



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 45 за 2008 г.



**Антипов В.И., Грачева И.И.,  
Отоцкий П.Л.**

**Исторический прогноз  
численности населения  
России**

**Рекомендуемая форма библиографической ссылки:** Антипов В.И., Грачева И.И., Отоцкий П.Л. Исторический прогноз численности населения России // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2008. № 45. 23 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2008-45>



**Ордена Ленина  
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ  
имени М.В. Келдыша  
Российской академии наук**

**В.И. Антипов, И.И. Грачева  
П.Л. Отоцкий**

**ИСТОРИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ  
ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ  
РОССИИ**

**Препринт №**

**Москва**

Ордена Ленина ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ  
им. М.В. Келдыша  
Российской академии наук

**В.И. Антипов, И.И. Грачева, П.Л. Отоцкий**

**ИСТОРИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ  
РОССИИ**

Москва  
2008

**В.И. Антипов, И.И. Грачева, П.Л. Отоцкий Исторический прогноз численности населения России**

**АННОТАЦИЯ**

В работе рассматриваются три различных подхода к составлению прогноза численности населения России на интервале 2005-2105 гг. В первом подходе прогноз строится по обобщенным демографическим коэффициентам и показывается, что компенсация депопуляции возможна только за счёт миграционного прироста. Во втором подходе (на основе когортного анализа) учитывается возрастная неоднородность населения России и показывается, что при наблюдаемых тенденциях миграции депопуляция неизбежна. В третьем подходе учитывается дифференциация национальных групп населения по коэффициентам рождаемости и показывается, что исторической депопуляции не будет за счёт бурного роста групп национальностей, обладающих большой рождаемостью.

Произведено сравнение с аналогичными долгосрочными прогнозами численности населения России: А) Росстата, 2005-2025 гг. Б) Института демографии ГУ ВШЭ, 2000-2050 гг. В) ООН, 2000-2100 гг.

Обсуждаются требования к официальной демографической отчетности.

**V.I. Antipov, I.I. Gracheva, P.L. Ototsky Long-term Russian demography forecast**

**ABSTRACT**

Three methods considered for forecasting the population dynamics of Russia in the range 2005-2105. First method is based on the general demographic indicators. Illustrated that compensation of the depopulation is possible only by external migration. Second method is based on cohort analysis (age-groups population differentiation considered). It is shown that current migration inflow is badly insufficient. Third method replace whole population with two groups with different demography indicators. Conclusion is break of depopulation due to rapid growth of groups with high birth-rate.

The forecast compared with similar long-term forecasts of population dynamics of Russia: A) Federal State Statistics Service of Russia, 2005-2025 B) Institute of Demography HSE, 2000-2050 C) United Nations, 2000-2100

Discussed the requirements to official statistical information.

## ВВЕДЕНИЕ

Демографические процессы подстать геологическим, они трудно управляемы и неотвратимы. Характерное время наблюдения тенденций демографических процессов заключено в диапазоне 50 – 100 лет. Проблема долгосрочного (до 100 лет) прогноза численности населения России и его национальной структуры в настоящее время не имеет общепризнанного решения. Возможны различные подходы с различной степенью достоверности аргументации. Данная работа не претендует на окончательные числовые оценки (это право официальных организаций: Института демографии и Росстата РФ), а только использует их для обсуждения предлагаемых методов. Мы рассмотрим несколько информационно обеспеченных подходов. В первом подходе все население России рассматривается как однородная среда, обладающая некоторыми обобщёнными коэффициентами рождаемости, смертности и миграции, которые и определяют динамику её численности. Во втором подходе используются уравнения когортной динамики, коэффициенты которых идентифицируются по официальной отчётности. В третьем подходе население делится на две группы, которые отличаются стереотипами воспроизводства, т.е. коэффициентами рождаемости в соотношении 1 к 3. Коэффициенты смертности и миграции у них одинаковые. Прогноз численности населения России в третьем подходе получается как сумма прогнозов двух автономных групп населения, которые не «перемешиваются» друг с другом.

## ПЕРВЫЙ ПОДХОД

Стандартная запись динамики численности населения.

$$N_t = N_{t-1} + R_t - U_t + SM_t + X_t, \quad (1)$$

где:

- $N_t$  - отчётная численность населения в текущем году;
- $N_{t-1}$  - отчётная численность населения в предыдущем году;
- $R_t$  - отчётное количество родившихся в текущем году;
- $U_t$  - отчётное количество умерших в текущем году;
- $SM_t$  - отчётное сальдо миграции;
- $X_t$  - ошибки наблюдения и прочие факторы.

Выберем следующую модель балансового соотношения (1).

$$\hat{N}_t = \hat{N}_{t-1} * (1 + \hat{r}_t - \hat{u}_t + \hat{smt}) + C, \quad (2)$$

где:

- $r_t = \hat{R}_t / \hat{N}_{t-1}$  - коэффициент рождаемости;
- $u_t = \hat{U}_t / \hat{N}_{t-1}$  - коэффициент смертности;
- $smt = \hat{SM}_t / \hat{N}_{t-1}$  - коэффициент сальдо миграции;
- $C$  - параметр идентификации модели;
- $O_t = N_t - \hat{N}_t$  - ошибка модели.

Значения перечисленных показателей, соответствующих отчётности Росстата [1] приведены в таблице 1.

Таблица 1.

ВЕРСИЯ 15.01.2008	^N		N		IM		EM		SM		sm		R		r		U		u		X		O	
	млн.чел.	б/р	б/р	млн.чел.	б/р	млн.чел.	б/р	млн.чел.	б/р	млн.чел.	б/р	млн.чел.	б/р	млн.чел.	б/р									
1990	147,7	147,7	0,913	0,729	0,184				1,988				1,656				0,000							
1991	148,3	148,0	0,692	0,675	0,017			0,0001	1,794	0,0121		1,691	0,0115	0,518	0,3183									
1992	148,6	148,1	0,926	0,673	0,176			0,0012	1,587	0,0107		1,807	0,0122	0,344	0,4622									
1993	148,6	148,0	0,923	0,483	0,440			0,0030	1,379	0,0093		2,129	0,0144	0,310	0,5719									
1994	148,0	148,1	1,147	0,337	0,810			0,0055	1,408	0,0095		2,301	0,0155	-0,520	-0,1477									
1995	148,3	148,0	0,842	0,340	0,502			0,0034	1,364	0,0092		2,204	0,0149	0,641	0,2928									
1996	148,3	147,8	0,632	0,288	0,344			0,0023	1,305	0,0088		2,082	0,0141	0,434	0,5269									
1997	146,7	147,6	0,598	0,233	0,365			0,0025	1,260	0,0085		2,016	0,0136	-1,209	-0,8819									
1998	146,3	147,4	0,514	0,213	0,300			0,0020	1,283	0,0087		1,989	0,0135	0,005	-1,0766									
1999	146,9	146,8	0,367	0,238	0,129			0,0009	1,215	0,0082		2,144	0,0145	1,400	0,1238									
2000	146,3	146,2	0,359	0,146	0,214			0,0015	1,267	0,0086		2,225	0,0152	0,145	0,0687									
2001	146,3	145,6	0,193	0,121	0,072			0,0005	1,312	0,0090		2,255	0,0154	0,871	0,7397									
2002	145,2	144,9	0,185	0,107	0,078			0,0005	1,397	0,0096		2,332	0,0160	-0,243	0,2970									
2003	145,0	144,2	0,129	0,094	0,035			0,0002	1,477	0,0102		2,366	0,0163	0,653	0,7504									
2004	144,2	143,7	0,119	0,080	0,039			0,0003	1,502	0,0104		2,295	0,0159	-0,046	0,5041									
2005	143,5	143,3	0,177	0,070	0,107			0,0007	1,574	0,0110		2,304	0,0160	-0,077	0,2266									
2006	142,8	142,9	0,186	0,054	0,132			0,0009	1,476	0,0103		2,166	0,0151	-0,142	-0,1157									
2007	142,2	142,6						0,0006		0,0108			0,0148	0,0000	-0,4298									

Графики наблюдаемых значений и прогнозы коэффициентов рождаемости, смертности и сальдо миграции приведены на рис.1.

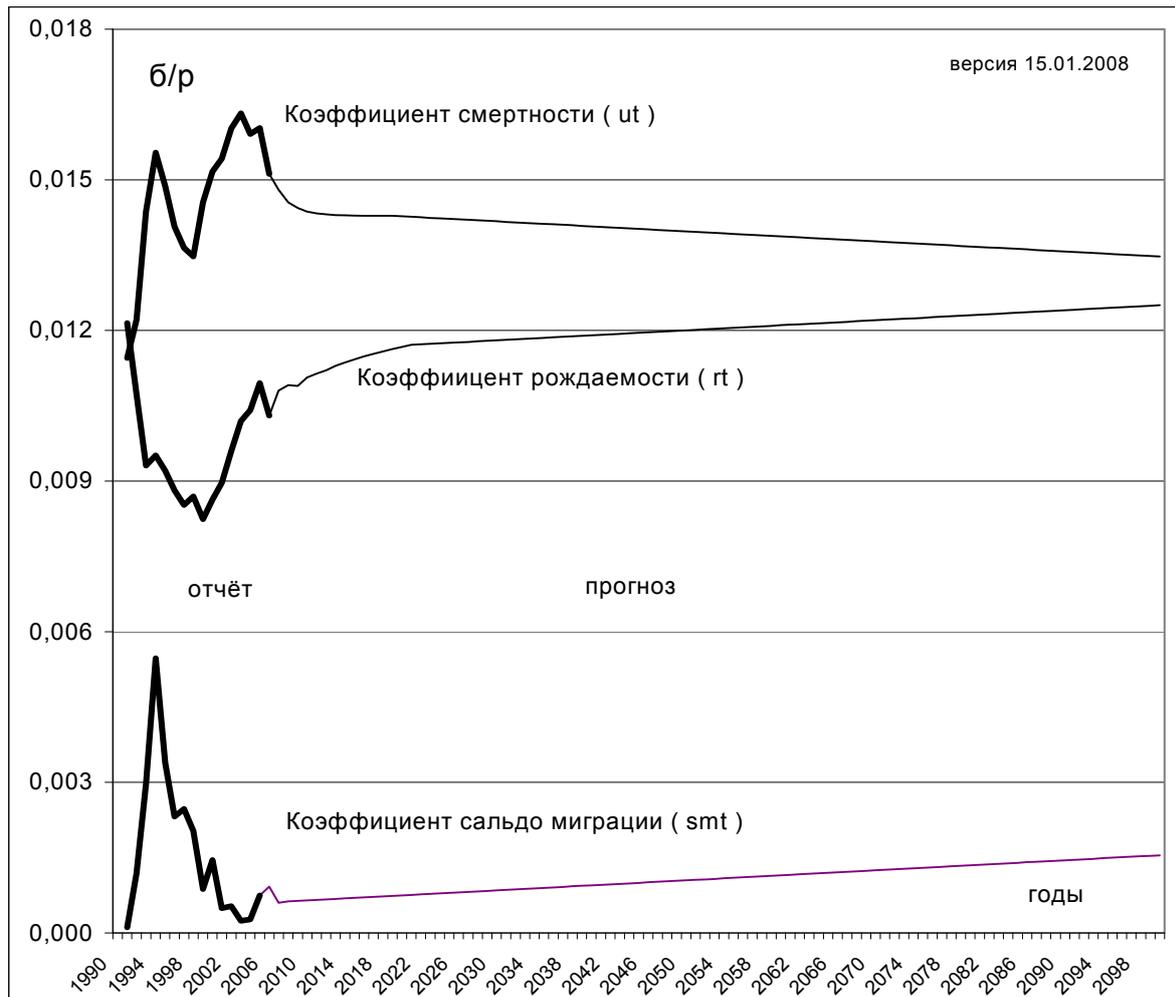


Рис.1

К сожалению, природа ошибок наблюдения и прочих факторов нам неизвестна, поэтому идентификация параметра модели на интервале 1991-2006гг. производилась экспертно по подобию «ошибок модели» «ошибкам наблюдения и прочим факторам». Было выбрано значение  $C = 0,2$ . Графики «ошибок наблюдения прочих факторов» и «ошибок модели» для  $C = 0,2$  приведены на рис.2 .

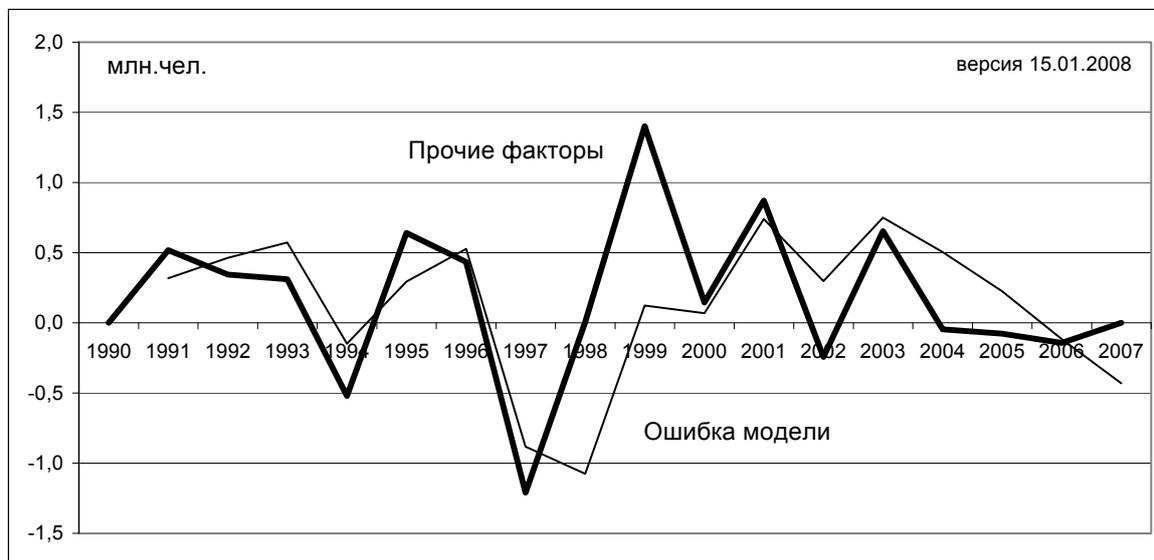


Рис.2

Обратим внимание на следующее обстоятельство: если бы не было «ошибок наблюдения и прочих факторов», параметр идентификации модели  $C$  равнялся бы нулю. И в этом случае траектория прогноза, естественно, была бы иная. Гарантируя себя от неопределённых факторов, мы построили ещё одну траекторию для  $C = 0$ . График наблюдаемых значений и прогноз численности населения в соответствии со сделанными гипотезами (которые соответствуют сравнительно спокойной и мирной жизни страны) приведен на рис.3.



Рис.3

Истинное значение численности населения заключено между этими двумя кривыми, правда, при одном условии: если коэффициенты рождаемости и смертности истинные. Глядя на них можно сделать достаточно «оптимистический» вывод: мы не выйдем. В конце века после достижения минимума в 131,1 млн. человек, численность населения России начнёт медленно восстанавливаться за счёт иммиграции.

### Второй подход

Представим все население страны как сумму годовых когорт мужчин и женщин, численность которых косвенным образом (при помощи процедуры сплайн-интерполяции) определяется по официальной статистической отчетности о пятилетних когортах населения. Аналогично определяются коэффициенты когортной рождаемости, смертности и миграции.

Для удобства расчетов численности когорт за номер когорты принимается год рождения людей, входящих в когорту. Число мужчин в когорте ( $t > i$ ):

$$Nm_t^i = Nm_{t-1}^i - kUm_{t-i} \cdot Nm_{t-1}^i + M_{t-i} \cdot kMmw,$$

где:  $Nmi$  – число мужчин в когорте  $i$ ,  
 $i$  – номер когорты (соответствует году рождения людей в когорте),  
 $t$  – расчетный год,  
 $t-i$  – возраст людей в когорте  $i$ ,  
 $kUm$  – возрастной коэффициент смертности  
 $M$  – возрастной объем миграционного прироста  
 $kMmw$  – доля мужчин в миграционном приросте

Аналогичные уравнения описывают динамику женских когорт.

Число новорожденных мальчиков ( $t=i$ ) определяется следующим образом:

$$Nm_t^i = kRmw \cdot \sum_{j=0}^{60} kR_j \cdot Nw_{t-1}^{t-j} + M_0 \cdot kMmw,$$

где:  $Nmi$  – число новорожденных мужчин  
 $i$  – номер когорты (соответствует году рождения людей в когорте),  
 для новорожденных  $i = t$ ,  
 $kRmw$  – доля мальчиков в новорожденных детях,

Введём обозначения

$Nw$  – численность женщин по годовым когортам

$kR^*$  – возрастной коэффициент рождаемости по когортам матерей

Рассчитаем распределение коэффициента рождаемости по когортам матерей на основании интерполяции интеграла числа новорожденных по возрастным группам. Число новорожденных в возрастной группе:

$$R^*_i = kR^* \cdot \sum_{k=1_i}^{n_i} Nw_k$$

где  $R^*$  - число новорожденных в возрастной группе матерей,  
 $i$  – индекс возрастной группы (наибольший возраст в группе),  
 $kR^*$  – коэффициент рождаемости по возрастной группе матерей,  
 $Nw_k$  – число женщин возраста  $k$ ,  
 $1_i$  – наименьший возраст в возрастной группе,  
 $n_i$  – наибольший возраст в возрастной группе.

Интеграл числа новорожденных по когортам:

$$R_i = \sum_{g=0}^i R^*_g$$

С помощью кубических сплайнов осуществляется интерполяция интеграла числа новорожденных по всем возрастам матерей от 0 до 85. В результате точки интеграла числа новорожденных по возрастным группам матерей, полученные по официальной статистической информации, соединяются кусочно-полиномиальной интерполяцией – функцией второго порядка гладкости

Таблица исходных значений

Возраст матери лет	Интеграл новорожденных чел.
14	0
19	149517
24	693099
29	1128433
34	1368087
39	1453553
44	1469674
49	1470950

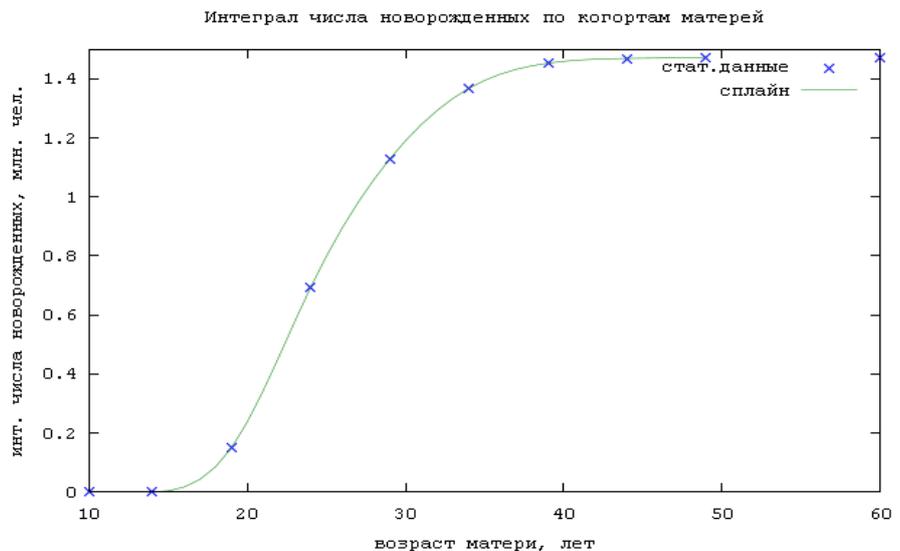


Рис. 4. Интеграл числа новорожденных по когортам матерей

На Рис. 4 помимо сплайн-интерполяции интеграла числа новорожденных по когортам матерей отображены значения полученные по официальной статистической информации. Проверка заключается в том, что общая численность родившихся и численность населения России сопоставляется с суммой родившихся по когортам и общей численностью когорт. Расхождение с расчетным значением составляет 0.2%.

На основании интеграла числа новорожденных по когортам матерей рассчитывается распределение числа новорожденных по возрасту матерей (гладкая функция):

$$r_i = R_i - R_{i-1}$$

Коэффициент рождаемости по годовым когортам матерей:

$$kR_i = \frac{r_i}{Nw_i}$$

Возраст матери лет	Коэффициент рождаемости б/р	Возраст матери лет	Коэффициент рождаемости б/р
14	0,000	32	0,046
15	0,004	33	0,041
16	0,013	34	0,032
17	0,024	35	0,027
18	0,037	36	0,021
19	0,051	37	0,017
20	0,069	38	0,013
21	0,086	39	0,009
22	0,092	40	0,006
23	0,093	41	0,004
24	0,095	42	0,003
25	0,093	43	0,001
26	0,083	44	0,001
27	0,079	45	0,001
28	0,071	46	0,000
29	0,064	47	0,000
30	0,057	48	0,000
31	0,051	49	0,000



Рис. 5. Коэффициент рождаемости по когортам матерей

### Коэффициент смертности

Введём обозначения

$kUm^*$  – Возрастной коэффициент смертности мужчин для России,

$kUw^*$  – Возрастной коэффициент смертности женщин для России,

Распределение коэффициента смертности по возрастным когортам мужчин и женщин рассчитывается путём интерполяции интеграла числа умерших по возрастным группам. Таким образом

$$Um^*_i = kUm^* \cdot \sum_{k=1_i}^{n_i} Nm_k$$

где  $Um^*$  - число умерших мужчин в возрастной группе,

$i$  – индекс возрастной группы (наибольший возраст в группе),

$kUm^*$  – коэффициент мужской смертности по возрастной группе,

$Nmk$  – число мужчин возраста  $k$ ,

$1_i$  – наименьший возраст в возрастной группе,

$n_i$  – наибольший возраст в возрастной группе.

Сумма числа умерших мужчин по когортам:

$$Um_i = \sum_{g=0}^i Um^*_g$$

Аналогично рассчитывается число умерших женщин в возрастной группе –  $Uw^*_i$ .

и интеграл числа умерших женщин по когортам –  $Uw_i$ . С помощью кубических сплайнов осуществляется интерполяция интегралов числа умерших мужчин и женщин по всем возрастам от 0 до 85. В результате точки интегралов числа умерших мужчин и женщин по возрастным группам, полученные по официальной статистической информации, соединяются кусочно-полиномиальной интерполяцией – функциями второго порядка гладкости.

Таблица исходных значений

Возраст лет	Интеграл умерших	
	муж. чел.	жен. чел.
0	9421	6709
4	11784	8670
9	13415	9604
14	17056	10721
19	26097	14527
24	50450	20789
29	86697	29731
34	129131	41318
39	177106	55242
44	248520	76737
49	358873	112457
54	490709	160277
59	625731	219987
64	708791	262299
69	871455	373959
74	1004455	499228
79	1146631	699971
84	1217439	892694
100	1260085	1077390

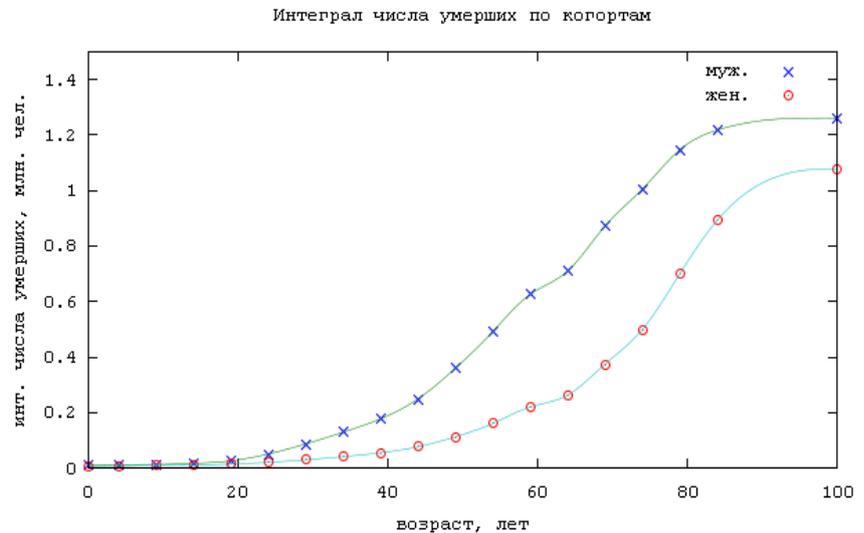


Рис 6. Интеграл числа умерших по когортам. Россия, 2005.

На основании интеграла умерших мужчин по возрасту рассчитывается распределение числа умерших мужчин по возрасту (гладкая функция):

$$um_i = Um_i - Um_{i-1}$$

Аналогично рассчитывается распределение числа умерших женщин по возрасту –  $uw_i$ .

Таблица 2. Число умерших по когортам

Возраст лет	Муж. тыс.чел.	Жен. тыс.чел.												
0	9,4	6,7												
1	0,8	0,6	21	4,3	1,2	41	12,7	3,8	61	14,4	6,4	81	16,7	41,0
2	0,6	0,5	22	4,9	1,2	42	14,1	4,2	62	14,1	6,9	82	13,4	39,1
3	0,5	0,4	23	5,5	1,3	43	15,6	4,7	63	16,3	9,0	83	10,9	36,6
4	0,4	0,3	24	6,0	1,5	44	17,4	5,4	64	21,0	12,6	84	9,1	33,6
5	0,3	0,3	25	6,5	1,6	45	19,3	6,1	65	27,4	17,4	85	8,0	30,1
6	0,3	0,2	26	6,9	1,7	46	21,0	6,7	66	32,2	21,3	86	7,0	26,8
7	0,3	0,2	27	7,3	1,8	47	22,4	7,2	67	34,8	23,8	87	6,1	23,6
8	0,3	0,1	28	7,6	1,9	48	23,4	7,7	68	35,1	24,8	88	5,2	20,6
9	0,4	0,1	29	7,9	2,0	49	24,2	8,0	69	33,1	24,4	89	4,4	17,8
10	0,5	0,1	30	8,2	2,1	50	24,7	8,2	70	29,5	23,1	90	3,6	15,2
11	0,6	0,1	31	8,4	2,2	51	25,4	8,7	71	26,6	22,7	91	2,9	12,8
12	0,7	0,2	32	8,5	2,3	52	26,2	9,3	72	25,2	23,7	92	2,3	10,6
13	0,8	0,3	33	8,7	2,4	53	27,2	10,2	73	25,2	26,1	93	1,7	8,5
14	0,9	0,4	34	8,7	2,5	54	28,4	11,3	74	26,5	29,9	94	1,2	6,7
15	1,1	0,5	35	8,8	2,5	55	29,5	12,5	75	28,9	34,6	95	0,8	5,0
16	1,3	0,7	36	9,0	2,6	56	29,6	13,0	76	30,1	38,6	96	0,4	3,6
17	1,7	0,8	37	9,4	2,7	57	28,3	12,7	77	29,9	41,4	97	0,1	2,3
18	2,2	0,9	38	10,0	2,9	58	25,7	11,7	78	28,2	42,9	98	0,1	1,2
19	2,8	1,0	39	10,7	3,1	59	21,8	9,8	79	25,0	43,2	99	0,1	0,3
20	3,6	1,1	40	11,6	3,4	60	17,2	7,5	80	20,7	42,5	100	0,1	0,1

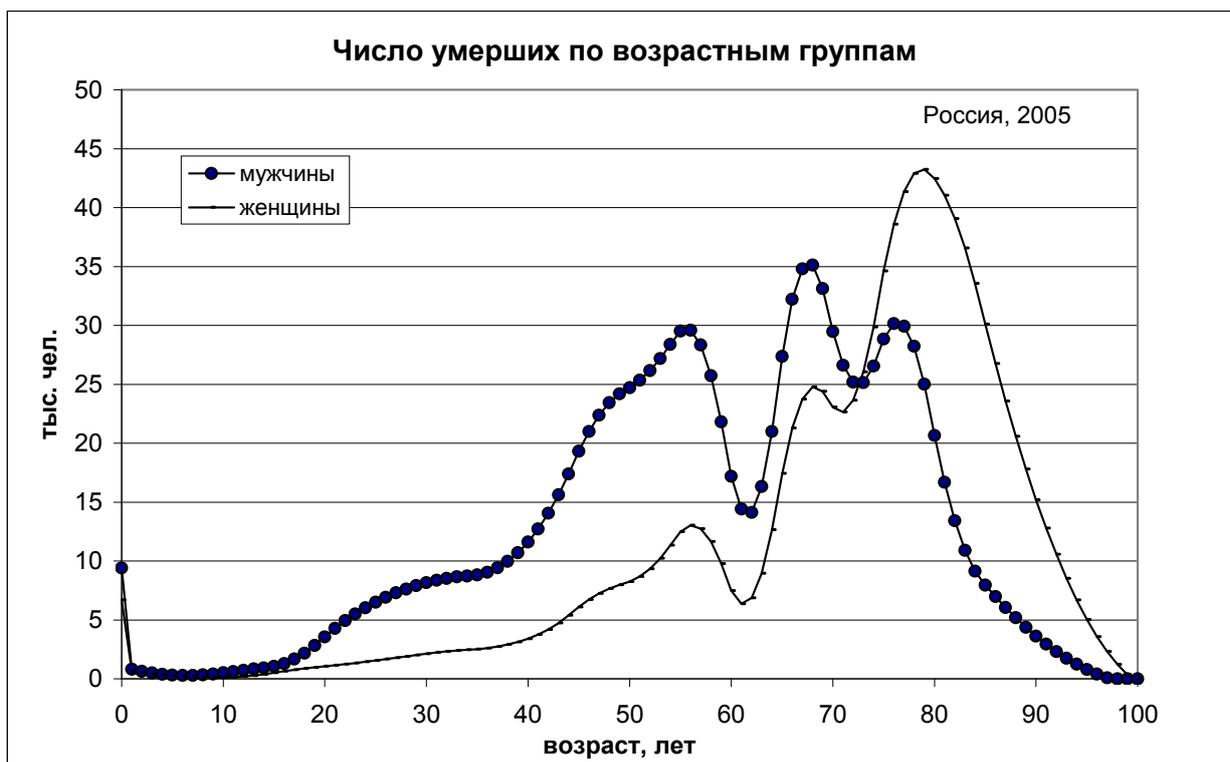


Рис. 7. Число умерших по когортам

Коэффициенты мужской и женской смертности по годовым когортам определяются стандартно:

$$kUm_i = \frac{Um_i}{Nm_i}, \quad kUw_i = \frac{Uw_i}{Nw_i}$$

Результаты расчётов приведены на рис. 8

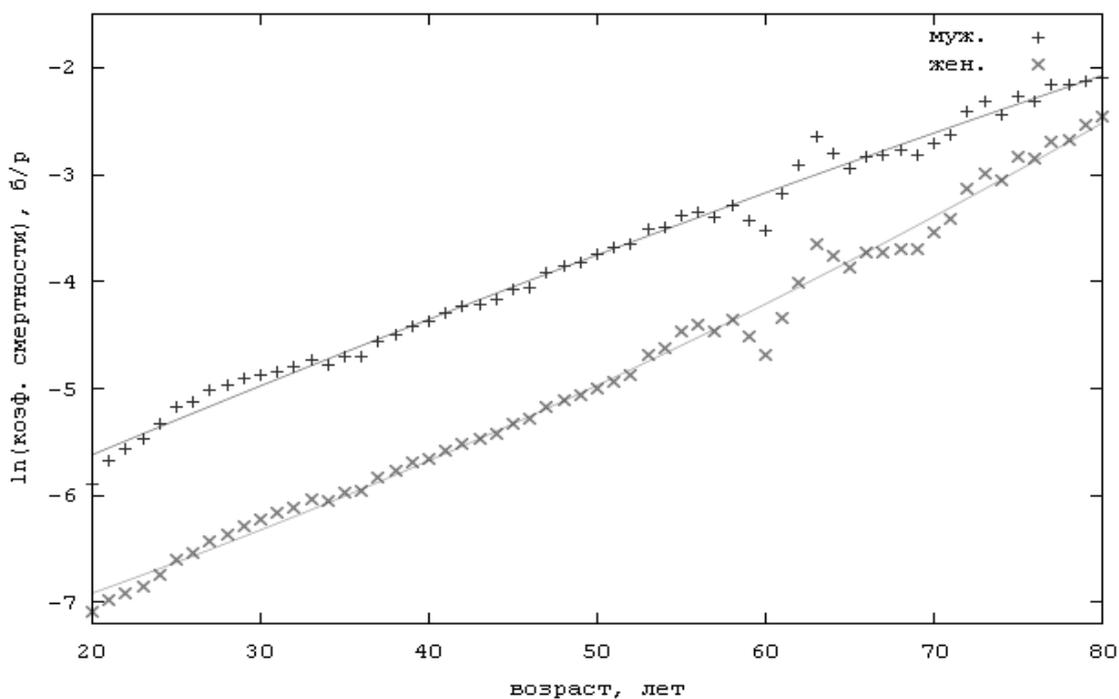


Рис. 8. Линейная аппроксимация возрастных коэффициентов смертности в логарифмическом масштабе.

Из-за снижения численности населения, в возрастных группах больше 60 лет наблюдается статистический разброс значений коэффициента смертности. Для получения гладких распределений коэффициентов смертности применялось сглаживание коэффициентов с помощью экспоненциальной аппроксимации (закон Гомперца-Мейкема) с 20 по 80 возрастные группы. Коэффициенты смертности в возрастных группах с 80 по 100 гладко выводились на «плато» среднего значения коэффициента смертности в данных возрастных группах. Для возрастных групп с 0 по 19 использовались исходные рассчитанные значения коэффициентов смертности, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3. Коэффициенты мужской и женской смертности по когортам

Возраст лет	Муж. б/р	Жен. б/р	Возраст лет	Муж. б/р	Жен. б/р	Возраст лет	Муж. б/р	Жен. б/р	Возраст лет	Муж. б/р	Жен. б/р	Возраст лет	Муж. б/р	Жен. б/р
0	0,0125	0,0094												
1	0,0006	0,0007	21	0,0039	0,0011	41	0,0137	0,0037	61	0,0444	0,0161	81	0,136429	0,097819
2	0,0006	0,0007	22	0,0041	0,0011	42	0,0145	0,0039	62	0,0470	0,0174	82	0,140989	0,107181
3	0,0006	0,0007	23	0,0044	0,0012	43	0,0154	0,0042	63	0,0497	0,0189	83	0,155475	0,125115
4	0,0006	0,0007	24	0,0047	0,0012	44	0,0164	0,0045	64	0,0526	0,0205	84	0,176416	0,150424
5	0,0010	0,0015	25	0,0050	0,0013	45	0,0174	0,0048	65	0,0556	0,0222	85	0,199958	0,182815
6	0,0012	0,0020	26	0,0053	0,0014	46	0,0185	0,0052	66	0,0588	0,0241	86	0,209387	0,201016
7	0,0015	0,0023	27	0,0057	0,0015	47	0,0196	0,0056	67	0,0622	0,0262	87	0,245604	0,2285
8	0,0016	0,0024	28	0,0061	0,0016	48	0,0209	0,0060	68	0,0657	0,0284	88	0,257389	0,243097
9	0,0017	0,0024	29	0,0065	0,0017	49	0,0221	0,0064	69	0,0695	0,0309	89	0,269173	0,257693
10	0,0018	0,0023	30	0,0069	0,0018	50	0,0235	0,0069	70	0,0734	0,0336	90	0,280958	0,27229
11	0,0019	0,0022	31	0,0074	0,0019	51	0,0249	0,0075	71	0,0775	0,0366	91	0,280958	0,27229
12	0,0019	0,0019	32	0,0078	0,0020	52	0,0264	0,0080	72	0,0819	0,0399	92	0,280958	0,27229
13	0,0019	0,0017	33	0,0083	0,0022	53	0,0280	0,0087	73	0,0864	0,0435	93	0,280958	0,27229
14	0,0020	0,0014	34	0,0089	0,0023	54	0,0297	0,0093	74	0,0913	0,0474	94	0,280958	0,27229
15	0,0020	0,0011	35	0,0094	0,0025	55	0,0315	0,0101	75	0,0963	0,0517	95	0,280958	0,27229
16	0,0021	0,0007	36	0,0101	0,0026	56	0,0333	0,0109	76	0,1016	0,0565	96	0,280958	0,27229
17	0,0021	0,0004	37	0,0107	0,0028	57	0,0353	0,0117	77	0,1072	0,0617	97	0,280958	0,27229
18	0,0022	0,0004	38	0,0114	0,0030	58	0,0374	0,0127	78	0,1131	0,0674	98	0,280958	0,27229
19	0,0023	0,0004	39	0,0121	0,0032	59	0,0396	0,0137	79	0,1192	0,0737	99	0,280958	0,27229
20	0,0036	0,0010	40	0,0129	0,0034	60	0,0420	0,0148	80	0,1257	0,0807	100	0,280958	0,27229

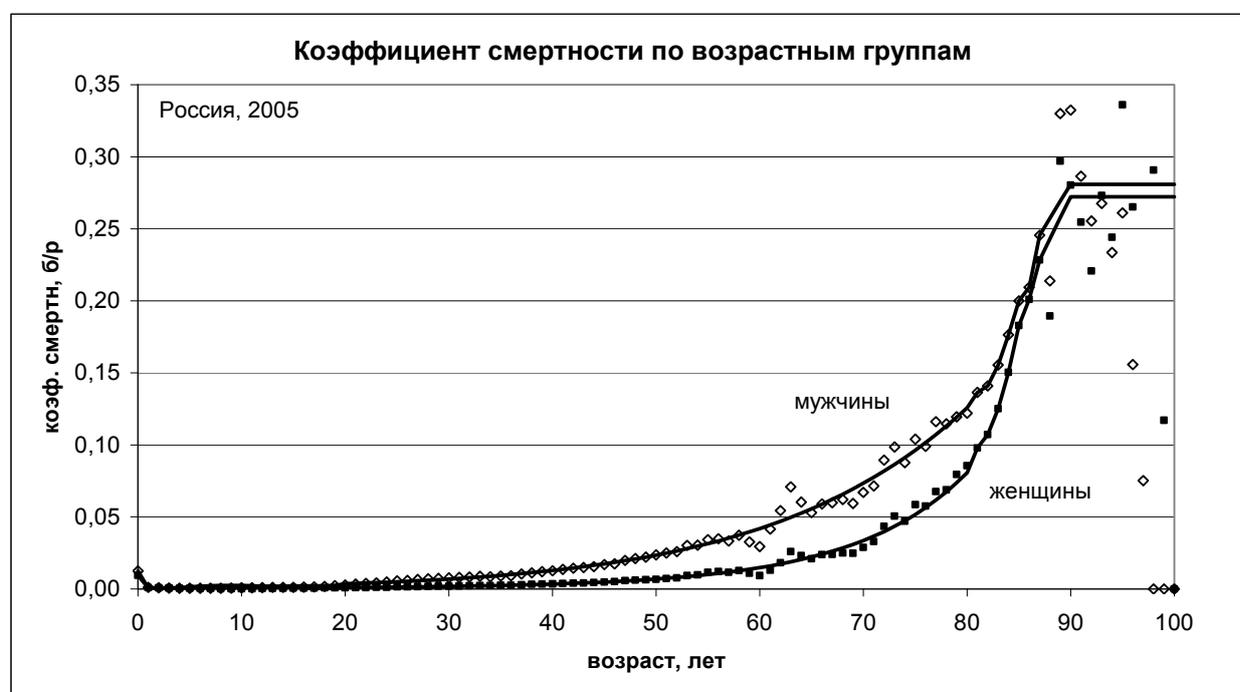


Рис. 9. Коэффициенты мужской и женской смертности по когортам

## Миграционный прирост

Введём обозначения:

$t-j$  – возраст в когорте  $j$  в момент времени  $t$ ,

$M_0$  – миграционный прирост детей с возрастом 0 (ноль),

$kMmw$  – доля мужчин в миграционном приросте.

Если  $t < i$ , то  $Nm_i = 0$  и  $Nw_i = 0$ .

Интеграл миграционного прироста по возрасту:

$$M_i = \sum_{g=0}^i M^*g,$$

где  $M_i$  – интеграл миграционного прироста по когорту  $i$ ,

$M^*g$  – суммарный миграционный прирост в возрастной группе (исходная статистическая информация по миграции публикуется по 5 летним возрастным группам),

$g$  – индекс возрастной группы (наибольший возраст в группе),

$i$  – номер когорты.

С помощью кубических сплайнов осуществляется интерполяция интеграла миграционного прироста по всем возрастам от 0 до 85. В результате точки интеграла миграционного прироста полученные по официальной статистической информации соединяются кусочно-полиномиальной интерполяцией – функцией второго порядка гладкости.

Таблица исходных значений

Возраст лет	Интеграл миграционного прироста	
	муж. чел.	жен. чел.
5	1536	1502
13	6046	5558
17	8237	8012
19	9739	9693
24	14951	15423
29	22084	21483
39	31512	30343
49	37712	38236
54	40215	43036
59	42305	47583
64	43420	49914
100	47525	59907

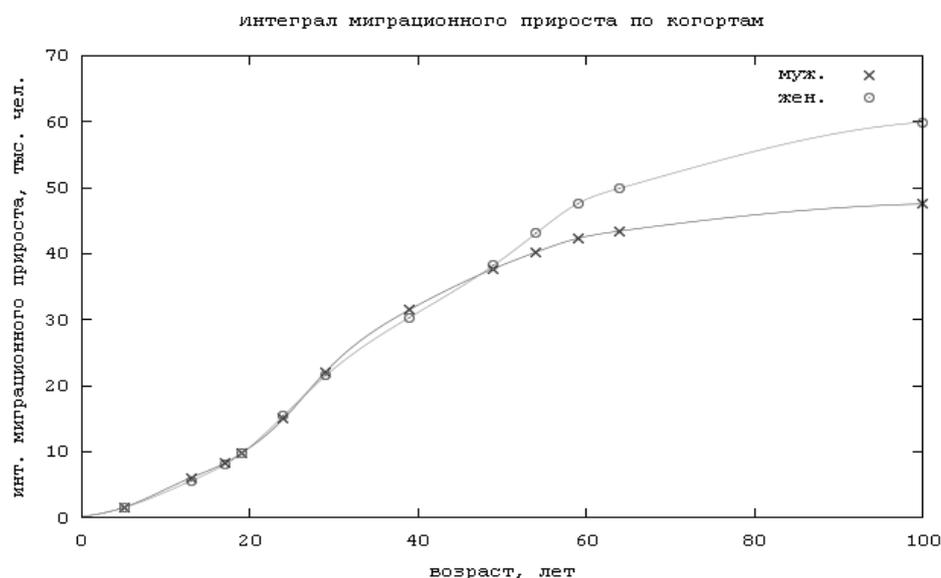


Рис. 10. Интеграл миграционного прироста по возрастным группам. Россия, 2005.

На основании интеграла миграционного прироста по возрасту рассчитывается распределение миграционного прироста по возрасту.

$$m_i = M_i - M_{i-1}$$

Таблица 4. Миграционный прирост по возрастным группам

Возраст лет	Муж. чел.	Жен. чел.												
0	127	148												
1	172	186	21	940	1096	41	678	749	61	247	520	81	126	315
2	222	226	22	1030	1167	42	662	751	62	212	439	82	122	308
3	277	269	23	1132	1218	43	646	756	63	188	385	83	118	301
4	337	313	24	1247	1246	44	629	766	64	176	360	84	114	293
5	402	360	25	1364	1255	45	612	779	65	172	357	85	110	285
6	469	407	26	1443	1248	46	595	797	66	170	358	86	106	276
7	525	450	27	1475	1226	47	578	820	67	168	358	87	101	267
8	566	485	28	1458	1191	48	561	846	68	165	359	88	97	257
9	594	513	29	1393	1141	49	544	877	69	163	358	89	92	246
10	606	535	30	1290	1080	50	527	910	70	160	357	90	87	235
11	604	550	31	1187	1022	51	511	940	71	158	356	91	83	224
12	588	558	32	1094	969	52	498	965	72	155	354	92	78	212
13	557	559	33	1010	922	53	488	985	73	152	352	93	73	200
14	521	558	34	936	881	54	479	1000	74	149	349	94	68	187
15	514	578	35	872	845	55	471	1006	75	146	346	95	62	173
16	544	623	36	817	816	56	454	987	76	143	342	96	57	159
17	612	694	37	772	791	57	428	939	77	140	338	97	51	145
18	708	788	38	737	773	58	392	861	78	137	333	98	46	130
19	794	893	39	712	760	59	345	754	79	133	327	99	40	115
20	863	1003	40	694	752	60	292	628	80	129	322	100	34	99

График миграционного прироста по возрастным группам приведен на рис.11.



Рис. 11. Миграционный прирост по возрастным группам

Распределение миграционного прироста является гладкой функцией, т.к. интеграл миграционного прироста интерполировался функцией второго порядка гладкости. Излом функции в возрасте 17 лет обуславливается тем, что для возрастов 14, 15, 16 и 17 лет в официальной статистике приводятся конкретные значения миграционного прироста (а не общая сумма для возрастной группы), фактически, на данном интервале сплайн-интерполяция совпадает с линейной интерполяцией. Пик в 17 лет совпадает с возрастом окончания школы и поступления в высшие учебные заведения.

При осуществлении прогноза численности населения России будем считать, что когортные коэффициенты смертности и миграции сохраняются неизменными на всём диапазоне прогноза. Когортные коэффициенты рождаемости

возрастают в 1.3 раза к 2020 году (относительно 2005 года), а затем сохраняются на этом уровне до 2100 года. Результаты вычислений приведены на рис.2, 3, 4, 5. Как видим, суммарный коэффициент смертности непрерывно увеличивается, что объясняется уменьшением численности молодых (где смертность мала) и сохранением численности пожилых людей, где смертность высока.

Общие демографические коэффициенты России для интервала 1990- 2005 гг. приведены в таблице 5 и на рис.12.

Таблица 5

год	коэффициент рождаемости		коэффициент смертности		коэффициент миграционного прироста		год	коэффициент рождаемости		коэффициент смертности		коэффициент миграционного прироста	
	отчет	прогноз	отчет	прогноз	отчет	прогноз		отчет	прогноз	отчет	прогноз	отчет	прогноз
	б/р	б/р	б/р	б/р	б/р	б/р		б/р	б/р	б/р	б/р	б/р	б/р
1990	0,0134		0,0112		0,0012		2006		0,0104		0,0168		0,0008
1991	0,0121		0,0114		0,0001		2007		0,0105		0,0170		0,0008
1992	0,0107		0,0122		0,0017		2008		0,0108		0,0171		0,0008
1993	0,0094		0,0145		0,0030		2009		0,0110		0,0173		0,0008
1994	0,0096		0,0157		0,0057		2010		0,0111		0,0174		0,0008
1995	0,0093		0,0150		0,0035		2011		0,0112		0,0175		0,0008
1996	0,0089		0,0142		0,0024		2012		0,0112		0,0176		0,0008
1997	0,0086		0,0137		0,0025		2013		0,0112		0,0177		0,0008
1998	0,0088		0,0136		0,0020		2014		0,0111		0,0178		0,0009
1999	0,0083		0,0147		0,0011		2015		0,0109		0,0178		0,0009
2000	0,0087		0,0153		0,0015		2016		0,0108		0,0178		0,0009
2001	0,0090		0,0156		0,0005		2017		0,0106		0,0179		0,0009
2002	0,0097		0,0162		0,0005		2018		0,0104		0,0179		0,0009
2003	0,0102		0,0164		0,0002		2019		0,0103		0,0180		0,0009
2004	0,0104		0,0160		0,0003		2020		0,0102		0,0181		0,0009
2005	0,0102		0,0161		0,0007		2021		0,0101		0,0183		0,0010

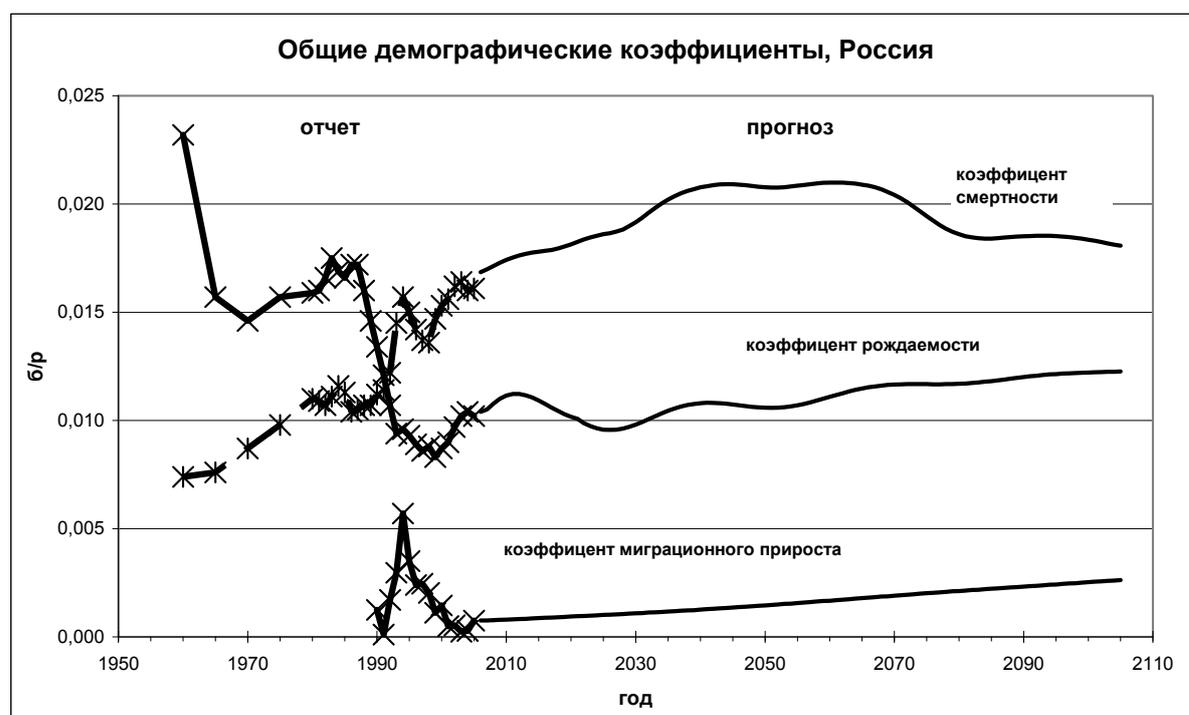


Рис.12 . Общие демографические коэффициенты России.

Используя рассмотренные выше уравнения когортной динамики для мужчин и женщин, а так же прогнозы основных демографических коэффициентов с учётом их распределения по когортам, был проведен расчёт их динамики для всего исторического периода в 100 лет.



Рис. 13. Динамика когорт населения России (мужчины).

Результаты расчётов когортных последовательностей приведены на рис.13, а оценки численности населения в таблице 6. Как видим, на историческом промежутке произойдёт затухание когортных колебаний, вызванных сменой воспроизводственных стереотипов и плавное сокращение численности населения до 74 миллионов в 2100 году.

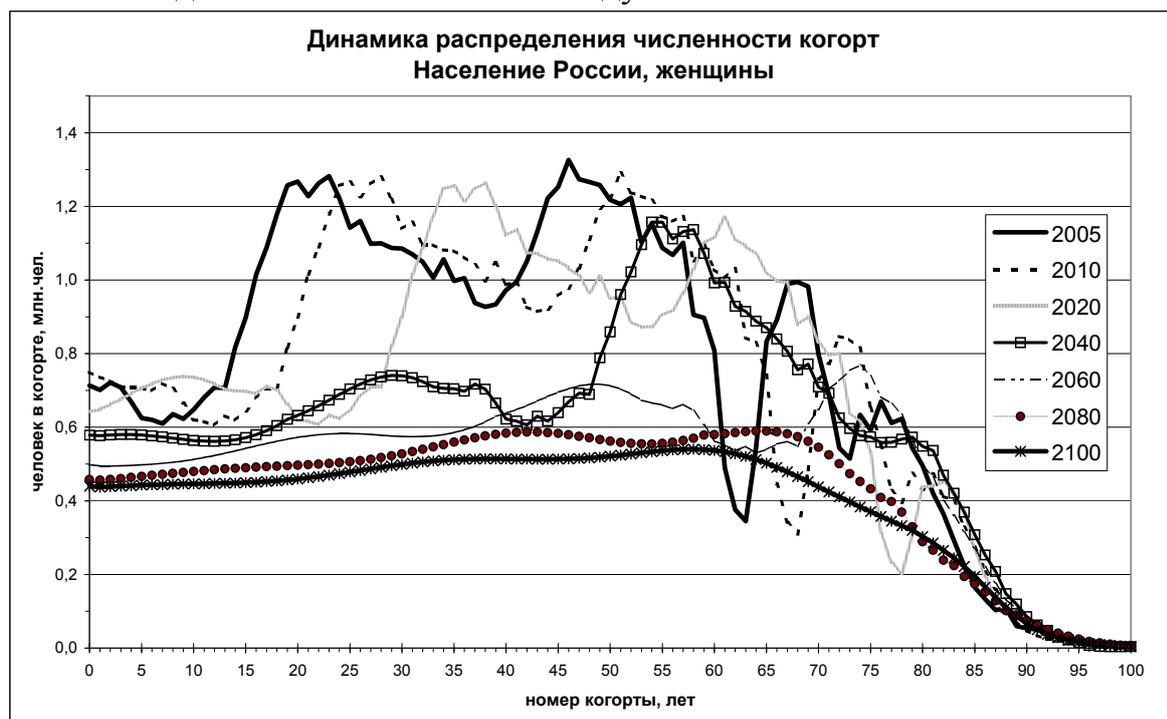


Рис. 14. Динамика когорт населения России (женщины).

Таблица 6. Прогноз общей численности населения России

год	ИПМ		Росстат		Институт демографии		ООН		год	ИПМ		Росстат		Институт демографии		ООН	
	прогноз <sup>1</sup>	отчет <sup>2</sup>	прогноз <sup>3</sup>	прогноз <sup>4</sup>	прогноз <sup>5</sup>	прогноз <sup>1</sup>	отчет <sup>2</sup>	прогноз <sup>3</sup>		прогноз <sup>4</sup>	прогноз <sup>5</sup>	прогноз <sup>1</sup>	отчет <sup>2</sup>	прогноз <sup>3</sup>	прогноз <sup>4</sup>	прогноз <sup>5</sup>	
	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.		млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.	млн. чел.
1897		67,5							2007	142,2	142,2	141,4					
1917		91,0							2008	141,4		140,8					
1926		92,7							2009	140,6		140,2					
1939		108,4							2010	139,8		139,6	138,7				
1959		117,2							2011	139,1		139,1					
1970		129,9							2020	130,0		135,9	130,9				
1990		147,7							2025	125,1		133,8	125,8				
2000		146,9		144,8	145,6			2050	100,9				98,6		101,5		
2005		143,5		141,7				2070	85,6								
2006		142,8	142,1					2100	74,0								79,5

Источники:

1 – прогноз по сценарию №1

2 – Демографический ежегодник России 2007: Стат.сб. / Росстат. - М., 2007

3 – Предположительная численность населения Российской Федерации до 2025 года: Стат.сб. / Росстат. - М., 2006.

4 – Прогноз по программе Института демографии ГУ ВШЭ (<http://demoscope.ru/weekly/app/progn01.php>)

5 – Прогноз Организации Объединенных Наций. World Population to 2300. Unated Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2004.

На рис.15 приведены графики наблюдаемой численности населения России и прогнозы, выполненные различными организациями. Наибольшее совпадение прогноза авторов статьи – с прогнозом ООН.



Рис.15 Прогноз общей численности населения России

Рассмотрим теперь динамику коэффициента демографической нагрузки, который представляет собой отношение количества населения в нетрудоспособном возрасте к трудоспособным. Как следует из графика на рис.15 наименьшее значение будет в районе 2009 года (что вызвано большой смертностью большого количества пожилых людей), а наибольшее значение придётся на 2050 год, когда смертность начнёт падать, а количество трудоспособных значительно сократится.

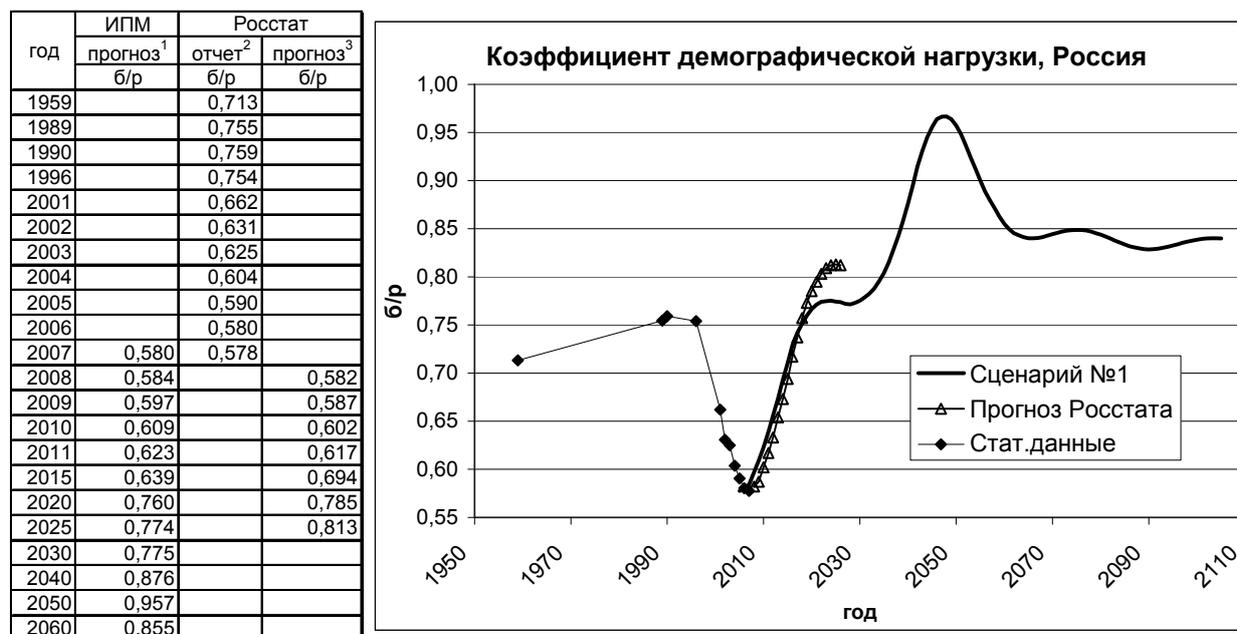


Рис.16 Коэффициент демографической нагрузки

### ТРЕТИЙ ПОДХОД

Официальная статистическая отчетность по численности национальных групп существует только по годам переписи населения, т.е. для 1970, 1979, 1989 и 2002 года. Воспользуемся отчётом по последним двум переписям, результаты которых приведены в таблице 7.

Таблица 7.

Первая группа населения	1989		2002	
	млн.чел.		млн.чел.	
Всё население	147,022		145,167	
русские	119,866		115,889	
украинцы	4,363		2,943	
беларусы	1,206		0,808	
немцы	0,842		0,597	
осетины	0,402		0,515	
татары	5,552		5,555	
мордва	1,073		0,843	
буряты	0,417		0,455	
евреи	0,535		0,230	
чуваша	1,774		1,637	
Сумма	136,03		129,47	

Официальные источники - [2] и [3].

Разделим всё население России на две условные группы, имеющие европейский и азиатский стереотип воспроизводства, которые отличаются только коэффициентами рождаемости в соотношении 1 к 3, а все остальные демографические характеристики у них одинаковы. К первой группе отнесем: русских, украинцев, белорусов, немцев, осетин, татар, мордву, бурят, евреев, чуваш (*N1*). Ко второй группе (*N2*) - всех остальных. Отдельно образуем третью группу (*N3*) – русских, чтобы более подробно отследить динамику численности самого многочисленного народа. Результаты приведены в таблице 8.

Таблица 8.

годы	N	N1	N2	N3	N1/N	N2/N	N3/N
	млн.чел.	млн.чел.	млн.чел.	млн.чел.	б/р	б/р	б/р
1989	147,02	136,03	10,99	119,9	0,925	0,075	0,815
2002	145,17	129,47	15,69	115,9	0,892	0,108	0,798

Поскольку официальная отчетность (либо расчёты) по национальным группам отсутствует сделаем гипотезу о линейном характере изменения пропорций каждой группы относительно общей численности населения. Результаты расчётов приведены в таблице 9.

Таблица 9

годы	N	N1	N2	N3	N1/N	N2/N	N3/N
	млн.чел.	млн.чел.	млн.чел.	млн.чел.	б/р	б/р	б/р
1989	147,0	136,03	11,0	119,9	0,925	0,075	0,815
1990	147,7	136,24	11,4	120,2	0,923	0,077	0,814
1991	148,3	136,45	11,8	120,5	0,920	0,080	0,813
1992	148,6	136,35	12,3	120,6	0,918	0,082	0,811
1993	148,6	135,97	12,6	120,4	0,915	0,085	0,810
1994	148,0	135,03	13,0	119,7	0,912	0,088	0,809
1995	148,3	134,93	13,4	119,7	0,910	0,090	0,807
1996	148,3	134,55	13,8	119,6	0,907	0,093	0,806
1997	146,7	132,72	14,0	118,1	0,905	0,095	0,805
1998	146,3	131,98	14,3	117,6	0,902	0,098	0,804
1999	146,9	132,15	14,8	117,8	0,900	0,100	0,802
2000	146,3	131,23	15,1	117,2	0,897	0,103	0,801
2001	146,3	130,86	15,4	117,0	0,894	0,106	0,800
2002	145,2	129,47	15,7	115,9	0,892	0,108	0,798
2003	145,0	128,95	16,0	115,6	0,889	0,111	0,797
2004	144,2	127,87	16,3	114,7	0,887	0,113	0,796
2005	143,5	126,88	16,6	114,0	0,884	0,116	0,794
2006	142,8	125,90	16,9	113,3	0,882	0,118	0,793
2007	142,2	125,00	17,2	112,6	0,879	0,121	0,792

Далее мы посмотрим, какие должны быть коэффициенты рождаемости первой и второй группы при сохранении общего коэффициента рождаемости, принятого в первом подходе. Будем считать, что каждая группа развивается автономно, не перемешиваясь друг с другом. Причём рождаемость во второй группе в три раза больше, чем в первой. Коэффициенты смертности и сальдо миграции будем считать одинаковыми в каждой группе и равными соответствующим показателям первого подхода. В результате получаем следующую систему уравнений относительно  $r1t$ ,  $r2t$ ,  $N1t$ ,  $N2t$ .

$$N1t = N1t-1 * (1 + r1t - ut + smt) + C1,$$

$$\begin{aligned} N_{2t} &= N_{2t-1} * (1 + r_{2t} - u_t + s_{mt}) + C_2, \\ N_t &= N_{1t} + N_{2t}, \\ r_{2t} &= 3 * r_{1t}, \\ r_t * N_t &= r_{1t} * N_{1t} + r_{2t} * N_{2t}, \end{aligned}$$

где

$N_t$  - общая численность населения России;

$N_{1t}, N_{2t}$  - численность первой и второй группы;

$r_{1t}, r_{2t}$  - коэффициент рождаемости первой и второй группы;

$r_t$  - коэффициент рождаемости, принятый в первом подходе;

$u_t$  - коэффициент смертности, принятый в первом подходе;

$s_{mt}$  - коэффициент сальдо миграции, принятый в первом подходе;

$C_1, C_2$  - параметры идентификации моделей численности первой и второй группы.

Идентификация моделей  $N_{1t}$  и  $N_{2t}$ , которая производилась по соответствию общей численности населения наблюдениям в 2007 году, даёт  $C_1=0,09$  и  $C_2=0,08$ . Результаты расчёта коэффициентов рождаемости первой и второй группы приведены на рис.5.

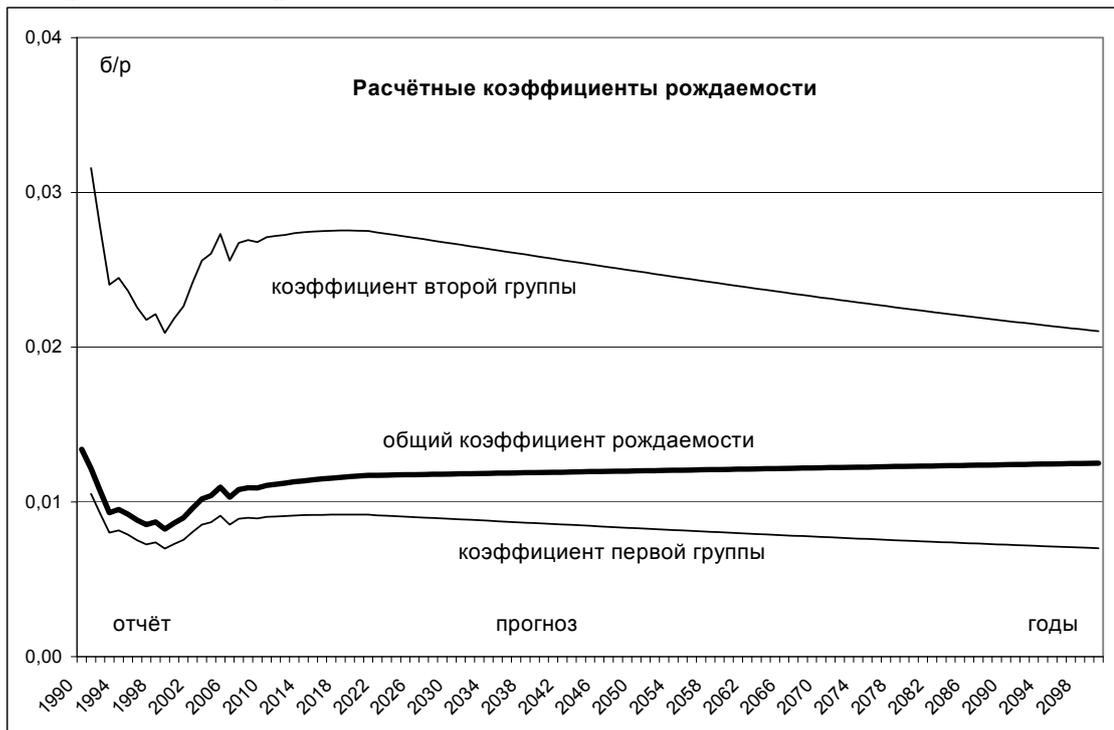


Рис.17. Расчётные коэффициенты рождаемости первой и второй группы

Произошло понижение расчётных коэффициентов рождаемости, что формально правильно, но противоречит гипотезам нормальной жизни первого подхода, которые сохраняются и в третьем подходе. При нормальной жизни коэффициенты рождаемости должны расти или как минимум стабилизироваться. Таким образом, приходится признать очевидный факт: прогноз коэффициента рождаемости первого подхода не может быть произвольным, а должен подчиняться

соотношению  $rt = (r1t*N1t + r2t*N2t)/Nt$ . Новые экспертно заданные коэффициенты рождаемости первой и второй группы приведены на рис.17 .

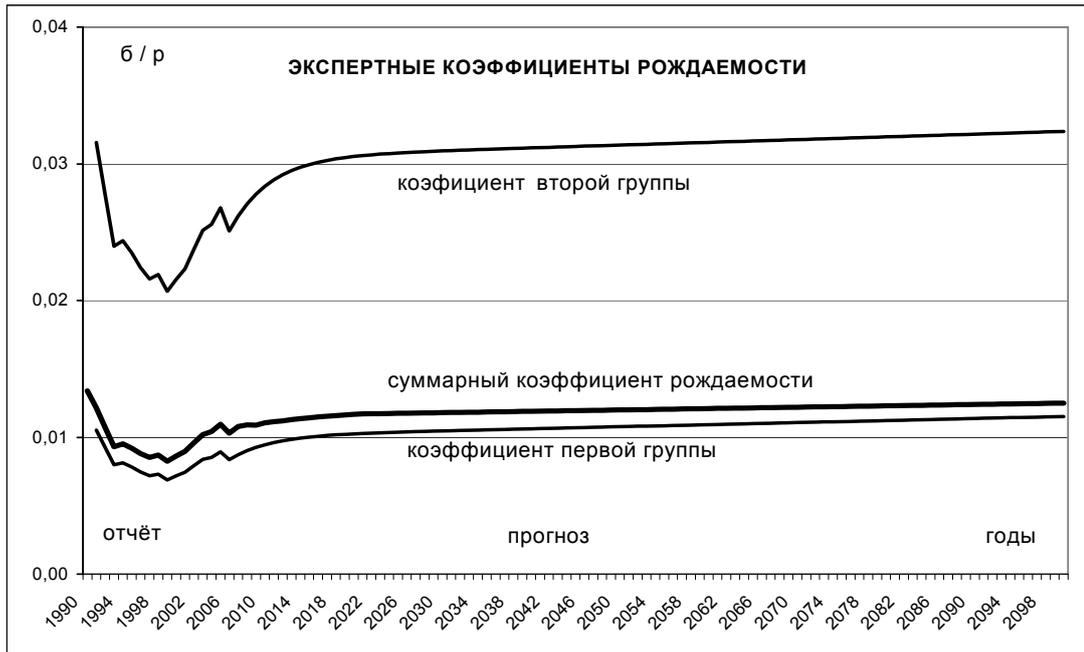


Рис.18. Коэффициенты рождаемости третьего подхода

Несмотря на выбор достаточно умеренного темпа роста коэффициентов групп, суммарный коэффициент рождаемости третьего подхода оказался больше коэффициента рождаемости первого подхода примерно в полтора раза. В соответствии с вычисленными коэффициентами была рассчитана численность первой ( $N1$ ) и второй ( $N2$ ) групп и определена их сумма ( $N1+N2$ ). График суммарного значения численности третьего подхода для получения гарантированной оценки (при  $C1 = 0$  и  $C2 = 0$ ) и график численности населения первого подхода приведены на рис.19. Как видим, разница достаточно серьезная. В отличие от первого подхода, рост численности в третьем подходе происходит не за счёт иммиграции, а за счёт бурного роста численности второй группы.



Рис.19. Численность населения России в рамках третьего подхода.

Посмотрим теперь, каковы пропорции групп  $N1$ ,  $N2$ ,  $N3$  относительно суммарной ( $N1+N2$ ) численности населения, которые приведены на рис.20. Как видим, к концу века доля русских в составе всего населения сократится с 0,814 до 0,417 и будет приблизительно равна доле второй группы населения.

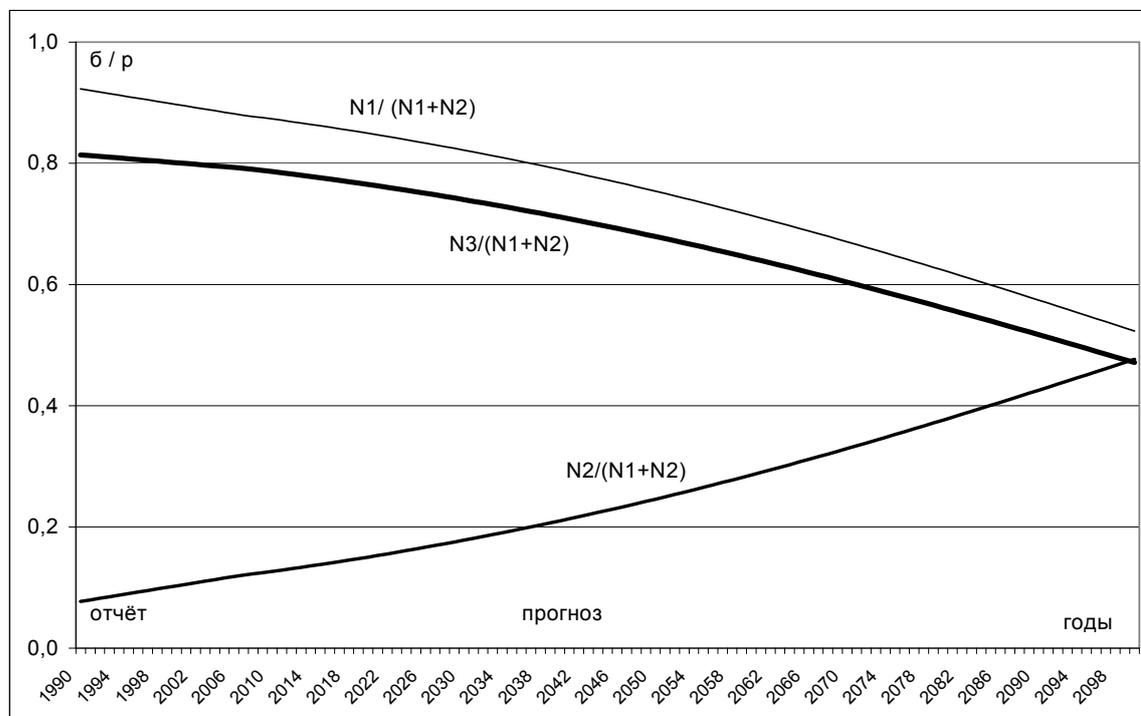


Рис.20. Доля групп населения в составе всего населения

## Выводы

Обратим внимание на то, что результаты второго подхода опровергают гипотезы рождаемости первого подхода: неравномерность когортной динамики женщин (резкая смена численности когорт) даёт иную картину основных демографических коэффициентов (рис.12) : графики коэффициентов волнообразные, а не гладкие (рис1). В свою очередь, результаты третьего подхода опровергают гипотезы второго подхода. Большая рождаемость во второй группе населения приводит к взрывному росту её численности, что не соответствует оценкам численности населения второго подхода. Таким образом, все три подхода ошибочны. Стоило ли тогда писать статью? Безусловно, стоило. Теперь совершенно ясно, что долгосрочный прогноз необходимо делать только в категориях когортной динамики, а основные коэффициенты идентифицировать отдельно для каждой национальной группы. Сейчас эти данные отсутствуют. Росстату РФ необходимо усовершенствовать статистическую отчётность по демографии и опубликовать её, что (в связи с большим запаздыванием отклика) позволит Правительству проводить более адекватную демографическую политику.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Россия в цифрах. 2007: Крат. стат. сб./ Росстат – М., 2007. – 494 с.
2. Российский статистический ежегодник. 2001: Стат. сб./ Росстат - М., 2001. – 679 с.
3. Российский статистический ежегодник. 2006: Стат. сб./ Росстат – М., 2006. – 806 с.
4. Московская область в цифрах. Федеральная служба государственной статистики. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Московской области, М.: 2006.
5. Московская область в цифрах. Федеральная служба государственной статистики. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Московской области, М.: 2005.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели 2006: Р32 Стат. сб./ Росстат. - М., 2007.
7. Предположительная численность населения Российской Федерации до 2025 года: Стат. сб./ Росстат. - М., 2006.
8. Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту на 1 января 2006 года: Стат. сб./ Росстат. - М., 2006.
9. Итоги Всероссийской переписи населения 2002 года. В 14 томах. Том 6.