

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УДК 314:303.7

Ракачев В.Н., Ракачева Я.В., Халафян А.А.

**ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ НАРОДОНАСЕЛЕНИЯ
КУБАНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ, в рамках научно-исследовательского проекта № 11-06-00346 «Математическое моделирование демографических процессов в российском регионе»

КРАСНОДАР 2012

Содержание

Введение

I. Моделирование изменения общей численности населения	5
1.1. Интерполирование недостающих значений численности населения в крае	20
1.2. Прогнозирование методом экспоненциального сглаживания.....	38
1.3. Сводная таблица прогноза численности населения по национальностям до 2020 гг.....	53
II. Прогноз общей численности населения края по данным с 1959 – 2012 гг.	55
2.1. Прогнозирование полиномиальными функциями	57
2.2. Прогнозирование экспоненциальным сглаживанием	61
III. Моделирование прироста населения Краснодарского края.....	61
3.1. Интерполирование полиномиальными функциями.....	62
3.2. Прогнозирование методом экспоненциального сглаживания.....	67
Заключение	70

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современного общества в значительной степени происходит при участии научного знания, начиная от диагностики и анализа текущих социальных процессов и явлений и заканчивая их прогнозированием и моделированием.

Потребность в социальных прогнозах наиболее актуальна в отношении демографических процессов и явлений. Значимость подобного рода исследований продиктована также тем, что обострение демографической ситуации является следствием серьезных экономических и социальных перемен, которые произошли в обществе за последние десятилетия. Как будет развиваться население в целом, как будет изменяться его структура, какие факторы в первую очередь будут определять эти изменения? Современная наука в состоянии дать ответы на эти вопросы, используя накопленный опыт моделирования и прогнозирования демографических процессов. Такие модели и прогнозы, разработанные на основе синтеза гуманитарных, технических, компьютерных знаний выступают основой при разработке мер социальной политики, социального инжиниринга и проч.

В рамках научно-исследовательской работы при финансовой поддержке РФФИ, проект № 11-06-00346 нами предпринята попытка прогнозирования и создания моделей динамики численности населения Краснодарского края и его национальной структуры, как в ретроспективе, так и в перспективе до 2020 г.

Расчет демографического прогноза и моделей основывался на данных всеобщих переписей населения 1926, 1939, 1959, 1970, 1979, 1989, 2002, 2010 гг. по Краснодарскому краю. Значительный временной лаг между переписями населения, потребовал дополнительных сведений о численности населения региона в межпереписные периоды. Необходимые данные – материалы текущего статистического учета, были выявлены в центральных и региональных архивах.

Наибольшую сложность представлял поиск данных так называемого «сталинского периода» 1930–1950-х гг., т.к. проведенная перепись населения 1937 г. выявила значительные потери населения связанные с коллективизацией, раскулачиванием и связанными с ними голодом и репрессиями. Результаты переписи были аннулированы, а проведенная в 1939 г. Всесоюзная перепись населения была в значительной степени подкорректирована. Но даже и эти данные на сегодняшний день представлены в научных работах только в целом по СССР. Поиск отсутствующих данных по Краснодарскому краю осуществлялся в Российском государственном архиве экономики, фонд 1562.

Учитывая произошедшие административно-территориальные преобразования, также был произведен перерасчет численности населения по годам проведенных переписей и в дальнейшем работа велась с учетом внесенных изменений.

Однако, для того, чтобы можно было использовать инструментальный временных рядов при прогнозировании возможной численности населения края и его национального состава на 2020 г. необходимо было заполнить пропущенные данные по численности населения с 1926 по 2010 гг. Для решения этой задачи было проведено интерполирование недостающих значений численности населения в Краснодарском крае с использованием модуля программы STATISTICA «Множественная нелинейная регрессия». Пропущенные значения рассчитывались посредством аппроксимации (интерполирования) эмпирических данных полиномами третьей или четвертой степени.

Данная работа является совместным проектом ученых Кубанского государственного университета – представителей гуманитарных и естественных наук. Доценты Ракачев В.Н. и Ракачева Я.В. выявили и обработали статистические данные в центральных и региональных архивах Российской Федерации, профессор Халафян А.А. провел работы по математическому моделированию.

I. Моделирование изменения общей численности населения

Краснодарского края и по национальностям

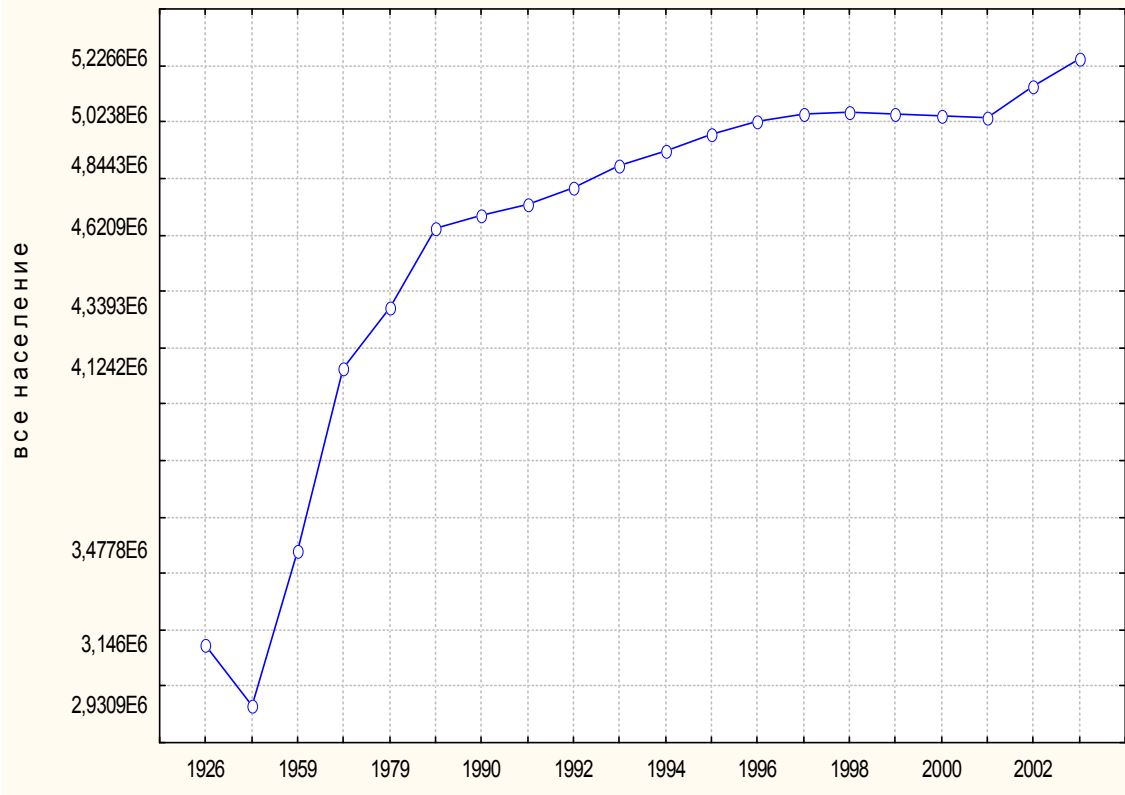
Исходные данные

	1 Годы	2 все население	3 русские	4 украинцы	5 белорусы	6 адыгейцы	7 армяне	8 греки
1926	1926	3146013	1309362	1580895	23336	8459	76257	23028
1939	1939	2930875	2582067	143744	11523	9129	58153	41249
1959	1959	3477809	3163219	137604	20292	10384	75163	11989
1970	1970	4124163	3705433	158497	30055	13693	93372	17264
1979	1979	4339251	3873463	156500	29789	16584	114438	21650
1989	1989	4620876	4006811	182128	34688	20795	171757	28337
1990	1990	4668623	4037374	183963	35154	21156	184233	28337
1991	1991	4707822	4072179	186149	37169	19239	189390	28337
1992	1992	4765209	4121929	188331	38190	19476	193646	27930
1993	1993	4844270	4188185	191350	38797	19643	200755	28293
1994	1994	4896701	4229226	193743	39012	19761	208740	29015
1995	1995	4959541	4276783	197885	39621	19824	216277	30008
1996	1996	5000723	4306760	199829	39948	19750	223854	30495
1997	1997	5026993	4321745	200865	40089	19818	232394	30670
1998	1998	5031756	4322180	200890	39892	19705	236740	30693
1999	1999	5026772	4316954	200154	39407	19635	239404	30527
2000	2000	5023844	4314783	198570	38971	19548	241964	30461
2001	2001	5014280	4305066	196700	38495	19413	244783	30458
2002	2002	5125221	4453814	131774	26260	19034	274566	26540
2010	2010	5226647	4522962	83746	16890	17673	281680	22595

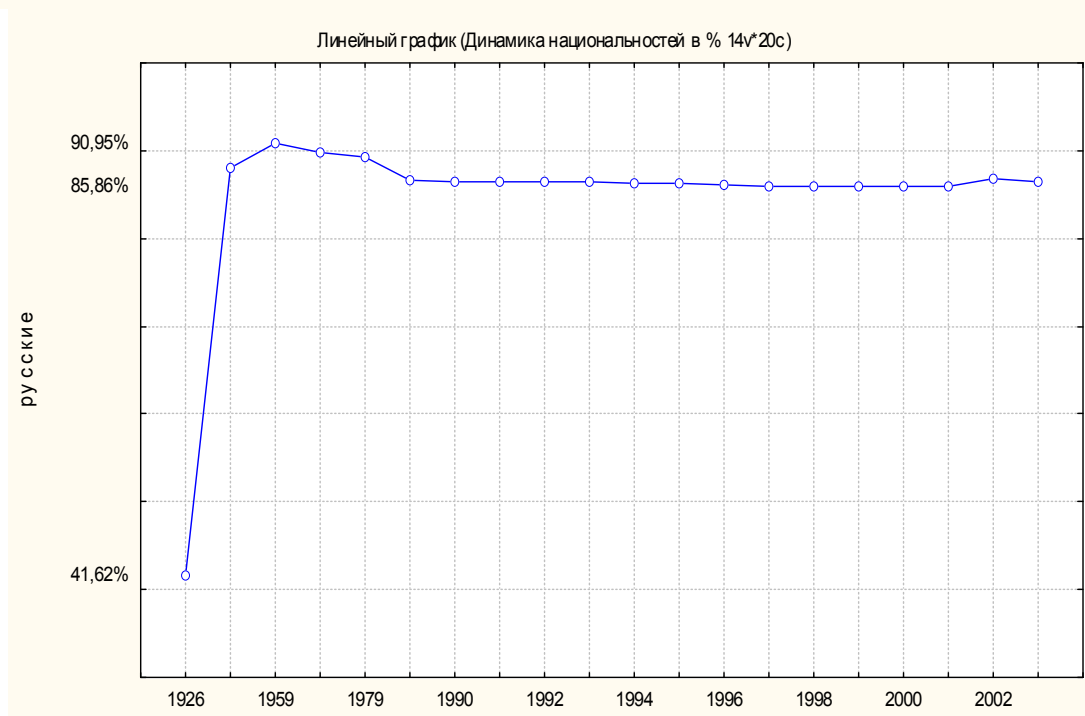
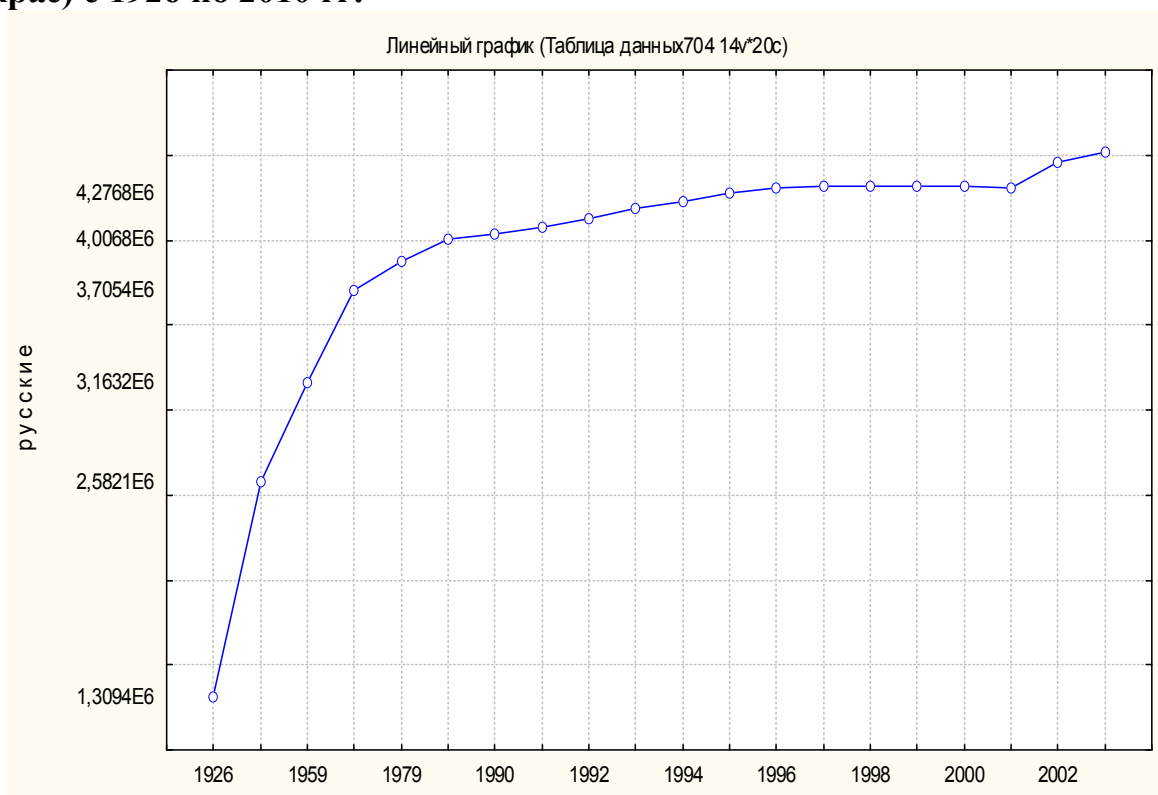
	1 Годы	2 немцы	3 грузины	4 татары	5 молдаване	6 мордва	7 евреи
1926	1926	33009	4854	4279	8997	911	5613
1939	1939	33894	4310	4736	8545	3152	7351
1959	1959	4510	5128	5036	5787	3200	6781
1970	1970	16525	6832	13169	6692	5691	7332
1979	1979	22849	8085	19093	6945	5982	5866
1989	1989	29946	12105	14547	7439	6828	5163
1990	1990	29312	12450	13635	7486	6921	4850
1991	1991	28154	12511	12005	7595	7022	4587
1992	1992	26964	12754	12843	7749	7178	4367
1993	1993	25665	13278	13092	7921	7337	4244
1994	1994	23523	14083	13342	8099	7410	4137
1995	1995	22126	15039	12878	8302	7506	4038
1996	1996	20257	15941	13617	8415	7587	3858
1997	1997	18946	16723	14105	8547	7562	3629
1998	1998	18091	17167	14141	8624	7467	3463
1999	1999	17173	17383	14275	8684	7396	3304
2000	2000	16359	17595	14240	8686	7260	3098
2001	2001	15513	17944	14194	8697	7131	2932
2002	2002	18469	20500	25603	6537	4887	2989
2010	2010	12171	17826	24840	5170	3151	2247

Динамика изменения общей численности населения в крае

Линейный график (Таблица данных 704 14v*20с)

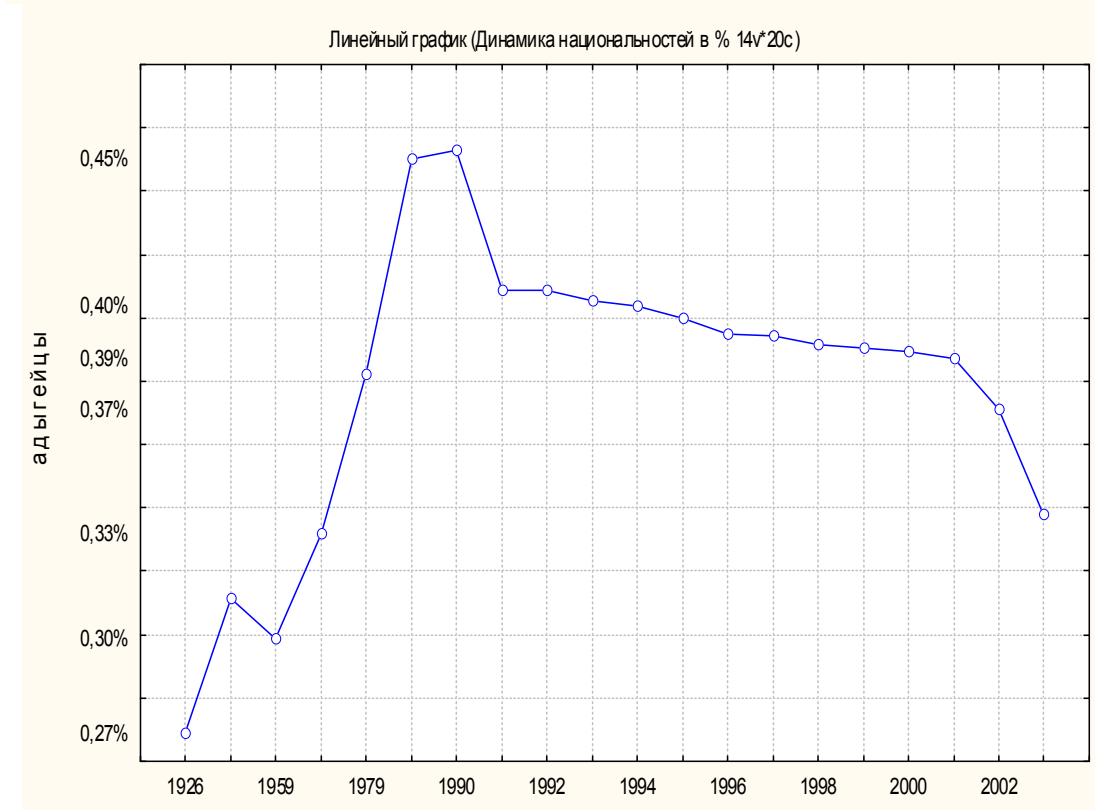
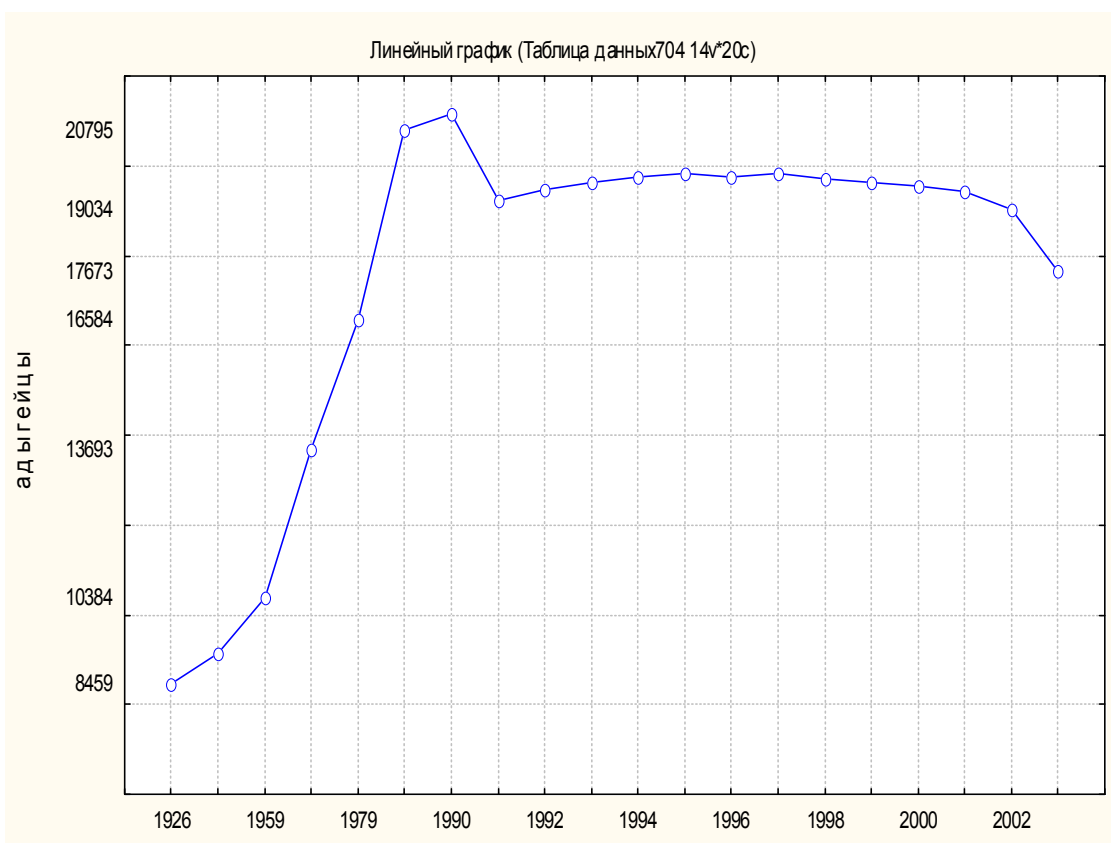


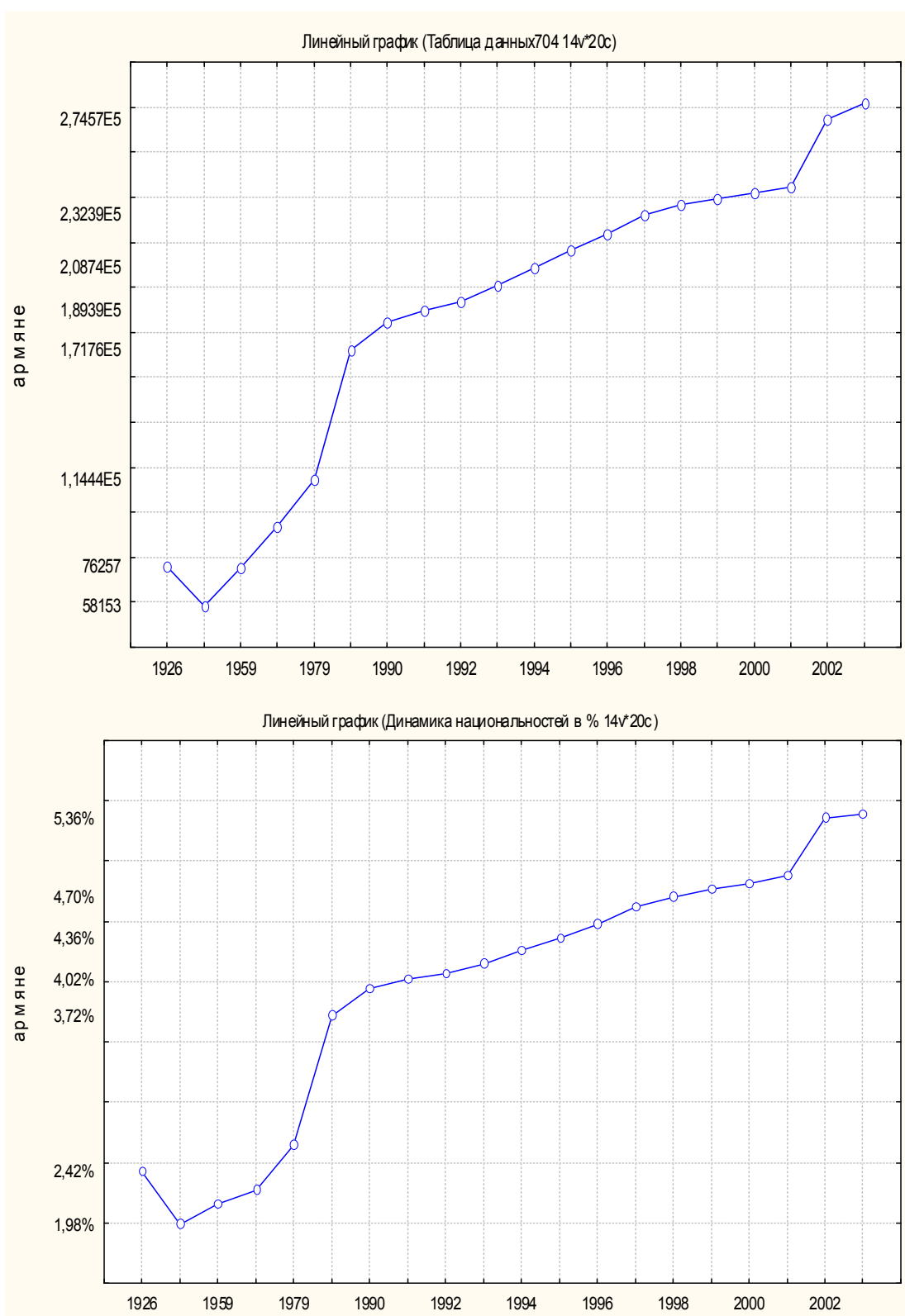
Динамика изменения численности населения по национальностям в абсолютных и относительных величинах (к общему количеству населения в крае) с 1926 по 2010 гг.

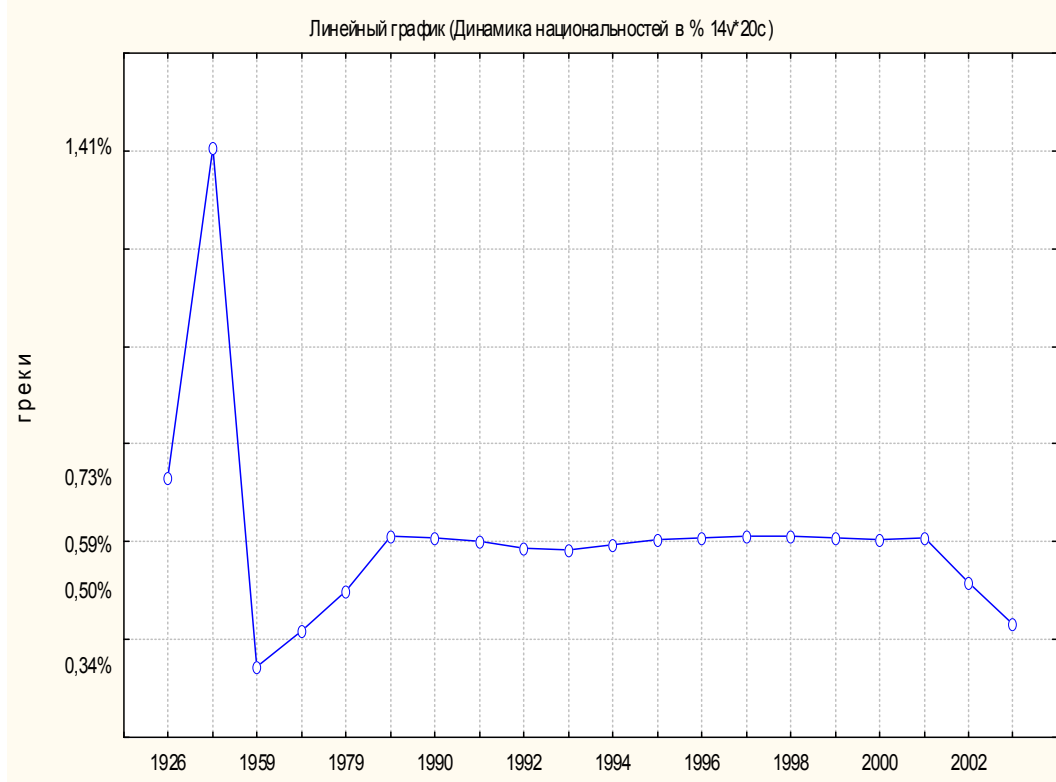
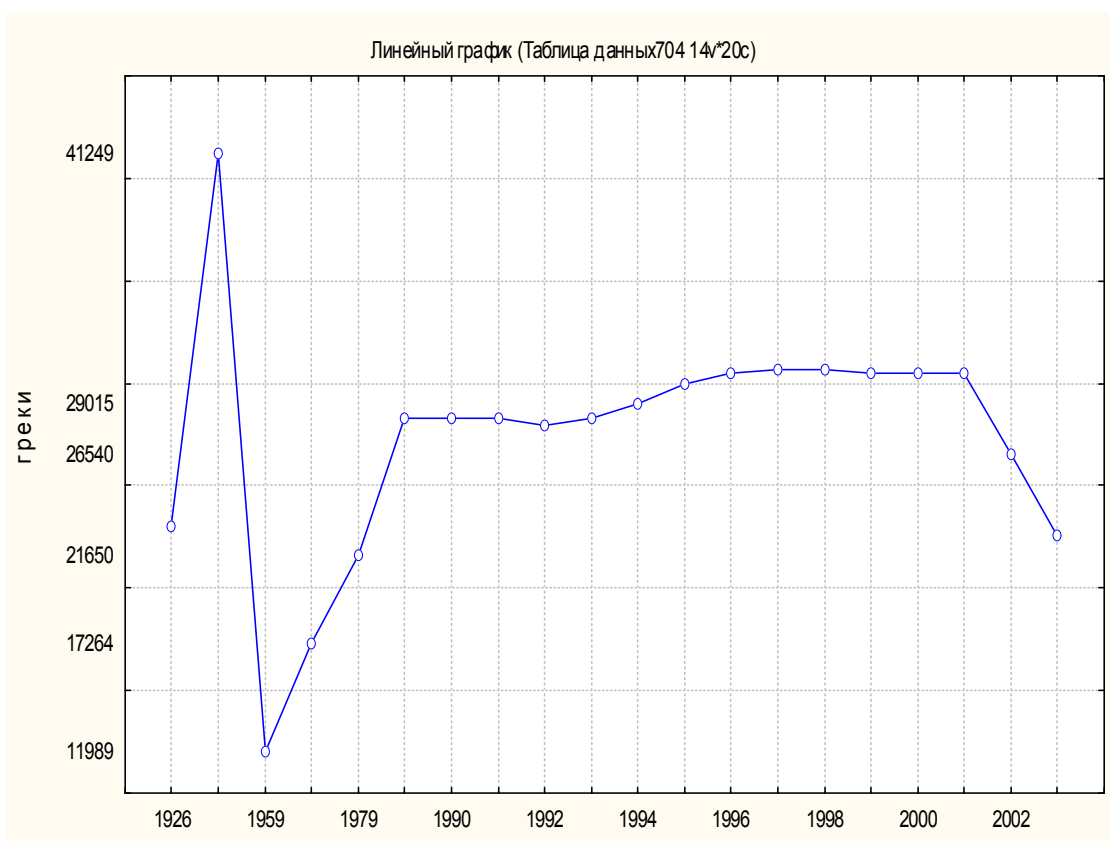


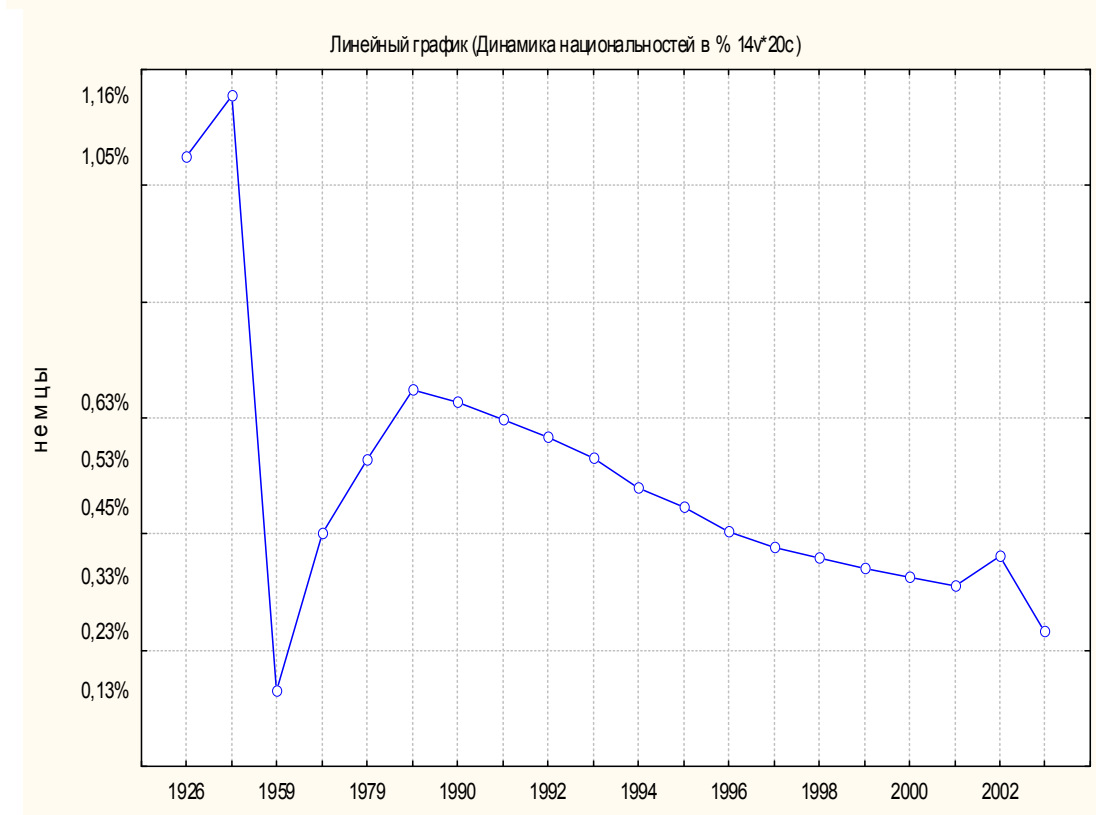
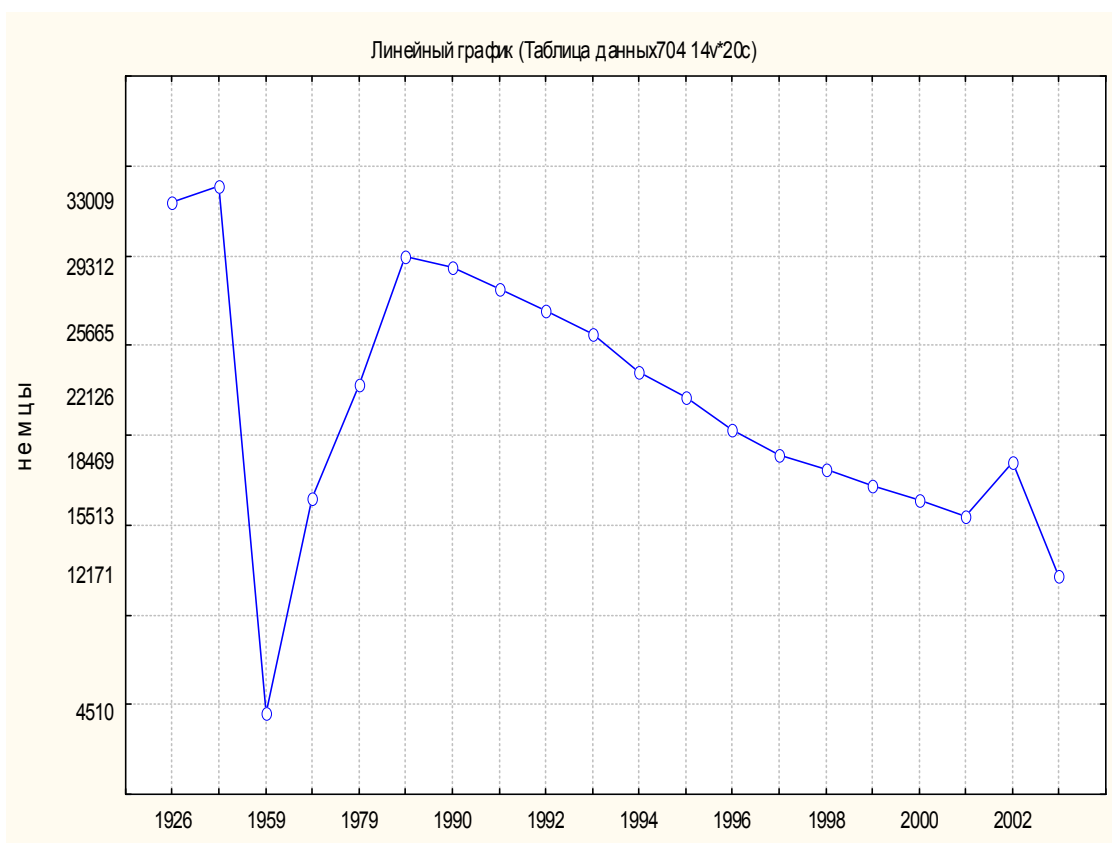


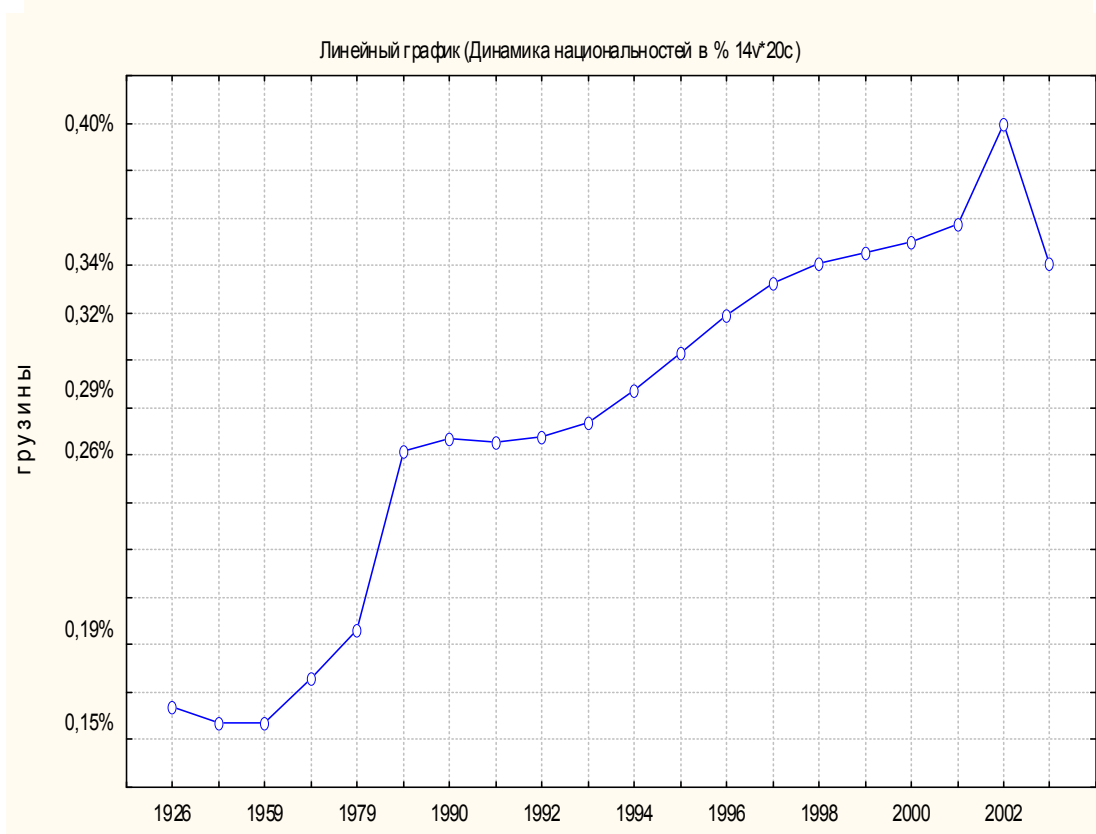
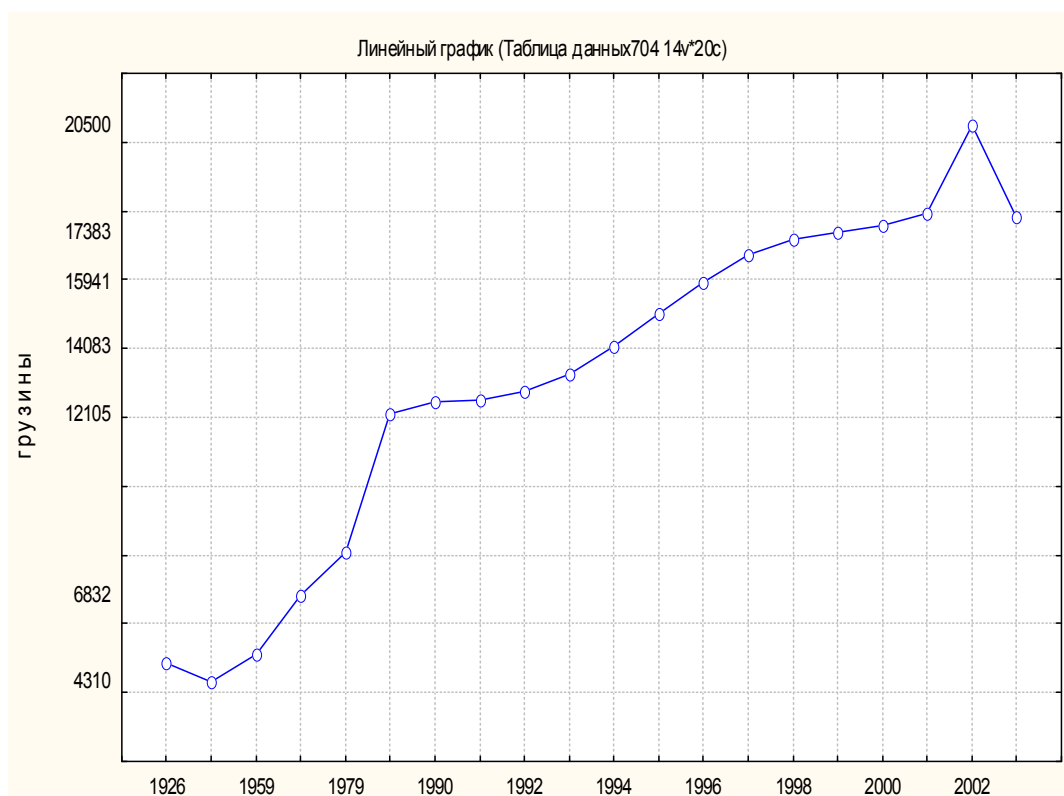


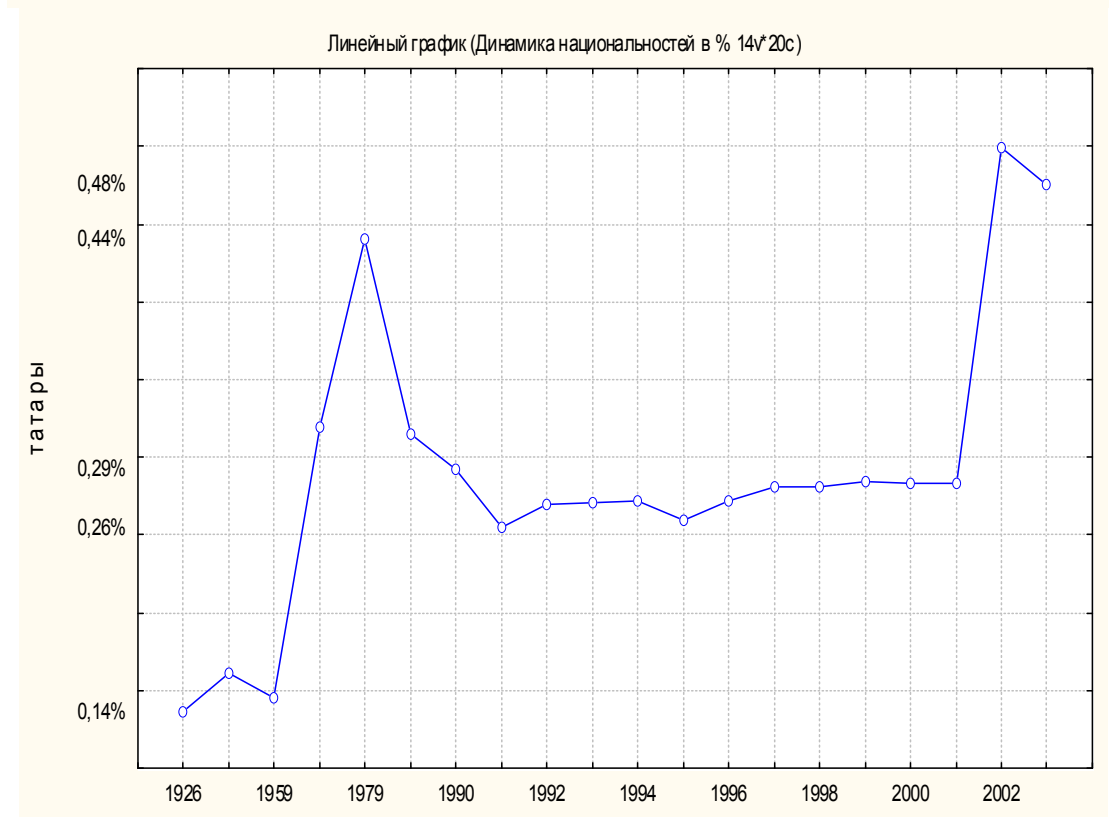
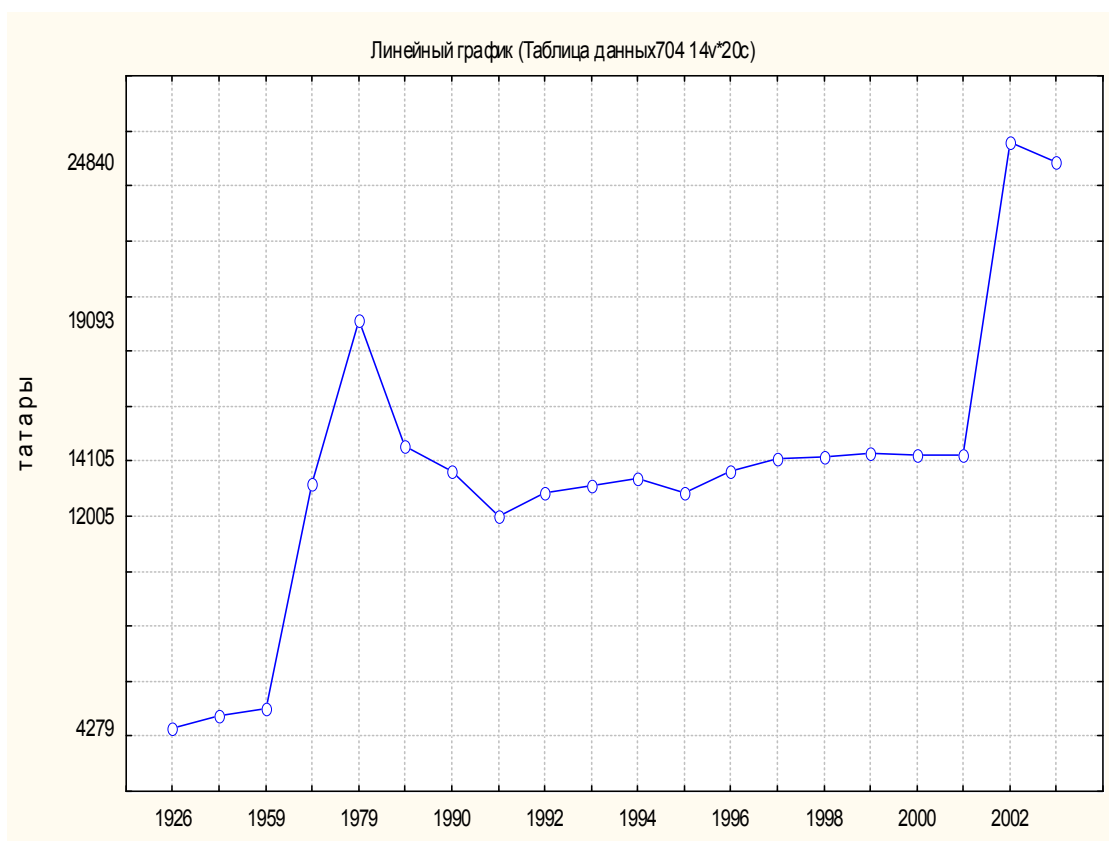


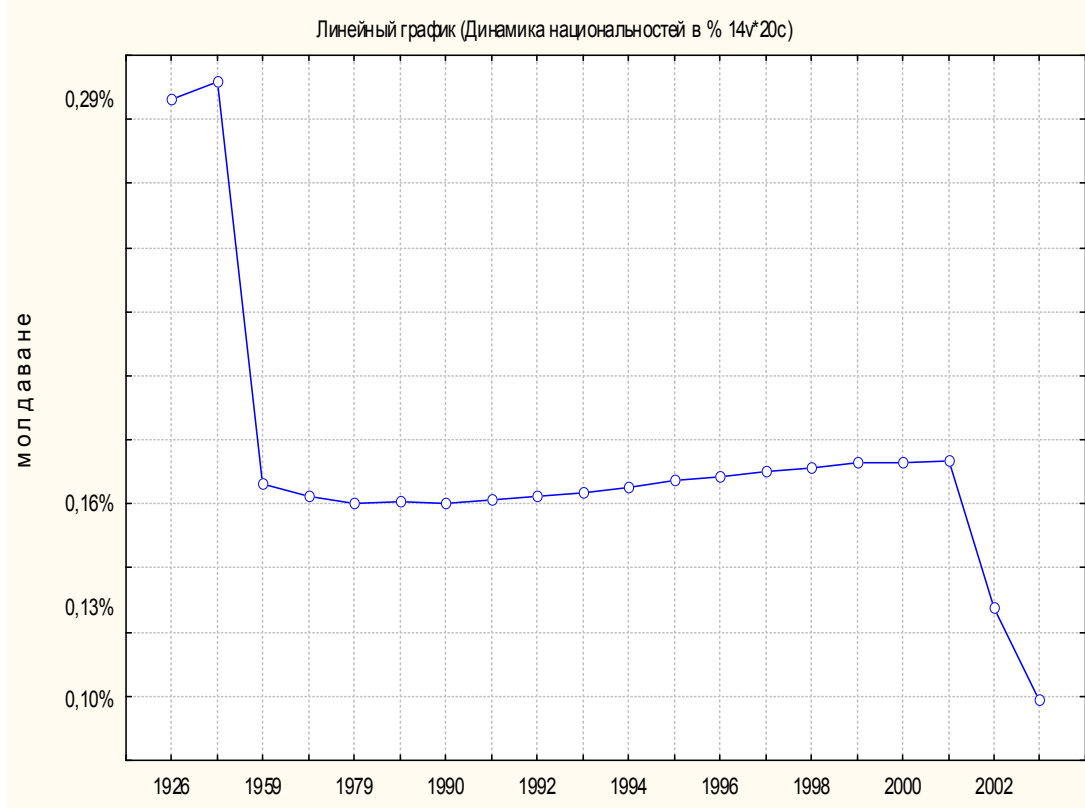
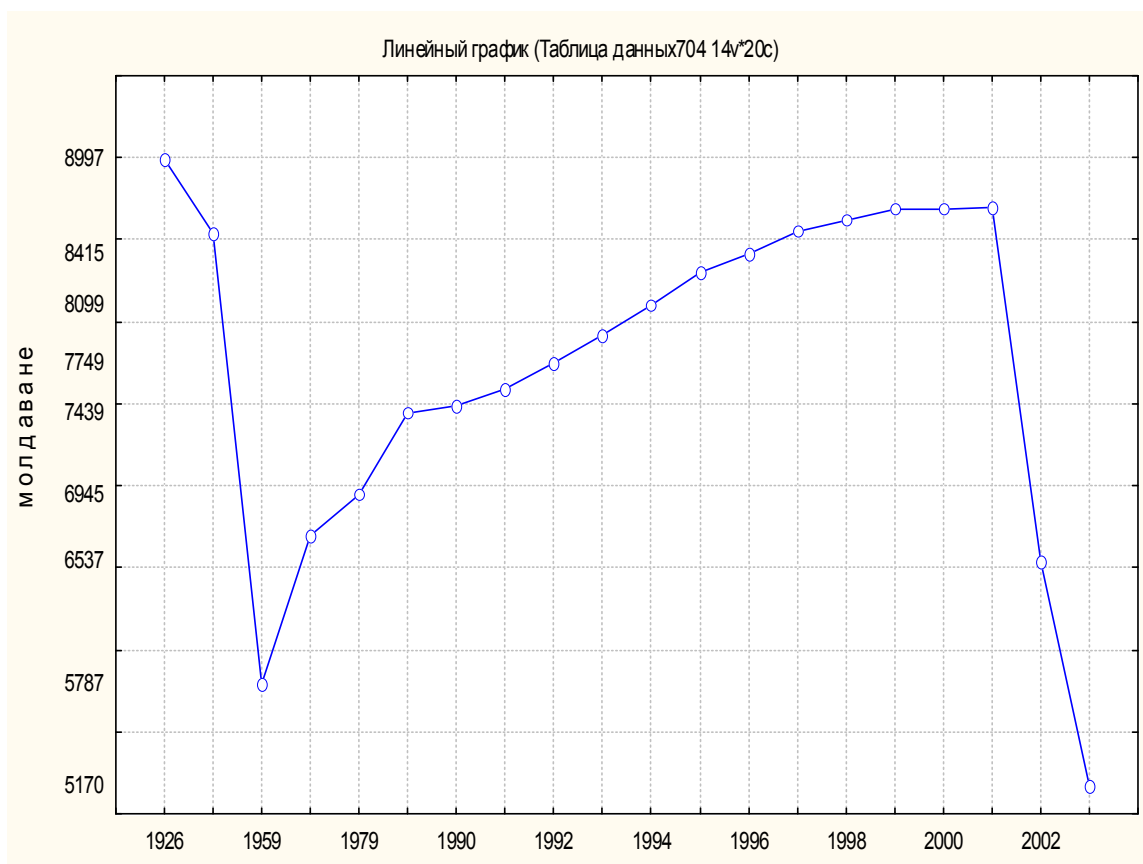


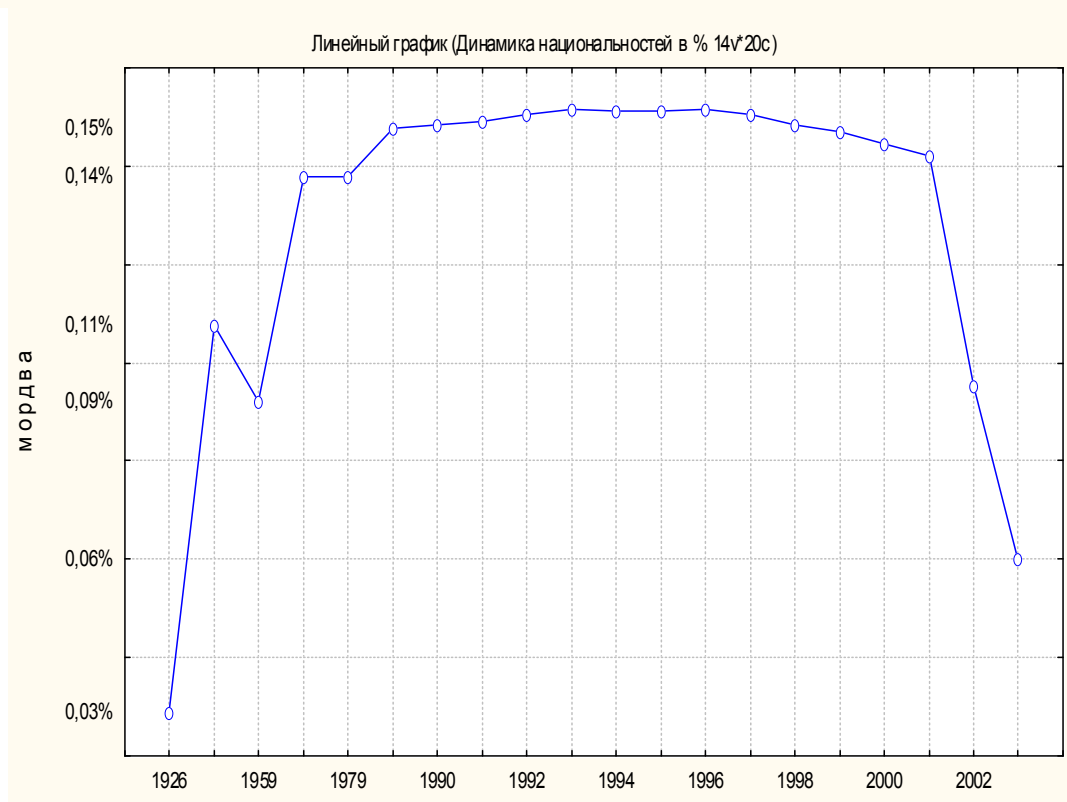
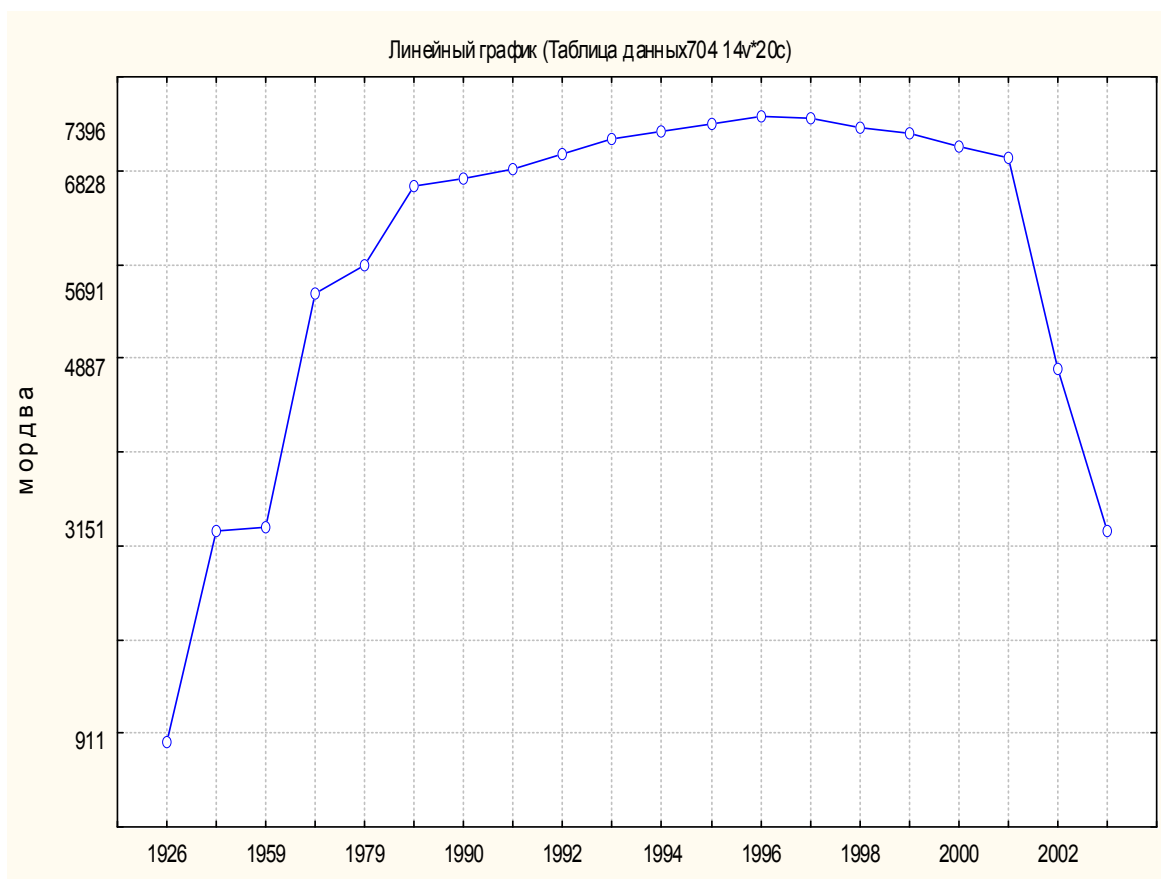


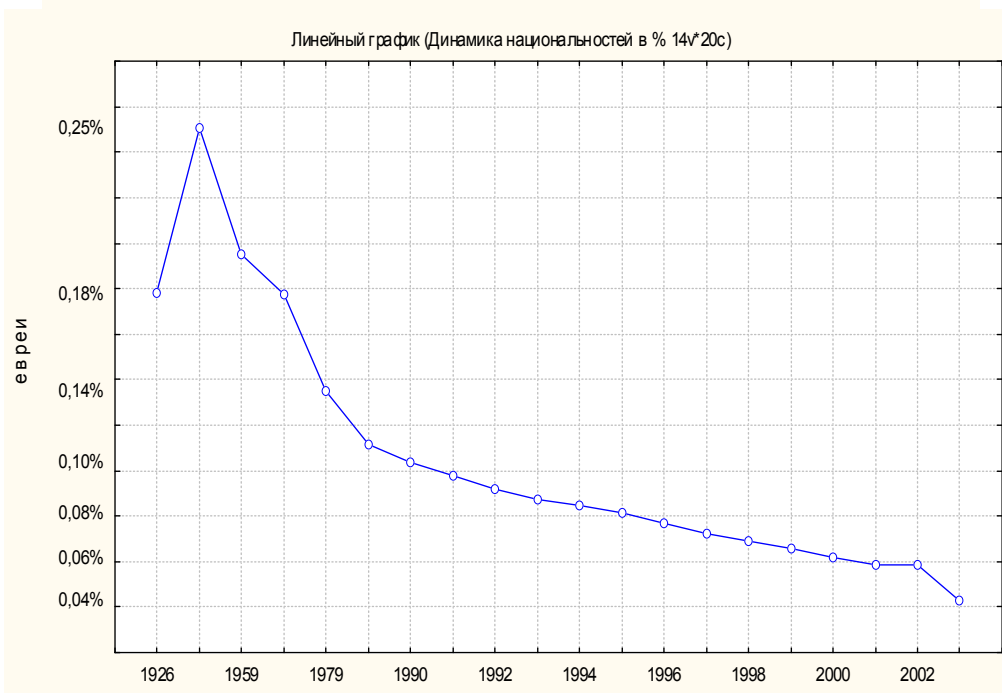
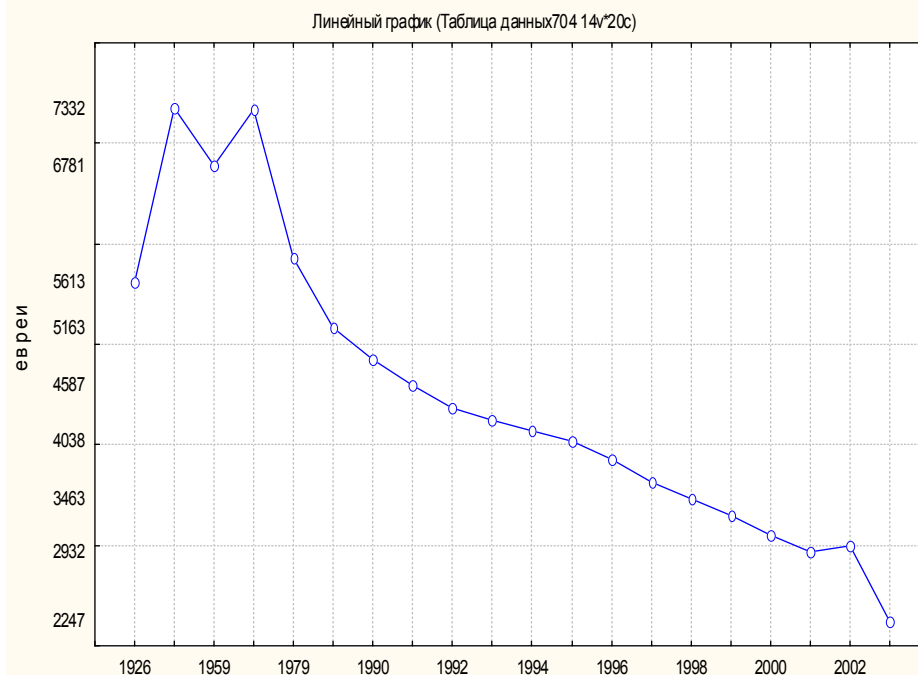












Формы кривых абсолютной и относительной численности населения по национальностям практически идентичны, т.е динамика изменения абсолютной и относительной численности населения по национальностям примерно одинакова. Это означает, что наблюдается некоторая пропорциональность в динамике изменения населения????, за исключением русской части населения. Абсолютная численность продолжает расти, но относительная численность стабилизировалась на отметке 86%.

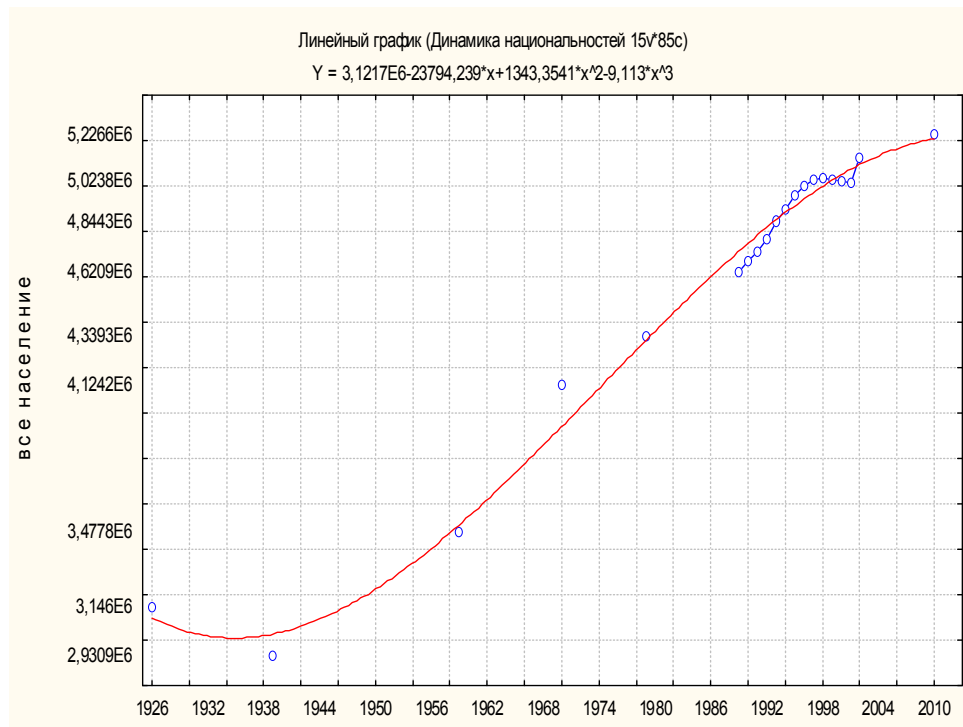
1.1. Интерполирование недостающих значений численности населения в крае

Для того, чтобы можно было использовать инструментарий временных рядов при прогнозировании возможной численности населения на 2020 г. следует заполнить пропущенные данные по численности населения с 1926 по 2010. Для решения этой задачи использовали модуль программы STATISTICA «Множественная нелинейная регрессия». Пропущенные значения рассчитывались посредством аппроксимации (интерполирования) эмпирических данных полиномами третьей или четвертой степени.

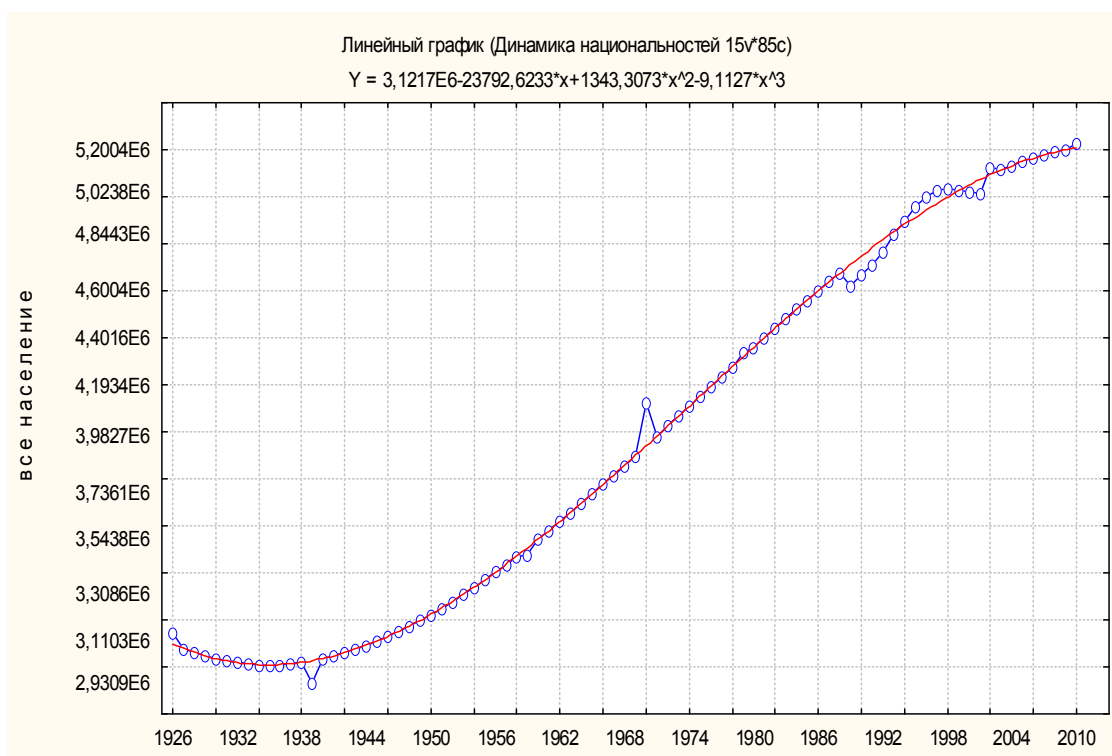
Ниже на рисунках отображены графики численности населения (общей и по национальностям) в верхней части которых указаны полиномы для интерполирования пропущенных значений. На втором рисунке отображен график после вычисления пропущенных значений.

В качестве аргументов x использованы номера дат (1, 2, ..., 85), y – расчетная численность населения.

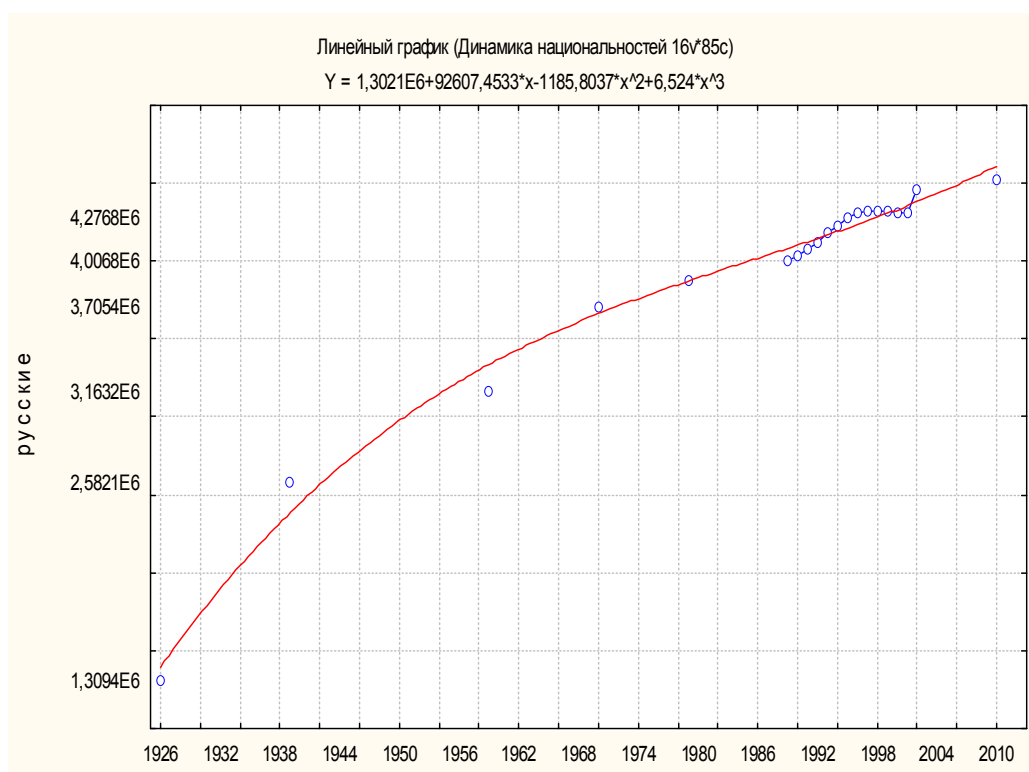
Естественно возможны при этом погрешности, но надеемся, что они не будут больше ошибок, которые допускаются при переписи населения.



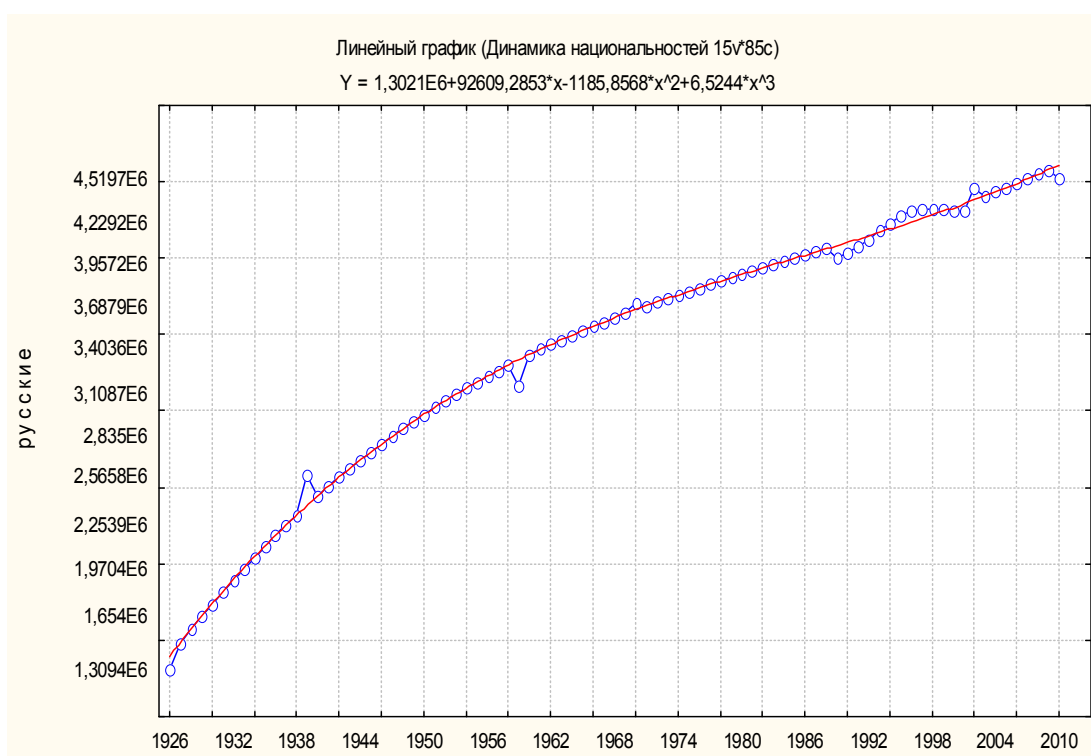
Все население. График до интерполирования



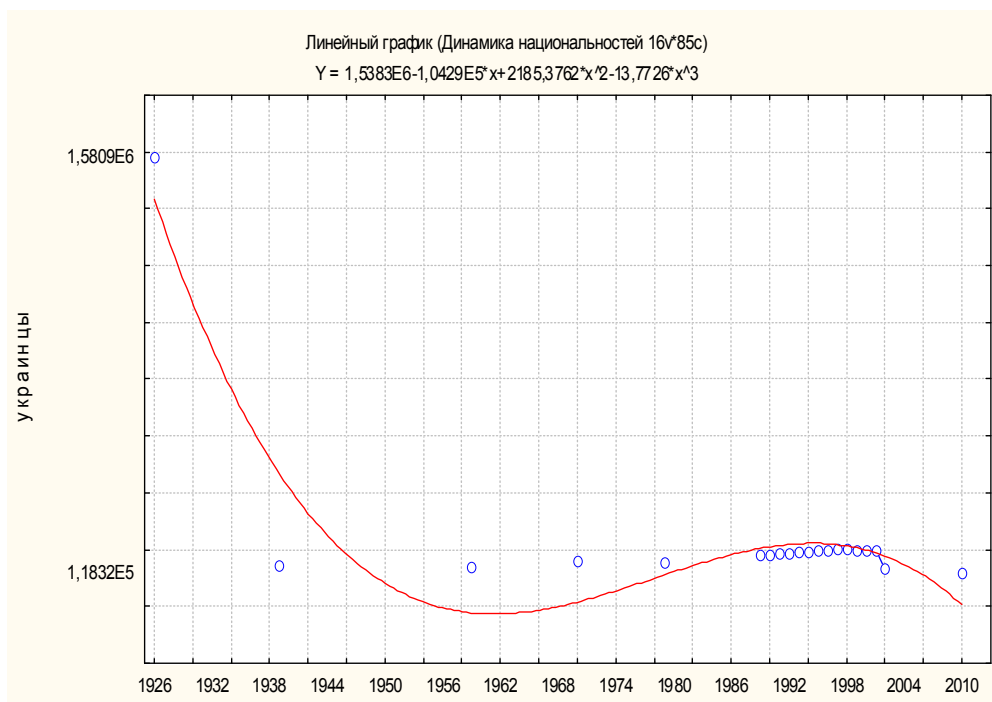
Все население. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



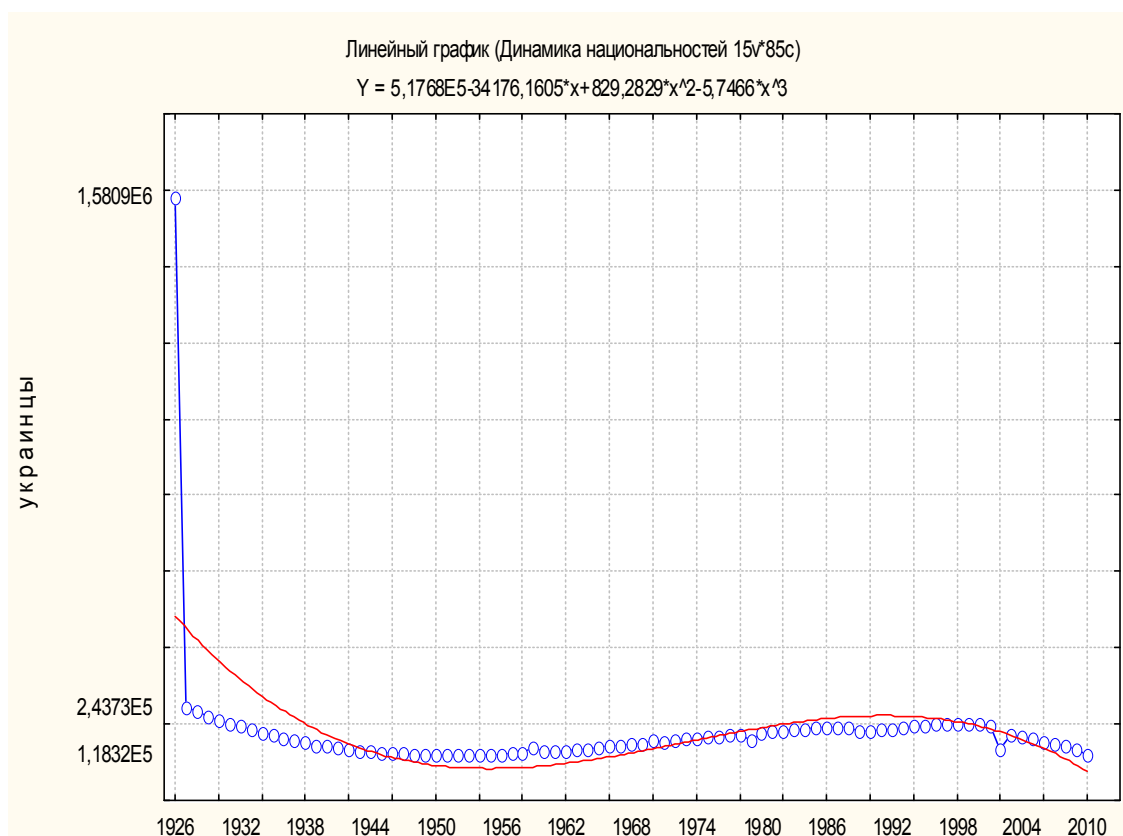
Русские. График до интерполирования



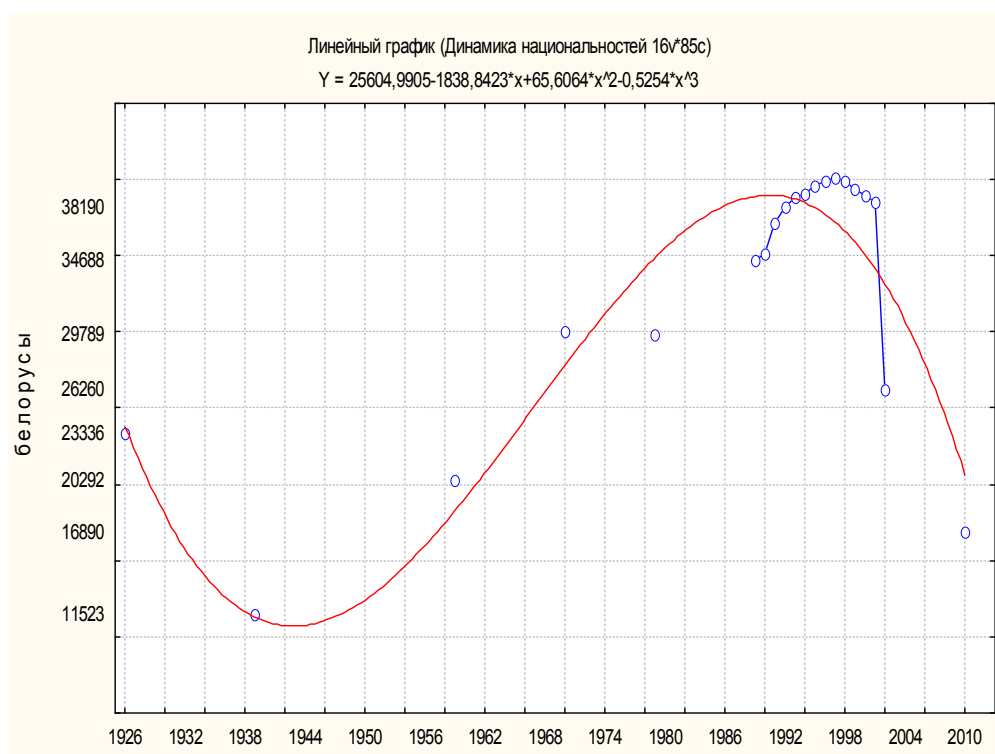
Русские. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



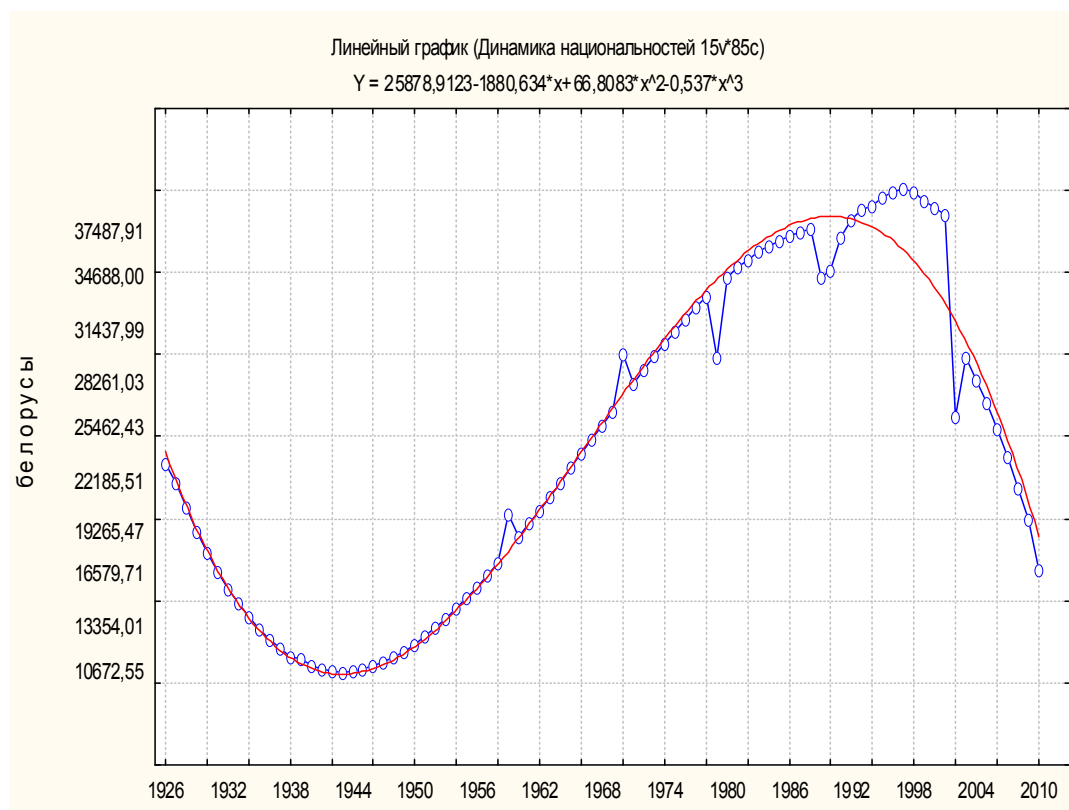
Украинцы. График до интерполирования



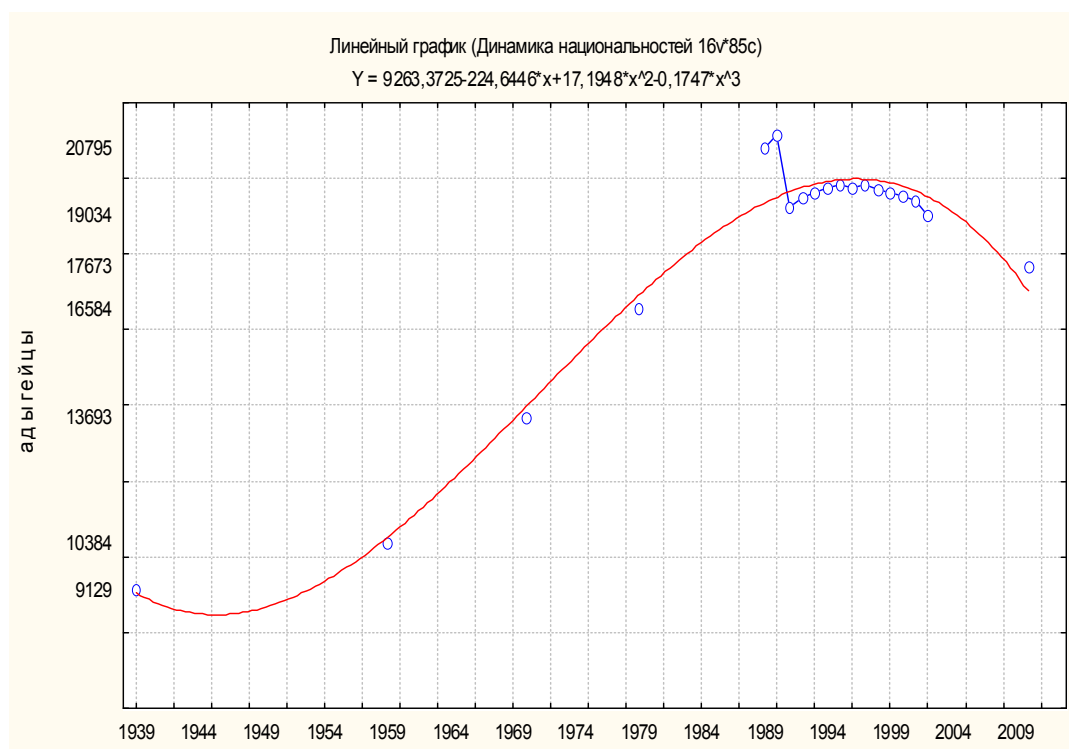
Украинцы. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



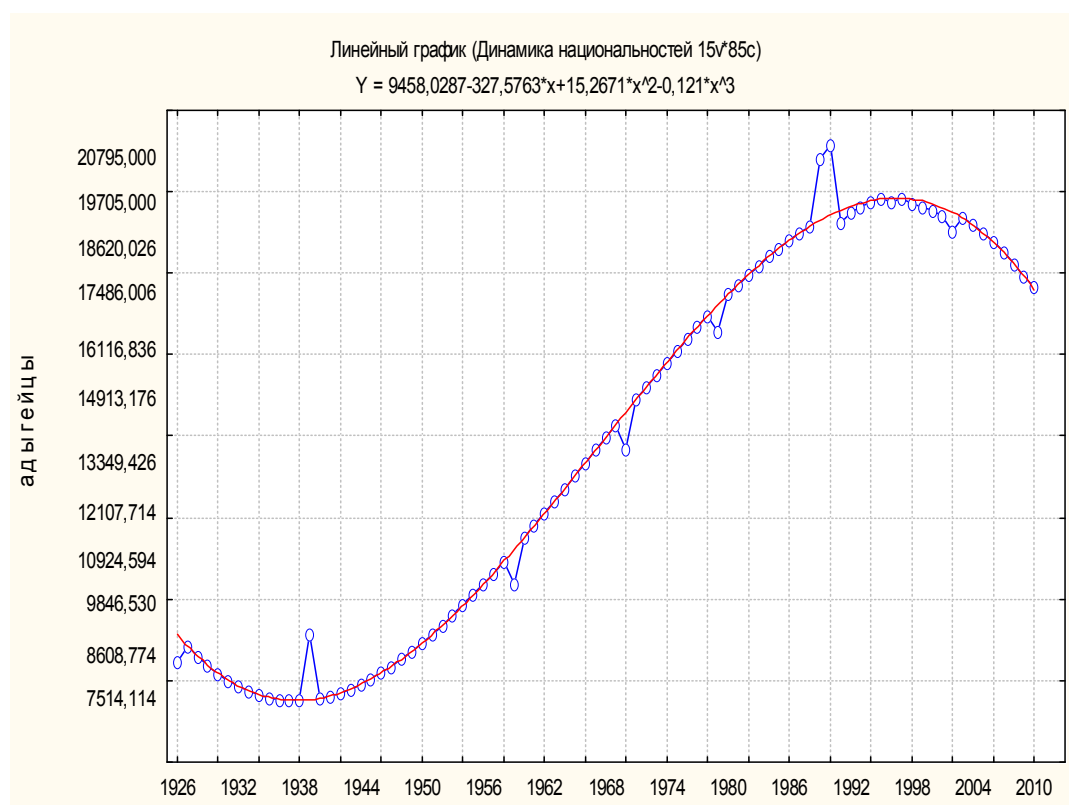
Белорусы. График до интерполирования



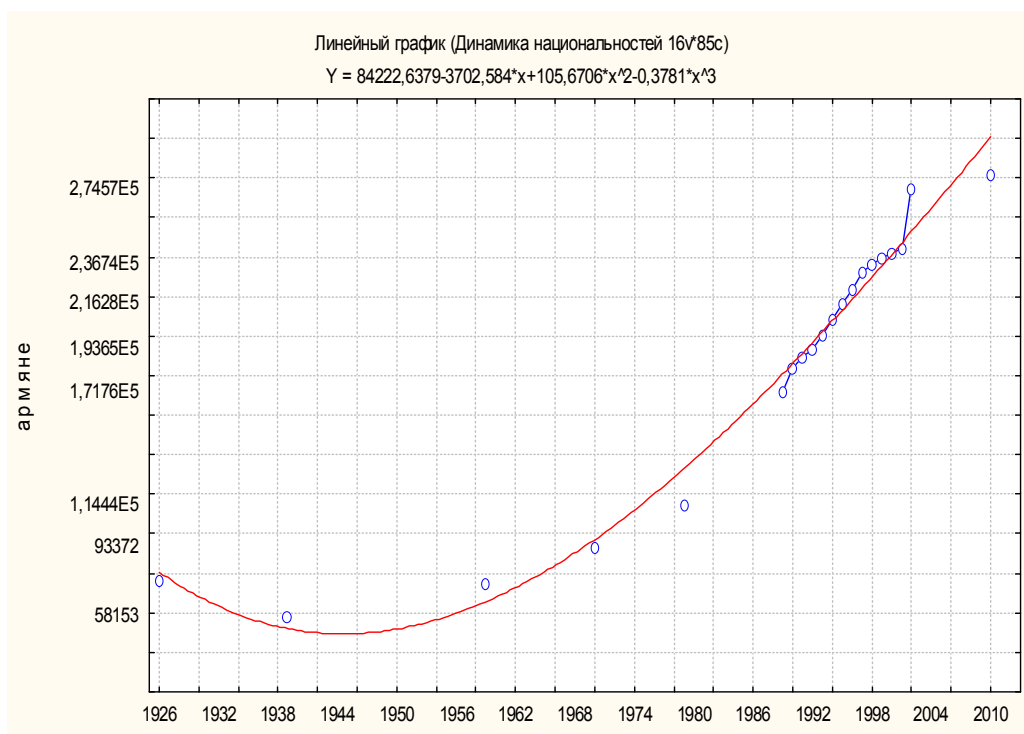
Белорусы. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



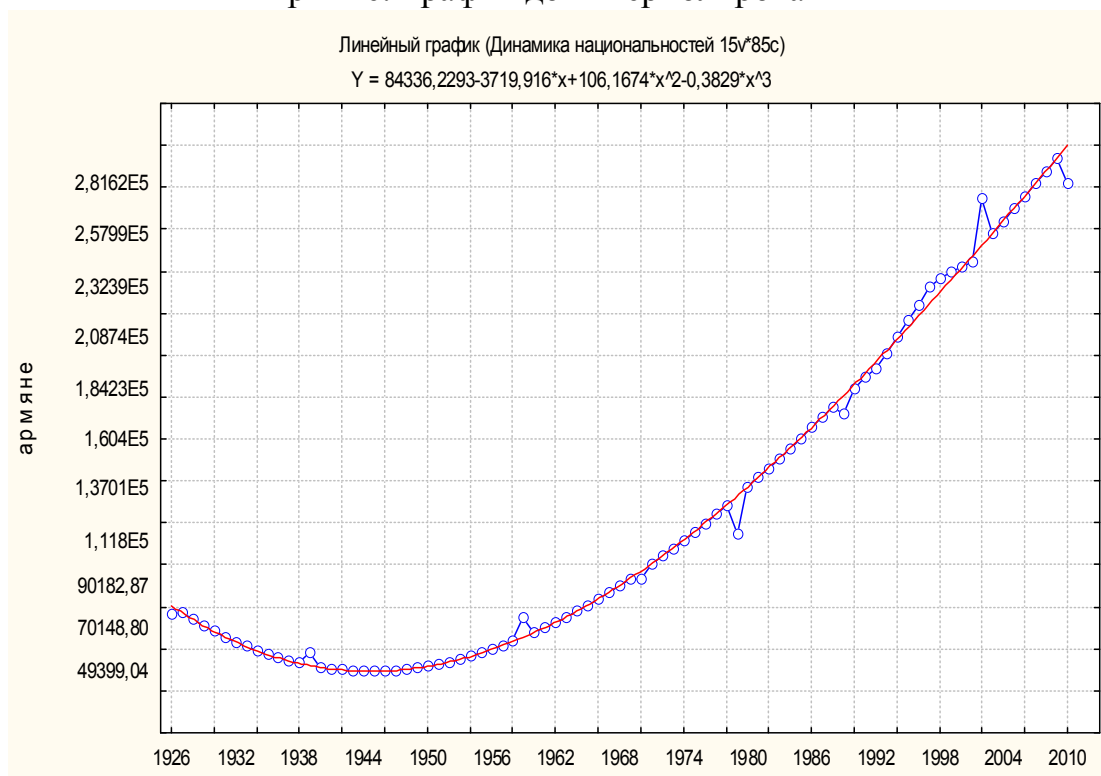
Адыгейцы. График до интерполирования



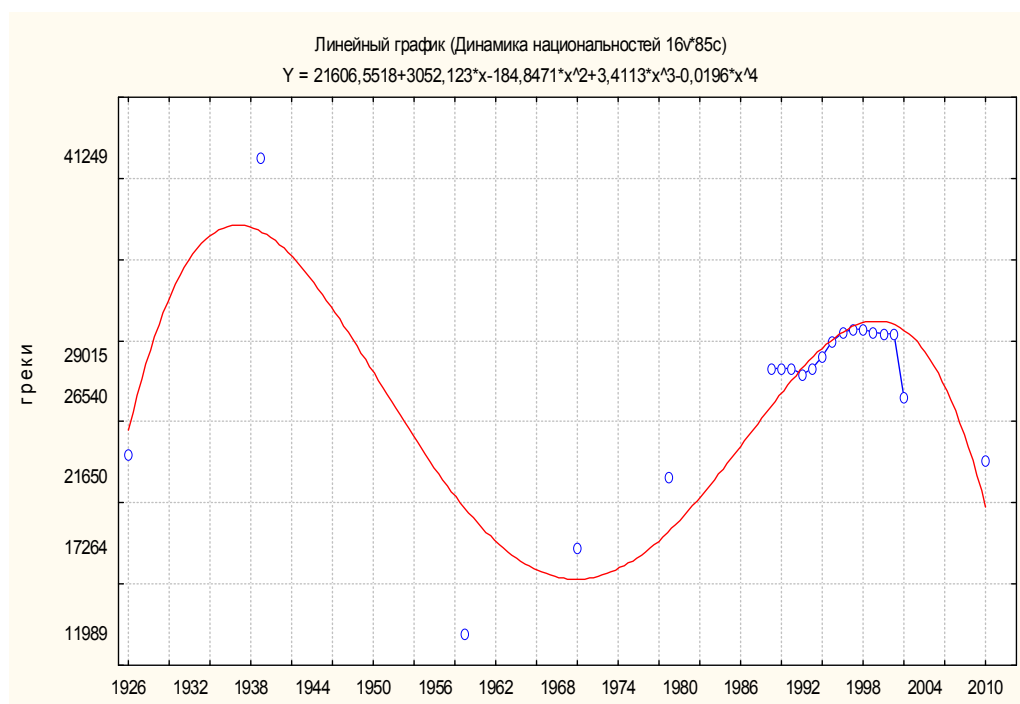
Адыгейцы. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



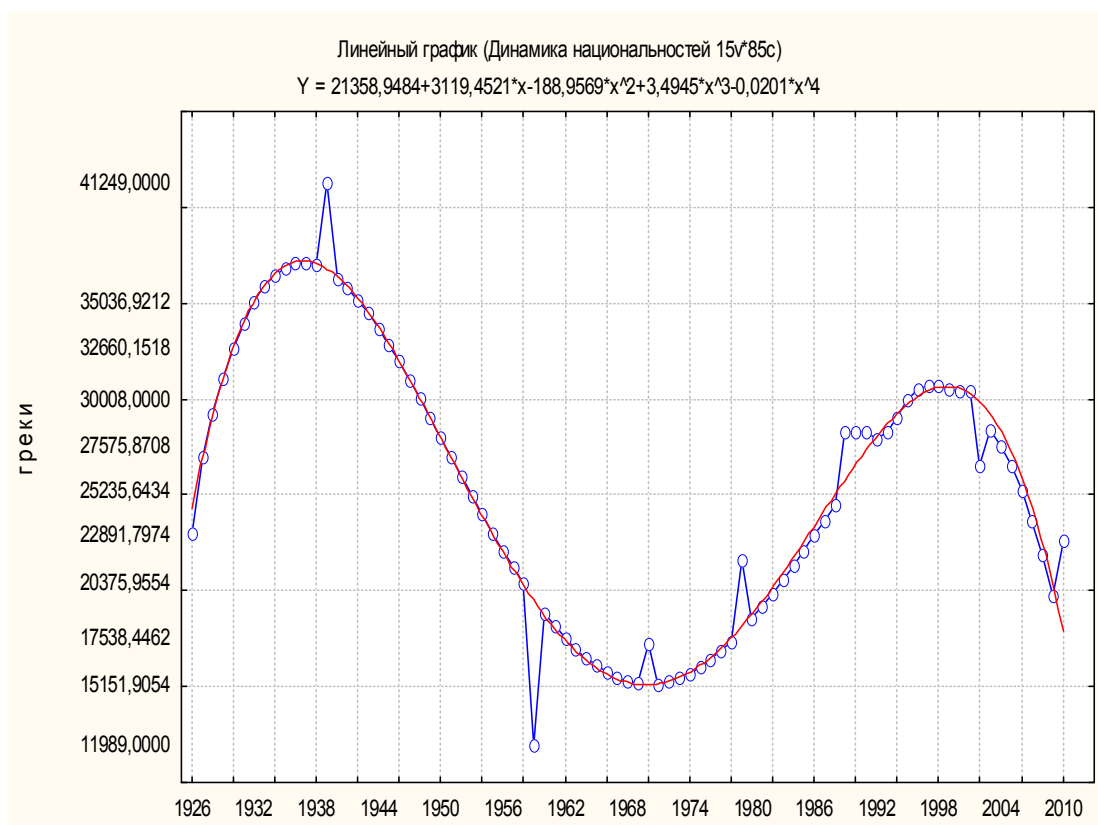
Армяне. График до интерполирования



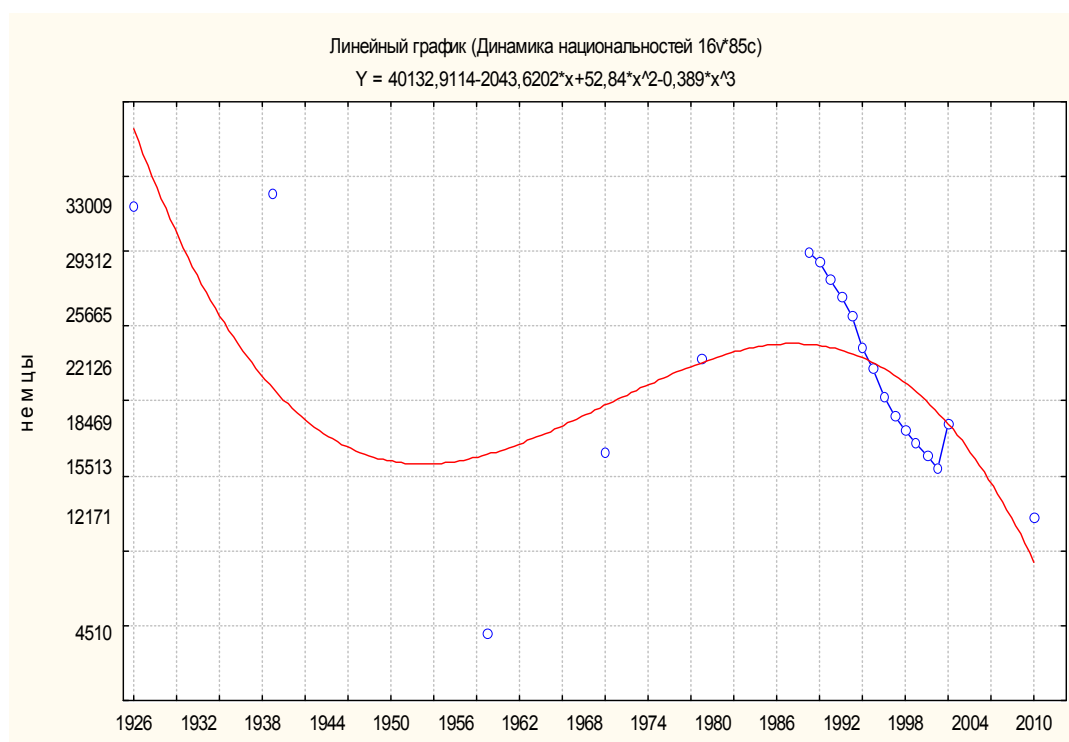
Армяне. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



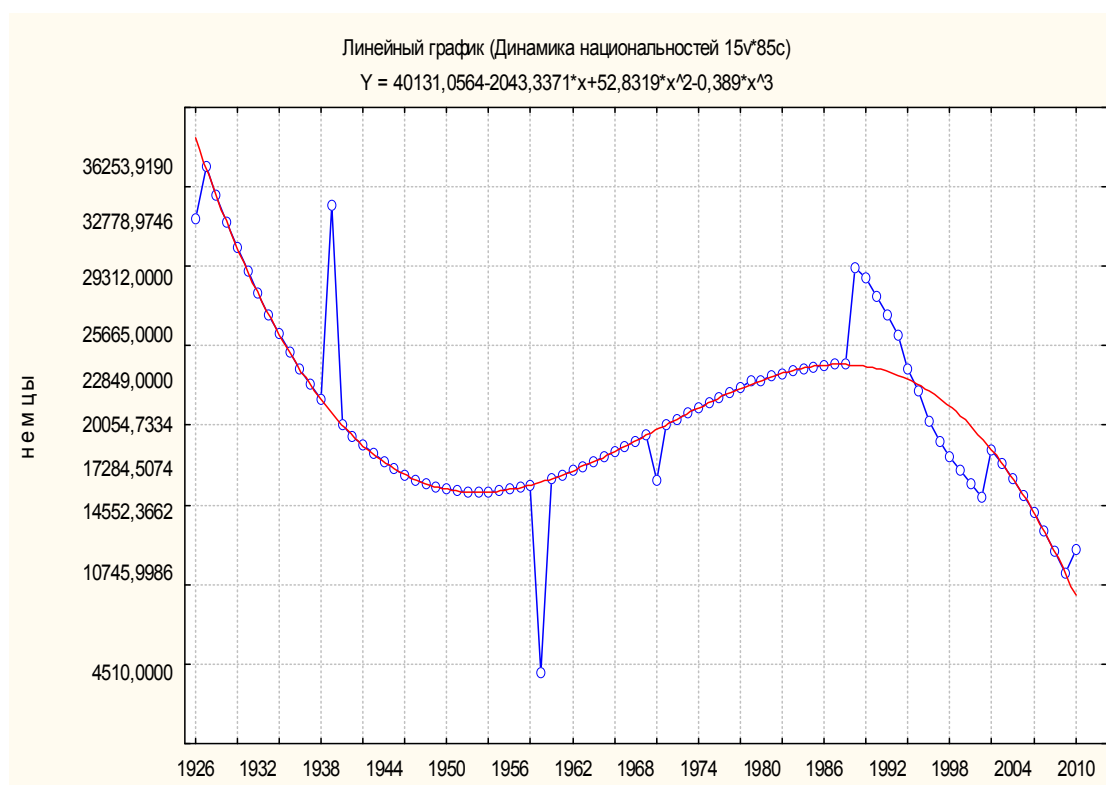
Греки. График до интерполирования



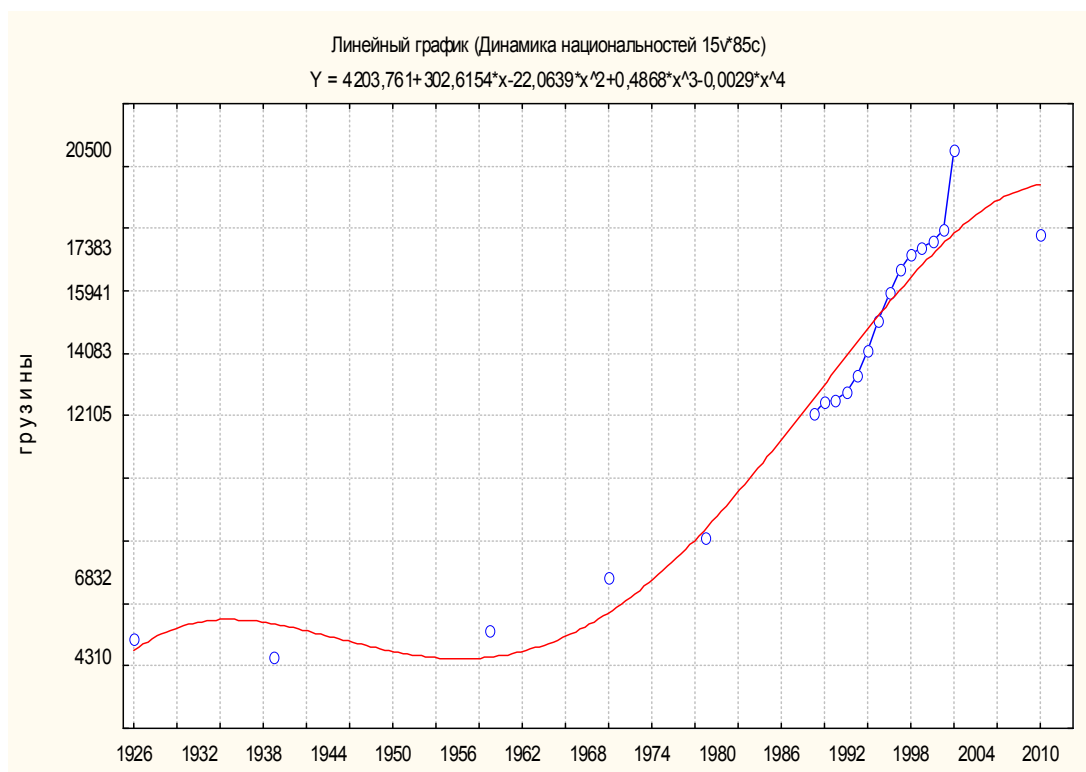
Греки. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



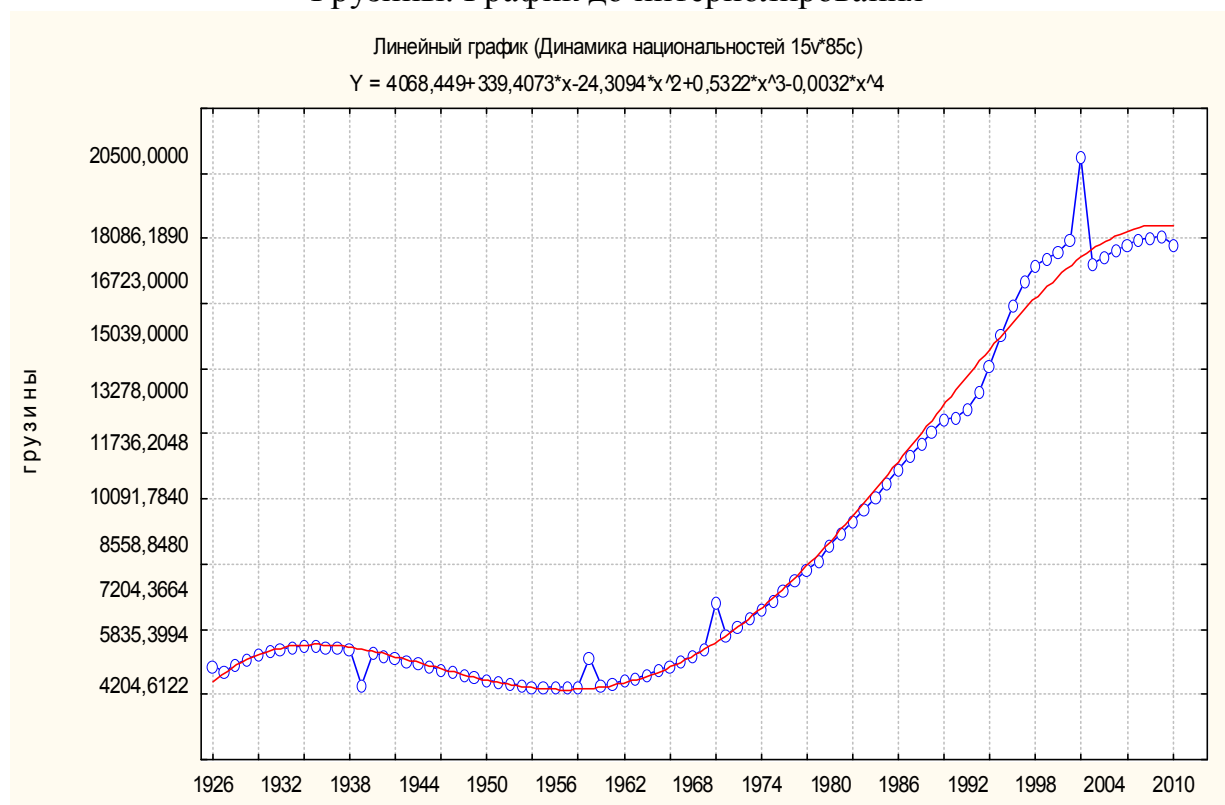
Немцы. График до интерполирования



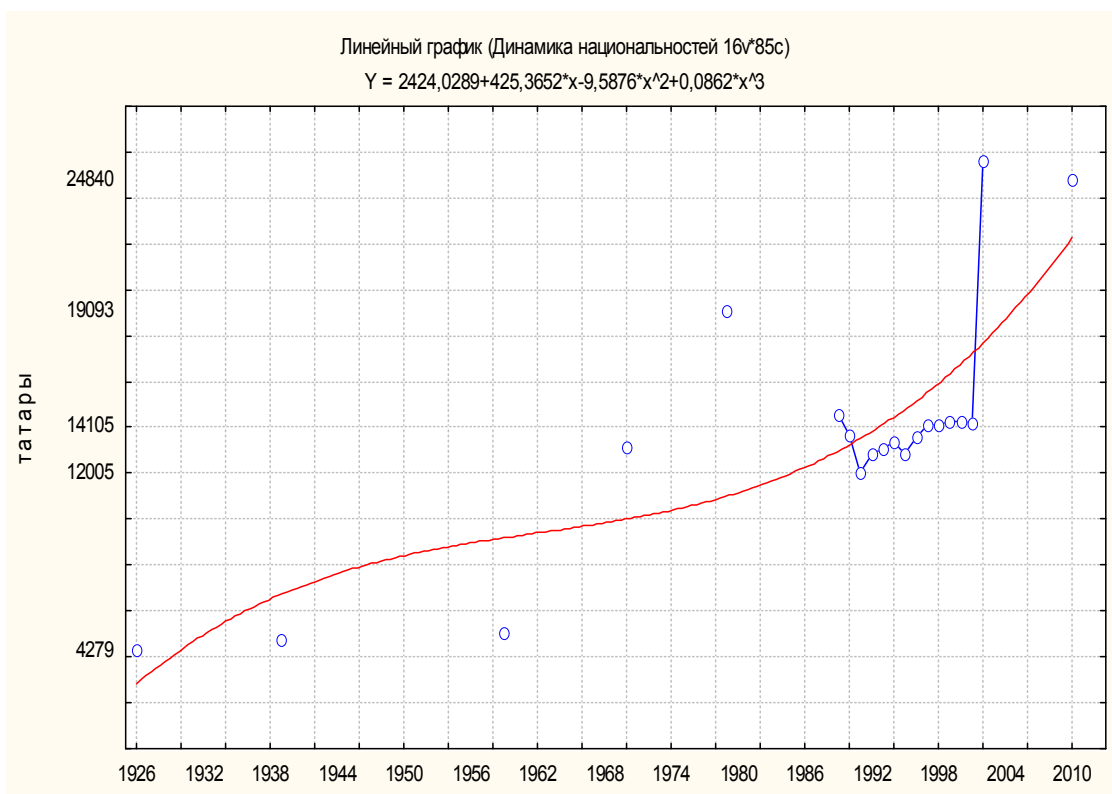
Немцы. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



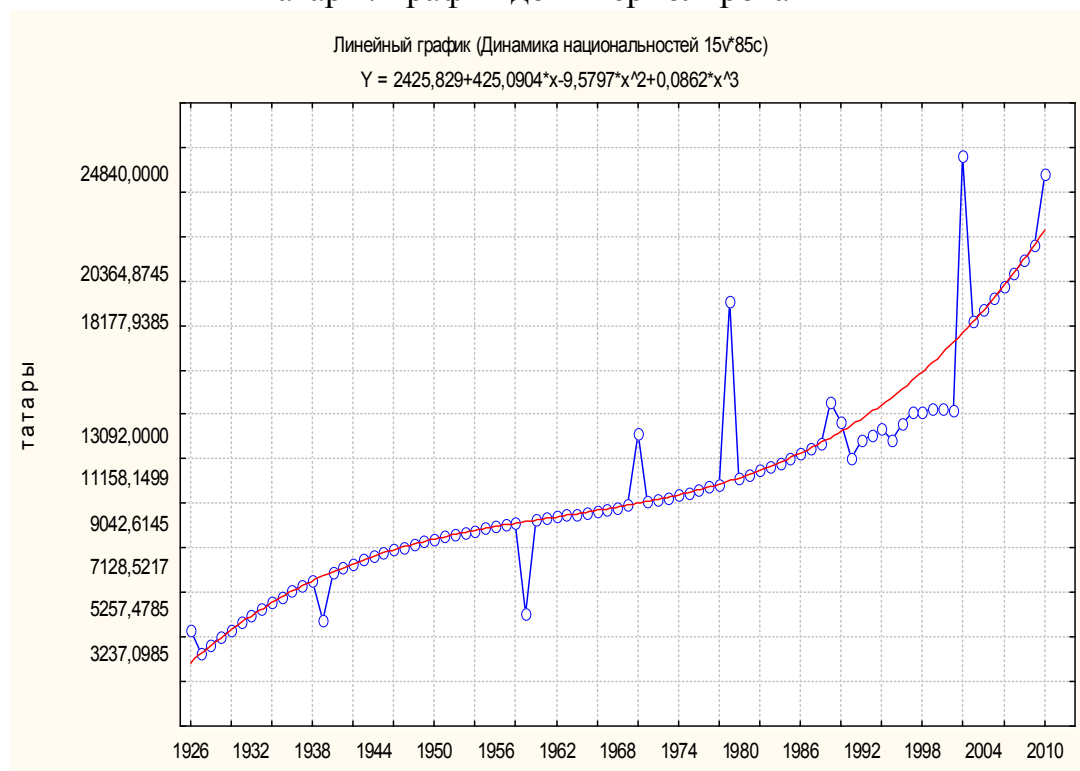
Грузины. График до интерполирования



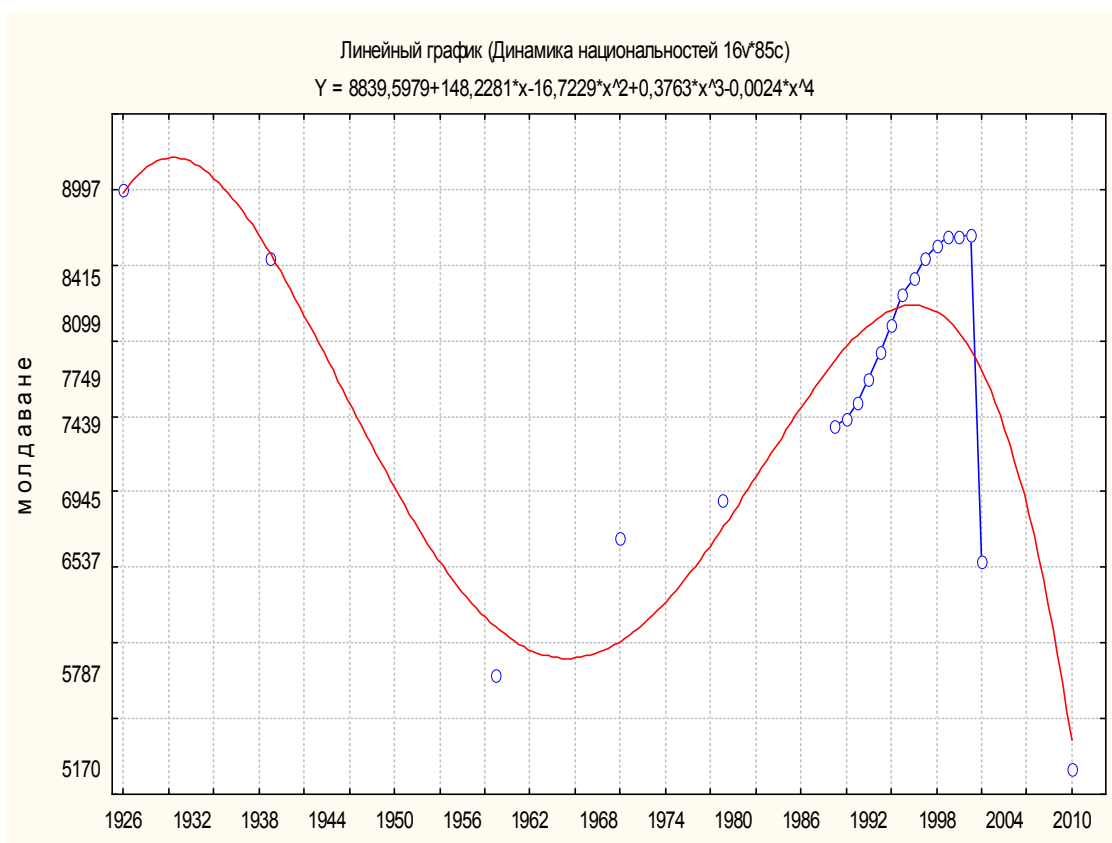
Грузины. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



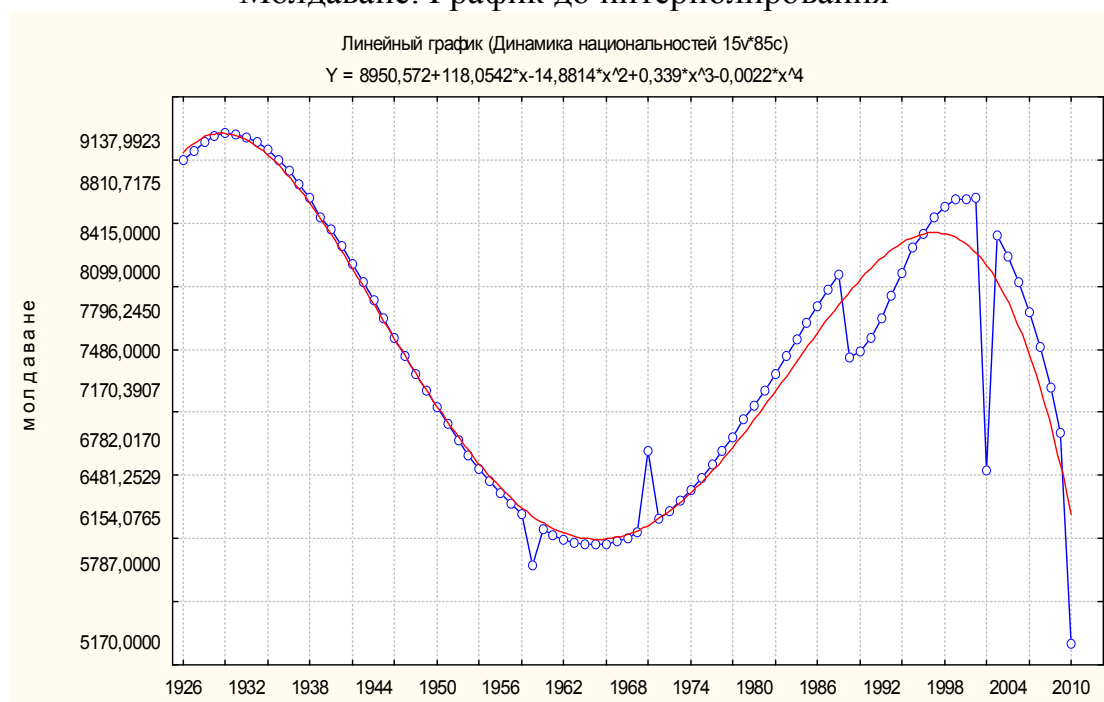
Татары. График до интерполирования



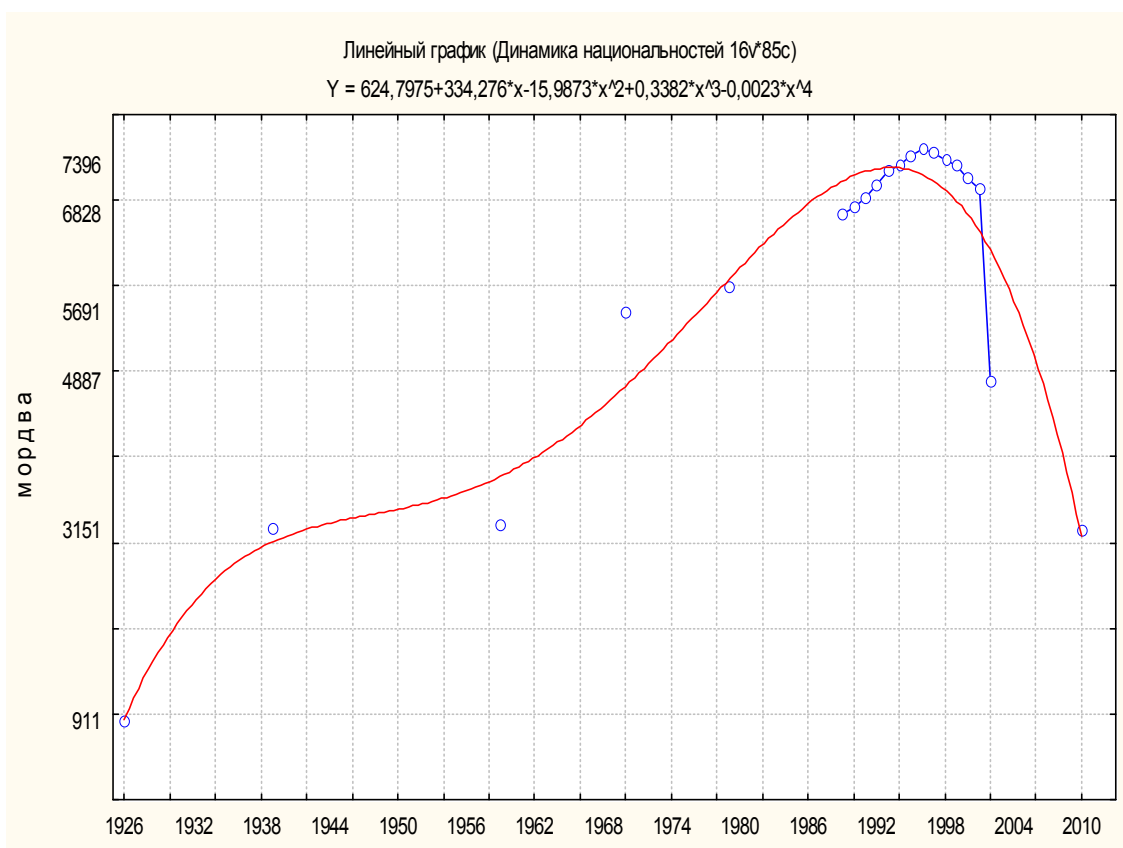
Татары. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



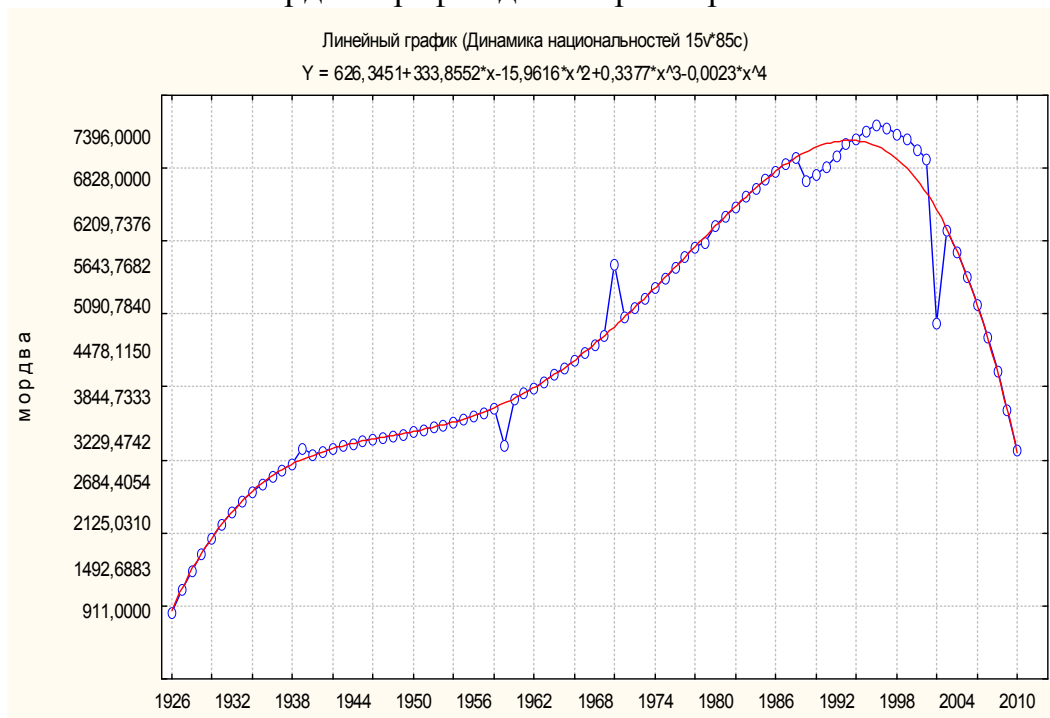
Молдаване. График до интерполирования



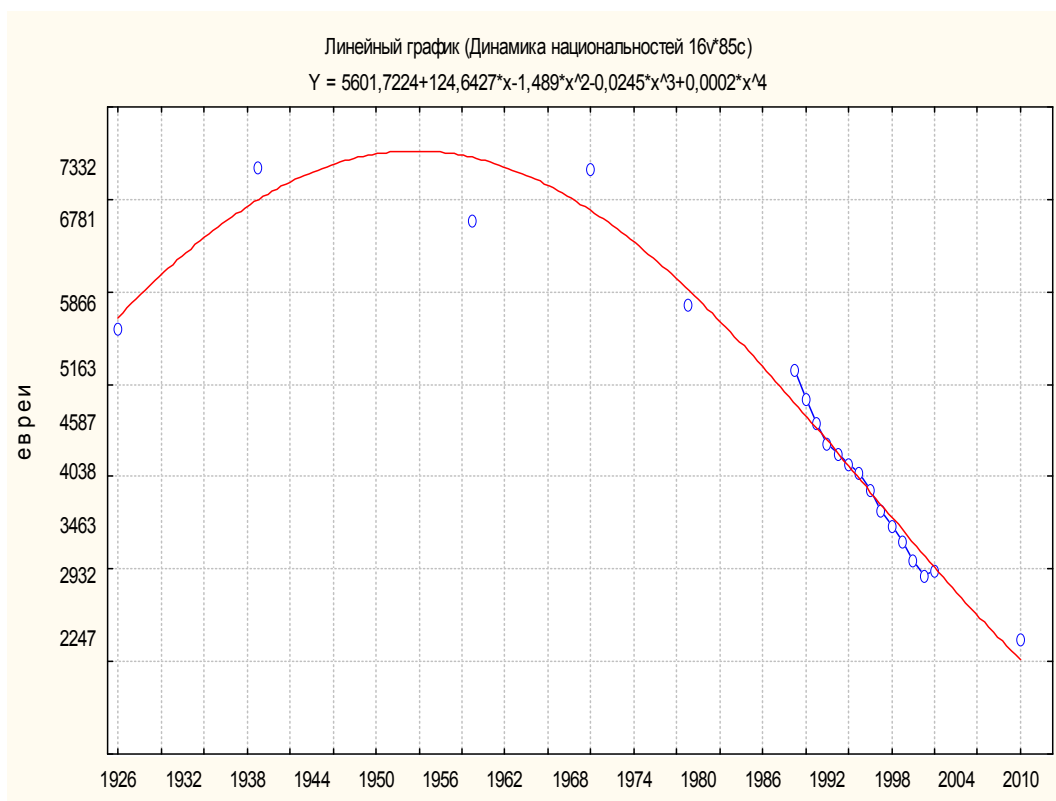
Молдаване. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



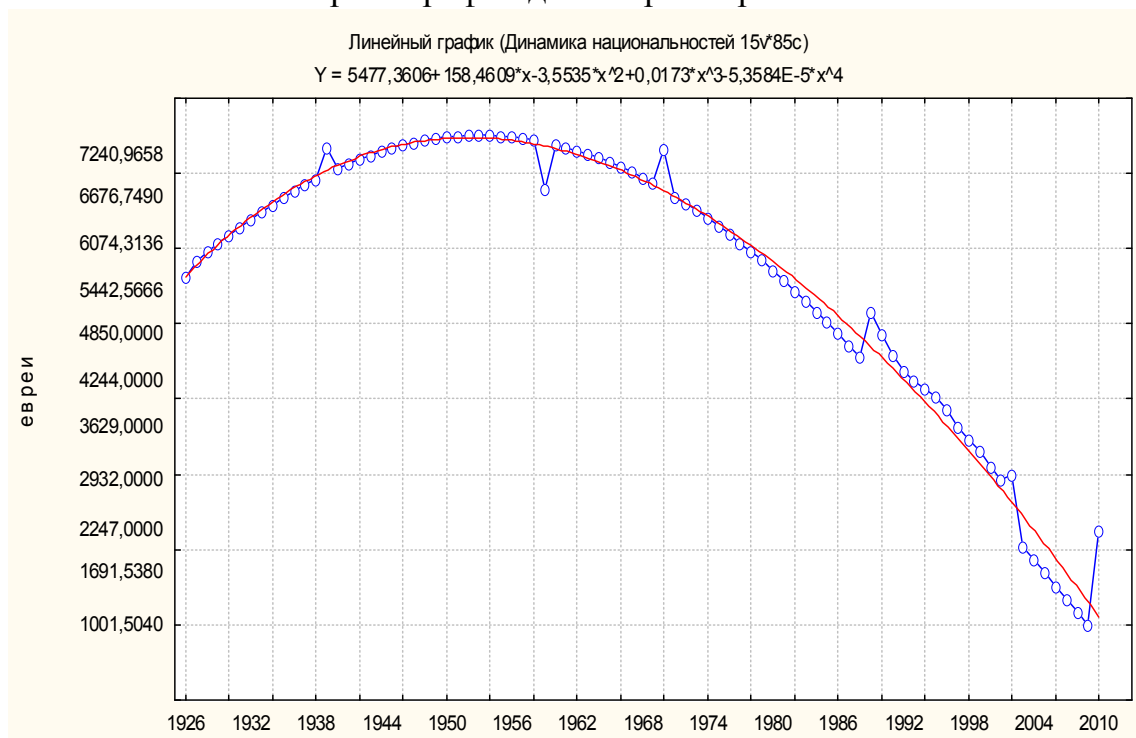
Мордва. График до интерполирования



Мордва. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи



Евреи. График до интерполирования



Евреи. График после интерполирования. Выбросы соответствуют данным переписи

Ниже приведены таблица с заполненными расчетными значениями численности населения. Выделены данные по переписи.

	1 Годы	2 все население	3 русские	4 украинцы	5 белорусы	6 адыгейцы	7 армяне	8 греки	9 немцы	10 грузины	11 татары
1	1926	3146013	1309362	1580895	23336	8459	76257	23028	33009	4854	4279
2	1927	3079412	1482624	243727	22186	8862	77237	26998	36254	4725	3237
3	1928	3062161	1569426	232462	20665	8609	74056	29190	34467	4926	3616
4	1929	3047433	1653974	221832	19265	8384	71079	31071	32779	5092	3978
5	1930	3035174	1736308	211822	17985	8186	68304	32660	31187	5224	4322
6	1931	3025327	1816465	202416	16819	8016	65729	33976	29689	5327	4650
7	1932	3017839	1894486	193602	15766	7871	63352	35037	28283	5401	4961
8	1933	3012655	1970408	185363	14822	7752	61170	35860	26967	5450	5257
9	1934	3009720	2044273	177686	13983	7658	59182	36461	25737	5476	5539
10	1935	3008980	2116118	170556	13248	7588	57384	36858	24592	5481	5805
11	1936	3010380	2185983	163959	12611	7541	55775	37067	23529	5468	6058
12	1937	3013865	2253907	157878	12071	7517	54352	37102	22546	5439	6297
13	1938	3019380	2319929	152302	11624	7514	53112	36980	21641	5396	6523
14	1939	2930875	2582067	143744	11523	9129	58153	41249	33894	4310	4736
15	1940	3036285	2446424	142599	10996	7571	51177	36319	20055	5275	6938
16	1941	3047564	2506976	138444	10809	7630	50476	35808	19369	5201	7129
17	1942	3060655	2565782	134734	10702	7707	49950	35195	18751	5121	7308
18	1943	3075503	2622882	131454	10673	7803	49597	34491	18199	5037	7477
19	1944	3092054	2678315	128589	10717	7916	49414	33711	17711	4949	7636
20	1945	3110253	2732120	126126	10832	8046	49399	32865	17285	4861	7786
21	1946	3130045	2784336	124049	11015	8191	49550	31964	16917	4773	7927
22	1947	3151375	2835003	122344	11262	8352	49864	31019	16606	4686	8060
23	1948	3174189	2884159	120996	11571	8528	50339	30042	16349	4603	8184
24	1949	3198432	2931844	119991	11937	8717	50974	29041	16144	4525	8302
25	1950	3224050	2978097	119314	12359	8920	51764	28026	15989	4453	8413
26	1951	3250987	3022956	118950	12832	9135	52710	27005	15882	4387	8517
27	1952	3279190	3066462	118886	13354	9361	53807	25989	15819	4330	8616
28	1953	3308602	3108653	119105	13921	9599	55054	24983	15799	4283	8710
29	1954	3339171	3149569	119595	14530	9847	56448	23997	15819	4245	8799
30	1955	3370841	3189248	120339	15179	10104	57988	23037	15877	4219	8884
31	1956	3403556	3227730	121324	15863	10370	59671	22109	15971	4205	8965
32	1957	3437264	3265054	122536	16580	10643	61494	21220	16098	4205	9043
33	1958	3471909	3301259	123958	17326	10925	63456	20376	16257	4217	9118
34	1959	3477809	3163219	137604	20292	10384	75163	11989	4510	5128	5036
35	1960	3543791	3370468	127379	18894	11506	67786	18840	16657	4287	9263
36	1961	3580918	3403550	129348	19710	11805	70149	18158	16894	4344	9333
37	1962	3618764	3435671	131470	20542	12108	72641	17538	17153	4418	9403
38	1963	3657274	3466868	133731	21388	12414	75261	16984	17431	4508	9473
39	1964	3696392	3497180	136115	22244	12724	78005	16498	17726	4614	9544
40	1965	3736065	3526648	138609	23107	13036	80871	16083	18036	4737	9615
41	1966	3776237	3555310	141197	23975	13349	83858	15741	18358	4878	9688
42	1967	3816855	3583205	143865	24843	13664	86963	15473	18690	5035	9763
43	1968	3857862	3610373	146599	25709	13978	90183	15279	19030	5210	9841
44	1969	3899205	3636852	149384	26569	14291	93516	15161	19375	5401	9921
45	1970	4124163	3705433	158497	30055	13693	93372	17264	16525	6832	13169

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Годы	все население	русские	украинцы	белорусы	адыгейцы	армяне	греки	немцы	грузины	татары
1	1971	3982679	3687902	155048	28261	14913	100514	15152	20072	5835	10094
2	1972	4024701	3712551	157899	29086	15220	104174	15259	20419	6077	10187
3	1973	4066839	3736668	160741	29892	15524	107938	15438	20762	6336	10285
4	1974	4109040	3760293	163562	30677	15823	111803	15689	21099	6610	10388
5	1975	4151248	3783463	166346	31438	16117	115769	16007	21427	6900	10498
6	1976	4193409	3806220	169079	32171	16405	119831	16392	21744	7204	10615
7	1977	4235468	3828601	171746	32873	16687	123989	16839	22048	7523	10739
8	1978	4277371	3850646	174333	33540	16961	128240	17344	22335	7856	10870
54	1979	4339251	3873463	156500	29789	16584	114438	21650	22849	8085	19093
10	1980	4360488	3893884	179207	34760	17486	137010	18514	22855	8559	11158
11	1981	4401592	3915156	181465	35306	17735	141525	19168	23082	8928	11316
12	1982	4442322	3936248	183584	35806	17973	146124	19861	23284	9307	11483
13	1983	4482622	3957199	185550	36255	18200	150804	20586	23458	9695	11661
14	1984	4522437	3978050	187348	36651	18416	155564	21338	23603	10092	11850
15	1985	4561712	3998838	188964	36991	18620	160400	22109	23716	10495	12050
16	1986	4600394	4019603	190382	37271	18811	165311	22892	23794	10905	12262
17	1987	4638427	4040385	191589	37488	18987	170294	23678	23836	11319	12486
18	1988	4675757	4061221	192570	37639	19150	175346	24459	23839	11736	12723
64	1989	4620876	4006811	182128	34688	20795	171757	28337	29946	12105	14547
65	1990	4668623	4037374	183963	35154	21156	184233	28337	29312	12450	13635
66	1991	4707822	4072179	186149	37169	19239	189390	28337	28154	12511	12005
67	1992	4765209	4121929	188331	38190	19476	193646	27930	26964	12754	12843
68	1993	4844270	4188185	191350	38797	19643	200755	28293	25665	13278	13092
69	1994	4896701	4229226	193743	39012	19761	208740	29015	23523	14083	13342
70	1995	4959541	4276783	197885	39621	19824	216277	30008	22126	15039	12878
71	1996	5000723	4306760	199829	39948	19750	223854	30495	20257	15941	13617
72	1997	5026993	4321745	200865	40089	19818	232394	30670	18946	16723	14105
73	1998	5031756	4322180	200890	39892	19705	236740	30693	18091	17167	14141
74	1999	5026772	4316954	200154	39407	19635	239404	30527	17173	17383	14275
75	2000	5023844	4314783	198570	38971	19548	241964	30461	16359	17595	14240
76	2001	5014280	4305066	196700	38495	19413	244783	30458	15513	17944	14194
77	2002	5125221	4453814	131774	26260	19034	274566	26540	18469	20500	25603
78	2003	5114123	4407029	170210	29834	19353	257988	28407	17608	17239	18178
34	2004	5132764	4434074	165586	28498	19185	263850	27576	16669	17466	18692
35	2005	5149771	4461841	160489	27042	18990	269744	26525	15651	17662	19227
36	2006	5165091	4490367	154902	25462	18767	275667	25236	14552	17824	19785
37	2007	5178669	4519692	148813	23757	18516	281616	23692	13370	17951	20365
38	2008	5190450	4549855	142205	21921	18236	287590	21875	12102	18039	20968
39	2009	5200379	4580896	135064	19953	17927	293586	19767	10746	18086	21596
40	2010	5226647	4522962	118321	16890	17673	281680	22595	12171	17826	24840

	1 Годы	2 все население	3 молдаване	4 мордва	5 евреи
1	1926	3146013	8997	911	5613
2	1927	3079412	9072	1232	5845
3	1928	3062161	9144	1493	5962
4	1929	3047433	9188	1727	6075
5	1930	3035174	9208	1937	6185
6	1931	3025327	9205	2125	6291
7	1932	3017839	9181	2292	6393
8	1933	3012655	9138	2440	6492
9	1934	3009720	9078	2570	6586
10	1935	3008980	9002	2684	6677
11	1936	3010380	8912	2784	6763
12	1937	3013865	8811	2871	6845
13	1938	3019380	8699	2947	6922
14	1939	2930875	8545	3152	7351
15	1940	3036285	8449	3069	7064
16	1941	3047564	8314	3117	7128
17	1942	3060655	8175	3160	7187
18	1943	3075503	8032	3197	7241
19	1944	3092054	7887	3229	7290
20	1945	3110253	7741	3259	7335
21	1946	3130045	7596	3286	7375
22	1947	3151375	7451	3312	7409
23	1948	3174189	7309	3338	7439
24	1949	3198432	7170	3363	7463
25	1950	3224050	7036	3390	7482
26	1951	3250987	6906	3419	7497
27	1952	3279190	6782	3450	7506
28	1953	3308602	6665	3484	7509
29	1954	3339171	6554	3521	7508
30	1955	3370841	6452	3563	7501
31	1956	3403556	6358	3609	7490
32	1957	3437264	6273	3660	7472
33	1958	3471909	6197	3716	7450
34	1959	3477809	5787	3200	6781
35	1960	3543791	6074	3845	7390
36	1961	3580918	6029	3918	7352
37	1962	3618764	5993	3996	7309
38	1963	3657274	5968	4081	7261
39	1964	3696392	5954	4172	7207
40	1965	3736065	5951	4268	7149
41	1966	3776237	5959	4370	7086
42	1967	3816855	5977	4478	7017
43	1968	3857862	6006	4591	6944
44	1969	3899205	6045	4709	6866
45	1970	4124163	6692	5691	7332

	1 Годы	2 все население	3 молдаване	4 мордва	5 евреи
	1 1971	3982679	6154	4960	6695
	2 1972	4024701	6223	5091	6603
	3 1973	4066839	6301	5225	6506
	4 1974	4109040	6387	5363	6405
	5 1975	4151248	6481	5502	6299
	6 1976	4193409	6583	5644	6189
	7 1977	4235468	6692	5786	6074
	8 1978	4277371	6806	5928	5956
	54 1979	4339251	6945	5982	5866
	10 1980	4360488	7051	6210	5707
	11 1981	4401592	7179	6347	5577
	12 1982	4442322	7310	6481	5443
	13 1983	4482622	7442	6611	5305
	14 1984	4522437	7575	6734	5164
	15 1985	4561712	7708	6851	5020
	16 1986	4600394	7839	6960	4872
	17 1987	4638427	7967	7060	4722
	18 1988	4675757	8090	7149	4569
	64 1989	4620876	7439	6828	5163
	65 1990	4668623	7486	6921	4850
	66 1991	4707822	7595	7022	4587
	67 1992	4765209	7749	7178	4367
	68 1993	4844270	7921	7337	4244
	69 1994	4896701	8099	7410	4137
	70 1995	4959541	8302	7506	4038
	71 1996	5000723	8415	7587	3858
	72 1997	5026993	8547	7562	3629
	73 1998	5031756	8624	7467	3463
	74 1999	5026772	8684	7396	3304
	75 2000	5023844	8686	7260	3098
	76 2001	5014280	8697	7131	2932
	77 2002	5125221	6537	4887	2989
	78 2003	5114123	8397	6163	2041
	34 2004	5132764	8232	5861	1866
	35 2005	5149771	8033	5518	1692
	36 2006	5165091	7796	5131	1517
	37 2007	5178669	7520	4698	1344
	38 2008	5190450	7202	4217	1172
	39 2009	5200379	6839	3686	1002
	40 2010	5226647	5170	3151	2247

1.2. Прогнозирование методом экспоненциального сглаживания

Наиболее простая и ясная модель временного ряда имеет следующий вид :

$$X_t = \beta + E_t,$$

где β – константа; E_t – случайная ошибка. Константа β относительно стабильна на каждом временном интервале, но может также медленно изменяться со временем. Один из интуитивно ясных способов выделения β состоит в том, чтобы использовать сглаживание скользящим средним, в котором последним наблюдениям приписываются больший вес, чем предпоследним, предпоследним – еще больший вес, чем предпредпоследним и т.д. Простое экспоненциальное сглаживание именно так и устроено. Здесь более старым наблюдениям приписываются экспоненциально убывающие веса, при этом, в отличие от скользящего среднего, учитываются все предшествующие наблюдения ряда, а не те, что попали в определенное окно. Точная формула простого экспоненциального сглаживания имеет вид

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1}.$$

Когда эта формула применяется рекурсивно, каждое новое сглаженное значение (которое является также прогнозом) вычисляется как взвешенное среднее текущего наблюдения и сглаженного ряда. Очевидно, результат сглаживания зависит от параметра α (альфа). Если α равно 1, то предыдущие наблюдения полностью игнорируются. Если α равно 0, то игнорируются текущие наблюдения. Значения α между 0 и 1 дают промежуточные результаты. Эмпирические исследования показали, что весьма часто простое экспоненциальное сглаживание дает достаточно точный прогноз.

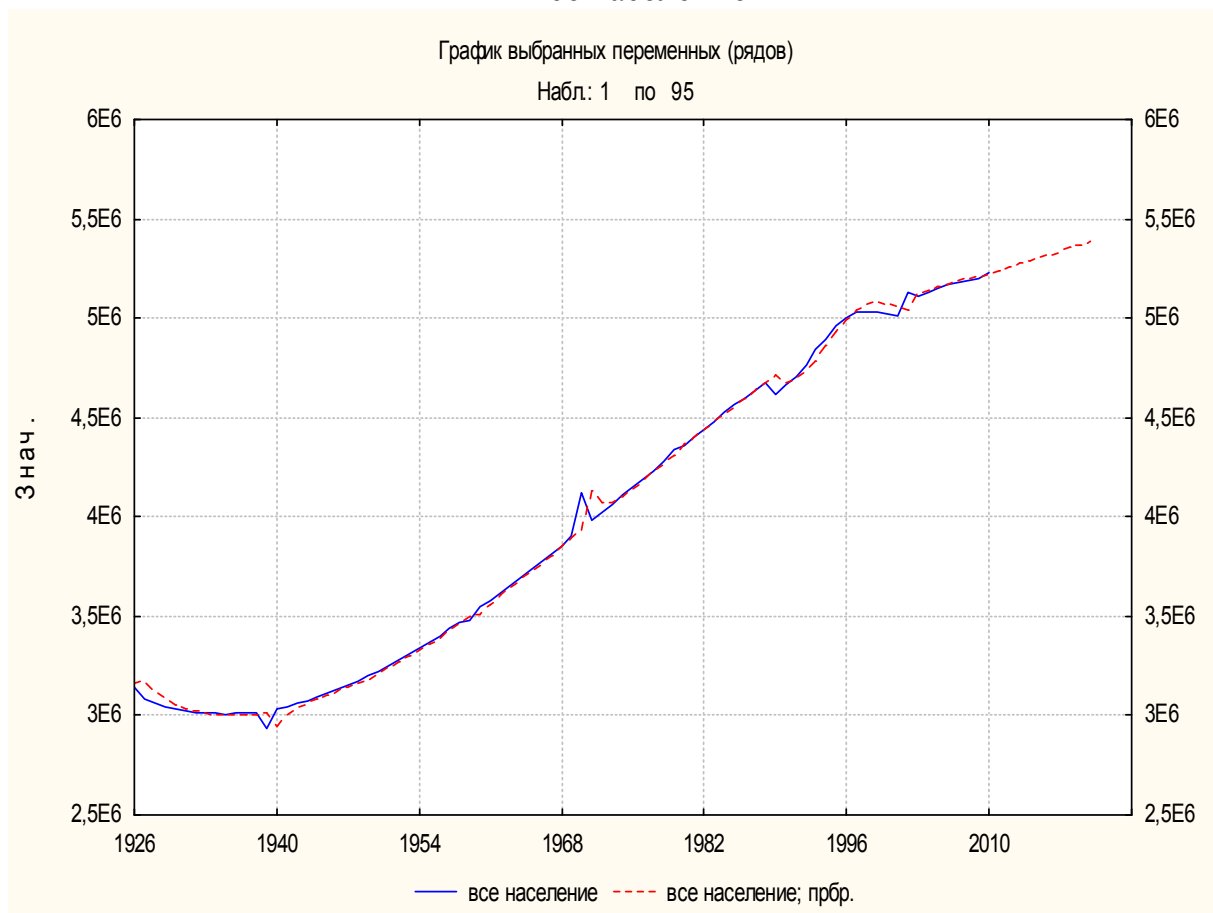
Пользователь может задавать начальное значение параметров сглаживания, начальное значение тренда и (если требуется) сезонные факторы. Для тренда и сезонной составляющей могут быть заданы независимые параметры сглаживания.

Для экспоненциального сглаживания использовали демпфированную модель без сезонной составляющей. Параметры модели определялись автоматическим поиском.

Для оценки адекватности модели используются графики, на которых вместе с исходным рядом в подходящем масштабе по оси Y изображаются его сглаженный вариант, прогноз и ряд остатков.

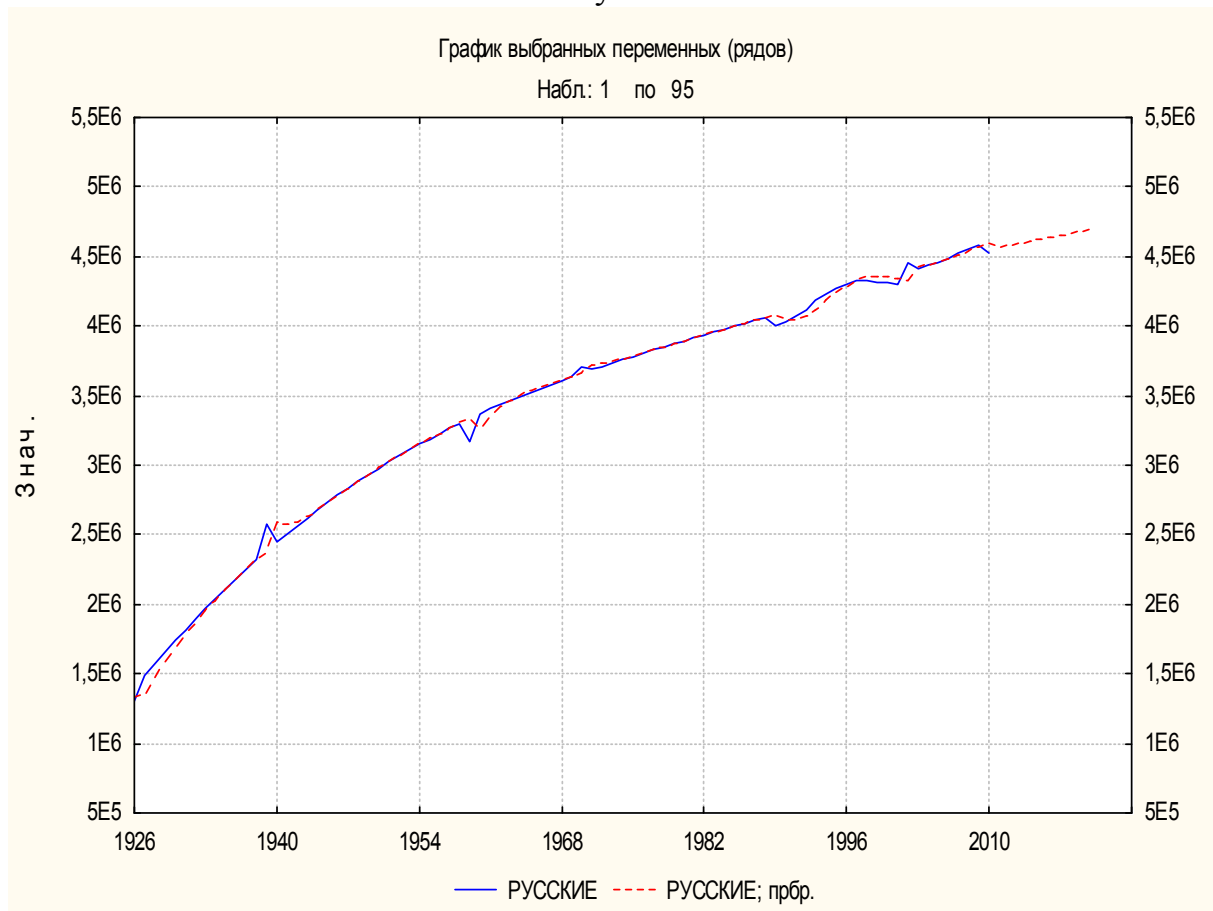
Ниже на графиках показаны исходные значения ряда (синим цветом) и сглаженные значения (красным цветом). С 2010 г. пунктиром красного цвета изображены прогнозные значения ряда до 2020 г. Ниже в таблице отображены прогнозные значения ряда до 2020 г.

Все население



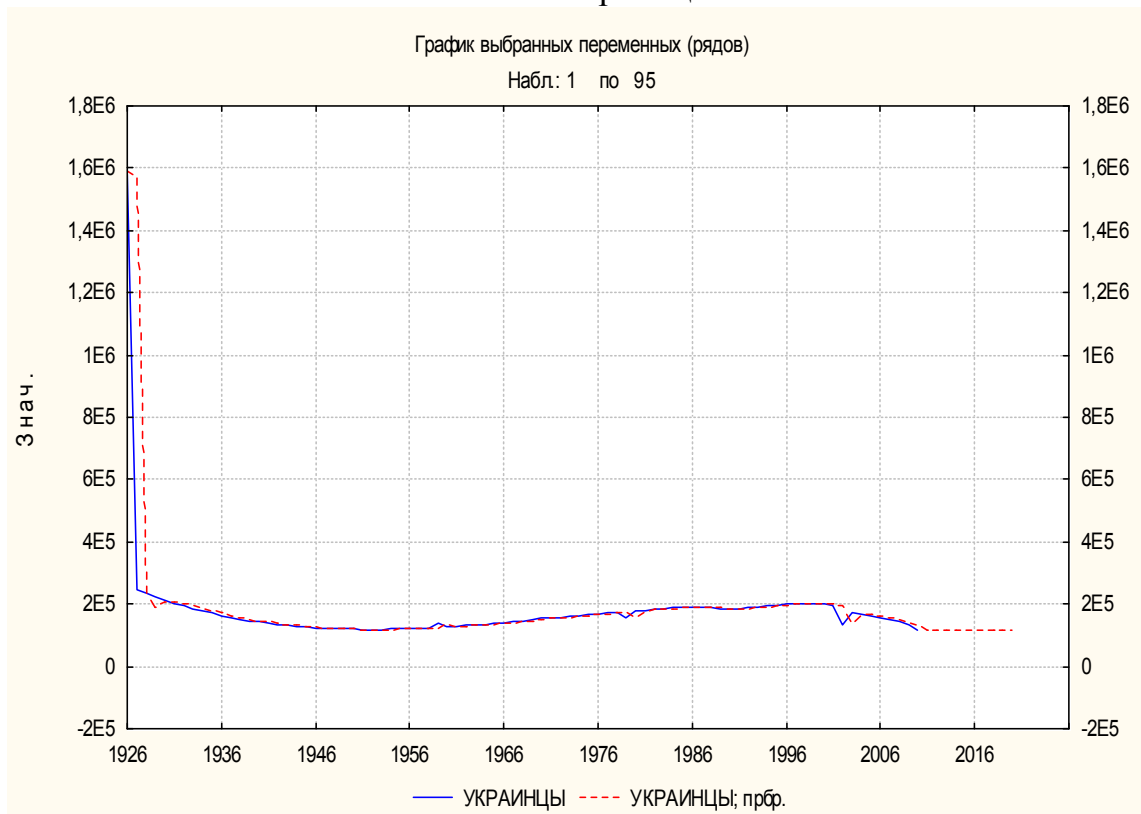
Годы (Даты)	Список выбранных переменных (рядов) Набл.: 1 по 95		
	все население	все население прбр.	все население пр.2
2010	5226647	5219667	6980
2011		5241373	
2012		5258011	
2013		5274482	
2014		5290789	
2015		5306932	
2016		5322914	
2017		5338737	
2018		5354401	
2019		5369908	
2020		5385261	

Русские



Годы (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=129E4 T0=3 Демпф. тренд, нет сезон.; Альф РУССКИЕ		
	РУССКИЕ	Сглажен. ряд	Остатки
2010	4522962	4599211	-76249
2011		4569300	
2012		4585002	
2013		4600422	
2014		4615565	
2015		4630435	
2016		4645037	
2017		4659377	
2018		4673458	
2019		4687286	
2020		4700865	

Украинцы

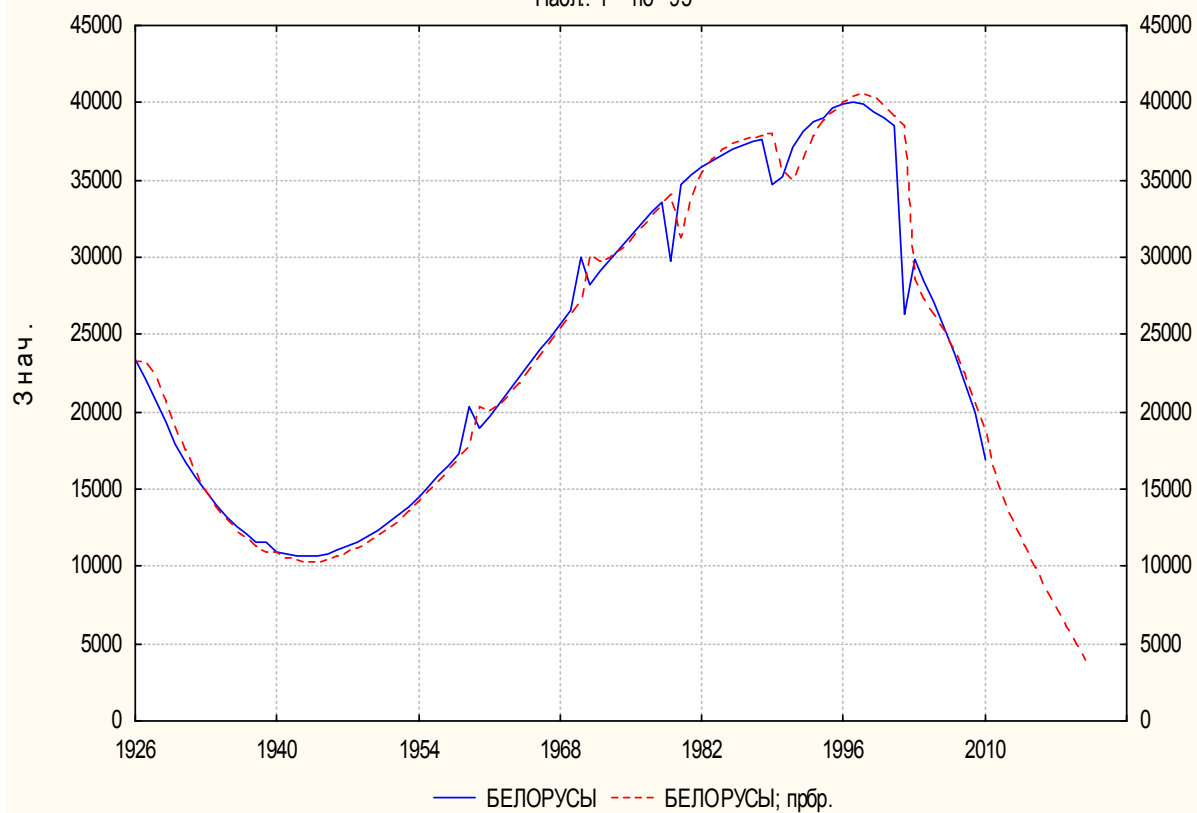


Эксп. сглажив.: S0=161E4 T0=-58E4 Демпф. тренд, нет сезон.; Альфа= , УКРАИНЦЫ			
Годы (Даты)	УКРАИНЦЫ	Сглажен. ряд	Остатки
2010	118321	134727	-16405
2011		117884	
2012		117261	
2013		117074	
2014		117018	
2015		117001	
2016		116996	
2017		116994	
2018		116994	
2019		116994	
2020		116993	

Белорусы

График выбранных переменных (рядов)

Набл: 1 по 95

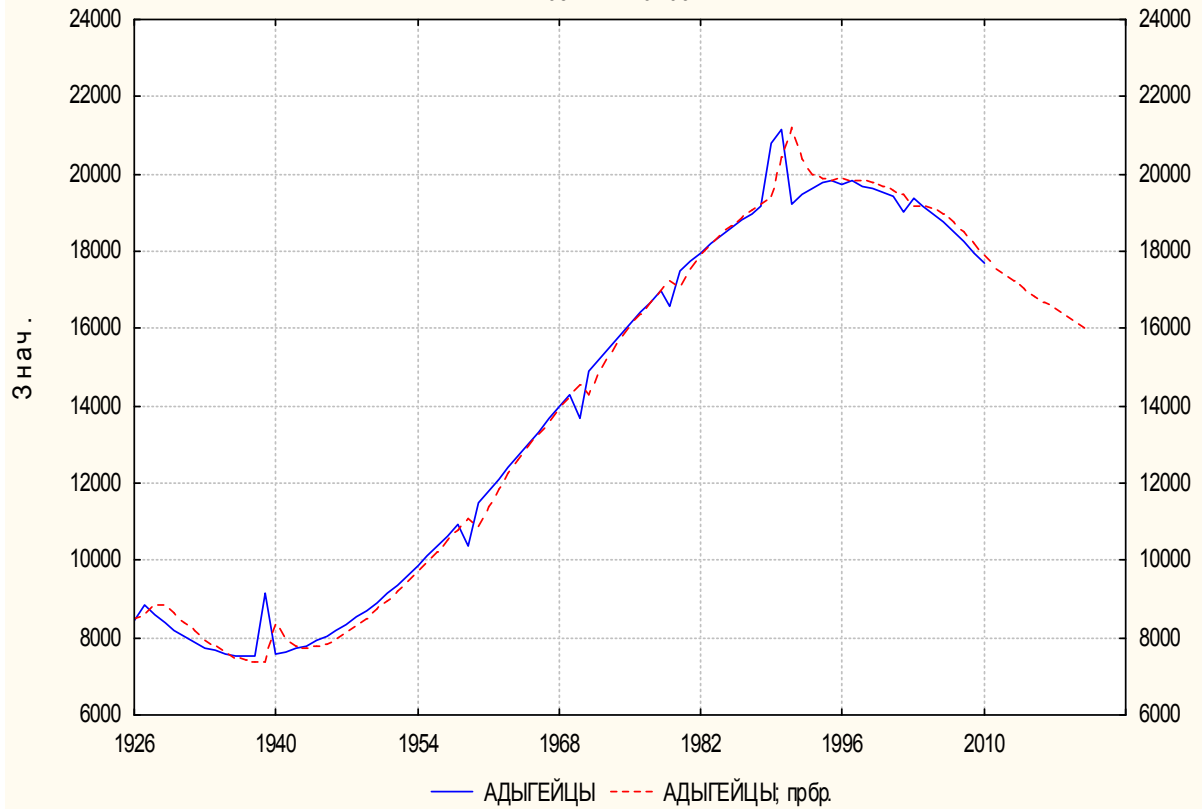


Годы (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=234E2 T0=-80,3 Демпф. тренд, нет сезон.; Альфа= БЕЛОРУСЫ		
	БЕЛОРУСЫ	Сглажен. ряд	Остатки
2010	16890,00	18798,28	-1908,3
2011		15903,11	
2012		14280,19	
2013		12740,04	
2014		11278,44	
2015		9891,38	
2016		8575,07	
2017		7325,88	
2018		6140,40	
2019		5015,38	
2020		3947,74	

Адыгейцы

График выбранных переменных (рядов)

Набл: 1 по 95

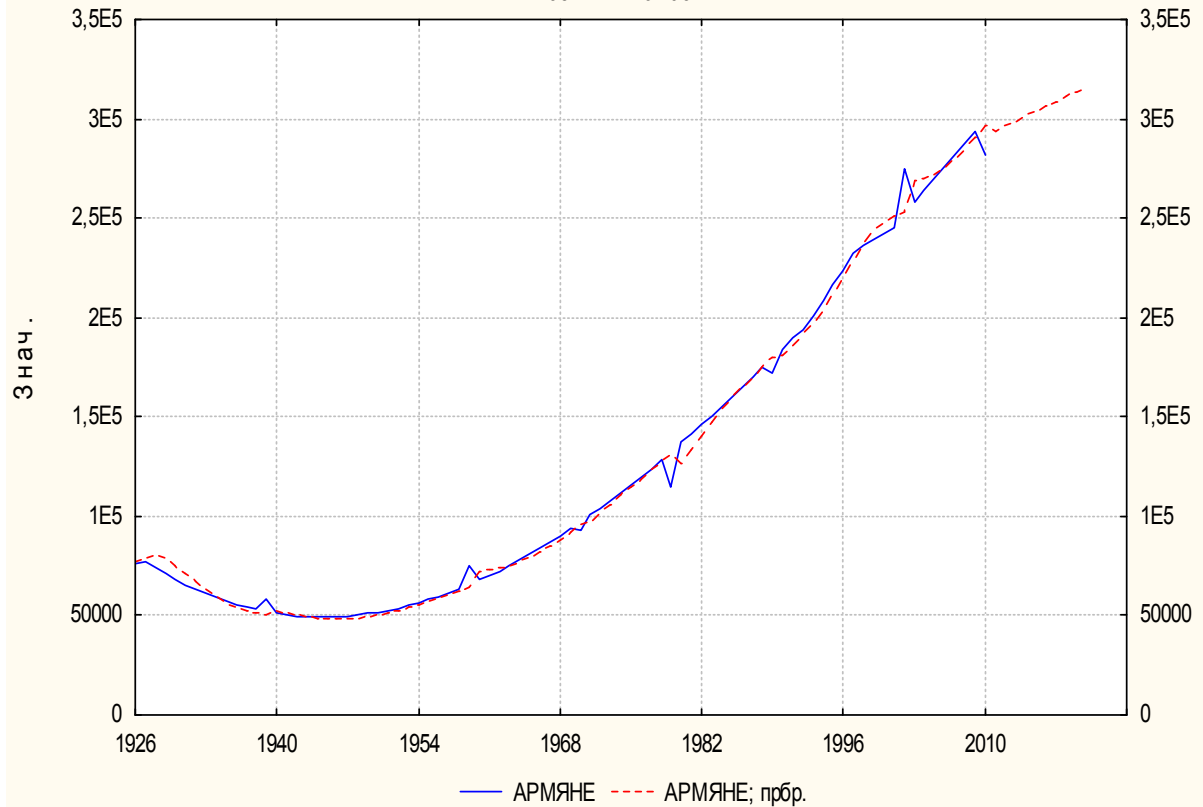


Годы (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=8403, T0=112,5 Демпф. тренд, нет сезон.; Альфа= АДЫГЕЙЦЫ		
	АДЫГЕЙЦЫ	Сглажен. ряд	Остатки
2010	17673,00	17897,75	-224,75
2011		17587,65	
2012		17397,28	
2013		17211,67	
2014		17030,70	
2015		16854,25	
2016		16682,22	
2017		16514,48	
2018		16350,94	
2019		16191,49	
2020		16036,02	

Армяне

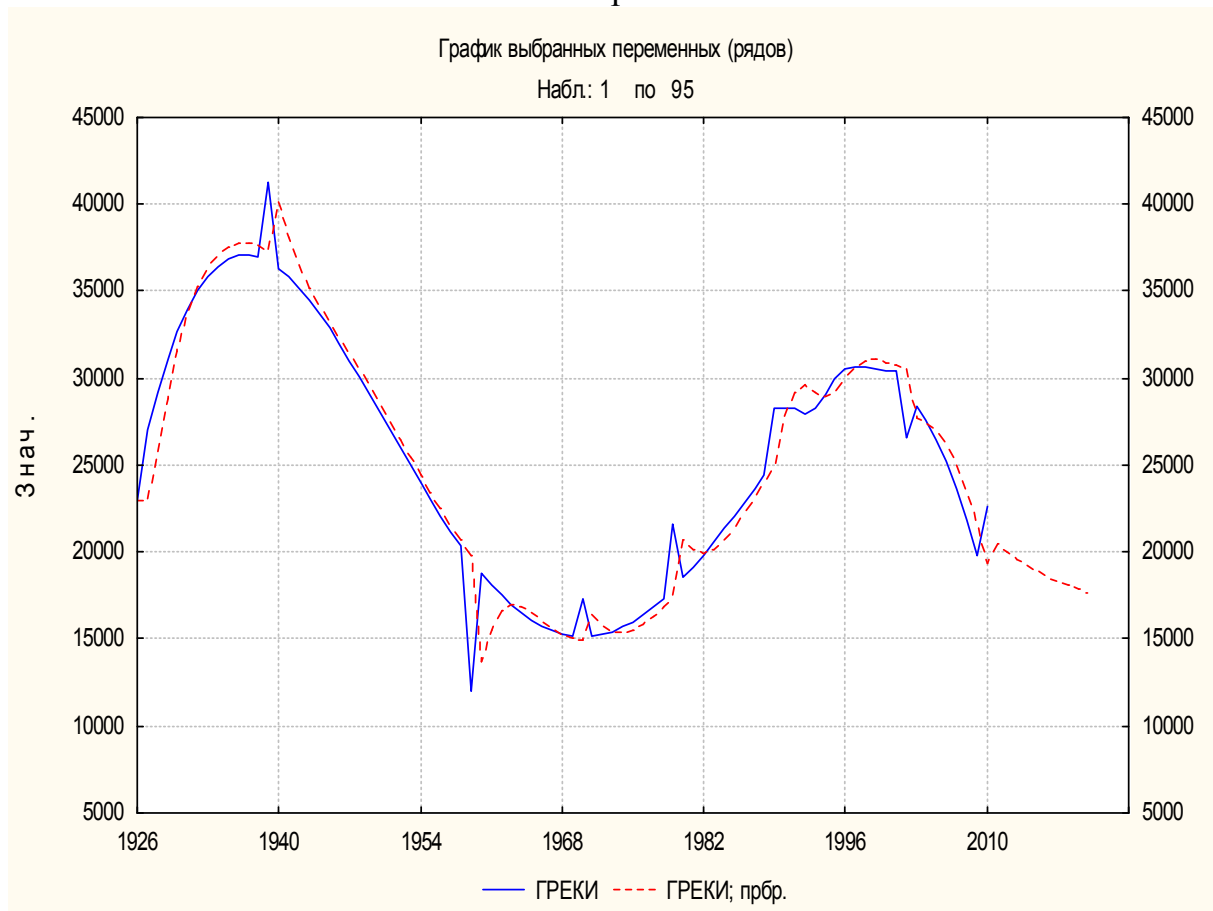
График выбранных переменных (рядов)

Набл: 1 по 95



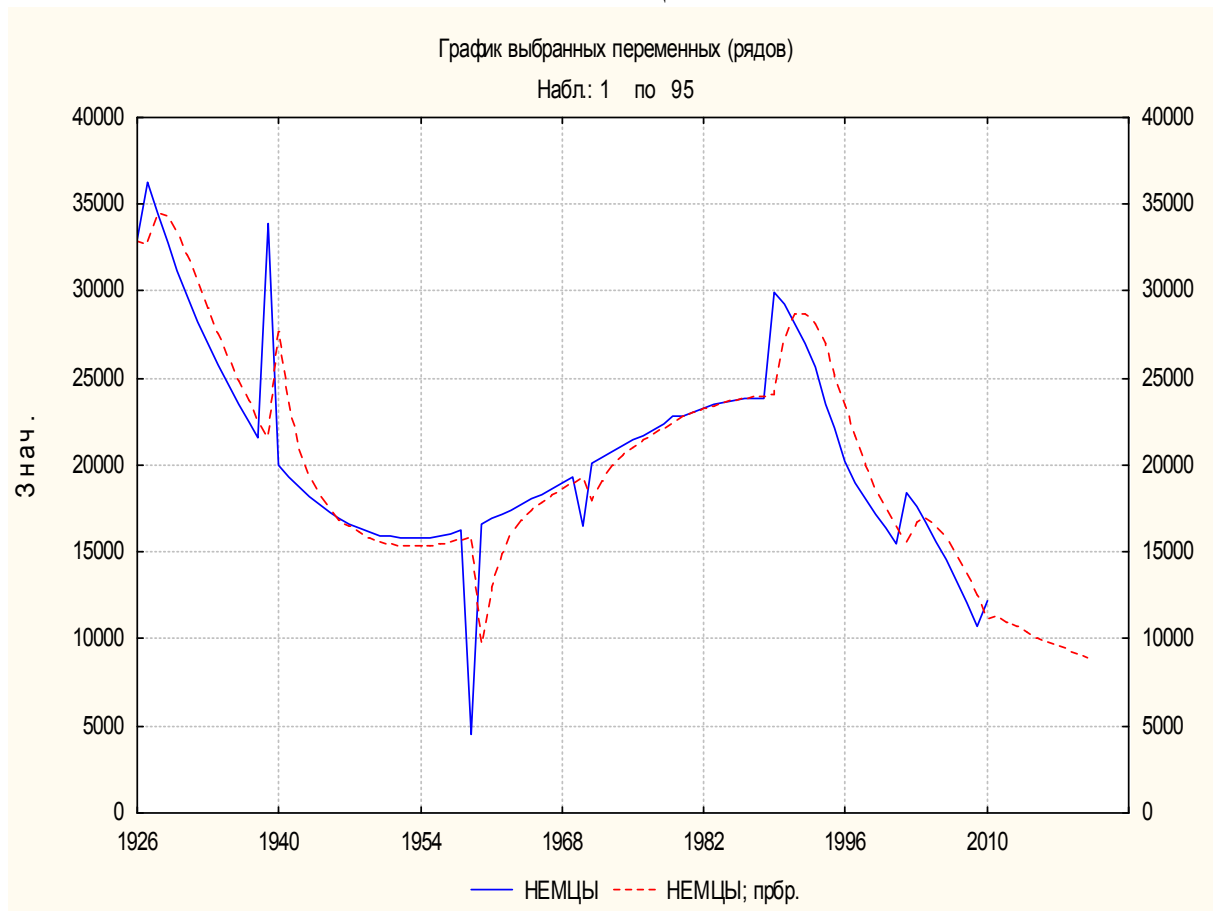
Годы (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=750E2 T0= Демпф. тренд, нет сезон.; Альс АРМЯНЕ		
	АРМЯНЕ	Сглажен. ряд	Остатки
2010	281680,0	296756,7	-15076,7
2011		293561,7	
2012		296242,7	
2013		298875,4	
2014		301460,8	
2015		303999,6	
2016		306492,7	
2017		308940,9	
2018		311345,0	
2019		313705,9	
2020		316024,3	

Греки



Годы (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=230E2 T0= Демпф. тренд, нет сезон.; Альс ГРЕКИ		
	ГРЕКИ	Сглажен. ряд	Остатки
2010	22595,00	19392,21	3202,79
2011		20518,28	
2012		20035,39	
2013		19605,61	
2014		19223,11	
2015		18882,68	
2016		18579,70	
2017		18310,05	
2018		18070,06	
2019		17856,46	
2020		17666,37	

Немцы

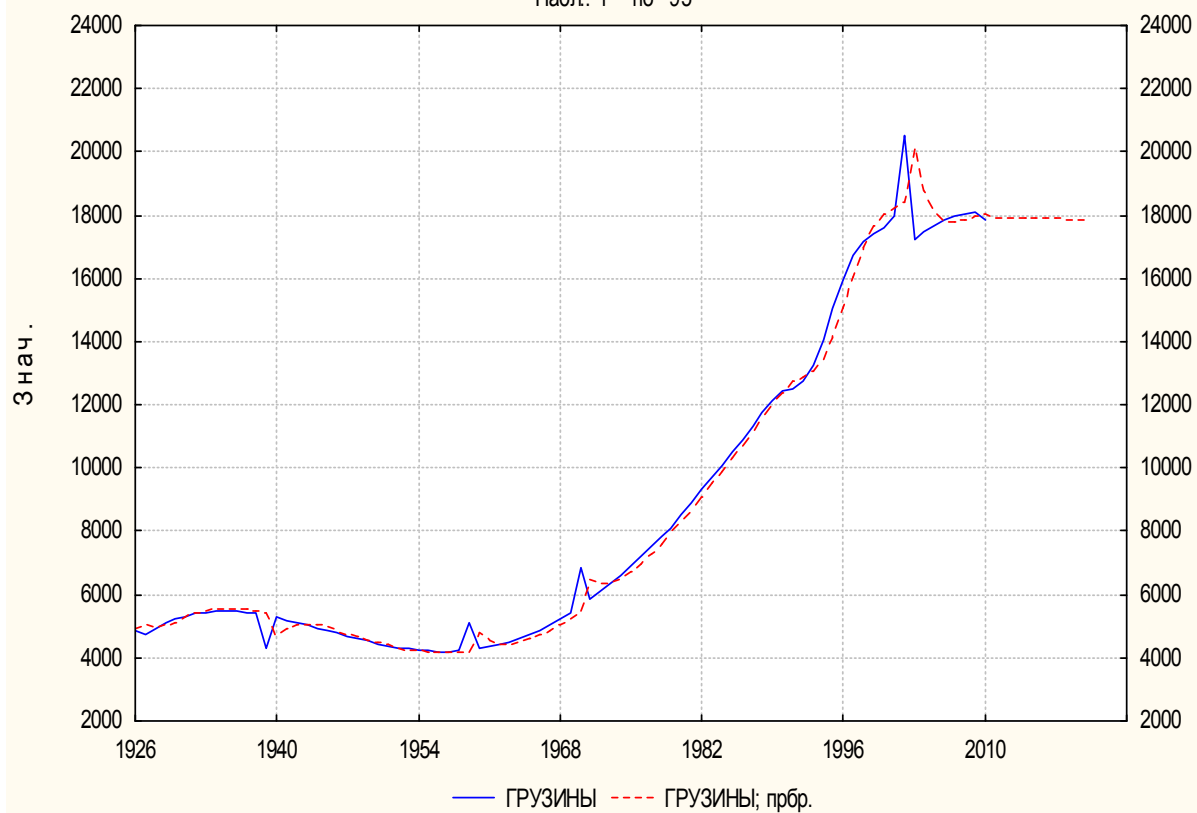


Годы (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=331E2 T0= Демпф. тренд, нет сезон.; Альс Немцы		
	Немцы	Сглажен. ряд	Остатки
2010	12171,00	11233,45	937,6
2011		11340,90	
2012		11003,06	
2013		10687,18	
2014		10391,84	
2015		10115,69	
2016		9857,49	
2017		9616,07	
2018		9390,35	
2019		9179,30	
2020		8981,96	

Грузины

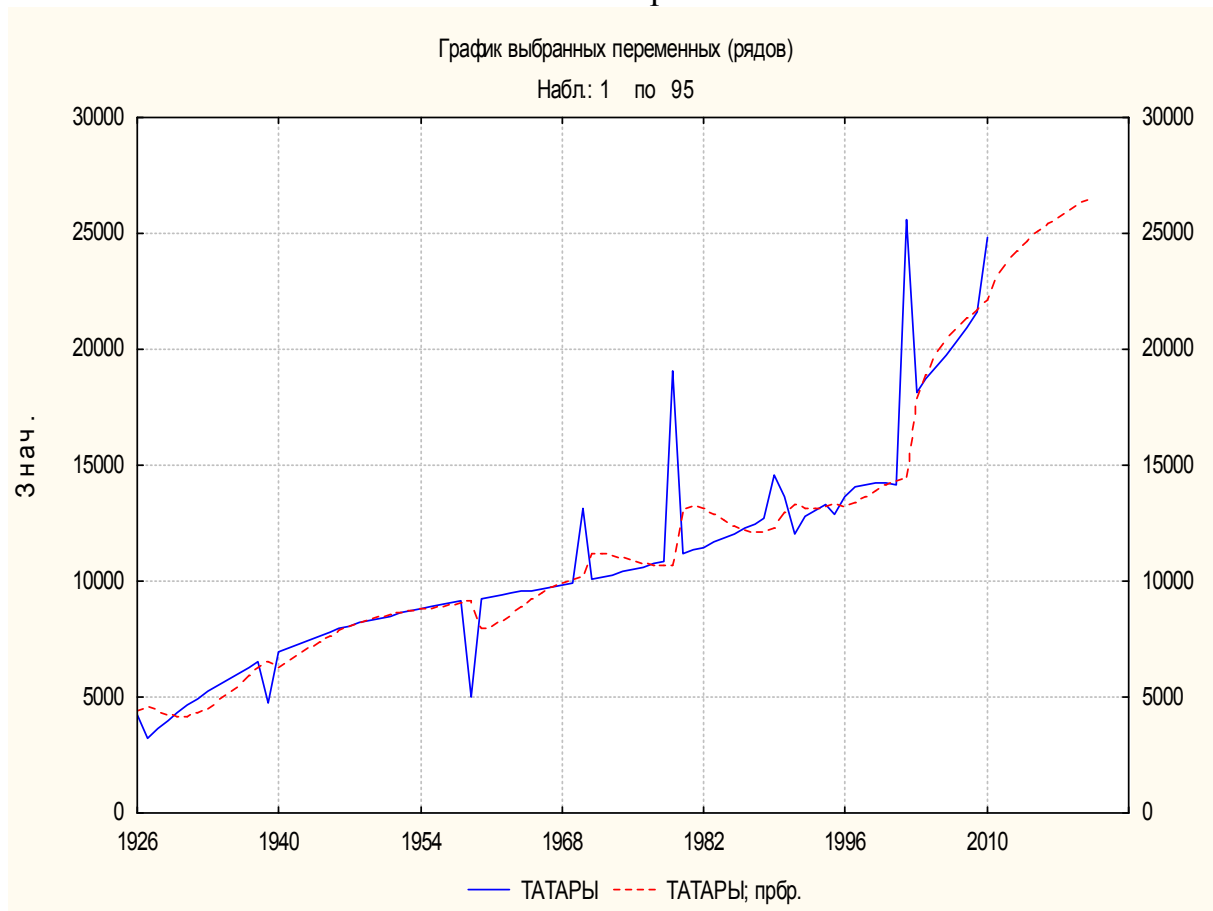
График выбранных переменных (рядов)

Набл: 1 по 95



Эксп. сглажив.: S0=4772, T0=163 Демпф. тренд, нет сезон.; Альфа ГРУЗИНЫ			
Годы (Даты)	ГРУЗИНЫ	Сглажен. ряд	Остатки
2010	17826,00	18046	-219,69
2011		17921	
2012		17913	
2013		17906	
2014		17899	
2015		17893	
2016		17887	
2017		17881	
2018		17876	
2019		17871	
2020		17866	

Татары



Эксп. сглажив.: S0=4143, T0=2; Демпф. тренд, нет сезон.; Альф ТАТАРЫ			
Годы (Даты)	ТАТАРЫ	Сглажен. ряд	Остатки
2011		23223	
2012		23753	
2013		24231	
2014		24661	
2015		25048	
2016		25396	
2017		25710	
2018		25992	
2019		26246	
2020		26474	

Мордва

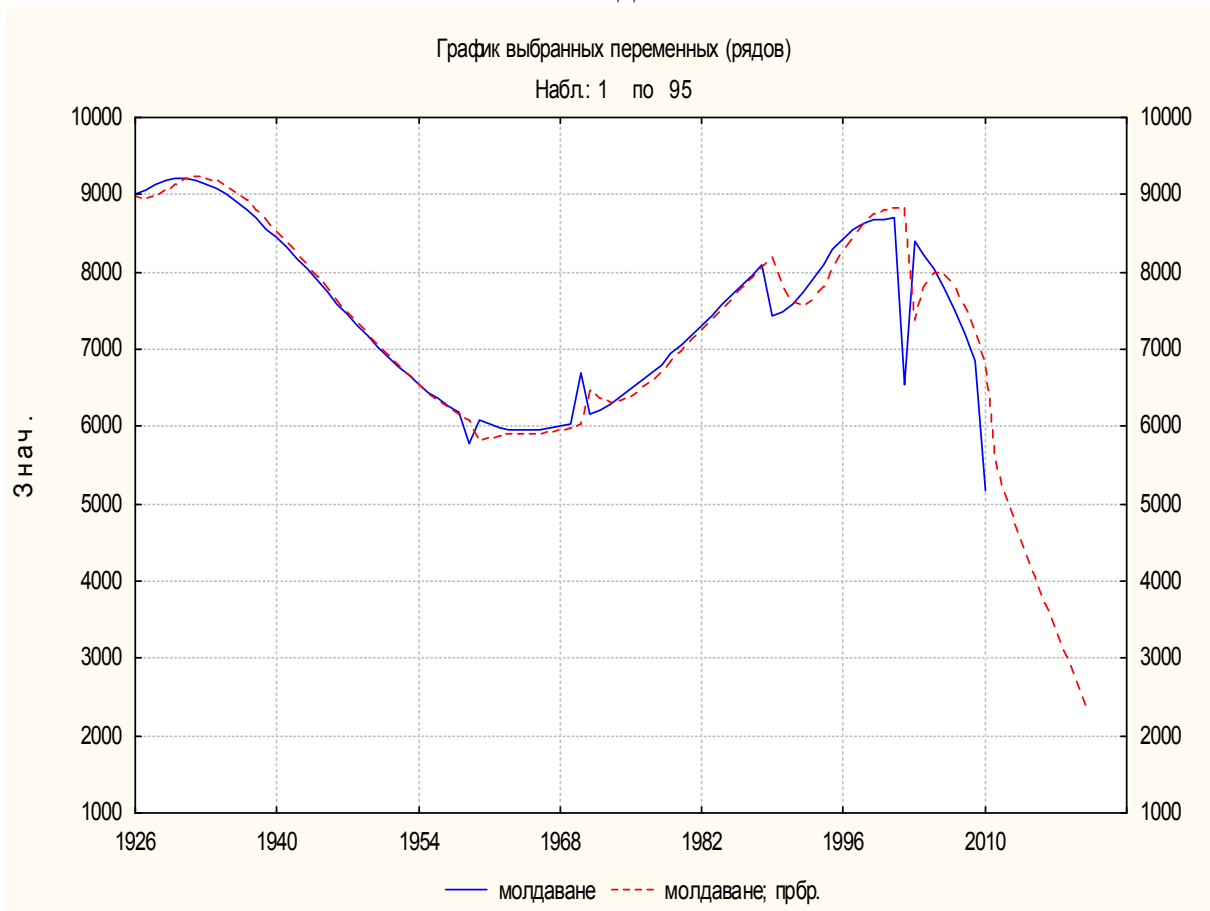
График выбранных переменных (рядов)

Набл: 1 по 95



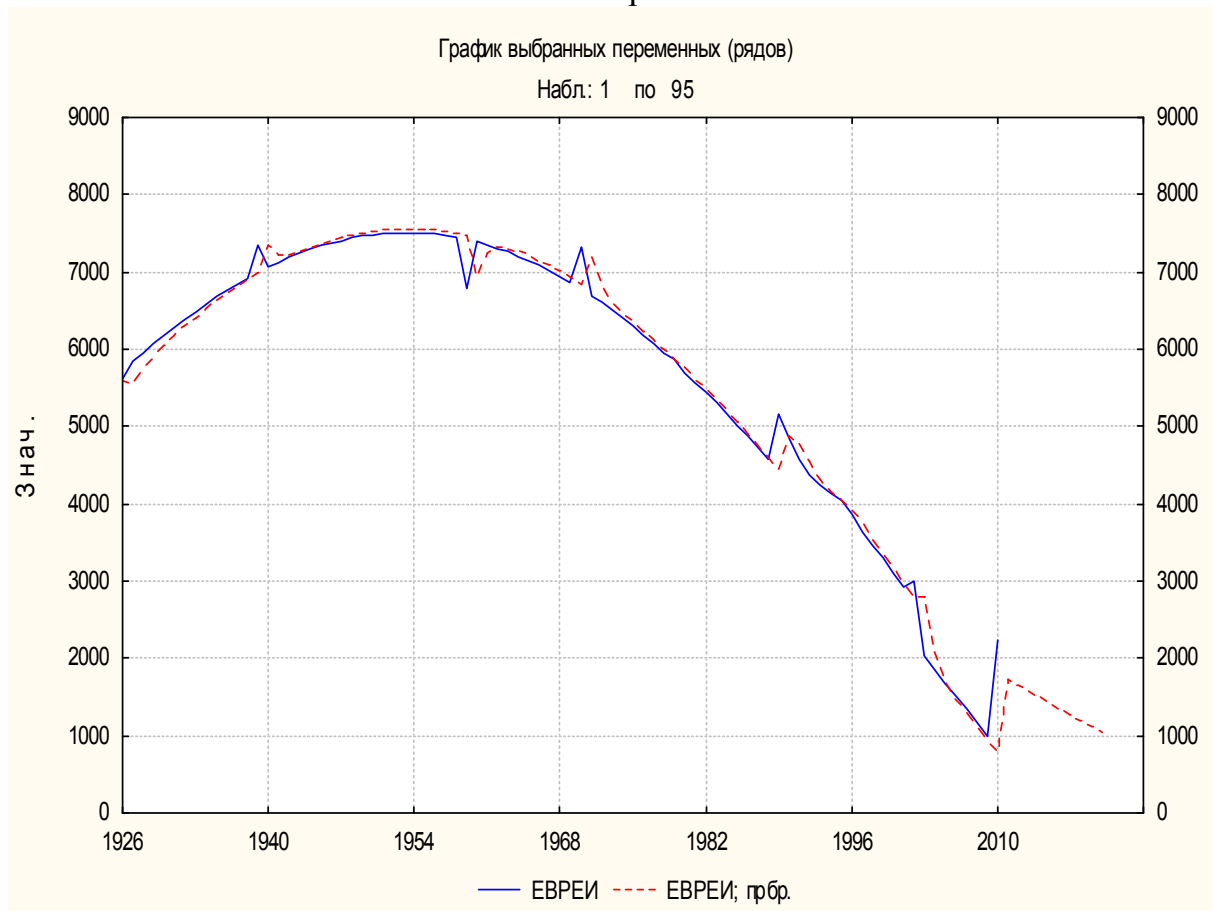
Годы (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=897,5 T0=27 Демпф. тренд, нет сезон.; Альф МОРДВА		
	МОРДВА	Сглажен. ряд	Остатки
2010	3151,000	3466	-314,79
2011		2876	
2012		2444	
2013		2019	
2014		1599	
2015		1185	
2016		777	
2017		375	
2018		0	
2019		0	
2020		0	

Молдаване



Годы (Даты)	Список выбранных переменных (рядов; Набл.: 1 по 95		
	молдаване	молдаване прбр.	молдаване пр.2
2010	5170,000	6834	-1664,45
2011		5551	
2012		5154	
2013		4771	
2014		4399	
2015		4039	
2016		3691	
2017		3354	
2018		3028	
2019		2712	
2020		2406	

Евреи



Годы (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=5633, T0=-1 Лин. тренд, нет сезон.; Альфа=ЕВРЕИ		
	ЕВРЕИ	Сглажен. ряд	Остатки
2010	2247,000	783	1463,688
2011		1722	
2012		1648	
2013		1574	
2014		1499	
2015		1425	
2016		1351	
2017		1277	
2018		1202	
2019		1128	
2020		1054	

1.3. Сводная таблица прогноза численности населения по национальностям до 2020 гг.

	1 Годы	2 все население	3 русские	4 украинцы	5 белорусы	6 адыгейцы	7 армяне	8 греки	9 немцы
1	2010	5219667	4522962	118321	16890	17673	281680	22595	12171
2	2011	5241373	4569300	117884	15903	17588	293562	20518	11341
3	2012	5258011	4585002	117261	14280	17397	296243	20035	11003
4	2013	5274482	4600422	117074	12740	17212	298875	19606	10687
5	2014	5290789	4615565	117018	11278	17031	301461	19223	10392
6	2015	5306932	4630435	117001	9891	16854	304000	18883	10116
7	2016	5322914	4645037	116996	8575	16682	306493	18580	9857
8	2017	5338737	4659377	116994	7326	16514	308941	18310	9616
9	2018	5354401	4673458	116994	6140	16351	311345	18070	9390
10	2019	5369908	4687286	116994	5015	16191	313706	17856	9179
11	2020	5385261	4700865	116993	3948	16036	316024	17666	8982

	1 Годы	2 все население	3 грузины	4 татары	5 молда- ване	6 мордва	7 евреи
1	2010	5219667	17826	24840	5170	3151	2247
2	2011	5241373	17921	23223	5551	2876	1722
3	2012	5258011	17913	23753	5154	2444	1648
4	2013	5274482	17906	24231	4771	2019	1574
5	2014	5290789	17899	24661	4399	1599	1499
6	2015	5306932	17893	25048	4039	1185	1425
7	2016	5322914	17887	25396	3691	777	1351
8	2017	5338737	17881	25710	3354	375	1277
9	2018	5354401	17876	25992	3028	0	1202
10	2019	5369908	17871	26246	2712	0	1128
11	2020	5385261	17866	26474	2406	0	1054

С периодом оттепели начинается новый этап развития демографической статистики в СССР, который характеризуется большей открытостью, доступностью материалов. Это позволило нам выявить материалы текущего статистического учета в центральных и региональных архивах и создать полный временной ряд в промежутке с 1959–2012 гг.

II. Прогноз общей численности населения края по данным с 1959 – 2012 гг.

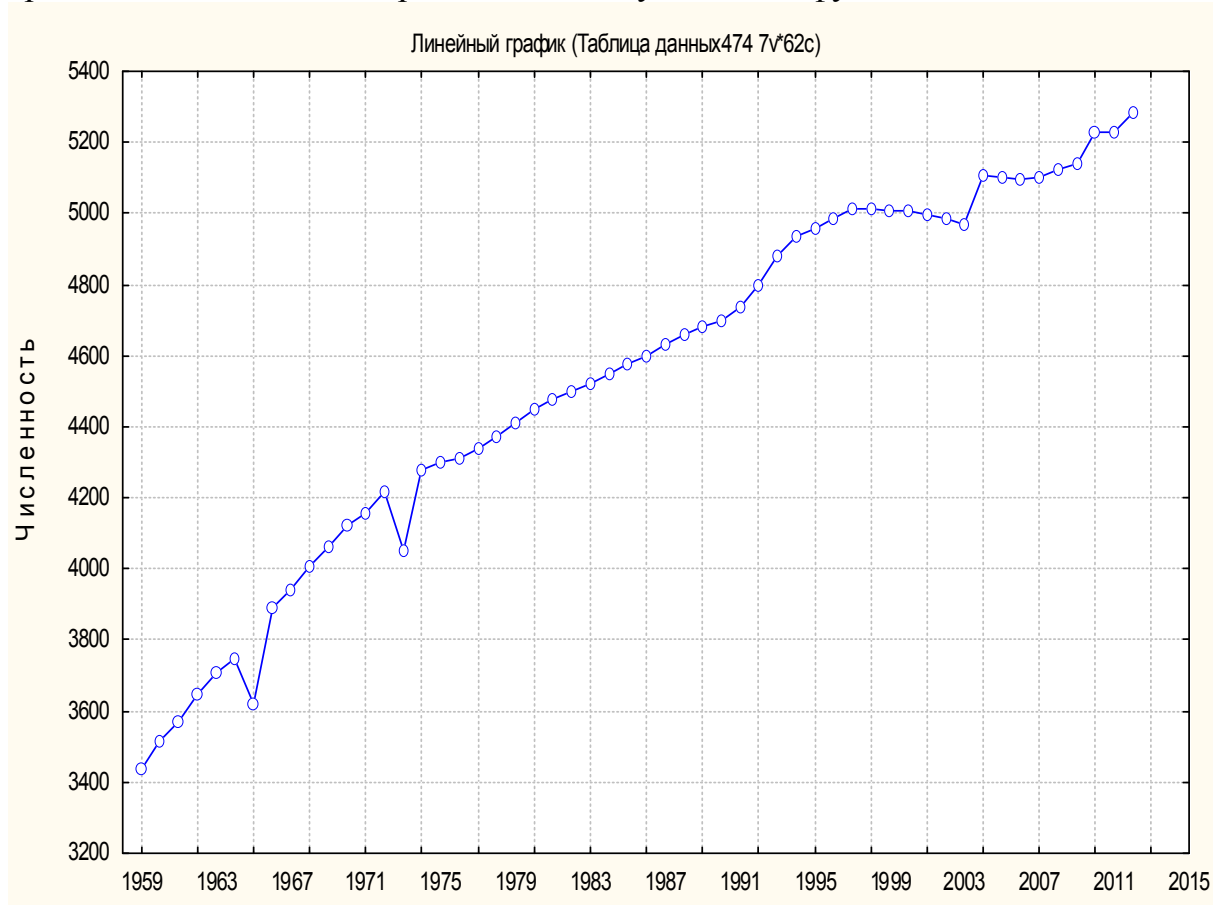
В таблице отображенные данные по численности населения в крае с 1959 по 2012 гг.

	1 Номер года	2 Годы	3 Численность
1	1	1959	3438,7
2	2	1960	3516,3
3	3	1961	3573,4
4	4	1962	3648,7
5	5	1963	3707,6
6	6	1964	3747,8
7	7	1965	3618,7
8	8	1966	3888,4
9	9	1967	3943,4
10	10	1968	4005,8
11	11	1969	4062,2
12	12	1970	4124,1
13	13	1971	4156,7
14	14	1972	4217,3
15	15	1973	4050,7
16	16	1974	4279
17	17	1975	4302,7
18	18	1976	4309,9
19	19	1977	4339,8
20	20	1978	4373,3
21	21	1979	4410,3
22	22	1980	4447,9
23	23	1981	4479,9
24	24	1982	4501,3
25	25	1983	4519,9
26	26	1984	4551,3
27	27	1985	4579,1
28	28	1986	4600,5
29	29	1987	4630,6
30	30	1988	4660,4
31	31	1989	4680,5
32	32	1990	4699,8
33	33	1991	4737,4
34	34	1992	4796,5
35	35	1993	4879,1
36	36	1994	4935,5
37	37	1995	4959,5
38	38	1996	4984,2
39	39	1997	5010,5
40	40	1998	5015,1
41	41	1999	5009,9
42	42	2000	5006,7

	1 Номер года	2 Годы	3 Численность
1	43	2001	4998,7
2	44	2002	4987,6
3	45	2003	4969,8
4	46	2004	5106,3
5	47	2005	5100
6	48	2006	5096,6
7	49	2007	5101,1
8	50	2008	5121,8
9	51	2009	5141,9
10	52	2010	5226,5
11	53	2011	5230
12	54	2012	5284,5

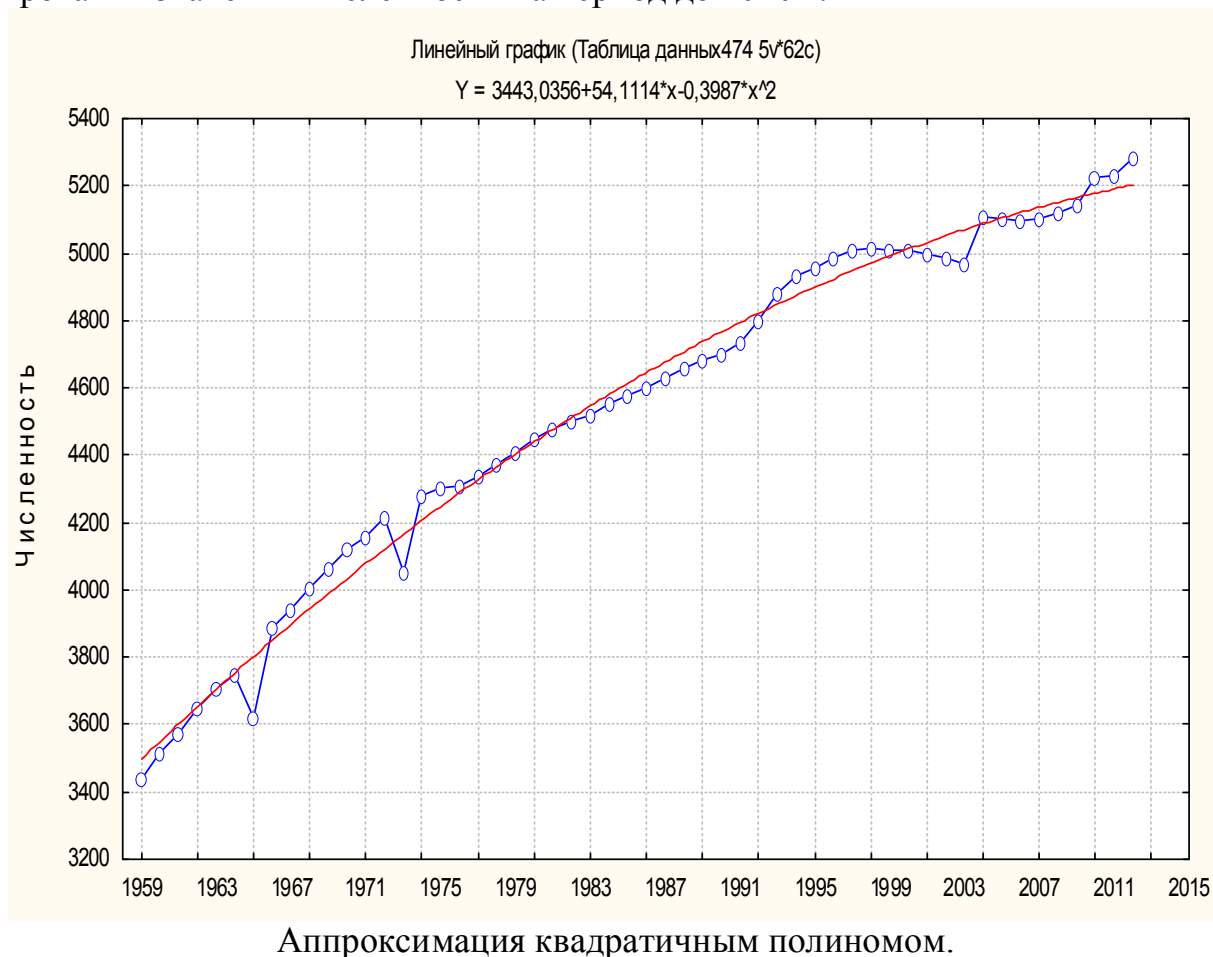
На рисунке представлен линейный график, изображающий динамику изменения численности населения в крае с 1959 по 2012 гг.

В целом монотонно возрастающий характер численности населения на анализируемом промежутке времени позволяет применить аппроксимацию эмпирических значений квадратичной или кубической функцией.



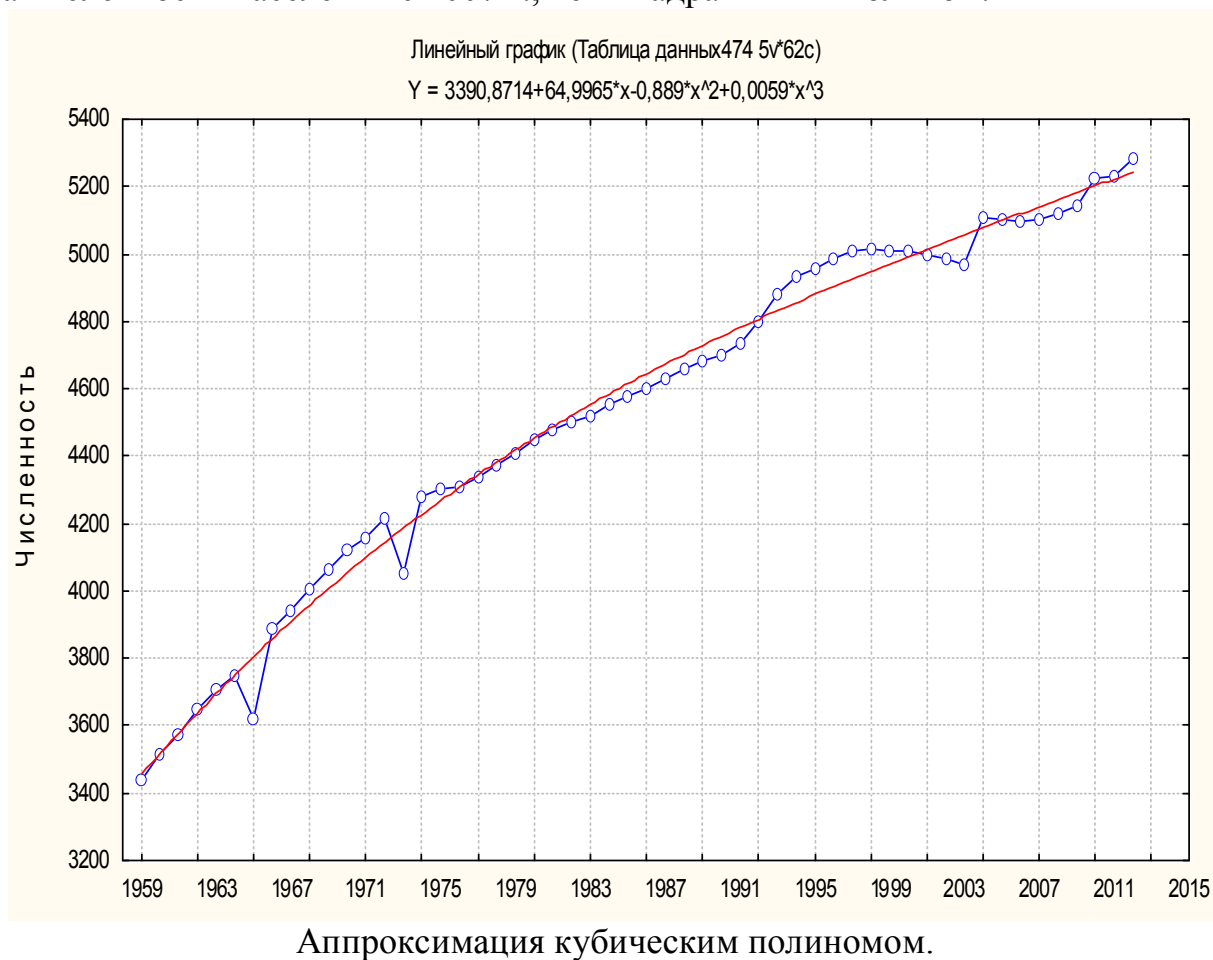
2.1. Прогнозирование полиномиальными функциями

На рисунке представлены графики исходной численности и аппроксимирующий полином второй степени. Уравнение полинома выписано в верхней части рисунка. Очевидно, что данное уравнение можно использовать для прогнозирования значений численности на период до 2020 г.



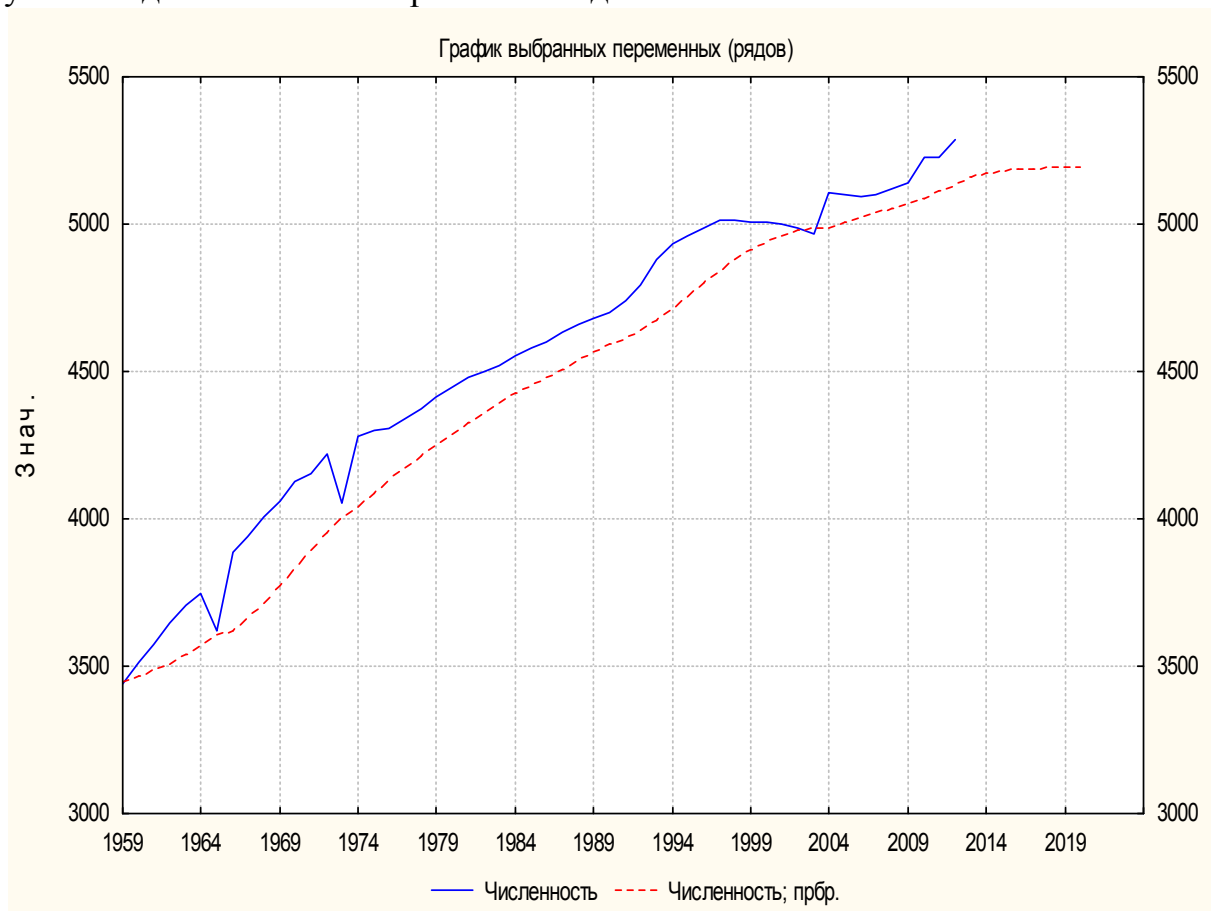
На рисунке представлены графики исходной численности и аппроксимирующий полином третьей степени. Уравнение полинома выписано в верхней части рисунка. Очевидно, что данное уравнение также можно использовать для прогнозирования значений численности на период до 2020 г.

Видно, что кубический полином отражает тенденцию более быстрого роста численности населения с 2007 г., чем квадратичный полином.



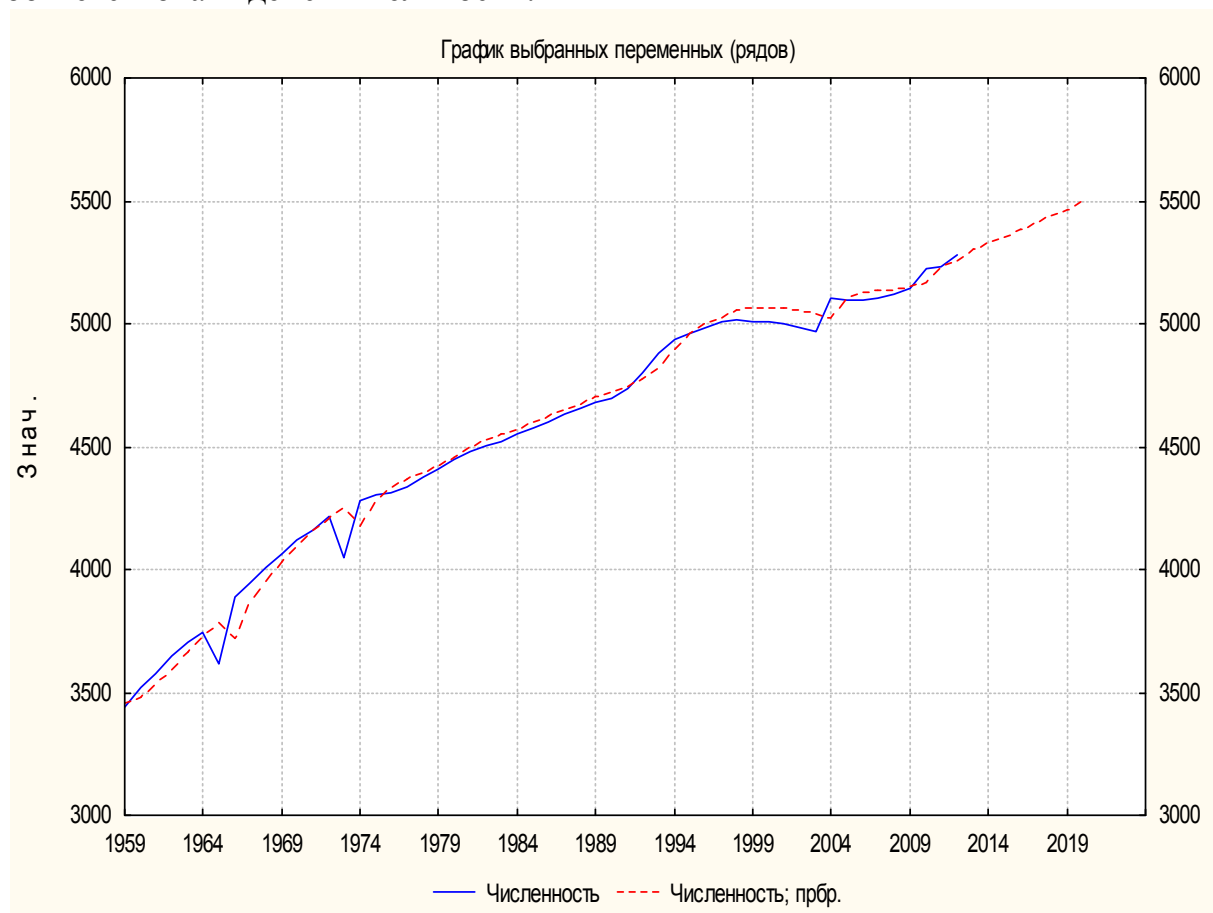
2.2. Прогнозирование экспоненциальным сглаживанием

В качестве третьей альтернативной модели использовали экспоненциальное сглаживание посредством демпфированной модели. Из рисунка видно, что прогнозная кривая модели принимает значения значительно меньшие, чем значения исходной численности, также прогнозные значения на период с 2012 по 2020 гг. не отражают тенденцию роста численности населения, что свидетельствует о неадекватности построенной модели.



Демпфированная модель экспоненциального сглаживания

В качестве альтернативы демпфированной модели экспоненциального сглаживания была построена модель экспоненциального сглаживания с линейным трендом. Из рисунка видно, что удалось построить более адекватную модель, но также обладающую определенным недостатком – прогнозная часть графика с 2012 по 2020 гг. имеет линейный тренд роста, что, возможно, не будет соответствовать действительности.



Модель экспоненциального сглаживания с линейным трендом

В соответствии с предложенными моделями – квадратичная и кубическая аппроксимация, экспоненциальное сглаживание с линейным трендом были вычислены прогнозные значения численности населения с 1959 по 2020 гг., которые представлены в таблице.

Так как каждая из рассмотренных моделей достаточно адекватна и отличаются тенденцией изменения численности на интересующий нас период времени с 2012 по 2020 гг., имеет смысл в качестве окончательного прогноза рассмотреть их усредненные значения, которые представлены в последнем столбце таблицы.

Таким образом, достоверным является утверждение, что если сохранятся тенденции изменения численности населения Кубани, т.е. «будущее будет по-

хотим на прошлое», численности населения достигнет к 2020 г. величины в 5500 тыс. человек.

	1 Номер года	2 Годы	3 Численность	4 Прогноз по квадр.	5 Прогноз по кубич.	6 Экспонен. сглаж.	7 Усредненный прогноз
1	1	1959	3438,7	3496,7	3455,0	3456,1	3469,3
2	2	1960	3516,3	3549,7	3517,4	3479,8	3515,6
3	3	1961	3573,4	3601,8	3578,0	3537,5	3572,4
4	4	1962	3648,7	3653,1	3637,0	3596,0	3628,7
5	5	1963	3707,6	3703,6	3694,4	3666,5	3688,2
6	6	1964	3747,8	3753,4	3750,1	3731,4	3745,0
7	7	1965	3618,7	3802,3	3804,3	3781,8	3796,1
8	8	1966	3888,4	3850,4	3857,0	3717,5	3808,3
9	9	1967	3943,4	3897,7	3908,1	3862,1	3889,3
10	10	1968	4005,8	3944,3	3957,8	3955,0	3952,4
11	11	1969	4062,2	3990,0	4006,1	4031,1	4009,1
12	12	1970	4124,1	4035,0	4053,0	4096,3	4061,4
13	13	1971	4156,7	4079,1	4098,5	4160,4	4112,7
14	14	1972	4217,3	4122,4	4142,8	4205,2	4156,8
15	15	1973	4050,7	4165,0	4185,7	4260,1	4203,6
16	16	1974	4279	4206,8	4227,4	4173,1	4202,4
17	17	1975	4302,7	4247,7	4267,9	4281,5	4265,7
18	18	1976	4309,9	4287,9	4307,2	4339,1	4311,4
19	19	1977	4339,8	4327,2	4345,3	4365,0	4345,9
20	20	1978	4373,3	4365,8	4382,4	4392,5	4380,2
21	21	1979	4410,3	4403,5	4418,4	4423,0	4415,0
22	22	1980	4447,9	4440,5	4453,3	4457,0	4450,3
23	23	1981	4479,9	4476,7	4487,3	4492,9	4485,6
24	24	1982	4501,3	4512,1	4520,3	4526,0	4519,5
25	25	1983	4519,9	4546,6	4552,3	4551,1	4550,0
26	26	1984	4551,3	4580,4	4583,5	4571,2	4578,4
27	27	1985	4579,1	4613,4	4613,8	4597,5	4608,3
28	28	1986	4600,5	4645,6	4643,3	4624,1	4637,7
29	29	1987	4630,6	4677,0	4672,0	4646,7	4665,2
30	30	1988	4660,4	4707,5	4700,0	4673,4	4693,6
31	31	1989	4680,5	4737,3	4727,2	4701,5	4722,0
32	32	1990	4699,8	4766,3	4753,8	4724,0	4748,0
33	33	1991	4737,4	4794,5	4779,7	4743,7	4772,6
34	34	1992	4796,5	4821,9	4805,0	4774,1	4800,3
35	35	1993	4879,1	4848,5	4829,7	4822,7	4833,6
36	36	1994	4935,5	4874,3	4853,9	4893,9	4874,0
37	37	1995	4959,5	4899,3	4877,6	4957,5	4911,5
38	38	1996	4984,2	4923,5	4900,8	4997,1	4940,5
39	39	1997	5010,5	4947,0	4923,5	5027,2	4965,9
40	40	1998	5015,1	4969,6	4945,9	5054,5	4990,0
41	41	1999	5009,9	4991,4	4968,0	5066,6	5008,6
42	42	2000	5006,7	5012,4	4989,6	5066,2	5022,8

	1 Номер года	2 Годы	3 Численность	4 Прогноз по квадр.	5 Прогноз по кубич.	6 Экспонен. сглаж.	7 Усредненный прогноз
1	43	2001	4998,7	5032,6	5011,1	5062,1	5035,3
2	44	2002	4987,6	5052,1	5032,2	5053,5	5045,9
3	45	2003	4969,8	5070,7	5053,1	5041,1	5055,0
4	46	2004	5106,3	5088,5	5073,9	5023,0	5061,8
5	47	2005	5100	5105,5	5094,5	5101,8	5100,6
6	48	2006	5096,6	5121,8	5114,9	5128,7	5121,8
7	49	2007	5101,1	5137,2	5135,3	5136,1	5136,2
8	50	2008	5121,8	5151,9	5155,7	5140,6	5149,4
9	51	2009	5141,9	5165,7	5176,0	5154,3	5165,3
10	52	2010	5226,5	5178,7	5196,4	5171,4	5182,2
11	53	2011	5230	5191,0	5216,9	5231,5	5213,1
12	54	2012	5284,5	5202,4	5237,4	5257,1	5232,3
13	55	2013		5213,1	5258,1	5301,2	5257,5
14	56	2014		5223,0	5278,9	5328,7	5276,8
15	57	2015		5232,0	5299,9	5356,1	5296,0
16	58	2016		5240,3	5321,2	5383,6	5315,0
17	59	2017		5247,7	5342,8	5411,0	5333,8
18	60	2018		5254,4	5364,7	5438,4	5352,5
19	61	2019		5260,3	5386,9	5465,9	5371,0
20	62	2020		5265,3	5409,5	5493,3	5389,4

III. Моделирование прироста населения Краснодарского края

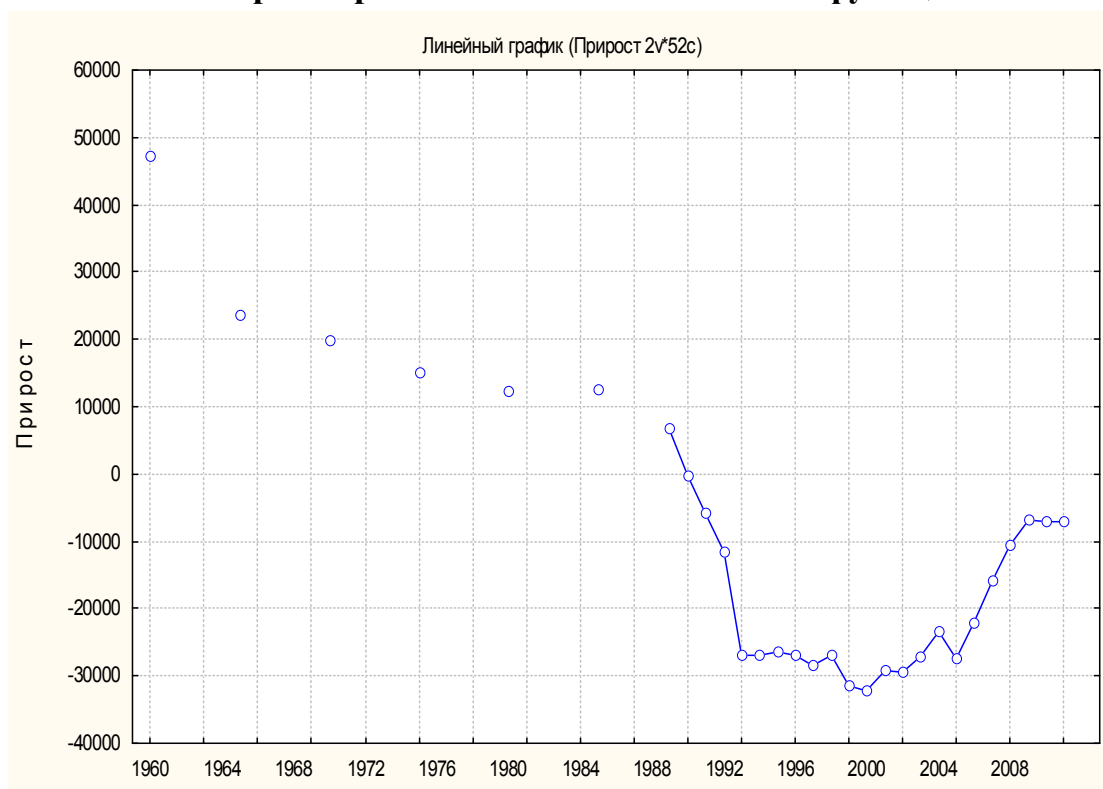
Исходная таблица

	1 Номер года	2 Год	3 Прирост
1	1	1960	47301
2	2	1961	
3	3	1962	
4	4	1963	
5	5	1964	
6	6	1965	23529
7	7	1966	
8	8	1967	
9	9	1968	
10	10	1969	
11	11	1970	19719
12	12	1971	
13	13	1972	
14	14	1973	
15	15	1974	
16	16	1975	14966
17	17	1976	
18	18	1977	
19	19	1978	
20	20	1979	
21	21	1980	12264
22	22	1981	
23	23	1982	
24	24	1983	
25	25	1984	
26	26	1985	12648
27	27	1986	
28	28	1987	
29	29	1988	
30	30	1989	6704
31	31	1990	-368

	1 Номер года	2 Год	3 Прирост
1	32	1991	-5875
2	33	1992	-11638
3	34	1993	-26882
4	35	1994	-26958
5	36	1995	-26511
6	37	1996	-26930
7	38	1997	-28532
8	39	1998	-26903
9	40	1999	-31510
10	41	2000	-32124
11	42	2001	-29197
12	43	2002	-29335
13	44	2003	-27286
14	45	2004	-23308
15	46	2005	-27448
16	47	2006	-22090
17	48	2007	-15836
18	49	2008	-10562
19	50	2009	-6765
20	51	2010	-7104
21	52	2011	-7048

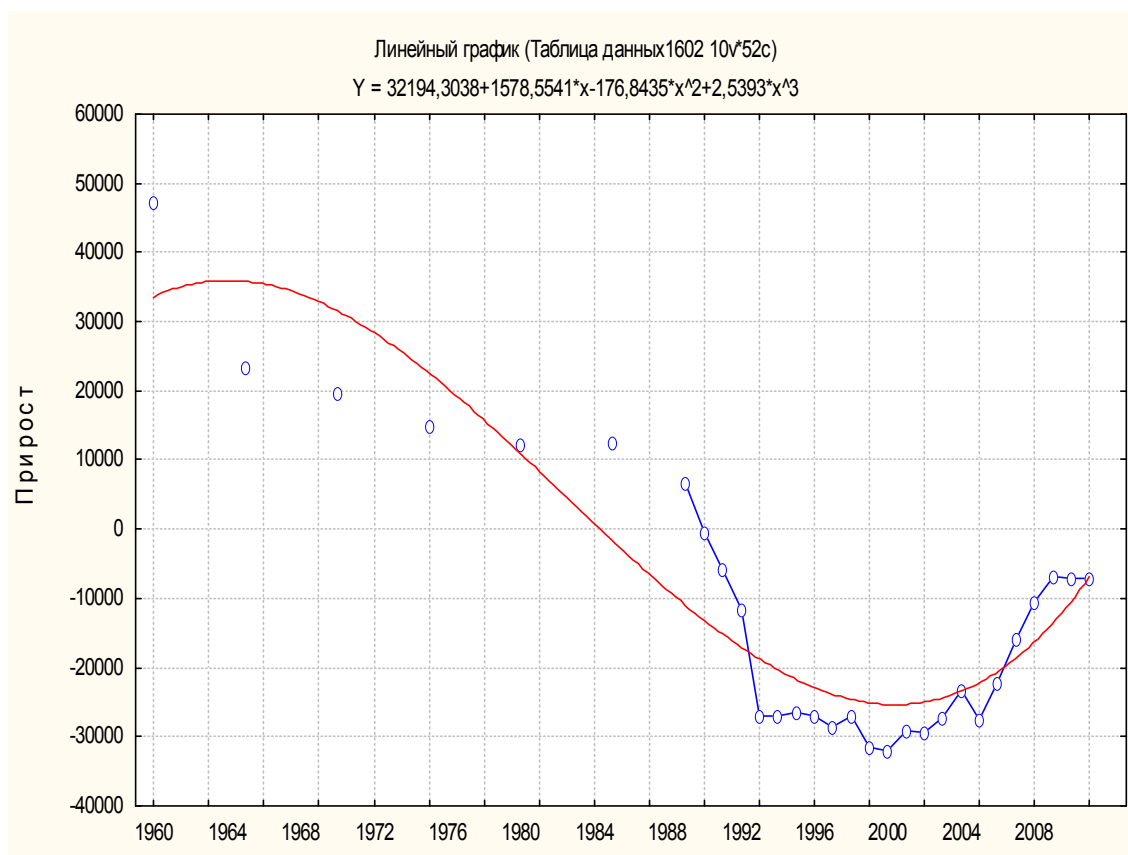
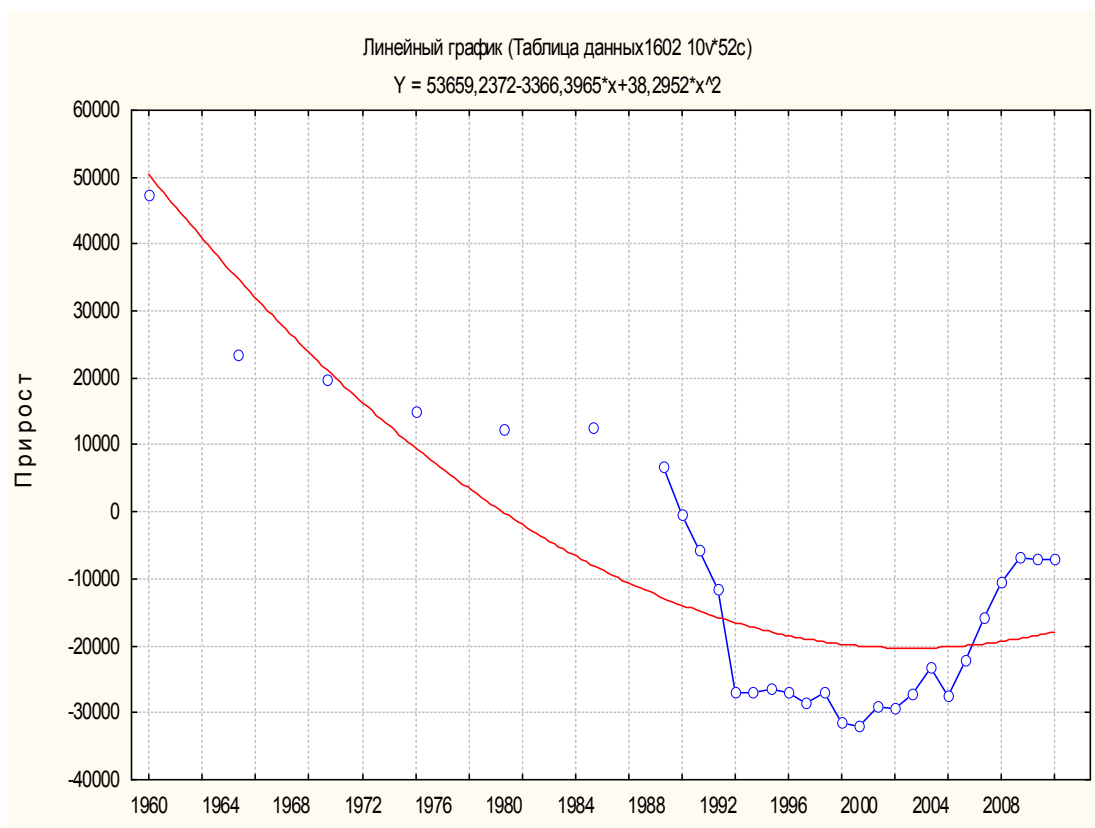
Как видно из таблицы, начиная с 1960 по 1989 гг. известны значения прироста населения в крае через каждые 5 лет: 1960, 1965, 1970, ..., 1990 гг. Начиная с 1989 г. прирост населения представлен за каждый год. Динамика прироста отображена на рисунке. С 1960 по 1990 гг. прирост снижался и в 1990 г. стал отрицательным. Дальнейшее уменьшение прироста происходит до 2000 г., затем проявляется тенденция увеличения прироста, но сохраняется его отрицательное значение.

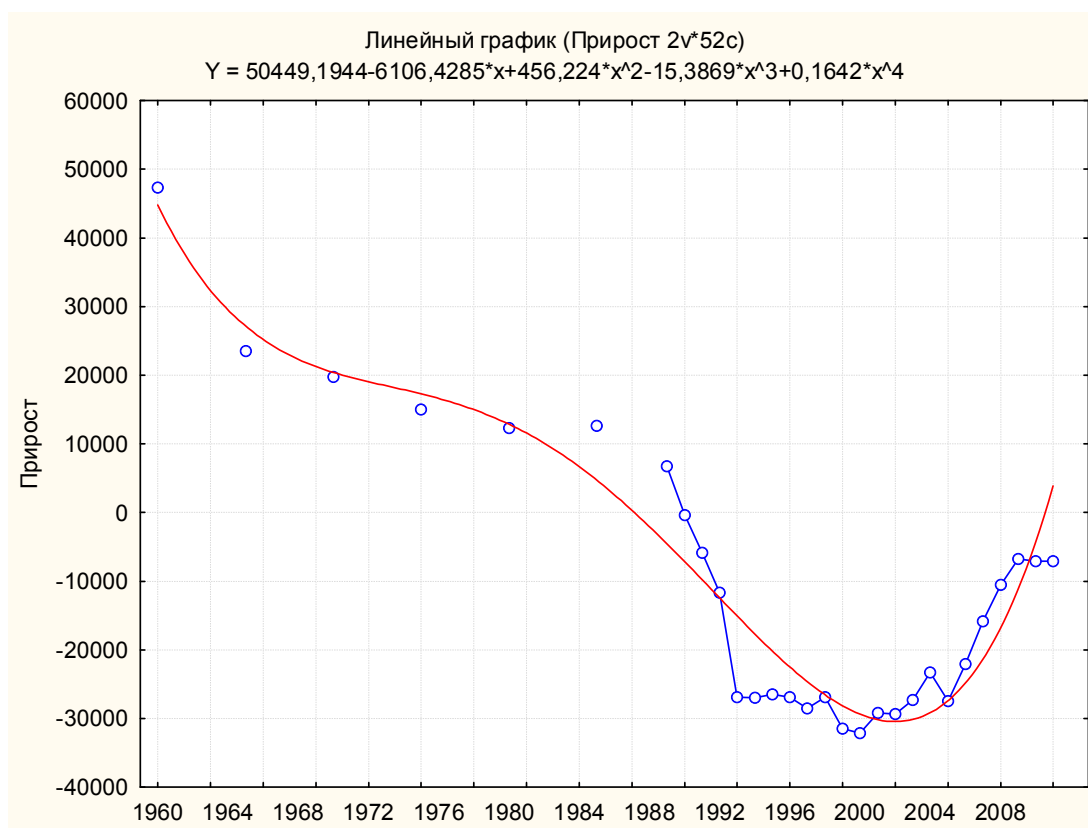
3.1. Интерполирование полиномиальными функциями



Для возможности прогноза на 2020 г. посредством инструментария временных рядов следует заполнить пустые ячейки таблицы с 1960 по 1989 гг. Для этого использовали модуль программы STATISTICA «Множественная нелинейная регрессия». Пропущенные значения рассчитывались посредством аппроксимации (интерполирования) эмпирических данных полиномами второй, третьей и четвертой степени.

Ниже на рисунках отображены графики прироста населения. В верхней части графиков указаны соответствующие полиномиальные функции. В качестве аргументов x использованы номера дат (1, 2, ..., 85), y – расчетный прирост населения.





Из графиков видно, что наилучшее приближение дает полином 4-й степени. Ниже в таблице приведены итоги регрессионного анализа, в столбце *В* отображены коэффициенты регрессионного уравнения – полинома четвертой степени.

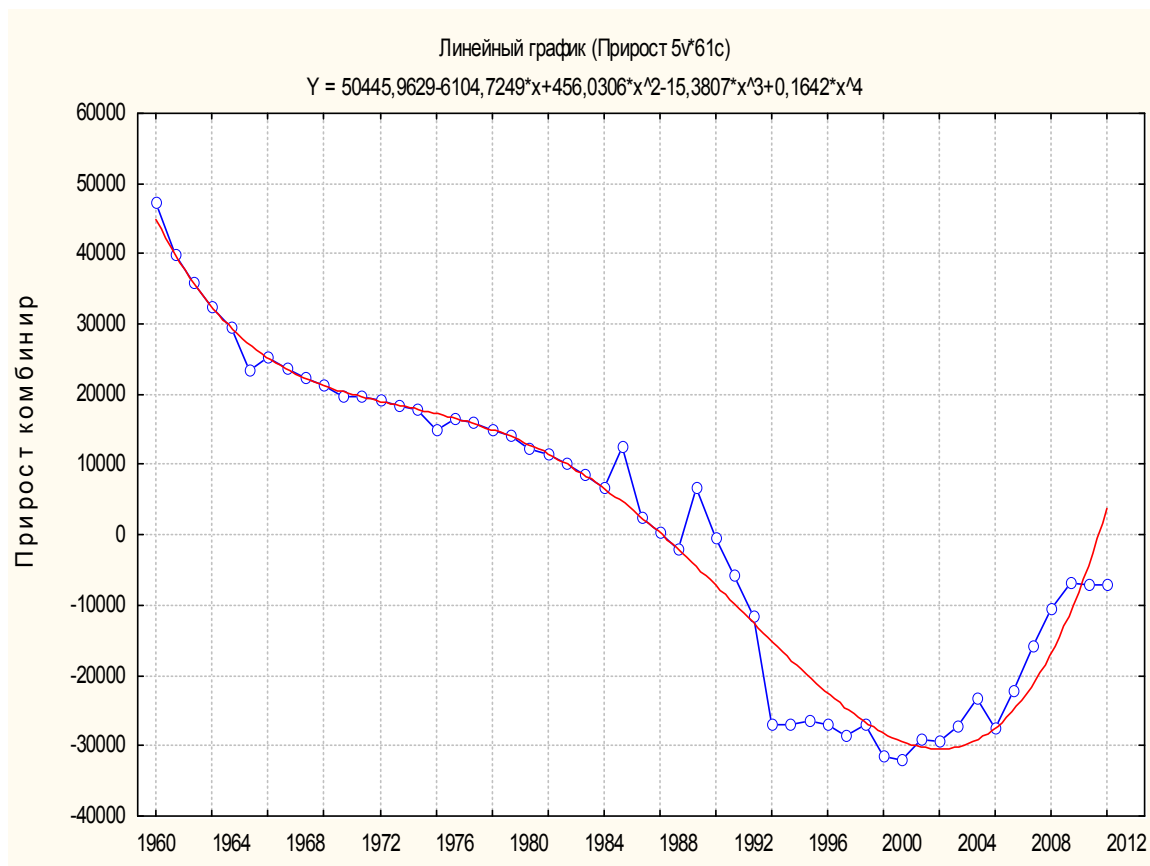
Итоги регрессии для зависимой переменной: Прирост R= ,96246658 R2= ,92634193 Скорректир. R2= ,91877777 F(4,24)=75,457 p<,000000 Станд. ошибка оценки: 17,6399					
N=29	БЕТА	Стд.Ош. БЕТА	В	Стд.Ош. В	t(24)
Св.член			50449,19	6957,394	7,25116
Номер года	-4,0043	1,172781	-6106,43	1788,458	-3,41435
V1**2	17,5957	5,079264	456,22	131,696	3,46422
V1**3	-31,7314	7,420275	-15,39	3,598	-4,27631
V1**4	17,6399	3,513738	0,16	0,033	5,02027

В таблице в столбце *Прогноз пол. 4-й ст.* указаны значения прироста посчитанные в соответствии с построенной моделью. В столбце *Прирост комб.* объединены значения столбцов *Прирост* и *Прогноз пол. 4-й ст.*, добавлением в столбец *Прирост* недостающих значений из столбца *Прогноз пол. 4-й ст.*

	1 Год	2 Прирост	3 Прогноз пол. 4-й ст.	4 Прирост комбинир
1	1960	47301	44784	47301
2	1961		39941	39941
3	1962		35834	35834
4	1963		32380	32380
5	1964		29502	29502
6	1965	23529	27124	23529
7	1966		25176	25176
8	1967		23591	23591
9	1968		22306	22306
10	1969		21262	21262
11	1970	19719	20406	19719
12	1971		19685	19685
13	1972		19052	19052
14	1973		18465	18465
15	1974		17885	17885
16	1975	14966	17276	14966
17	1976		16607	16607
18	1977		15851	15851
19	1978		14984	14984
20	1979		13987	13987
21	1980	12264	12845	12264
22	1981		11545	11545
23	1982		10081	10081
24	1983		8449	8449
25	1984		6649	6649
26	1985	12648	4685	12648
27	1986		2565	2565
28	1987		302	302
29	1988		-2088	-2088
30	1989	6704	-4586	6704
31	1990	-368	-7168	-368

	1 Год	2 Прирост	3 Прогноз пол. 4-й ст.	4 Прирост комбинир
1	1991	-5875	-9805	-5875
2	1992	-11638	-12466	-11638
3	1993	-26882	-15115	-26882
4	1994	-26958	-17712	-26958
5	1995	-26511	-20214	-26511
6	1996	-26930	-22573	-26930
7	1997	-28532	-24738	-28532
8	1998	-26903	-26653	-26903
9	1999	-31510	-28259	-31510
10	2000	-32124	-29492	-32124
11	2001	-29197	-30286	-29197
12	2002	-29335	-30568	-29335
13	2003	-27286	-30264	-27286
14	2004	-23308	-29295	-23308
15	2005	-27448	-27578	-27448
16	2006	-22090	-25025	-22090
17	2007	-15836	-21545	-15836
18	2008	-10562	-17045	-10562
19	2009	-6765	-11425	-6765
20	2010	-7104	-4582	-7104
21	2011	-7048	3591	-7048

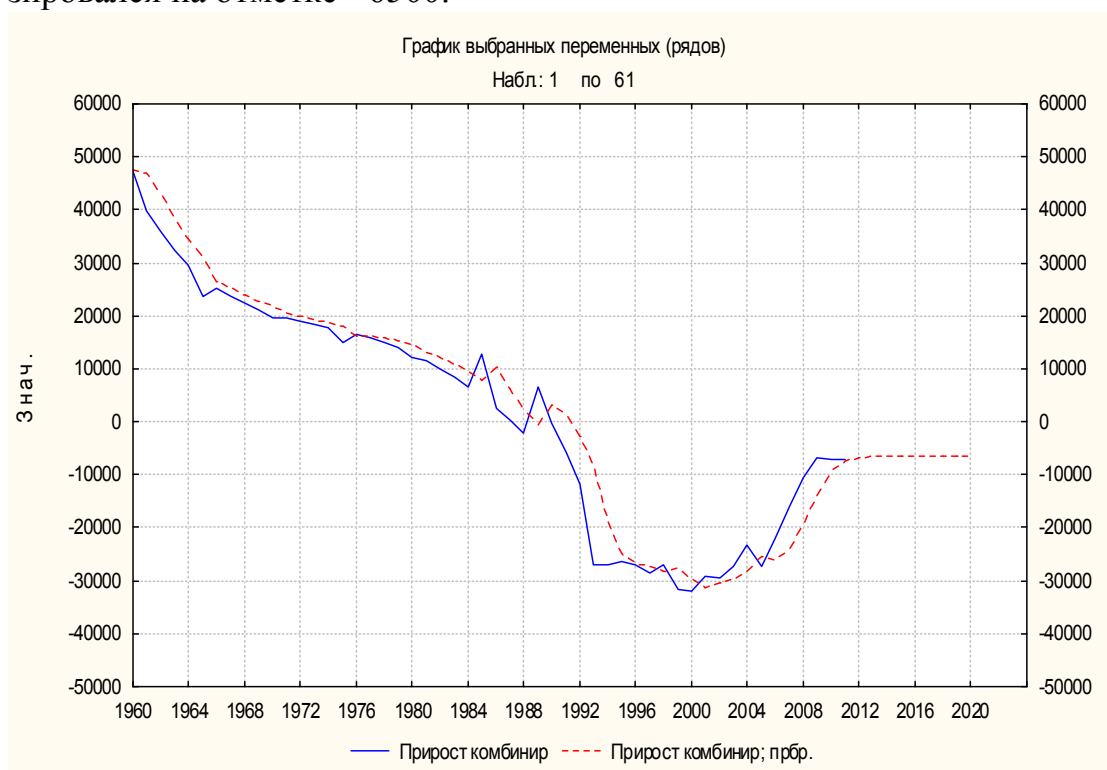
На рисунке представлен линейный график *Прирост комбинир.* с аппроксимирующим полиномом четвертой степени.



3.2. Прогнозирование методом экспоненциального сглаживания

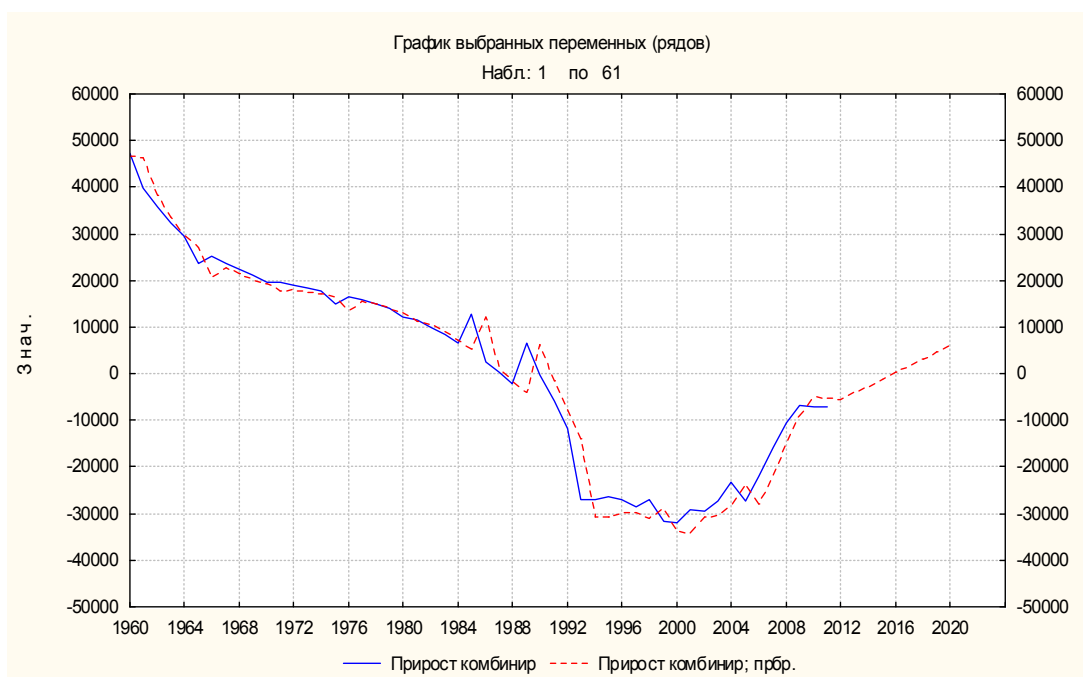
Как видно из графика и из таблицы данных в 2009 г. прекратился рост прироста населения и в последующие 3 года стабилизировался. Поэтому возможны следующие сценарии. Прирост продолжит уменьшаться, сохранит стабильное значение на отметке около -7 000 или будет возрастать. Наименее вероятен первый сценарий, так как с 2000 г. наметился тренд на увеличение прироста населения, маловероятен также и второй сценарий.

На рисунке представлен график прогноза до 2020 г., построенного методом экспоненциального сглаживания с демпфированным трендом, соответствующего второму сценарию. Из таблицы видно, что уровень прироста стабилизировался на отметке -6500.



Год (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=487E2 T0=-2 Демпф. тренд, нет сезон.; Альфа Прирост комбинир		
	Прирост комбинир	Сглажен. ряд	Остатки
2000	-32124,0	-29726,3	-2397,7
2001	-29197,0	-31251,0	2054,0
2002	-29335,0	-30357,2	1022,2
2003	-27286,0	-29767,5	2481,5
2004	-23308,0	-28344,4	5036,4
2005	-27448,0	-25430,7	-2017,3
2006	-22090,0	-26168,9	4078,9
2007	-15836,0	-23927,8	8091,8
2008	-10562,0	-19277,7	8715,7
2009	-6765,0	-13967,7	7202,7
2010	-7104,0	-9321,6	2217,6
2011	-7048,0	-7415,6	367,6
2012		-6817,3	
2013		-6642,5	
2014		-6575,2	
2015		-6549,3	
2016		-6539,4	
2017		-6535,5	
2018		-6534,0	
2019		-6533,5	
2020		-6533,2	

На рисунке представлен график прогноза до 2020 г., построенного методом экспоненциального сглаживания с линейным трендом, соответствующего третьему сценарию. Из таблицы видно, что уровень прироста к 2020 г. достиг значения 6000.



Год (Даты)	Эксп. сглажив.: S0=478E2 T0=-1' Лин.тренд,нет сезон.; Альфа= ,9' Прирост комбинир		
	Прирост комбинир	Сглажен. ряд	Остатки
2000	-32124,0	-33763,4	1639,4
2001	-29197,0	-34247,5	5050,5
2002	-29335,0	-30692,6	1357,6
2003	-27286,0	-30551,2	3265,2
2004	-23308,0	-28089,0	4781,0
2005	-27448,0	-23475,5	-3972,5
2006	-22090,0	-27963,7	5873,7
2007	-15836,0	-22016,5	6180,5
2008	-10562,0	-14901,2	4339,2
2009	-6765,0	-8973,2	2208,2
2010	-7104,0	-4814,7	-2289,3
2011	-7048,0	-5367,5	-1680,5
2012		-5562,3	
2013		-4116,9	
2014		-2671,6	
2015		-1226,2	
2016		219,2	
2017		1664,6	
2018		3109,9	
2019		4555,3	
2020		6000,7	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, сопоставляя полученные в результате моделирования данные с известными фактическими данными можно сделать вывод о том, что в целом динамика численности населения региона во второй половине XX в. не подвергалась воздействию экстремальных факторов, что подтверждается близкими значениями реальной и прогнозной численности.

Согласно полученным прогнозам численность населения Краснодарского края в перспективе до 2020 г. продолжит расти, однако темпы прироста будут невелики. Для большинства этнических групп наиболее вероятен вариант дальнейшего сокращения их численности и доли в составе населения края. Исключением являются русские, армяне, татары, у которых в соответствие с прогнозом ожидается положительная динамика общей численности. Однако темпы прироста у данных этнических групп существенно различаются.

Вероятно предположение, что численность населения как региона в целом, так и отдельных национальностей в его составе будет увеличиваться за счет активного миграционного притока, обусловленного благоприятными климатическими условиями, инвестиционным климатом, наличием сложившихся и институализировавшихся национальных общин. Значительная часть миграционного потока вероятнее всего будет направляться из среднеазиатских и закавказских республик СНГ испытывающих сегодня тяжелое экономическое положение. Также, возможно, сокращение численности представителей отдельных национальностей в результате ассимиляционных процессов. В целом можно отметить, что согласно прогнозу радикальное изменение этнической структуры Краснодарского края в пределах прогнозного периода не произойдет.