученных прогнозных значений общего коэффициента рождаемости, общего коэффициента смертности и общего коэффициента миграционного прироста. В связи с тем, что данные показатели были определены с учетом социально-экономических процессов, имеющих место в регионе, при прогнозе численности населения они также учитываются.

Прогнозной моделью является уравнение демографического баланса, которое в программе *MathCAD* имеет вид:

$$CHISLN_i \leftarrow CHISL8 \prod_{j=1}^n \left(1 + \frac{r_j}{1000} - \frac{s_j}{1000} + \frac{mg_j}{10000} \right), \quad (4)$$

где $CHISL8$ — численность населения в 2008 г.;

r_j — общий коэффициент рождаемости (чел./1000 чел. насел.);

s_j — общий коэффициент смертности (чел./1000 чел. насел.);

mg_j — общий коэффициент миграционного прироста населения (чел./10000 чел. насел.)

(r_j , s_j , mg_j в рамках модели являются нормально распределенными случайными попарно слабо коррелируемыми величинами);

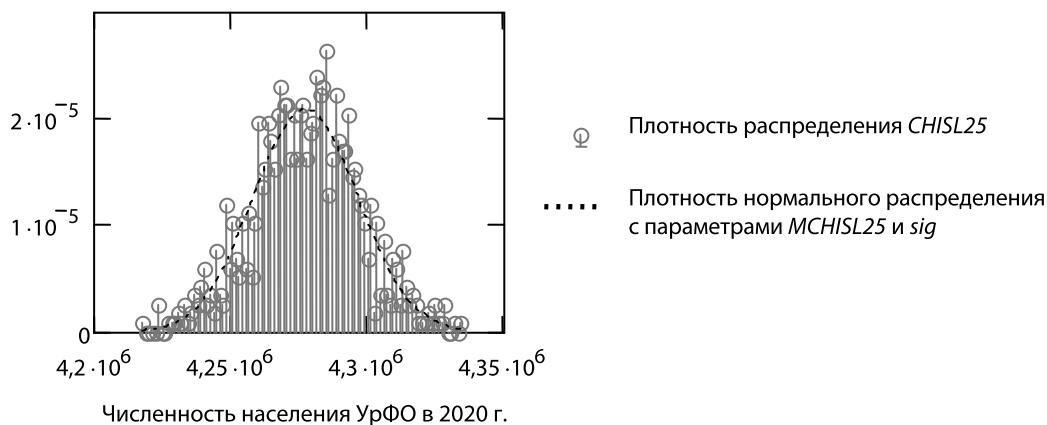


Рис. 4. Графики плотности распределения CHISL20 и плотности нормального распределения для Свердловской области для 2020 г. (поддерживающий сценарий)

i — номер итерации модели;

j — номер года прогнозирования.

Для получения достаточно надежных результатов было выполнено 1000 прогонов данной модели. Вероятностный прогноз численности населения основан на применении правила «двух и трех сигм» к результатам этих прогонов. Для проверки необходимого для его применения условия, что CHISLN распределено нормально, в программе MathCAD строятся графики плотности распределения CHISLN и плотности нормального распределения с параметрами MCHISLN (среднее значение численности населения в году N) и sig (среднее квадратическое отклонение численности населения в году N).

На рисунке 4 представлен пример таких графиков для Свердловской области при реализации поддерживающего сценария прогноза для 2020 г.

При схожести данных графиков делаем вывод, что для получения вероятностных прогнозов численности населения в году N может быть применено правило «двух и трех сигм». Следовательно, с вероятностью 0,9544 численность населения в году N составит от $MCHISLN - 2 \cdot sig$ до $MCHISLN + 2 \cdot sig$. С вероятностью 0,9973 — от $MCHISLN - 3 \cdot sig$ до $MCHISLN + 3 \cdot sig$.

Представленный методический аппарат прогнозирования социально-демографического развития региона был апробирован на примере субъектов РФ, входящих в состав Уральского федерального округа. Для получения прогнозных значений основных демографических показателей были заданы сценарии демографического развития России на период до 2025 г.:

1. **Инерционный сценарий** предполагает, что сохранение или ухудшение сложившейся экономической ситуации в стране, скорее всего,

сделает маловероятным улучшение процессов воспроизводства населения.

2. **Поддерживающий сценарий** предполагает принятие незначительных, неспособных переломить негативные тенденции процессов воспроизводства населения мероприятий по нейтрализации отрицательных тенденций социально-демографического развития субъектов РФ.

3. **Эффективный сценарий** предполагает принятие эффективных мероприятий по нейтрализации отрицательных тенденций социально-демографического развития субъектов РФ, в результате которых в перспективе установятся показатели воспроизводства населения, соответствующие целевым ориентирам «Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» [1].

Прогноз процессов воспроизводства населения по разработанным сценариям с указанием пороговых уровней и эффективности их развития представлен в таблице 1.

В соответствии с разработанными сценариями в перспективный период эффективность рождаемости будет выше, чем смертности. Данные сценарии основаны на предположении, что меры Правительства РФ по регулированию демографической ситуации направлены, главным образом, на стимулирование рождаемости, например, посредством такого инструмента, как материнский капитал. Данные меры в совокупности со страхом потери рабочего места нивелируют неопределенность перспективы для рождения детей в кризисных условиях.

Полученные прогнозные значения основных демографических показателей по эффективному сценарию (см. табл. 2) предлагается использовать как целевые значения социально-демографического развития УрФО на период до 2025 г.

Таблица 1

Прогноз процессов воспроизводства населения по сценариям демографического развития России на период до 2025 г.

Показатель	Сценарий		
	Инерционный	Поддерживающий	Эффективный
Рождаемость			
Эффективность процессов в 2010 г., %	60	100	100
то же в 2011–2025 гг., %	60	100	100
Перспективный уровень	низкий	низкий	высокий
Смертность			
Эффективность процессов в 2010 г.	50	80	80
то же в 2011–2025 гг.	50	100	100
Перспективный уровень	высокий	высокий	низкий

Таблица 2

Целевые значения демографического развития Уральского федерального округа на период до 2025 г.

Показатель	2015 г.	2020 г.	2025 г.
Общий коэффициент рождаемости, чел./1000 человек населения	13,5	13,5	13,4
Общий коэффициент смертности, чел./1000 человек населения	11,8	10,6	9,6
Коэффициент миграционного прироста населения, чел./10000 человек населения	7,4	5,8	4,0

Полученные вероятностные прогнозы численности населения субъектов УрФО на период до 2025 г. призваны оценить возможные пути социально-демографического развития Уральского федерального округа. Полученные прогнозы были сопоставлены с расчетами Росстата предположительной численности населения РФ до 2030 г. [8]. Близость результатов, полученных разными методами, подтверждает адекватность разработанного модельного аппарата.

При прогнозировании численности населения в целом по Уральскому федеральному округу (рис. 5) была учтена динамика процессов воспроизводства населения и миграционных процессов в субъектах, входящих в его состав. В соответствии с полученным прогнозом, с наибольшей вероятностью численность населения УрФО по инерционному сценарию будет снижаться в течение всего периода прогнозирования. По поддерживающему сценарию перелом тенденции падения численности населения произойдет к 2015 г. По эффективному сценарию положительная динамика будет иметь место в течение всего прогнозного периода.

В результате с вероятностью 99,73% численность населения УрФО в 2025 г. составит от 12080 до 12180 тысяч человек согласно инерционному сценарию, от 12460 до 12650 — по поддерживающему сценарию и от 12620 до 13010 тысяч человек — при реализации эффективного сценария.

Необходимо также отметить, что различная динамика численности населения субъектов

УрФО приведет к изменению распределения населения по территории округа (рис. 6), которое незначительно варьируется по сценариям. По всем сценариям прогнозируется увеличение доли населения Тюменской области при снижении долей остальных субъектов УрФО. Численность населения Тюменской области в 2025 г. превысит численность Челябинской области и приблизится к численности Свердловской области.

Анализ полученных прогнозов позволяет выявить особенности динамики численности населения в зависимости от уровня промышленного и финансового потенциала региона. Все субъекты УрФО можно разделить на 3 группы:

1. Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО, входящие в состав Тюменской области, — нефте- и газодобывающие регионы.
2. Свердловская и Челябинская области — промышленные регионы.
3. Курганская область — агропромышленный регион.

Данные группы расположены в порядке снижения уровня промышленного и финансового потенциала региона. При этом прогнозируемая динамика численности населения также будет ухудшаться в каждой следующей группе. Следовательно, уровень промышленного и финансового потенциала региона является одной из характеристик, определяющих демографические процессы.

Научная обоснованность предложенного теоретико-методического подхода к прогнозированию социально-демографического разви-

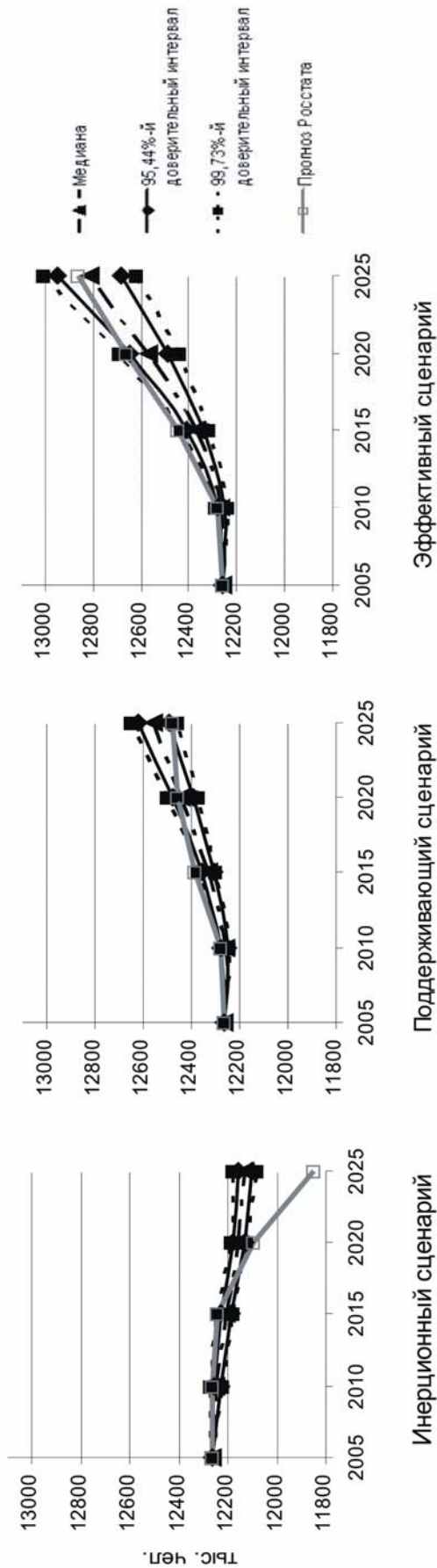


Рис. 5. Вероятностный прогноз численности населения Уральского федерального округа до 2025 г.

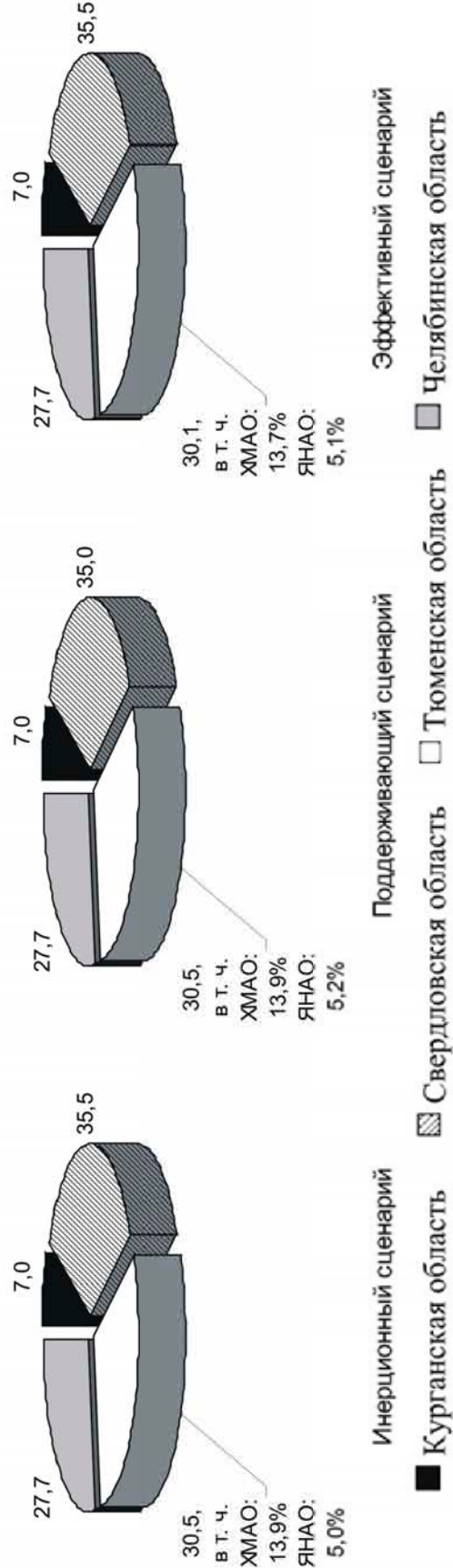


Рис. 6. Распределение населения по территории Уральского федерального округа в 2025 г., %

тия региона позволяет использовать полученные на его основе результаты в качестве основы для разработки стратегий и мероприятий по повышению эффективности социально-демографического развития субъектов УрФО в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Послание Федеральному Собранию Российской Федерации от 10.05.2006 // Президент России. [Сайт]. URL: http://kremlin.ru/appears/2006/05/10/1357_type63372type63374type82634_105546.shtml (дата обращения: 20.05.2009).
2. Об утверждении концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года : Указ Президента РФ от 09.10.2007 № 1351. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Черепанова А. В. Оценка демографической политики в рамках механизма обеспечения эффективного развития региона // Экономика региона. 2009. №4 (20). с. 219-223.
4. Белоцерковский О. М., Быстрай Г. П., Цибульский В. Р. Экономическая синергетика. Вопросы устойчивости. Новосибирск : Наука, 2006. 116 с.
5. Проблемы исследования наркотизации регионов России : препринт / Куклин А. А., Быстрай Г. П., Ойхер Д. Я. и др. Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2005. 53 с.
6. Куклин А. А., Черепанова А. В., Некрасова Е. В. Социально-демографическая безопасность регионов России. Проблемы диагностики и прогнозирования // Народонаселение. 2009. №2 (44). с. 121-133.
7. Мереминская Е. Пик глубины. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gazeta.ru/financial/2009/03/11/2956099.shtml> (дата обращения: 25.03.2009).
8. Предположительная численность населения Российской Федерации до 2030 года : стат. бюл. М.: Росстат, 2009. 237 с.
9. Загрязнения окружающей среды и заболеваемость населения Севера России / Черешнев В. А., Юдахин Ф. Н., Гамбурцев А. Г., Жалковский Е. А. // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2008. № 2. с. 99-108.