

УДК 312 Н 311

Б. Р. РАКИШЕВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЕСТЕСТВЕННОГО РОСТА НАСЕЛЕНИЯ

Обоснована математическая модель роста населения. Установлена закономерность изменения роста населения в зависимости от коэффициента рождаемости. Дан прогноз численности населения на будущие периоды.

Обсуждение последствий быстрого роста населения и его возможных ограничений постоянно находится в поле зрения исследователей и общества. Для выработки общих рекомендаций английский священник Т.Мальтус в начале XIX века одним из первых обратился к математическому описанию роста населения. Им был сформулирован *популяционный принцип*, согласно которому рост человечества, следующий геометрической прогрессии, будет опережать линейно растущее производство пищи. В результате прирост населения будет ограничиваться недостатком пищевых ресурсов. Если не предпринимать решительные меры, сдерживающие численность населения, это может привести к голоду, войне и т.д. Прогрессивными людьми того и позднего времени выводы Р.Мальтуса были восприняты как неаргументированные, античеловечные и подвергались сильной критике.

Несостоятельность выводов Мальтуса подтвердил дальнейший ход развития человечества. Так, «за последние 25-30 лет рост производства продуктов питания в мире обгоняет рост населения на 16%. Английский экономист Колин Кларк считал, что Земля, даже если исповедовать американские стандарты жизни, сможет выдержать 47 миллиардов, если взять японские стандарты, то – 157 миллиардов человек. По прогнозам ученых в 2050 г. население мира составит 8,5 миллиардов человек» [1]. Как видно, потенциал Земли по обеспечению землян продуктами питания огромен.

Кроме того, по расчету Р.Мальтуса к 1950 году Великобритания должна была насчитывать 704 млн. жителей, а ее население к этому моменту едва достигло 50 млн. человек [1], что свидетельствует о крупных просчетах английского ученого. Они заключаются в неправильном принятии в прогнозе величины знаменателя геометрической прогрессии, завышенном значении годового прироста населения без учета обще-

ственno-политических, исторических событий, имеющих место в жизни.

Под влиянием не популярности принципа Р.Мальтуса многие ученые при прогнозировании численности населения на будущие периоды не упоминали, что их расчеты выполнялись с использованием формулы геометрической прогрессии. Так, например, Д.И.Менделеев задачу «за какое время населения Земли с 1695 млн. увеличится до 10 млрд. человек» решает по формуле сложных процентов $10000=1695(1+0,0093)^x$ [2]. Это нечто иное как формула для $x + 1$ -го члена геометрической прогрессии. Принимая ежегодный темп прироста населения равным 0,93%, он находит, что $x = 191,7$ лет.

Многочисленные расчеты аналогичного типа были выполнены английским демографом Ниббсом. Учитывая успехи сельскохозяйственной науки, общей промышленной техники Ниббс, в условиях свободной миграции, координации всех человеческих усилий и полного исключения войн он остановился на цифре в 11 млрд.чел., как на предельной численности населения земного шара [2].

Бельгийский статистик и демограф Адольф Кетле рассматривая вопрос о законе роста населения, не придав своим обобщениям вида математической формы заключает: «Население стремится увеличиваться в геометрической прогрессии. Если это развитие происходит среди препятствий разного рода, которые стремятся его приостановить и которые действуют тем же способом, то население не увеличивается бесконечно, но все более и более стремится стать стационарным».

Приведем математические модели роста населения других авторов [2]. Считая, что смертность, плодовитость и степень воспроизводства зависят от плотности населения, английский демограф В.Фарр предложил следующую формулу связи между ними:

$$D = ad^k, \quad (1)$$

где D – смертность; d – плотность; a и k – параметры.

Американский астроном Г.Причett обобщая данные десяти цензов за 1790-1880гг. для предсказания численности населения предложил уравнение параболы третьего порядка:

$$N = 17,47969 + 5,0988t + 0,634506t^2 + 0,0307275t^3, \quad (2)$$

где N – численность населения (млн чел.); t – время, выраженное в десятилетиях, считая от 1840 г.

Советский астроном И. С. Шкловский высказал мысль о том, что кривая роста населения Земли может быть представлена гиперболическим законом:

$$N = \frac{c}{t_0 - t}, \quad (3)$$

где N – численность населения; c – параметр; t_0 и t – календарные даты нашей эры.

Согласно теории Пирля-Рида, Ферхюльста численность населения всех стран земного шара растет по законам так называемой «логистической» кривой. Для этой кривой характерно наличие двух асимптот – нижней и верхней. Нижняя асимптота характеризует уровень, с которого начинается рост населения, верхняя – уровень, характеризующий предельную численность населения. Проходя весь путь от нижней и до верхней асимптоты темп роста численности населения сначала ускоряется, затем дойдя до своего максимума, начинает затухать и, наконец, вовсе прекращается, приближаясь к верхней асимптоте.

«Логистическая» кривая имеет следующий вид:

$$N = \frac{L}{1 + e^{b-at}}, \quad (4)$$

где N – численность населения; L – верхняя асимптота уровня; e – основание натуральных логарифмов; t – время; a и b – параметры.

Выравнив эмпирический ряд динамики населения США за 1790-1910гг., Пирль и Рид получили следующие уравнение:

$$N = \frac{197 \cdot 27}{1 + 67,32e^{-0,0313t}}. \quad (5)$$

«Прошедшие годы показали полную непригодность «логистической» кривой для характеристики

динамики населения не только для США, но и для других стран. В целом, попытки установить какую-то математическую закономерность в движении населения успеха не имели» [2].

Тем не менее, анализ статистических данных по народонаселению [2,3] показывает, что в отдельно взятых регионах, стране и в целом в мире численность населения за определенный период действительно растет по геометрической прогрессии (см. табл. 1, 3-6). Эта закономерность впервые высказанная Р.Мальтусом, подтверждена всей историей развития человечества. Только ее нужно рассматривать в отрыве от второй части популяционного принципа автора, которая опровергнута жизнью. Причем рост населения по геометрической прогрессии может быть и отрицательным.

Численность населения в n -м году, таким образом, определяется по формуле:

$$N_n = N_1 q^{n-1} = N_1 (1 + p)^{n-1}, \quad (6)$$

где N_1 – численность населения в начальный период (принимают за первый год); n – число последующих лет; q – знаменатель геометрической прогрессии, p – годовой прирост населения за рассматриваемый период, в долях единицы.

Уравнение (6) справедливо в условиях естественного стационарного течения жизни без аномальных природных и техногенных катастроф. В случае войн и других аномальных явлений численность населения в данном регионе (стране) уменьшится одномоментно, скачкообразно. При массовом притоке людей (например, беженцев, мигрантов) в определенный регион численность проживающих здесь растет также скачкообразно. Таким образом, в экстремальных случаях меняется исходная база N_1 . Для прогнозирования численности населения по зависимости (6) на будущий период нужно оперировать значением N_1 после наступления естественного состояния приумножения людей [4].

Что касается управляемой составляющей знаменателя геометрической прогрессии p , то она зависит от количества детей на одну среднестатистическую семью, продолжительности жизни, уровня социально-экономического развития региона (страны), условий жизни людей и многих других факторов.

На сложность учета этих обстоятельств указывает диаграмма, представляющая связи

Таблица 1. Динамика численности населения мира (млн чел.)

Годы	1950	$k_c(p)$	1960	$k_c(p)$	1970	$k_c(p)$	1980	$k_c(p)$	1990	$k_c(p)$	2000	$k_c(p)$
Весь мир	2516	4,94(1,9)	3019	4,9(2,2)	3694	4,12(1,9)	4433	3,65 (1,7)	5246	3,05 (1,6)	6122	2,7 (1,4)
Экономически развитые	833	2,80(1,3)	945	2,55(1,1)	1055	2,09(0,7)	1137	1,97 (0,6)	1210	2,01 (0,5)	1277	1,8(0,4)
Развивающиеся регионы	1684	6,12(2,2)	2074	6,0(2,4)	2639	5,45(2,2)	3297	3,85 (2,1)	4036	3,31 (2,0)	4845	2,71(1,5)
СССР	180	2,82(1,8)	214	2,54(1,3)	243	2,38(0,9)	265,5	2,36 (1,0)	291,8	3,32 (0,7)	315	2,27(0,7)
Европа	393	2,56(0,8)	425	2,65(0,8)	459	2,05(0,5)	484,4	1,85 (0,3)	498,6	1,85 (0,3)	513	1,7 (0,2)
Восточная	88,5	2,91(0,9)	96,7	2,3(0,6)	103	2,21(0,6)	109,4	2,14 (0,4)	114,5	2,10 (0,5)	120	2,07(0,4)
Западная	123	2,36(0,9)	135	2,55(1,0)	148	1,75(0,3)	153,7	1,60 (0,1)	154,8	1,61 (0,1)	156	1,75(0,1)
Северная	72,4	2,29(0,4)	75,6	2,6(0,6)	80,5	1,90(0,2)	82,5	1,80(0,07)	83,1	1,78(0,07)	83,7	1,85(0,05)
Южная	109	2,64(0,9)	118	2,64(0,8)	128	2,64(0,8)	138,8	1,91 (0,5)	145,7	1,93 (0,4)	152	1,95(0,3)
Азия	1376	5,87(2,0)	1668	5,7 (2,4)	2102	4,54(2,0)	2568	3,34 (1,9)	3058	2,75 (1,5)	3549	2,35(2,0)
Восточная	671	5,68(1,6)	791	5,33(2,2)	986	3,58(1,8)	1183	2,23 (1,1)	1324	1,94 (1,1)	1475	1,95(0,7)
Юго-Восточная	182	5,80(2,1)	226	5,95(2,4)	288	5,11(2,1)	355,9	3,82 (2,1)	439,1	2,95 (1,7)	520	2,35(1,4)
Южная	480	6,11(2,2)	595	6,03(2,4)	755	5,32(2,1)	930,7	4,45 (2,3)	1165	3,47 (1,9)	1387	2,62(1,5)
Юго-Западная	42,4	6,37(2,8)	55,8	6,30(2,8)	73,7	5,73(2,8)	98,1	5,10 (2,8)	129,8	4,35 (2,7)	168	3,43(2,2)
Африка	224	6,47(2,2)	280	6,60(2,5)	361	6,46(2,8)	480,8	6,28 (3,0)	645,3	5,88 (3,1)	872	5,0 (2,9)
Восточная	63,3	6,56(2,4)	80	6,67(2,9)	106	6,78(3,0)	142,2	6,81 (3,2)	195,7	6,60 (3,2)	272	5,50(3,2)
Западная	64,7	6,62(2,3)	81	6,80(2,7)	106	6,85(3,1)	144,4	6,86 (3,2)	198,7	6,65 (3,2)	278	5,45(3,2)
Северная	51,7	6,76(2,3)	65,1	6,90(2,5)	83,2	6,15(2,8)	109,1	5,28 (2,5)	139,9	4,15 (2,3)	176	3,50(1,9)
Центральная	27,1	5,89(2,0)	33	5,91(1,9)	39,9	6,5 (2,8)	52,4	6,02 (2,7)	68,6	5,88 (3,0)	92	5,0 (2,8)
Южная	17,2	5,60(1,9)	20,7	5,68(2,2)	25,9	5,33(2,4)	32,7	5,18 (2,6)	42,4	4,78(2,5)	54,6	4,05(2,4)
Америка	331	4,63(2,3)	415	4,40(2,1)	510	3,49(2,0)	612,1	3,06 (1,7)	726,4	2,80 (1,5)	844	2,50(1,3)
Северная	166	3,43(1,8)	199	2,91(1,3)	227	1,92(1,1)	251,9	1,85 (0,9)	275,3	2,05(0,8)	297	2,08(0,8)
Центральная	36,6	6,76(3,1)	49,5	6,73(3,2)	68,1	5,94(3,0)	91,6	4,53 (2,7)	119,2	3,32 (2,2)	149	2,83(1,9)
Латинская	165	5,86(2,8)	217	4,34(2,7)	283	4,74(2,4)	360,2	3,91 (2,3)	451,1	3,25 (2,0)	546	2,75(1,6)
Карибский	16,9	5,16(1,9)	20,3	5,22(2,0)	24,9	4,1 (1,4)	28,7	3,25 (2,0)	34,8	2,97 (1,6)	41	2,80(1,5)
Южная - тропическая	85,7	6,36(3,1)	116	6,50(2,9)	154	4,2 (2,5)	197,7	3,9 (2,3)	248,1	3,28 (2,0)	301	2,75(1,6)
Южная - умеренная	25,4	3,52(1,9)	30,7	3,42(1,6)	36,2	3,18(1,5)	42,3	3,05 (1,4)	49,0	2,71 (1,2)	55,4	2,39(0,8)
Австралия	8,2	3,2(2,3)	10,3	3,1 (2)	12,6	2,4 (1,6)	14,7	2,0 (1,3)	16,7	1,9 (1,1)	18,6	1,9 (0,9)
Новая Зеландия	1,9	3,5(2,2)	2,3	3,85(1,7)	2,8	2,8 (1,2)	3,2	2,1 (0,9)	3,5	2,0 (0,8)	3,7	1,9 (0,5)

Примечания: k_c – суммарный коэффициент рождаемости; р – годовой прирост населения, %.

между факторами, влияющими на рост населения, и их сложную подчиненность и взаимозависимость (рис. 1) [5].

Трудно себе представить, что, введя все эти усредненные параметры в компьютер, можно с достаточной достоверностью предсказать воспроизводство населения. Поэтому интегральную характеристику демографического процесса – годовой прирост населения закономерно устанавливать по классической формуле:

$$\text{Прирост} = \text{Рождения} - \text{Смерти} \pm \text{Миграция}. \quad (7)$$

При этом следует иметь ввиду, что по мере развития демографического перехода и приближения к нашему времени, как показывают исследования [2, 3, 5], рождаемость и смертность уменьшаются, а рост населения увеличивается. После достижения максимума роста населения наступает переход к режиму стабилизации населения (см. рис. 2, 3), при котором рождаемость и смертность будут асимптотически стремиться к одинаковым значениям. Длительность перехода для большинства стран лежит в пределах от 64 до 190 лет. Для тех стран, которые раньше

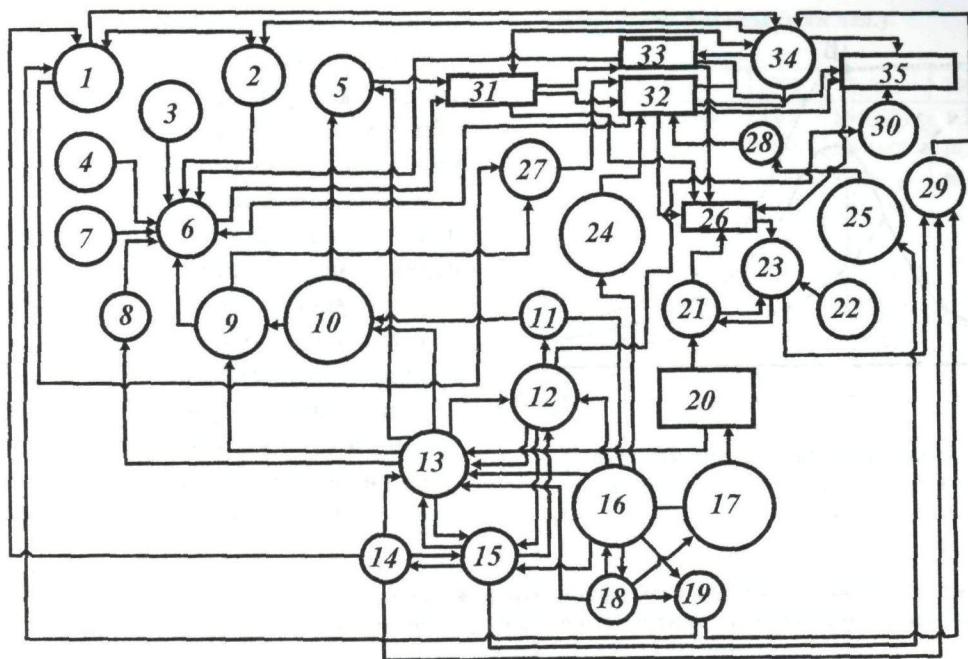


Рис. 1. Связи факторов, определяющих рост популяции:

1 – здравоохранение, 2 – длительность жизни, 3 – плодовитость, 4 – детская смертность, 5 – детоубийство, 6 – рождаемость, 7 – стерильность, 8 – брачность, 9 –пренатальный контроль рождаемости, 10 – оптимальное детское жизненное пространство, 11 – женская занятость, 12 – групповая мобильность, 13 – размер группы, 14 – стандарт жизни, 15 – социокультурная система и образование, 16 – производящая технология, 17 – продуктивность, 18 – ресурсы, 19 – диета, 20 – потенциальный максимум популяции, 21 – миграция, 22 – территория, 23 – плотность населения, 24 – профессиональная смертность, 25 – милитаризм, 26 – популяция, 27 – материнская смертность, 28 – война, 29 – болезни и эпидемии, 30 – убийство стариков, 31 – дорепродуктивная численность, 32 – мужчины и 33 – женщины репродуктивного возраста, 34 – естественная смертность, 35 – пострепродуктивная численность

всех вступили в переход (Франция и Швеция), длительность перехода оказывается наибольшей.

Относительный рост населения стран, проходящих через демографический переход, показан на рис. 3. Теория демографического перехода определяет начало T_α как момент снижения

смертности, с которого начинается подъем скорости роста. Снижение рождаемости происходит позднее, при T_β , и этому предшествует рост уровня жизни, развитие здравоохранения и образования. Из-за совместного действия этих двух факторов, смещенных по времени, скорость роста

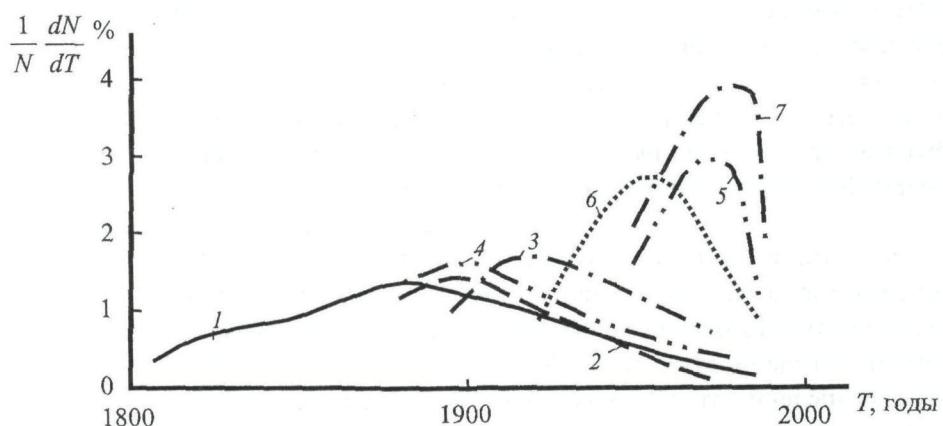


Рис. 2. Прохождение странами демографического перехода:

1 – Франция, Швеция, 2 – Германия, 3 – СССР (Россия), 4 – США, 5 – Маврикий, 6 – Шри-Ланка, 7 – Коста-Рика

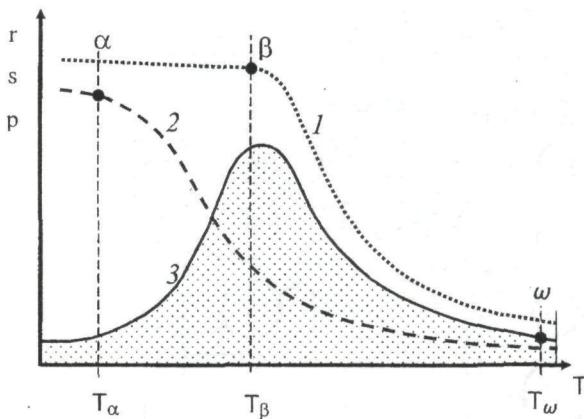


Рис. 3. Стадии демографического перехода:
1 – рождаемость (r), 2 – смертность (s),
3 – естественный прирост (p)

Таблица 2. Общие и суммарные коэффициенты рождаемости, соответствующие уровню простого воспроизведения населения, в зависимости от уровня смертности (средней продолжительности жизни)

Средняя продолжительность жизни			Суммарный коэффициент рождаемости	Общий коэффициент рождаемости
Женщины	Мужчины	Оба пола		
30,0	27,2	28,8	4,38	34,7
35,0	32,5	37,7	3,81	29,7
40,0	37,5	38,6	3,39	25,9
45,0	42,1	43,5	3,07	23,0
50,0	47,1	48,5	2,81	20,6
55,0	51,8	53,4	2,60	18,7
60,0	56,5	58,2	2,43	17,2
65,0	61,2	63,1	2,29	15,9
70,0	66,0	68,0	2,18	14,7
75,0	71,2	73,1	2,10	13,7
80,0	76,6	78,3	2,06	12,8

довольно высокий темп роста населения (около 2,0%). В то же время в стране со средней продолжительностью жизни около 30 лет он достаточен лишь для простого воспроизведения населения. Принято считать, что в средних условиях для обеспечения слегка расширенного воспроизводства необходимо на один брак иметь 2,9-3,0 ребенка (суммарный коэффициент рождаемости 2,4-2,5) [3].

Как видно, совокупное влияние всех выше рассмотренных факторов на годовой прирост населения можно учитывать значением суммарного коэффициента рождаемости — главной характеристики роста численности населения. Для выявления этой зависимости, вычислим значение годового прироста населения в отдельной стране, регионе и мире по статистическим дан-

населения проходит через максимум. В результате уменьшения как рождаемости, так и смертности, которые после перехода стремятся к общему пределу, рост населения постепенно уменьшается, а само население стабилизируется в своей численности [5]. Эта закономерность правомерна для всех стран мира без исключения, о чем свидетельствуют данные табл. 3-6.

На зависимость годового прироста населения от средней продолжительности жизни или уровня смертности указывают данные табл. 2.

Так, например, суммарный коэффициент рождаемости около 4,0 будет высоким в стране со средней продолжительностью жизни 73 года. Такой уровень рождаемости будет обеспечивать

ним, приведенным в табл. 1,3-6. Зная численность населения в начале (N_1) и конце (N_2) рассматриваемого этапа, по зависимости (6) можно вычислить значения $(1 + p)^t$ на этом этапе, а затем по табл. 7, найти величины $(1+p)$ и p (первый столбец). При составлении табл. 7 со значениями знаменателя геометрической прогрессии через t ($t=n-1$) лет величины p , исходя из возможных вариантов, принимались равными -0,009, -0,007, -0,005, 0,1; 0,3; 0,5, ..., 4,2; 4,5%. Значения p , установленные по данной методике на фиксированных отрезках времени, сведены в табл. 1, 3-6.

Как видно из табл. 7, значение $q^t=(1+p)^t$ сильно зависит от величины годового прироста населения. При малом значении p , изменения q^t по мере увеличения продолжительности рассматриваемого этапа незначительны (четвертая

Таблица 3. Динамика численности населения стран Европы (млн чел.)

Годы	1950	k _c (p)	1960	k _c (p)	1970	k _c (p)	1980	k _c (p)	1990	k _c (p)	2000	k _c (p)
Болгария	72,5	2,5(0,8)	7,86	2,17(0,8)	8,51	2,185(0,4)	8,86	2,10(0,4)	9,24	2,15(0,3)	9,53	2,8(0,2)
Венгрия	93,4	2,74(0,7)	9,98	1,91(0,3)	10,4	2,14(0,3)	10,71	1,88(0,1)	10,65	1,84(1,0)	10,71	1,86(1,0)
Польша	24,8	3,63(1,8)	29,6	2,47(1)	32,6	2,25(0,9)	35,57	2,21(0,8)	38,51	2,14(0,6)	40,81	2,6(0,5)
Румыния	16,3	2,87(1,2)	18,4	2,53(1)	20,3	2,59(0,9)	22,2	2,38(0,7)	23,81	2,31(0,7)	25,57	2,22(0,5)
Чехословакия	12,4	2,89(1,0)	13,7	2,24(0,5)	14,3	2,36(0,6)	15,31	2,11(0,3)	15,83	2,08(0,5)	16,58	2,07(0,4)
Австрия	6,93	2,09(0,1)	7,04	2,66(0,6)	7,46	1,85(0,1)	7,54	1,65(-0,1)	7,5	1,63(1,0)	7,51	1,73(0,1)
Бельгия	8,63	2,34(0,5)	9,15	2,5(0,5)	9,63	1,82(0,2)	9,85	1,63(0,1)	9,95	1,58(1,0)	10,01	1,79(1,0)
Нидерланды	10,1	3,08(1,3)	11,5	2,94(0,3)	13	1,79(0,8)	14,15	1,51(0,4)	14,75	1,43(0,2)	15,08	1,47(-0,2)
ФРГ	50,8	2,09(0,9)	55,4	2,415(0,9)	60,7	1,52(0,1)	61,56	1,47(-0,2)	60,33	1,48(-0,2)	59,48	1,60(-0,1)
Франция	41,7	2,73(0,9)	45,7	2,73(1,1)	50,8	2,05(0,6)	53,88	1,89(0,3)	55,47	1,79(0,3)	57,16	1,81(0,1)
Швейцария	4,69	2,29(1,3)	5,36	2,4(1,6)	6,26	1,67(0,1)	6,32	1,49(0,1)	6,38	1,45(-0,1)	6,34	1,49(-0,1)
Великобритания	50,6	2,19(0,3)	52,4	2,68(0,6)	55,6	1,89(1,0)	5,61	1,9(1,0)	56,19	1,81(1,0)	56,35	1,89(1,0)
Дания	4,27	2,53(0,7)	4,58	2,41(0,7)	4,93	1,84(0,4)	5,12	1,49(-0,1)	5,12	0,43(-0,1)	5,08	1,43(-0,1)
Ирландия	2,96	3,36(-0,5)	2,83	3,90(0,4)	2,95	3,55(1,4)	3,4	2,95(1,2)	3,84	2,68(0,2)	4,32	2,31(1,0)
Норвегия	3,26	2,6(0,9)	3,58	2,81(0,8)	3,87	2,04(0,5)	4,08	1,63(0,2)	4,17	1,53(0,1)	4,21	1,59(1,0)
Финляндия	4,0	2,98(1,0)	4,43	2,32(0,4)	4,6	1,65(0,4)	4,78	1,13(0,4)	4,96	0,94(0,2)	5,05	1,68(1,0)
Швеция	7,01	2,22(0,6)	7,48	2,23(0,7)	8,04	1,78(0,3)	8,31	1,06(-0,1)	8,3	0,45(-0,2)	8,16	1,50(-0,2)
Греция	7,56	2,27(1,0)	8,32	2,275(0,5)	8,79	2,30(0,9)	9,64	2,13(0,4)	10,08	2,04(0,3)	10,43	2,0(0,1)
Испания	27,9	2,55(0,8)	30,3	2,89(1,1)	33,8	2,74(1,1)	37,54	2,09(0,6)	39,74	2,03(0,6)	42,23	2,0(0,3)
Италия	46,8	2,32(0,7)	50,2	2,55(0,6)	53,6	2,16(0,5)	56,43	1,16(0,2)	57,56	1,71(0,2)	58,64	2,0(0,1)
Португалия	8,4	3,02(0,5)	8,82	2,95(-0,2)	8,62	2,57(1,2)	9,76	2,07(0,8)	10,54	2,07(0,6)	11,21	2,02(0,3)
Россия	101	2,5(1,6)	119	2,0(0,9)	130	2,0(0,6)	138,4	2,0(0,7)	146,5	2,1(0,4)		
Украина	36,6	2,3(1,5)	42,5	2,1(1,1)	47,1	2,0(0,6)	49,95	2,0(0,4)	51,37	2,0(0,4)		
Белоруссия	7,71	2,5(1,5)	8,14	2,3(1,0)	9,0	2,2(0,6)	9,61	2,03(0,7)	10,14	2,1(0,7)		
Грузия	3,49	2,6(1,7)	4,13	2,65(1,3)	4,68	2,5(0,7)	5,04	2,2(0,7)	5,29	2,3(0,3)		
Молдавия	2,29	3,6(2,6)	2,97	2,6(1,9)	3,56	2,5(1,1)	3,96	2,6(0,8)	4,22	2,6(0,7)		
Латвия	1,99	1,94(0,6)	2,11	2,0(1,1)	2,36	1,9(0,6)	2,53	1,9(0,7)	2,67	2,1(0,3)		
Литва	2,57	2,6(0,7)	2,76	2,4(1,3)	3,12	2,2(0,9)	3,42	2,0(0,9)	3,68	2,0(0,3)		
Эстония	1,09	2,0(1,0)	1,21	2,2(1,2)	1,35	2,1(0,8)	1,47	2,1(0,8)	1,57	2,0(0,3)		

Таблица 4. Динамика численности населения стран Азии (млн чел.)

Годы	1950	k _c (p)	1960	k _c (p)	1970	k _c (p)	1980	k _c (p)	1990	k _c (p)	2000	k _c (p)
Китай	555	5,79(1,7)	657	5,94(2,3)	831	3,81(1,9)	1003	2,71(1,1)	1124	1,91(1,1)	1255,89	1,91(0,7)
КНДР	9,74	5,46(0,7)	10,5	5,60(2,8)	13,9	4,87(2,6)	18,02	4,02(2,4)	22,94	3,23(2,0)	28,17	2,68(1,6)
Южная Корея	20,4	5,60(2,0)	25	4,93(2,4)	31,9	3,62(1,7)	38,12	... (1,6)	44,82	2,27(1,2)	50,98	2,06(0,9)
Япония	83,6	2,43(1,1)	94,1	2,025(1)	104	2,0(1,1)	117,1	1,74(0,5)	123,9	1,87(0,4)	129,73	1,98(0,2)
Бирма	178	5,85(2,0)	21,7	5,84(2,2)	27,1	5,02(2,1)	33,63	4,1(1,9)	40,84	3,28(1,7)	48,50	2,64(1,4)
Вьетнам	30	5,67(1,4)	34,7	6,85(2,0)	42,7	5,72(2,3)	54,17	4,3(2,0)	66,15	3,28(1,9)	79,87	2,46(1,4)
Индонезия	79,5	5,58(1,9)	96,2	5,5(2,2)	120	5,17(1,9)	146,4	4,1(2,1)	181,5	3,07(1,5)	211,37	2,46(1,2)
Малайзия	6,25	6,86(2,7)	8,2	6,3(2,8)	10,9	4,63(2,3)	13,69	3,91(2,3)	17,29	2,88(1,7)	20,50	2,27(1,3)
Таиланд	20,3	6,52(2,8)	26,9	6,28(3,0)	36,4	4,64(2,4)	46,45	3,52(1,8)	55,71	2,62(1,6)	65,50	2,48(1,3)
Филиппины	20,6	7,16(3,1)	27,9	6,29(3,0)	37,5	5,10(2,5)	48,31	4,41(2,3)	60,97	3,5(1,9)	74,06	2,68(1,5)
Афганистан	8,95	6,78(1,8)	10,8	7,07(2,3)	13,6	7,02(1,5)	15,95	6,9(2,8)	21,03	6,28(2,1)	26,04	5,13(1,8)
Бангладеш	42,3	6,17(2,0)	51,6	6,80(2,5)	66,7	6,84(2,8)	88,67	6,15(2,6)	115,2	4,92(2,3)	145,80	3,79(1,9)
Индия	358	5,94(2,1)	442	5,75(2,3)	555	5,13(1,9)	675	4,3(2,0)	827,2	3,28(1,5)	964,07	2,46(1,1)
Иран	14,2	8,43(3,6)	20,3	7,84(3,4)	28,4	6,43(3,0)	38,34	5,64(2,9)	51,25	4,61(2,4)	65,16	3,48(1,9)
Непал	8,18	5,67(1,4)	9,4	6,0(2,0)	11,5	6,53(2,0)	14,01	6,25(2,8)	18,47	5,43(2,2)	23,05	4,3(1,8)
Пакистан	40	6,97(2,2)	50,1	7,18(2,7)	65,7	6,27(2,3)	82,58	5,84(3,1)	112,2	4,71(2,3)	140,96	3,69(1,9)
Шри-Ланка	7,67	5,55(2,2)	98,9	4,88(2,3)	12,5	3,86(1,6)	14,74	3,38(1,6)	17,45	2,46(1,1)	19,62	2,15(1,0)

Окончание табл. 4

Годы	1950	k _c (p)	1960	k _c (p)	1970	k _c (p)	1980	k _c (p)	1990	k _c (p)	2000	k _c (p)
Ирак	5,15	7,17(2,8)	6,84	7,17(3,1)	9,35	7,04(3,5)	13,24	6,66(3,5)	18,76	5,43(3,0)	25,38	4,26(2,6)
Йеменская Араб-Саудовская Аравия	3,32	6,97(1,9)	4,03	6,97(1,8)	4,83	6,97(2,1)	5,98	6,97(2,8)	7,92	6,58(3,2)	10,88	5,84(3,0)
Сирия	3,2	7,17(2,4)	4,07	7,26(3,4)	5,74	7,29	9,37	7,07(4,0)	13,98	6,5(3,5)	19,82	5,21(2,9)
Турция	3,49	7,09(2,5)	4,56	7,63(3,2)	6,25	7,46(3,3)	8,7	7,17(3,7)	12,63	6,25(3,4)	17,81	4,41(2,7)
Узбекистан	20,8	6,15(2,8)	27,5	5,9(2,5)	35,3	4,87(2,3)	44,43	3,96(2,0)	54,64	3,23(1,8)	65,35	2,75(1,5)
Казахстан	6,26	5,1(2,9)	8,37	5,7(3,5)	11,80	5,6(2,9)	15,77	4,8(2,8)	19,57	4,7(1,2)		
Азербайджан	6,52	4,4(4,2)	9,84	3,34(2,9)	13,01	3,3(1,3)	14,86	2,95(1,0)	16,47	3,12(0,3)		
Киргизия	2,86	5,0(2,9)	3,82	4,6(2,9)	5,12	4,0(1,7)	6,11	3,2(0,3)	6,29	2,95(0,8)		
Таджикистан	1,72	4,3(2,2)	2,14	4,9(1,6)	2,93	4,8(2,0)	3,59	4,1(2,1)	4,24	4,2(1,0)		
Туркмения	1,51	4,0(3,0)	2,04	6,0(3,6)	2,90	6,1(5,8)	3,90	5,6(3,1)	4,97	5,65(1,4)		
	1,20	5,2(2,7)	1,57	6,0(3,2)	2,16	5,8(2,7)	2,83	4,8(2,6)	3,46	4,75(1,4)		

Таблица 5. Динамика численности населения стран Африки (млн чел.)

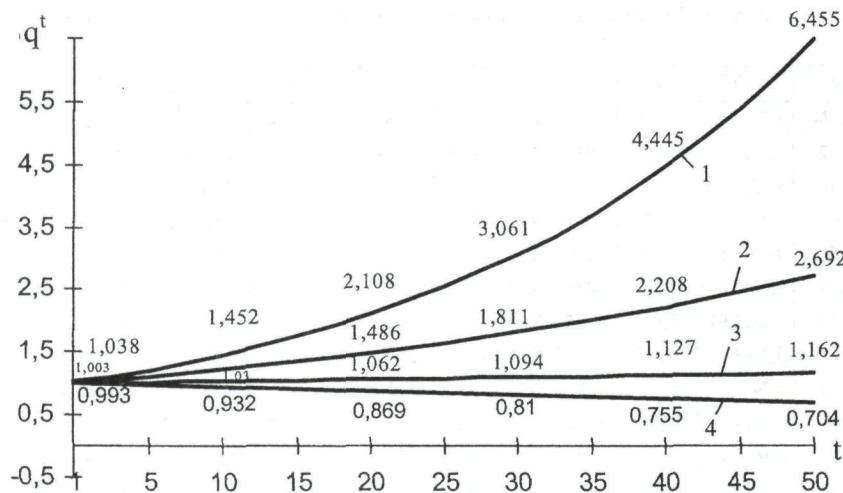
Годы	1950	k _c (p)	1960	k _c (p)	1970	k _c (p)	1980	k _c (p)	1990	k _c (p)	2000	k _c (p)
Бурунди	2,46	5,44(1,8)	2,93	5,75(1,7)	3,46	6,18(1,8)	4,12	6,44(2,8)	5,44	6,11(2,8)	7,23	5,14(2,5)
Замбия	2,44	6,54(2,5)	3,14	6,63(2,9)	4,19	6,75(3,4)	5,83	6,76(3,1)	7,91	6,66(3,5)	11,24	6,15(3,4)
Зимбабве	2,42	6,61(4,5)	3,61	6,61(3,9)	5,31	6,6(2,9)	7,10	6,6(4,0)	10,51	6,50(3,7)	15,13	6,03(3,5)
Кения	5,82	8,2(3,5)	7,90	8,12(3,6)	11,29	8,20(3,9)	16,67	8,12(4,3)	25,41	7,75(4,2)	38,53	6,66(3,7)
Мадагаскар	4,43	5,7(2)	5,36	5,81(2,3)	6,72	6(2,6)	8,70	6,09(4,3)	11,58	6,01(3,0)	15,55	5,52(2,8)
Мозамбик	5,71	5,42(1,4)	6,55	5,78(2,2)	8,14	6,09(4,0)	12,12	6,09(3,1)	15,97	6,01(2,8)	21,10	5,52(2,7)
Руанда	2,13	5,97(2,6)	2,75	6,91(3,1)	3,72	7,31(3,3)	5,16	7,51(2,8)	7,18	7,19(3,4)	10,12	6,56(3,3)
Сомали	1,08	6,6()	2,14	6,6(2,1)	2,63	6,6(4,3)	4,02	6,6(3,3)	5,17	6,50(2,5)	6,67	6,03(2,7)
Танзания	7,89	6,74(2,4)	10,03	6,86(3,0)	13,51	7,05(3,2)	18,58	7,1(2,5)	27,00	7,00(3,7)	39,13	6,44(3,5)
Уганда	4,76	6,91(3,2)	6,56	6,91(4,1)	9,81	6,9(2,9)	13,11	6,9(3,8)	18,43	6,80(3,6)	26,26	6,27(3,5)
Эфиопия	19,57	6,7(2,2)	24,19	6,7(2,4)	30,62	6,7(2,3)	38,52	6,7(3,4)	50,09	6,60(2,8)	66,51	6,11(2,8)
Бенин	2,05	6,74(0,1)	2,25	6,84(1,9)	2,71	6,92(2,4)	3,42	7(3,2)	4,73	6,90(3,2)	6,53	6,33(3,1)
Буркина-Фасо	3,65	6,52(1,6)	4,28	6,50(1,7)	5,08	6,50(1,9)	6,15	6,5(3,3)	7,92	6,39(2,9)	10,54	5,95(2,9)
Гана	4,24	6,37(4,5)	6,77	6,52(2,4)	8,61	6,5(2,9)	11,54	6,5(2,5)	16,07	6,37(3,4)	22,61	5,95(3,3)
Гвинея	3,25	6,58(1,2)	3,66	6,4(1,8)	4,39	6,19(2,1)	5,41	6,19(3,4)	6,88	6,08(2,5)	8,88	5,66(2,5)
Кот-д'Ивуар	3,32	6,65(1,1)	3,73	6,62(4,0)	5,55	6,7(3,9)	8,17	6,7(2,4)	11,66	6,41(3,2)	16,01	5,66(3,0)
Мали	3,85	6,36(1,9)	4,64	6,52(2,0)	5,69	6,65(2,2)	7,10	6,7(3,6)	9,36	6,60(3,0)	12,66	6,11(3,0)
Нигер	2,87	6,86(1,2)	3,23	7,08(2,5)	4,15	7,1(2,5)	5,31	7,1(2,8)	7,11	7,00(3,2)	9,75	6,44(3,1)
Нигерия	32,93	6,77(2,5)	42,30	6,98(3,1)	57,22	7,1(3,5)	80,56	7,1(2,9)	113,34	7,00(3,6)	161,93	6,44(3,4)
Сенегал	2,50	6,64(2,0)	3,04	6,66(2,8)	4,01	6,62(3,6)	5,70	6,5(3,4)	7,38	6,39(2,8)	9,77	5,95(2,7)
Сьерра-Леоне	2,20	6,12(1,2)	2,48	6,11(1,4)	2,84	6,12(1,5)	3,30	6,13(2,6)	3,97	6,01(2,0)	4,87	5,52(2,0)
Алжир	8,75	7,28(2,1)	10,80	7,43(2,4)	13,75	7,27(3,1)	18,67	6,66(3,1)	25,49	5,33(2,7)	33,44	3,48(1,9)
Египет	20,33	6,56(2,4)	25,92	6,81(2,4)	33,05	5,4(2,4)	42,13	4,82(2,2)	52,54	3,79(1,9)	63,94	2,97(1,6)
Ливия	1,03	6,87(2,8)	1,35	7,32(4,0)	1,99	7,48(4,4)	3,04	7,17(3,6)	4,33	6,46(3,4)	6,08	5,13(2,8)
Марокко	8,95	7,17(2,6)	11,63	7,12(2,8)	15,31	6,4(2,7)	20,05	5,13(2,0)	24,62	3,49(1,8)	29,51	2,46(1,3)
Судан	9,19	6,68(2,0)	11,17	6,68(2,2)	13,86	6,68(3,0)	18,68	6,58(2,9)	24,90	6,05(2,8)	32,93	4,91(2,4)
Тунис	3,53	6,87(1,8)	4,22	7,0(2,0)	5,13	5,9(2,2)	6,39	4,82(2,1)	7,89	3,38(1,7)	9,43	2,56(1,4)
Ангола	4,13	6,39(1,5)	4,82	6,38(1,5)	5,59	6,39(3,3)	7,72	6,39(2,6)	10,00	6,31(2,8)	13,23	5,87(2,7)
Запир	12,54	5,98(2,4)	15,91	5,96(2,0)	19,48	6,09(3,1)	26,38	6,09(2,8)	34,85	6,01(3,1)	47,58	4,97(3,0)
Камерун	4,53	5,76(1,9)	5,48	5,69(2,1)	6,75	5,75(2,3)	8,50	5,79(2,9)	11,36	5,70(2,9)	15,17	5,52(2,8)
ЦАР	2,66	5,52(1,4)	3,06	5,67(1,8)	3,65	5,80(2,0)	4,48	5,89(2,4)	5,67	5,81(2,5)	7,31	5,34(2,4)
ЮАР	15,22	5,55(1,9)	18,28	5,61(2,2)	22,76	5,2(2,3)	28,61	5,07(2,5)	36,75	4,73(2,4)	46,92	4,10(2,2)

Таблица 6. Динамика численности населения стран Америки (млн чел.)

Годы	1950	$k_c(p)$	1960	$k_c(p)$	1970	$k_c(p)$	1980	$k_c(p)$	1990	$k_c(p)$	2000	$k_c(p)$
Канада	13,74	3,71(2,7)	17,91	3,065(1,8)	21,41	1,98(1,2)	24,04	1,66(1,1)	26,75	1,79(0,8)	28,93	1,87(0,6)
США	152,27	3,34(1,7)	180,67	3,035(1,3)	205,05	2,09(1)	227,74	1,83(0,9)	248,43	2,03(0,8)	268,24	2,1(0,6)
Гаити	3,10	6,15(1,9)	3,72	6,15(2,1)	4,61	6,0(0,2)	5,01	5,74(4,1)	7,51	5,36(2,8)	9,86	4,86(2,7)
Доминиканская	2,41	7,5(2,9)	3,22	7,165(2,9)	4,29	5,55(2,4)	5,44	4,18(2,5)	6,97	3,16(1,9)	8,41	2,68(1,7)
Куба	5,86	4,01(1,8)	7,03	4,485(2)	8,57	2,86(1,32)	9,72	1,80(0,8)	10,54	2,02(1,1)	11,72	2,08(0,7)
Пуэрто-Рико	2,22	5,02(0,6)	2,36	3,885(2,4)	2,72	2,87(1,7)	3,21	2,52(1,5)	3,71	2,34(1,2)	4,19	2,13(0,9)
Гватемала	2,97	7,09(2,9)	3,96	6,725(2,8)	5,25	5,93(2,8)	6,92	6,12(2,9)	9,20	5,36(2,9)	12,22	4,43(2,6)
Мексика	27,38	6,74(3,1)	37,07	6,72(3,3)	51,18	5,895(3,1)	69,39	4,61(2,5)	89,01	3,43(2,1)	109,18	2,7(1,6)
Боливия	2,77	6,74(2,2)	3,43	6,59(2,3)	4,33	6,45(2,6)	5,60	6,25(2,7)	7,31	5,81(2,9)	9,74	5,14(2,8)
Бразилия	53,44	6,15(3,1)	72,59	5,73(2,8)	95,85	4,45(2,4)	121,29	3,81(2,2)	150,37	3,16(1,8)	179,49	2,71(1,4)
Венесуэла	5,01	6,46(4,1)	7,50	6,18(3,5)	10,60	4,70(3,5)	15,02	4,10(2,8)	19,74	3,47(2,3)	24,72	3,05(2)
Колумбия	11,60	6,72(3)	15,54	6,33(2,9)	20,80	4,54(2,2)	25,89	3,93(2,1)	31,82	3,26(1,8)	38,00	2,78(1,4)
Перу	7,63	6,87(2,7)	9,93	6,715(2,9)	13,19	5,69(2,7)	17,30	5,00(2,6)	22,33	3,97(2,3)	27,95	3,1(1,8)
Эквадор	3,31	6,91(2,9)	4,41	6,805(3,2)	6,05	5,72(3)	8,12	5,0(2,1)	10,78	4,32(2,5)	14,94	3,71(1,5)
Аргентина	17,15	3,16(1,9)	20,62	3,06(1,5)	23,96	3,14(1,6)	28,24	3,382(1,5)	32,88	3,0(1,2)	37,20	2,56(1,1)
Уругвай	2,24	2,73(1,2)	2,54	2,85(0,1)	2,81	2,99(0,3)	2,91	2,76(0,7)	3,13	2,48(0,7)	3,36	2,3(0,6)
Чили	6,09	4,9(2,2)	7,61	4,61(2,2)	9,456	3,48(1,6)	11,15	2,58(1,5)	12,99	2,43(0,4)	14,79	2,32(1)

Таблица 7. Значения знаменателя геометрической прогрессии через t лет

1	2	4	5	8	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0,991	0,982	0,964	0,956	0,930	0,914	0,873	0,835	0,798	0,762	0,729	0,697	0,666	0,636
0,993	0,986	0,972	0,965	0,945	0,932	0,900	0,869	0,839	0,810	0,782	0,755	0,729	0,704
0,995	0,990	0,980	0,975	0,961	0,951	0,928	0,905	0,822	0,860	0,839	0,818	0,798	0,778
0,998	0,996	0,992	0,990	0,984	0,980	0,970	0,961	0,951	0,942	0,932	0,923	0,914	0,905
1,001	1,002	1,004	1,005	1,008	1,010	1,015	1,020	1,025	1,030	1,036	1,041	1,046	1,051
1,003	1,006	1,012	1,015	1,024	1,030	1,046	1,062	1,078	1,094	1,111	1,127	1,144	1,162
1,005	1,010	1,020	1,025	1,041	1,051	1,078	1,105	1,133	1,161	1,191	1,221	1,252	1,283
1,007	1,014	1,028	1,035	1,057	1,072	1,110	1,150	1,191	1,233	1,277	1,322	1,369	1,417
1,010	1,020	1,041	1,051	1,083	1,105	1,161	1,220	1,282	1,348	1,417	1,489	1,565	1,645
1,012	1,024	1,049	1,061	1,100	1,127	1,196	1,269	1,347	1,430	1,518	1,611	1,710	1,816
1,015	1,030	1,061	1,077	1,126	1,161	1,250	1,347	1,451	1,563	1,684	1,814	1,954	2,105
1,017	1,034	1,070	1,088	1,144	1,184	1,288	1,401	1,524	1,658	1,804	1,963	2,135	2,323
1,020	1,040	1,082	1,104	1,172	1,219	1,346	1,486	1,641	1,811	2,000	2,208	2,438	2,692
1,022	1,044	1,091	1,115	1,190	1,243	1,386	1,545	1,723	1,921	2,142	2,388	2,663	2,969
1,024	1,049	1,100	1,126	1,209	1,268	1,427	1,607	1,809	2,037	2,293	2,582	2,907	3,273
1,025	1,051	1,104	1,131	1,218	1,280	1,448	1,639	1,854	2,098	2,373	2,685	3,038	3,437
1,027	1,055	1,112	1,142	1,238	1,305	1,491	1,704	1,947	2,224	2,541	2,903	3,316	3,789
1,030	1,061	1,126	1,159	1,267	1,344	1,558	1,806	2,094	2,427	2,814	3,262	3,782	4,384
1,032	1,065	1,134	1,171	1,287	1,370	1,604	1,878	2,198	2,573	3,012	3,525	4,127	4,830
1,035	1,071	1,148	1,188	1,317	1,411	1,675	1,990	2,363	2,807	3,334	3,959	4,702	5,585
1,038	1,077	1,161	1,205	1,348	1,452	1,750	2,108	2,541	3,061	3,689	4,445	5,356	6,455
1,040	1,082	1,170	1,217	1,265	1,316	1,369	1,423	1,480	3,243	3,946	4,801	5,841	7,107
1,042	1,086	1,179	1,128	1,390	1,509	1,854	2,277	2,797	3,436	4,221	5,185	6,369	7,823
1,045	1,092	1,193	1,246	1,422	1,553	1,935	2,412	3,005	3,745	4,667	5,816	7,248	9,033

Рис. 4. Значения знаменателя геометрической прогрессии через t лет

строка) и наоборот, при большом значении p , эти изменения существенны (последняя строка). Для наглядности выявленные зависимости представлены в виде графиков (рис. 4). Кривая 1 изображает содержание строки, где $p = 3,8\%$, кривая 3 – содержание строки с $p = 0,1\%$, а кривая 2 соответствует значению $p=2\%$, что характерно для большинства стран. Кривая 4 изображает случай с отрицательным значением $p = -0,09$. Графики убедительно подчеркивают роль годового прироста в увеличении численности населения.

Создание комфортных условий труда и жизни для людей, оказание надлежащих медицинских услуг, снижение смертности, охрана молодых матерей и новорожденных стабилизируют численное значение p , следовательно численность населения. При высокой рождаемости этот показатель достигает наибольшего значения. Этот вывод убедительно подтверждают данные табл. 1, 3-6. Несмотря на низкий прирост населения ($p=0,1-0,5\%$) в развитых странах Европы, численность населения в течение 40 лет практически находится на одном уровне.

Для установления закономерности изменения годового прироста населения от значения суммарного коэффициента рождаемости по данным табл. 1, 3-6 построены графики их зависимости для континентов, мира, которые представлены на рис. 5, 6.

Как видно из графиков, с увеличением суммарного коэффициента рождаемости годовой прирост населения во всех случаях растет по некоторой плавной кривой с убывающей скоростью

нарастания рассматриваемой величины. Это обстоятельство свидетельствует о том, что большие значения k_c характерны для стран, где средняя продолжительность жизни не столь высока, как в развитых странах. Анализ и обработка статистических данных показывает, что между приростом населения и суммарным коэффициентом рождаемости во всех рассмотренных случаях существует параболическая зависимость. Она может быть представлена единым уравнением для всех континентов и мира:

$$p = ak_c^2 + bk_c + c = -0,1k_c^2 + 1,38k_c - 1,845, \quad (8)$$

где a , b , c – постоянные, устанавливаемые по статистическим данным.

Следует обратить внимание на тот факт, что нулевой прирост населения, т.е. стабилизация его численности на одном уровне достигается при значении суммарного коэффициента рождаемости, равном 1,5. Учитывая, что между суммарным коэффициентом рождаемости (k_c) и числом детей на один брак (m) имеет место зависимость $m = 1,2k_c$, по уравнению (8) при известном m можно вычислить годовой прирост населения. Можно решить и обратную задачу: при нужном или заданном p установить число детей на один брак, обеспечивающий такой уровень прироста населения. Например, для обеспечения однопроцентного прироста населения нужно иметь на один брак 3 ребенка, двухпроцентного прироста – 4,65 ребенка, 2,2 процентного прироста – 5 детей и т.д.

Полученное уравнение (8) совместно с (6) служит базой для прогнозирования численности

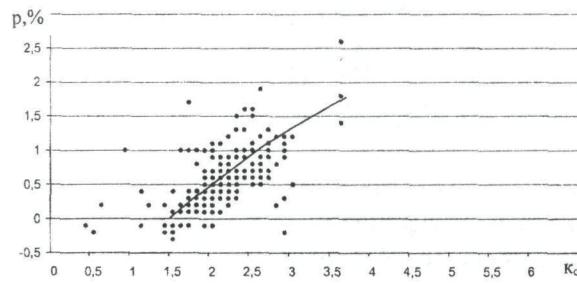
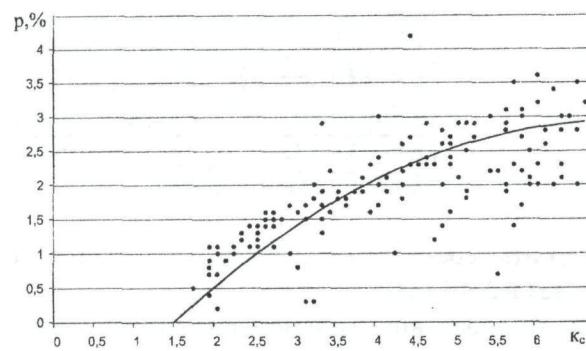
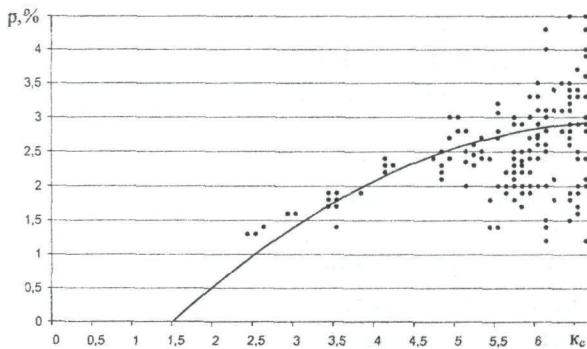
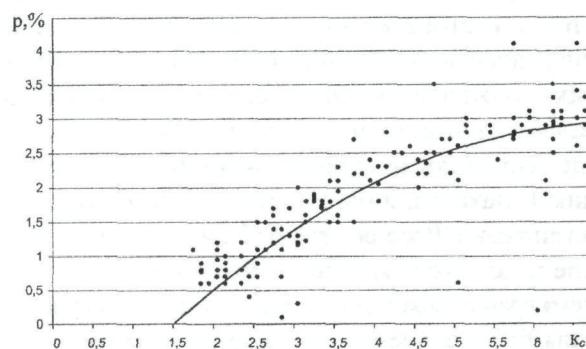
a*b**c**d*

Рис. 5. Зависимости годового прироста населения от суммарного коэффициента рождаемости для Европы (*a*), Азии (*b*), Африки (*c*) и Америки (*d*)

населения на будущие периоды. При этом более надежными являются краткосрочные (до 10 лет) и среднесрочные (10-15 лет) прогнозы. Долгосрочные (15-25 лет) и длительные (более 25 лет) прогнозы менее достоверны, так как за этот период могут изменяться влияющие на рост населения факторы. Если факторы, обусловливающие рост населения окажутся неизменными, то результаты прогноза будут надежными на любой срок.

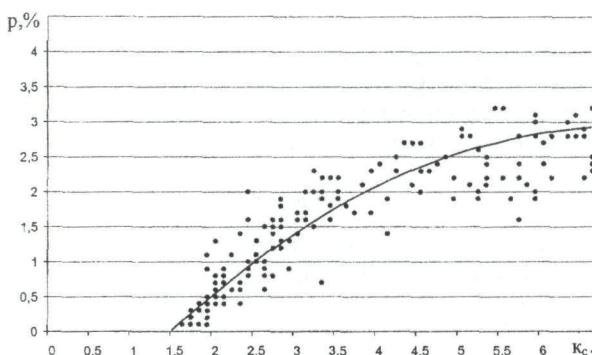


Рис. 6. Зависимость годового прироста населения от суммарного коэффициента рождаемости для мира

Прогноз численности населения при заданных p до 50 лет можно проиллюстрировать с использованием данных табл. 7. Например, при $p = 2,2\%$ население рассматриваемых стран или региона через 10 лет увеличится в 1,243 раза, через 15 лет – в 1,386 раза, через 25 лет – в 1,723 раза и удвоится через 32 года. При отрицательном значении p , например равном $-0,9\%$ население через 10 лет уменьшится на $8,4\%$, через 20 лет – на $16,5\%$, через 40 лет – на $30,3\%$. Такой мрачный прогноз реален для России, если непредпринять радикальные меры по выпрямлению демо-графической ситуации. Ввиду чрезвычайной важности в табл. 8 приведены периоды удвоения населения при различных значениях годового прироста населения.

По данным [5], для современного мира характерна стабилизация численности населения, даже в развивающихся странах наблюдается тенденция к уменьшению темпа роста населения. Поэтому вряд ли годовой прирост населения в перспективе превысит $0,6\%$. При таком уровне p удвоение населения мира может на-

Таблица 8. Периоды удвоения численности населения в зависимости от годового темпа роста

p, %	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
T, лет	694	347	232	174	139	116	100	87	78	70	64	58	54	50	47
p, %	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
T, лет	44	42	39	37	35	34	32	31	30	28	27	26	25	24,5	24
p, %	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
T, лет	23	22	21	20,5	20	19,5	19,3	19	18,5	18	17,5	17	16,5	16,3	16

ступить через 116 лет, достигнув 12,24 млрд. человек в 2116 году.

Установленные закономерности роста населения очень полезны для планирования семьи и регулирования демографических процессов. При этом в густонаселенных и странах с большой численностью населения демографическая политика должна быть направлена на ее уменьшение за счет снижения рождаемости. В тех странах, где плотность населения очень низка (Австралия, Казахстан, Канада), где рождаемость сильно снижена (Россия, страны Прибалтики), возникает необходимость в проведении такой демографической политики, которая стимулировала бы увеличение числа детей в семье. Система мер должна предусматривать поддержку матерей, молодых семей посредством различных льгот, ряда социальных и других программ.

Выводы:

1. Численность населения в отдельно взятом регионе, стране, в целом в мире в условиях естественного стационарного течения жизни растет по определенной закономерности, а именно по геометрической прогрессии. Знаменатель геометрической прогрессии равняется сумме единицы и годового прироста населения в долях единицы.

2. В процессе воспроизводства населения большую роль играет его годовой прирост. В зависимости от конкретного значения этого показателя рост населения может быть интенсивным, умеренным, нулевым даже отрицательным.

3. В случаях аномальных природных и техногенных катастроф численность населения в этом регионе, стране уменьшится одномоментно, скачкообразно. При значительном притоке людей (беженцев, иммигрантов) в данный регион, страну их численность увеличится также скачкообразно. В таких случаях изменяется исходная база – начальная численность населения.

4. Величина годового прироста населения зависит от многочисленных факторов и подвержена колебаниям. В качестве обобщающей ха-

рактеристики этих факторов может служить суммарный коэффициент рождаемости, учитывающий число детей на одну семью, продолжительность жизни, обусловливаемые уровнем медицинского обслуживания и социально-экономического развития страны. Обоснованность и точность годового прироста населения существенно скаживаются на надежности прогнозов на будущие периоды.

5. Установлена закономерность изменения годового прироста населения от суммарного коэффициента рождаемости, следовательно, количества детей на один брак. Предложенная математическая модель при соблюдении указанных выше условий позволяет прогнозировать численность населения любой страны, региона и мира на будущие периоды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабенко В.С. Золотая десятка // Наука и жизнь. 2001. №11. С. 2-8.
2. Урланиц Б.Ц. Проблемы динамики населения СССР. М.: Наука, 1974. 336 с.
3. Население мира: Демографический справочник / Сост. В. А. Борисов. М.: Мысль, 1989. 477 с.
4. Ракишев Б.Р. Теоретическая оценка численности казахов в знаковые годы XX века и ее прогноз на будущее // Доклады НАН РК. 2008. №2. С. 81-86.
5. Капица С.П. Сколько людей жило, живет и будет жить на земле. М.: Наука, 1999. 240 с.

Резюме

Халық санының өсуінің математикалық моделі негізделген. Бала туу коэффициентіне байланысты халық санының өсуінің өзгеру заңдылығы анықталған. Болашақ кезеңдегі халық санының болжамы берілген.

Summary

The mathematical model of population natural growth is substantiated. Law of population growth rate changing in dependence on the birth-rate is determined. Quantity prognosis of population increase is given on future periods.

Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева,
г. Алматы

Поступила 22.04.08г.