

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «КубГУ»)
УДК 519.22

Халафян А.А., Ракачев В.Н., Ракачев Я.В., Халафян А.А., Богунова Е.С.

Вероятностно-статистическое моделирование и прогнозирование
демографических процессов на Кубани в рамках реализации национальной
программы демографического развития России

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ, в рамках
научно-исследовательского проекта № 13-01-96527 р_юг_а
«Вероятностно-статистическое и нейросетевое моделирование
демографических процессов на Кубани в рамках реализации национальной
программы демографического развития России»

КРАСНОДАР 2013

Оглавление	
Введение	3
1. Построение кластерной модели АО Краснодарского края	5
2. Построение дискриминантной модели АО Краснодарского края	14
3. Модели для прогнозирования численности мужского и женского населения Кубани.....	17
Заключение	24

Введение

Неравномерность процессов демографического перехода приводит к резкому увеличению численности населения в регионах с избыточным количеством трудовых ресурсов и массовому переселению их в экономически развитые районы, с недостаточным количеством трудовых ресурсов. Это приводит к нарушению устоявшегося порядка в развитии стран и регионов и замену его новыми формами, признаки чего мы наблюдаем в последние десятилетия. Масштабы этих изменений столь значительны, что ни государства, ни общественные организации не успевают своевременно на них реагировать.

Специфика России состоит в том, что происходящие изменения охватили пространство бывшего СССР, которое и может предстать таким модельным полигоном, имеющим и экономически развитые, но стареющие с точки зрения возрастного состава регионы европейского центра, и молодеющие депрессивные в экономическом плане среднеазиатские республики. Следствием этого явились массовые миграционные потоки в наиболее благоприятные с экономической и климатической точки зрения регионы. Пока этот поток в основном представлен трудовыми мигрантами, но наблюдаются тенденции на изменение его функционального содержания с трудовой миграции на переезд на постоянное место жительства.

Проблемы сокращения численности населения и как следствие компенсаторная миграция приводит к образованию национальных анклавов, мест компактного поселения народов, в том числе не вписанных в социально-культурный ландшафт России. С точки зрения географического пространства и экономической занятости Россия готова принять довольно большое число внешних мигрантов, как трудовых, так и направляющихся на постоянное место жительства. Но в самих миграционных потоках наблюдается существенный перекоп в предпочтении ряда территорий, экономически развитых, но не нуждающихся в массовом притоке мигрантов.

Четко обозначились и этнические характеристики миграционного потока в Россию – 40% его обеспечивают выходцы из Средней Азии. При этом миграция из Казахстана, который давно лидировал по представительности в российском потоке, резко упала. Вклад Закавказских стран, возросший во второй половине 2000-х, в целом за десятилетие остался на уровне 1990-х гг. То же самое можно сказать и об Украине.

Четко обозначаются и направления миграции. Помимо столичных городов Москвы и Санкт-Петербурга к регионам, привлекательным в миграционном плане относится Краснодарский край. Анализ демографической ситуации в крае за последние годы нам наглядно демонстрирует неустойчивость показателей прироста населения. В ситуации со снижением рождаемости и ростом смертности компенсация отрицательного естественного прироста происходит за счет полиэтничной миграции в регион.

Краснодарский край, вместе с тем регион географически делящийся на степную, горную и предгорную зоны, а экономически: на развитые центр – Краснодарская агломерация и приморские города и относительно депрессивные сельскохозяйственные окраины, что показывает относительную асимметричность развития административно-территориальных образований.

Распределение мигрантов по территории края происходит и будет происходить неравномерно, по двум направлениям: промышленно развитые регионы и территории, теряющие население, вследствие чего в них идет процесс снижения стоимости жилья, возможность использования сельхозугодий и возможность массового компактного переселения. Под влиянием демографических факторов изменяется сложившийся рисунок расселения, увеличивается социальная и демографическая нагрузка в одних регионах и снижается рациональное использование экономического потенциала в других.

Одним из путей оптимизации контроля и регулирования движения

населения в регионе является применение методов статического анализа для дифференциации административно-территориальных образований по демографическим показателям. В рамках проекта на данном этапе исследования решалась задача построения кластерной модели административных образований (АО) Краснодарского края с выделением групп однородности (кластеров), таким образом, чтобы АО внутри кластеров имели схожую динамику коэффициентов демографического прироста, а между кластерами – отличную динамику прироста населения. Значимость такого рода исследований объясняется тем, что коэффициенты прироста являются важным элементом развития социальной структуры.

Методом множественной нелинейной регрессии и инструментарием временных рядов проведен анализ динамики численности мужчин и женщин различных возрастных категорий с 1926 по 2010 гг. и сделан прогноз на 2015г.

1. Построение кластерной модели АО Краснодарского края

Расчетные данные численности населения Кубани были представлены материалами переписей населения 1939, 1959, 1970, 1979, 1989, 2002, 2010 гг. и данными текущей статистики на 2013 г. Учитывая разрозненность и фрагментарность данных, численности населения пересчитаны с учетом единиц, включенных (вышедших) из состава края. Также пересчитаны численности населения Краснодарского края без учета Адыгейской автономной области (с 1992 г. Республики Адыгея).

Коэффициенты прироста, которые характеризуют динамику изменения численности населения, вычисляли по формуле

$$K_n = \frac{X_i}{X_{i-1}} - 1,$$

где x_i – численность населения за текущий год, x_{i-1} – численность населения за предыдущий год. Если K_n принимает отрицательное значение, то

происходит убыль населения, если K_n принимает положительное значение, то происходит рост численности населения.

Для АО, у которых отсутствуют данные по численности населения за определенный год, коэффициент прироста соответствующий данным годам и им смежным был принят равным 0.

Определенный интерес представляет выделение в совокупности АО Краснодарского края групп однородности, т.е. групп, в которых есть сходство в протекании демографических процессов. Для выделения групп однородности был применен многомерный статистический метод классификации – кластерный анализ.

Главное назначение кластерного анализа – разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные в некотором смысле группы, или кластеры. Методы кластерного анализа можно применять даже тогда, когда речь идет о простой группировке, в которой все сводится к образованию групп по количественному сходству. Таким образом, кластерный анализ представляет собой метод классификационного анализа, позволяющий разбивать множества исследуемых объектов и признаков на однородные в некотором смысле группы, или кластеры. Как многомерный статистический метод, кластерный анализ предполагает, что исходные данные могут быть значительного объема, т.е. существенно большим может быть как количество объектов исследования (административных образований), так и признаков (коэффициентов прироста), характеризующих эти объекты.

Достоинство кластерного анализа в том, что он дает возможность производить разбиение объектов на группы не по одному признаку, а по совокупности признаков. Кроме того, кластерный анализ в отличие от большинства математико-статистических методов не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов и позволяет исследовать множество исходных данных практически произвольной природы. Техника кластеризации может применяться в самых различных прикладных областях,

в том числе и в демографии.

Так как кластеры – это группы однородности, то задача кластерного анализа заключается в том, чтобы на основании признаков объектов разбить их множество на m (m – целое) кластеров так, чтобы каждый объект принадлежал только одной группе разбиения. При этом объекты, принадлежащие одному кластеру, должны быть однородными (сходными), а объекты, принадлежащие разным кластерам, – разнородными.

Если объекты кластеризации представить как точки в n -мерном пространстве признаков (n – количество признаков, характеризующих объекты), то сходство между объектами определяется через понятие расстояния между точками, так как интуитивно понятно, что чем меньше расстояние между объектами, тем они более схожи.

Для кластеризации административных образований, т.е. выделения однородных групп, использовали метод k -средних, реализованный в пакете STATISTICA. Обычно процедуру кластеризации начинают с выделения малого числа групп, например 2, потом число групп последовательно увеличивают на 1 и в итоге, выбирают такое количество кластеров, при котором отличие между ними наиболее существенно. Степень отличия кластеров определяется отличием средних значений нормированных показателей. Нормированные показатели вычисляли как отношение разности значения показателя и среднего значения, деленное на стандартное отклонение.

Была проведена кластеризация АО края, включая сам Краснодарский край при числе групп однородности равном 2. Полученные при расчетах результаты показали, что в кластерах 1 и 2 средние значения большинства показателей коэффициентов прироста существенно отличаются (рис. 1).

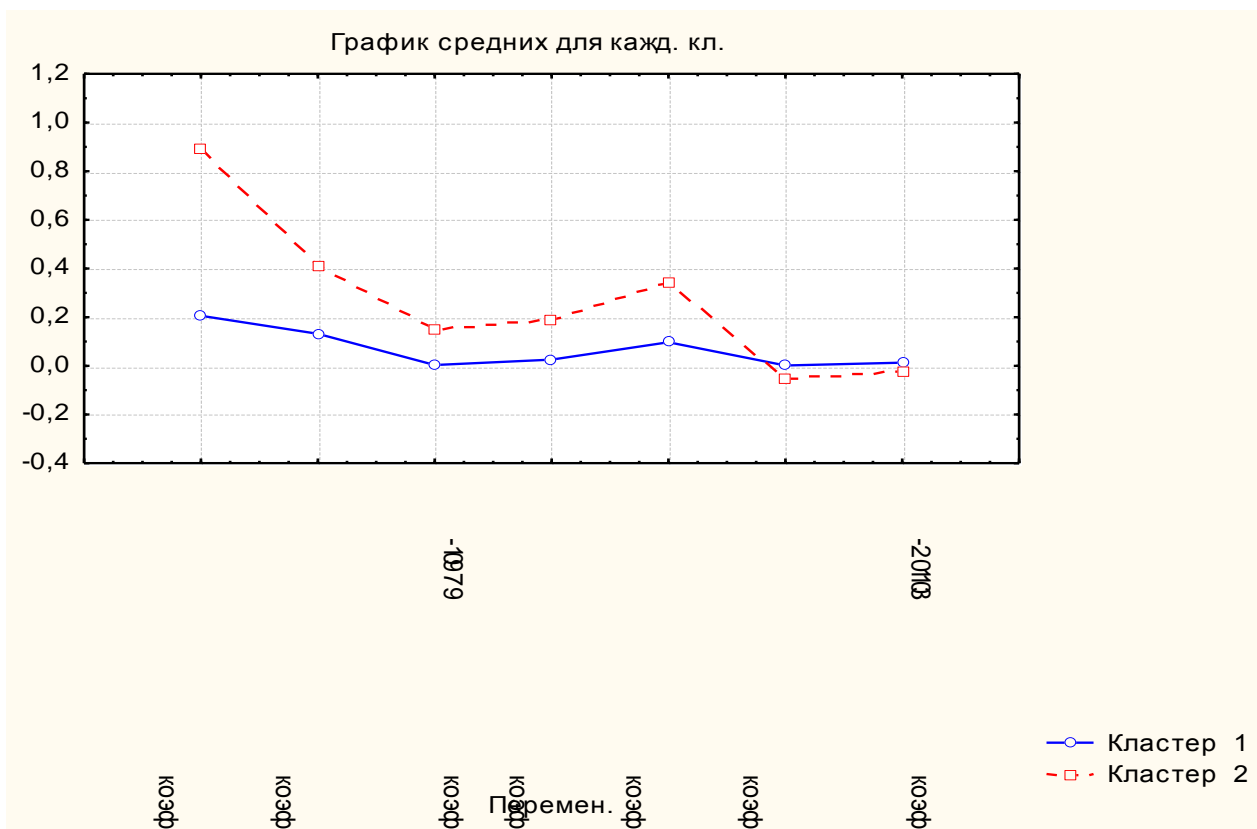


Рис. 1. Кластеризация на 2 группы однородности административных образований Краснодарского края по коэффициентам прироста в 1939–2013 гг.

При выборе числа кластеров равном 3 средние значения демографических показателей – коэффициентов прироста населения в кластерах 1, 2 и 3 также отличаются. Причем это отличие более существенно, чем при выборе числа кластеров, равном 2 (рис. 2). Как и при числе кластеров, равном 2, незначительное отличие средних коэффициентов прироста в 2002-2010, 2010-2013 гг.

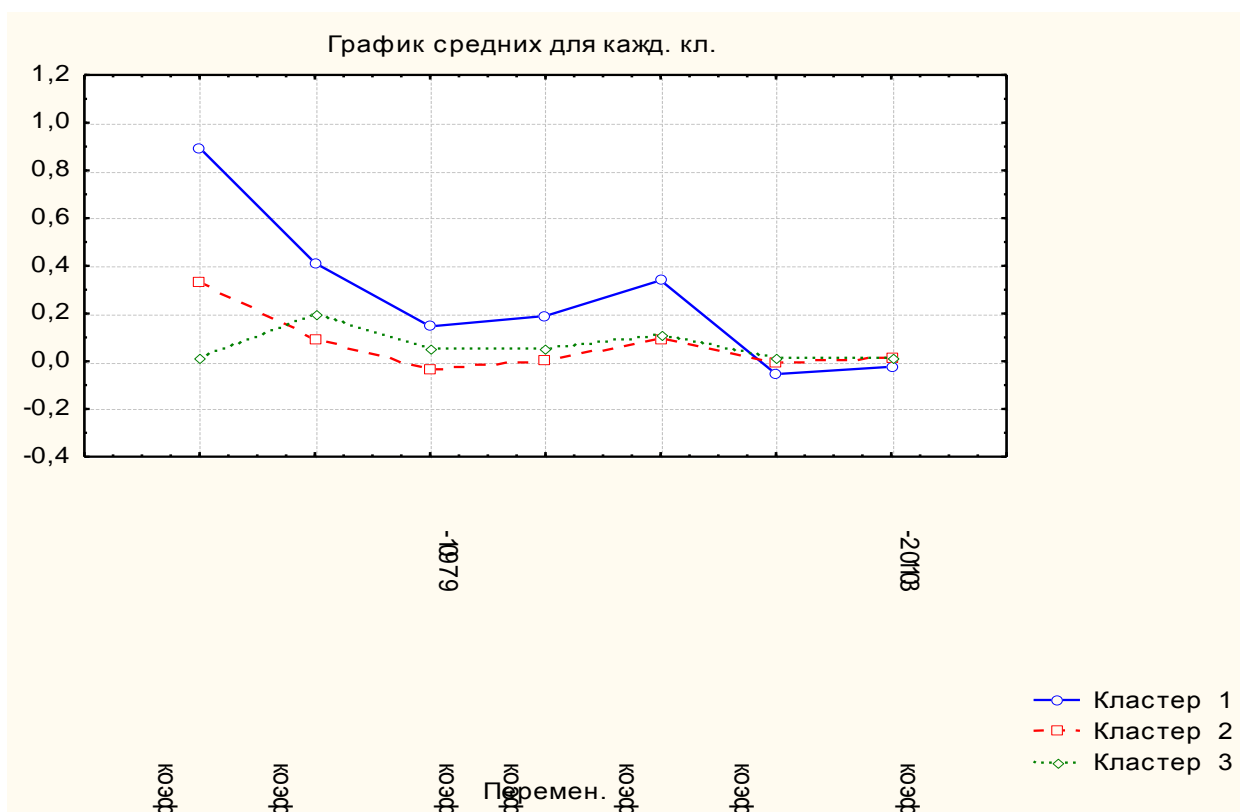


Рис. 2. Кластеризация на 3 группы однородности административных образований Краснодарского края по коэффициентам прироста в 1939–2013 гг.

При разбиении административных образований на 4 группы однородности выявили ухудшение качества кластеризации, так как средние показатели значительно приближаются друг к другу, а значит и отличие между кластерами уменьшается.

Таким образом, дальнейший анализ свойств выделенных кластеров целесообразно провести при числе кластеров равном 2 или 3. Так как разбиение на 3 группы однородности позволяет более дифференцировано подойти к анализу динамики изменения населения в административных образованиях края, то дальнейшее рассмотрение было ограничено тремя кластерами.

Рассмотрев значения коэффициентов прироста в АО за семь анализируемых периодов времени (1939-1959, 1959-1970, 1970-1979, 1979-1989, 1989-2002, 2002-2010 гг.), для кластера 1 выявлено определенное сходство в поведении коэффициентов прироста. Так, в первые два временных

интервала наблюдалось уменьшение значений коэффициентов, при сохранении положительного знака. В третьем интервале появилась тенденция к увеличению значений коэффициентов, затем на оставшихся трех интервалах продолжалась тенденция уменьшения прироста населения. Город Крымск несколько выбивается из общего ансамбля АО (рис. 3).

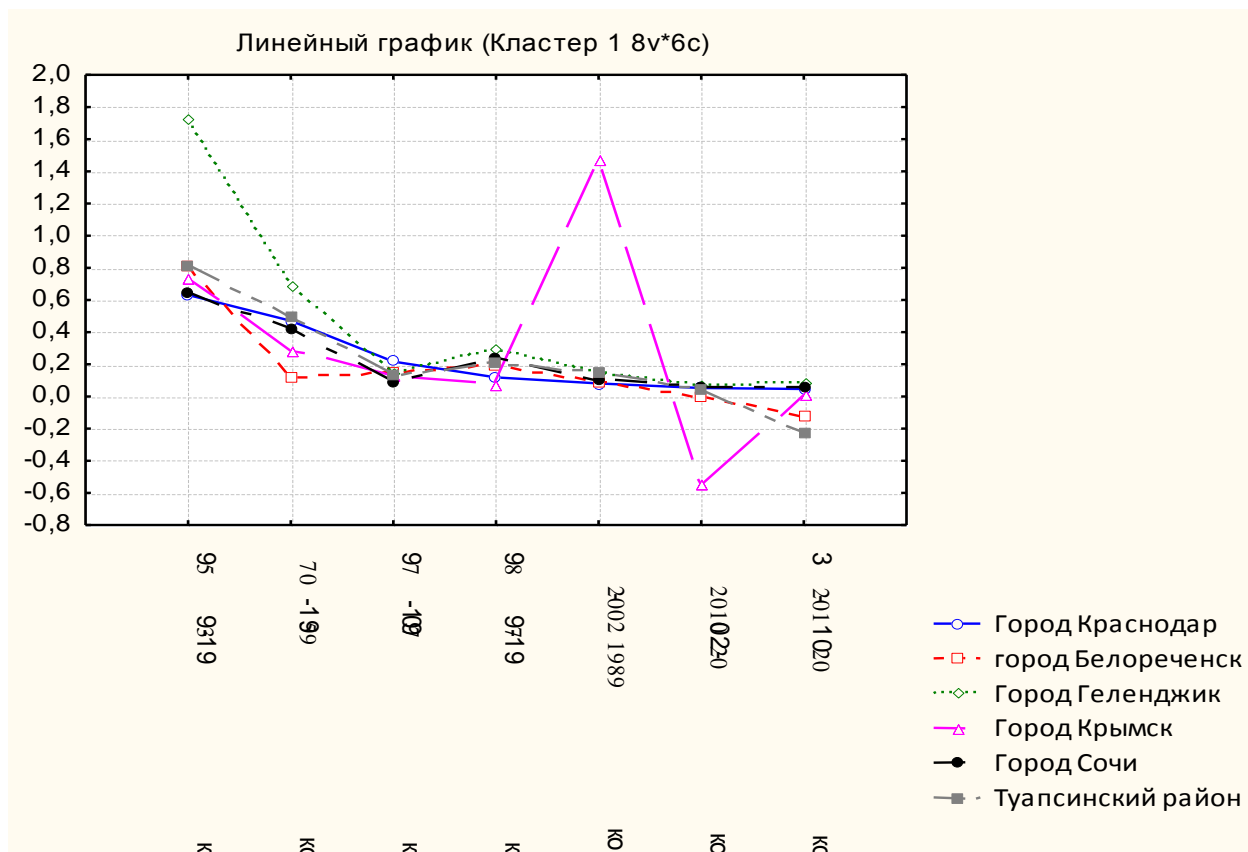


Рис. 3. АО Краснодарского края, образующие кластер 1

Анализ значений коэффициентов прироста административных образований, принадлежащих к кластеру 2 за семь анализируемых периодов времени так же показал, что есть определенное сходство в поведении коэффициентов прироста (рис. 4). Причем, следует обратить внимание, что тренд в поведении коэффициентов прироста за анализируемые периоды времени в кластерах 1 и 2 существенно отличается.

В первые два временных интервала наблюдалось уменьшение значений, достигая отрицательных величин для некоторых административных образований. В третьем интервале заметна тенденция к увеличению или

стабильности коэффициента, далее на четвертом интервале коэффициент прироста у большинства АО растет. На пятом интервале коэффициент прироста уменьшается практически для всех АО. На шестом этапе у части АО наблюдается увеличение коэффициента, а у части – уменьшение.

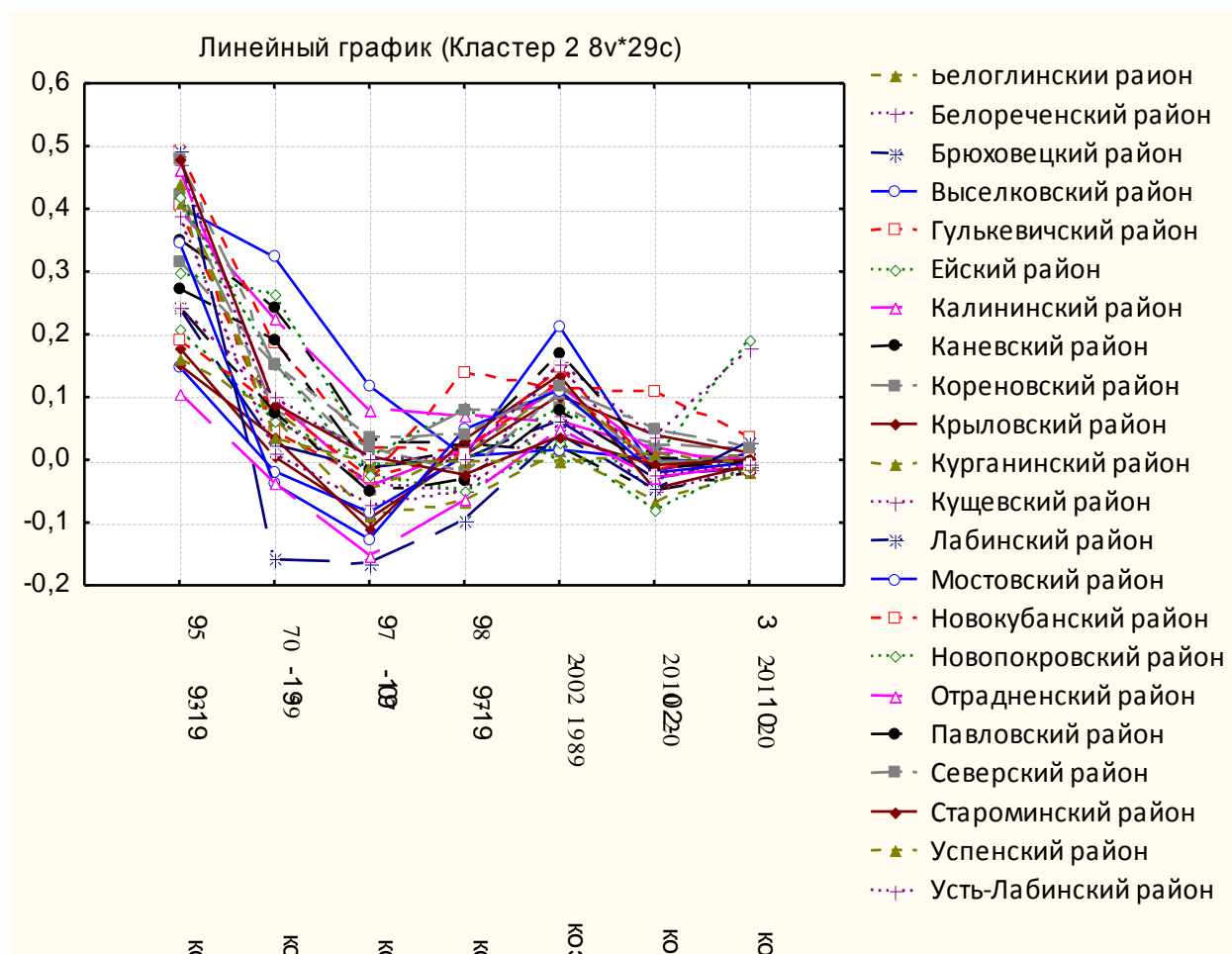


Рис. 4. Административные образования Краснодарского края, образующие кластер 2

Анализ значений коэффициентов прироста за те же периоды времени административных образований, принадлежащих к кластеру 3 (рис. 5), показывает, что поведение коэффициентов прироста в кластере 3 отличается от кластеров 1 и 2. Здесь так же проявляется сходство (однородность) в поведении коэффициентов прироста для АО данного кластера. В первый временной интервал наблюдается преимущественный рост коэффициентов прироста населения. Во втором интервале заметна тенденция уменьшения

коэффициентов. В третьем и четвертом временном интервале коэффициенты растут и, на последних двух интервалах наблюдается уменьшение коэффициентов.

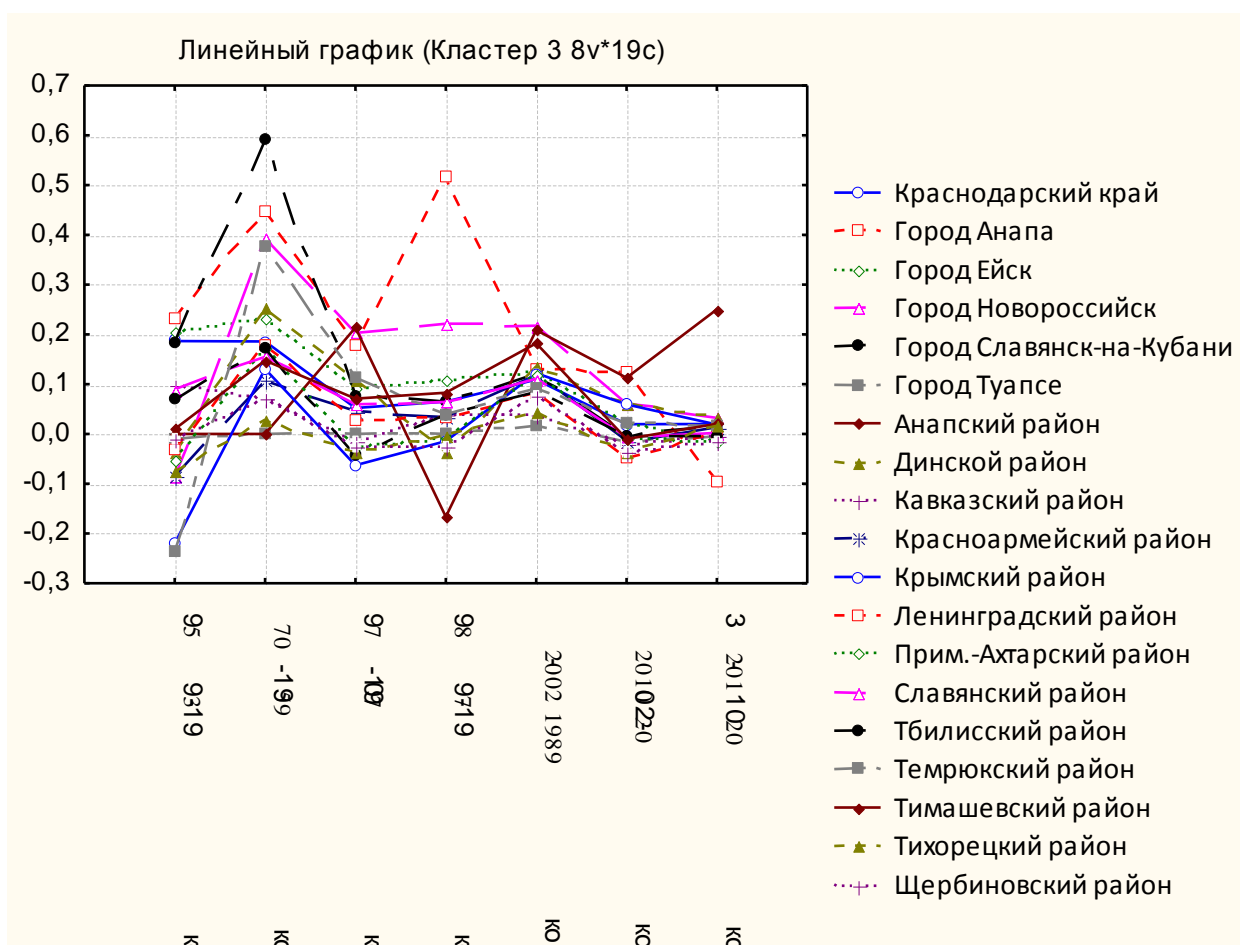


Рис. 5. Административные образования Краснодарского края, образующие кластер 3

Таким образом, выявлено существенное отличие в тренде коэффициентов прироста во всех трех кластерах.

Определенный интерес представляет выявление типичных представителей АО края в каждом кластере. Такими АО будут те, которые ближе расположены к центрам кластеров, т.е. у которых наименьшее расстояние до центра кластера. В кластерах 1, 2, 3 наиболее близко к центрам расположены Туапсинский, Павловский и Ленинградский районы, т.е. эти административные образования, являются наиболее типичными для каждой из групп однородности АО.

Сравнивая динамику демографических процессов в этих АО, было

выявлено, что динамика демографических процессов на анализируемых временных интервалах отличается. Так в Туапсинском районе на всех временных интервалах прирост убывал с достаточно высокой скоростью, и коэффициент прироста 2010-2013 становится отрицательным. В Ленинградском районе коэффициент прироста сначала возрастал, далее проявился тренд к постепенному уменьшению. В Павловском районе коэффициент прироста с разной скоростью, но все время убывает. Общим для всех административных образований является тенденция к уменьшению коэффициента прироста (рис. 6).

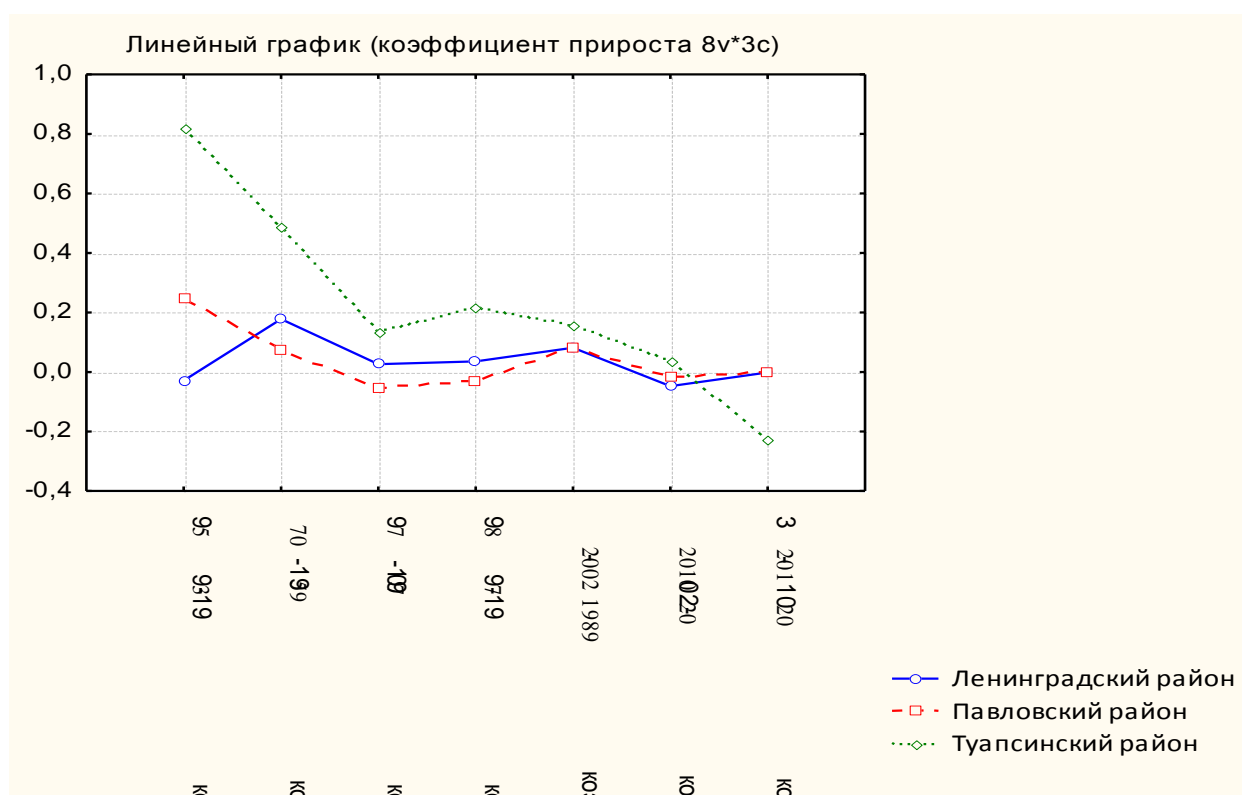


Рис. 6. Сравнение административных образований Краснодарского края – типичных представителей в каждом кластере

Сравнение демографических процессов происходящих в административных образованиях, типичных для выделенных 3 кластеров с демографическими процессами в целом по Краснодарскому краю, так же показали, что тенденция к уменьшению прироста населения является общей для всего региона.

2. Построение дискриминантной модели АО Краснодарского края

Кластерный анализ позволяет разделить выборку на группы однородности, однако не дает ни правил, ни четких критериев оценки качества классификации. Поэтому, результаты классификации могут быть неоднозначными и зависят от интерпретации пользователя. Перечисленных недостатков лишен *дискриминантный анализ*, который включает статистические методы классификации многомерных наблюдений в ситуации, когда исследователь обладает так называемыми обучающими выборками. Этот вид анализа является многомерным, так как использует несколько признаков объекта, число которых может быть сколь угодно большим.

Для того, чтобы лучше понять структуру административных образований относительно групп однородности, нами был применен дискриминантный анализ. Цель дискриминантного анализа состоит в том, чтобы на основе измерения различных признаков (в нашем случае *коэффициентов прироста*) объектов (в нашем случае административные образования) классифицировать его, т. е. отнести к одной из нескольких заданных групп (кластеров) некоторым оптимальным способом. При этом предполагается, что исходные данные наряду с признаками объектов содержат категориальную (в нашем случае номера кластеров) переменную, которая определяет принадлежность объекта к той или иной группе однородности (кластеру).

Адекватность модели дискриминации характеризует *Лямбда-Уилкса*, которая принимает значения от 0 до 1. Чем ближе *Лямбда-Уилкса* к 0, тем качество дискриминации выше, а значит и адекватность построенной модели выше. В наших расчетах *Лямбда-Уилкса* равна 0,049, т.е., принимает значение близкое к 0, следовательно, построенная математическая модель для классификации административных образований по группам однородности – кластерам 1, 2, 3 в высшей степени адекватна.

Дискриминантный анализ позволяет перенести объекты n -мерного пространства в пространство малой размерности (2 или 3) и сохраняет порядок сходства между группами однородности. На графике (рис. 7) АО,

принадлежащие различным кластерам, изображены в виде различных геометрических фигурок.

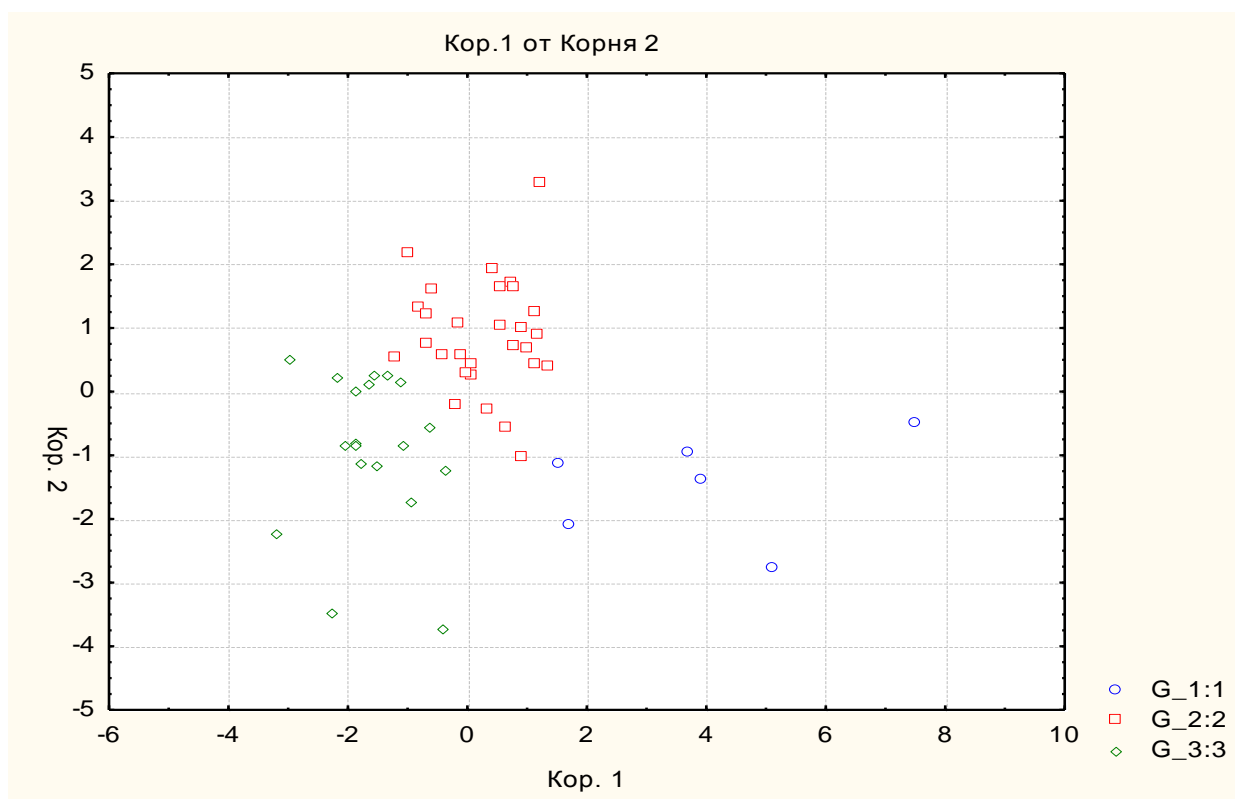


Рис. 7. Группировка административных образований Краснодарского края по 3 кластерам (дискриминантный анализ)

На графике видно, что АО, принадлежащие одному кластеру, локализованы в определенных областях плоскости. Кластеры 1 и 3 наиболее удалены, менее удалены кластеры 2 и 3. Сделанные выводы полностью совпадают с результатами кластерного анализа. Кроме того, кластер 2 более однороден, а и кластер 1 менее однороден, это означает, что АО в кластере 2 более сходны, а АО в кластере 1, напротив, менее сходны по динамике демографических процессов.

Таким образом, проведенный анализ показал, что идет процесс устойчивого сокращения прироста населения края в целом и отдельных АО в его составе. Сокращение численности и плотности населения в регионе, наряду с другими факторами делает его привлекательным для мигрантов. В ряде АО устойчиво проявляется тенденция к отрицательному приросту, т.е.

убыли населения. В наибольшей степени этому подвержены северо-восточные районы края. Наименьшая убыль наблюдается в приморских и юго-восточных АО, которые уже сегодня притягивают основную массу мигрантов, прибывающих в край. Если приморские АО преимущественно являются центром притяжения для мигрантов с севера и Дальнего Востока, то восточные уже достаточно долго являются объектом миграции для переселенцев из республик Северного Кавказа, прежде всего Карачаево-Черкесии, Дагестана, Чечни. При этом миграция внутри России не способна поддерживать убыль населения на стабильном уровне. Поэтому есть вероятность, что внутренние миграционные потоки могут быть замещены внешними потоками.

Опыт, в том числе и негативный, внешних трудовых миграционных потоков и постепенное их качественное изменение имеется у стран Западной Европы, который необходимо учитывать при решении демографических задач в регионе. В регулировании миграционных потоков значение играет расселение, обладающее рядом системных свойств, таких как устойчивость и динамичность, саморегулирование и управляемость. Устойчивость системе придает относительная стабильность исторически сложившегося каркаса поселенческой сети, включающего наиболее крупные и значимые с точки зрения выполняемых функций селения и сложившаяся этническая структура.

Соответственно, при регулировании миграционных потоков важным принципом является дисперсное расселение мигрантов, препятствие созданию ими этнических анклавов. Результаты проведенного анализа способствуют выявлению проблемных с точки зрения темпов потери населения регионом в целом и его отдельными АО, и прогнозированию перспективности различных направлений миграционных потоков. Это в свою очередь позволит осуществлять контроль и регулирование движения населения.

3. Модели для прогнозирования численности мужского и женского населения Кубани

В процессе проведенных исследований был проведен анализ динамики численности мужчин и женщин и обоих полов вместе за период времени с 1926 по 2010 гг. с последующим прогнозом на 2015 г. Исходные данные – это результаты переписи населения различных возрастных категорий (0–4, 5–9, 10–14, ..., 65–69, более 70) за периоды времени 1926, 1939, 1959, 1970, 1979, 1989, 2002, 2010 гг. Так как объем данных достаточно мал – всего 8 неравно отстоящих точек, то можно говорить о прогнозе на короткий период времени, например до 2015 г. Инструментарий временных рядов требует, чтобы даты измерения значений прогнозируемой величины изменялись с равным шагом, например –1 год. Для того, чтобы можно было использовать инструментарий временных рядов при прогнозировании возможной численности мужчин и женщин на 2015 г. следует ввести оценки отсутствующих данных по численности населения с 1926 по 2010 гг. При решении этой задачи использовали метод множественной нелинейной регрессии, реализованный в среде программы STATISTICA. Отсутствующие значения рассчитывались посредством интерполирования эмпирических данных полиномами третьей степени, которые моделировали тренд динамики численности населения в указанный период – с 1926 по 2010 гг. Для интерполирования значений временного ряда по всем возрастным категориям построили множественные регрессионные модели, представляющие собой полиномы третьей степени.

Естественно из-за достаточно грубой аппроксимации возможны погрешности, но надеемся, что они не будут больше ошибок, которые допускаются при переписи населения. В написании уравнений были использованы следующие обозначения * – умножение, ^ – возведение в степень, $E5 = 10^5$, муж – мужская часть населения, жен – женская часть населения, ОП – оба пола вместе:

ОП от 0 до 4 = $4,2871E5-742,107*x-56,0275*x^2+0,5088*x^3$
 муж от 0 до 4 = $2,1612E5-187,095*x-32,8143*x^2+0,2896*x^3$
 жен от 0 до 4 = $2,1259E5-555,3239*x-23,2024*x^2+0,2192*x^3$
 ОП от 5 до 9 = $2,1616E5+20363,7503*x-478,133*x^2+2,871*x^3$
 муж от 5 до 9 = $1,0648E5+10588,8891*x-247,6067*x^2+1,4878*x^3$
 жен от 5 до 9 = $1,0968E5+9774,8613*x-230,5263*x^2+1,3832*x^3$
 ОП от 10 до 14 = $4,3929E5-8351,2735*x+188,8743*x^2-1,3257*x^3$
 муж от 10 до 14 = $2,1981E5-4212,011*x+97,7698*x^2-0,6912*x^3$
 жен от 10 до 14 = $2,1949E5-4139,2626*x+91,1045*x^2-0,6346*x^3$
 ОП от 15 до 19 = $4,0567E5-14253,8866*x+389,6397*x^2-2,7216*x^3$
 муж от 15 до 19 = $1,9489E5-6860,7772*x+196,8232*x^2-1,4053*x^3$
 жен от 15 до 19 = $2,1041E5-7277,1053*x+189,7793*x^2-1,296*x^3$
 ОП от 20 до 24 = $3,058E5-1269,9719*x+1,0632*x^2+0,3528*x^3$
 муж 20 до 24 = $1,4632E5-829,3281*x+12,2824*x^2+0,0752*x^3$
 жен 20 до 24 = $1,5948E5-439,5051*x-11,249*x^2+0,2778*x^3$
 ОП от 25 до 29 = $2,8056E5-995,244*x+3,7965*x^2+0,3239*x^3$
 муж от 25 до 29 = $1,2457E5+154,0623*x-7,8866*x^2+0,2101*x^3$
 жен от 25 до 29 = $1,5599E5-1149,3063*x+11,6831*x^2+0,1139*x^3$
 ОП от 30 до 34 = $1,7774E5+11589,9354*x-275,2243*x^2+1,9806*x^3$
 муж от 30 до 34 = $85207,7819+4969,669*x-113,4525*x^2+0,8213*x^3$
 жен от 30 до 34 = $92535,9694+6620,2664*x-161,7718*x^2+1,1593*x^3$
 ОП от 35 до 39 = $1,8391E5-1182,4431*x+82,4693*x^2-0,4998*x^3$
 жен от 35 до 39 = $84672,0867-1525,4956*x+70,6584*x^2-0,4655*x^3$
 жен от 35 до 39 = $99241,9716+343,0525*x+11,8109*x^2-0,0344*x^3$
 ОП от 40 до 44 = $1,2243E5+3396,6025*x+27,8388*x^2-0,4248*x^3$
 муж от 40 до 44 = $62846,4163-76,9073*x+58,5001*x^2-0,5039*x^3$
 жен от 40 до 44 = $59586,39+3473,5098*x-30,6612*x^2+0,0792*x^3$
 ОП от 45 до 49 = $98206,5385+3885,6948*x-22,7685*x^2+0,2004*x^3$

$$\begin{aligned}
& \text{муж от 45 до 49} = 52325,9978 - 85,9676 * x + 36,3592 * x^2 - 0,2031 * x^3 \\
& \text{жен от 45 до 49} = 45880,5407 + 3971,6623 * x - 59,1277 * x^2 + 0,4035 * x^3 \\
& \text{ОП от 50 до 54} = 88241,5981 - 695,5496 * x + 145,8812 * x^2 - 1,1396 * x^3 \\
& \text{муж от 50 до 54} = 47154,0825 - 997,8188 * x + 73,7553 * x^2 - 0,5123 * x^3 \\
& \text{жен от 50 до 54} = 41087,5156 + 302,2693 * x + 72,1258 * x^2 - 0,6273 * x^3 \\
& \text{ОП от 55 до 59} = 50999,7121 + 6442,0984 * x - 101,7622 * x^2 + 0,7303 * x^3 \\
& \text{муж от 55 до 59} = 27619,7242 + 1174,0055 * x - 8,3502 * x^2 + 0,1175 * x^3 \\
& \text{жен от 55 до 59} = 23379,9879 + 5268,0929 * x - 93,4121 * x^2 + 0,6128 * x^3 \\
& \text{ОП от 60 до 64} = 71961,9569 - 4001,6895 * x + 226,9984 * x^2 - 1,7274 * x^3 \\
& \text{муж от 60 до 64} = 33037,3402 - 2140,6663 * x + 96,2297 * x^2 - 0,6733 * x^3 \\
& \text{жен от 60 до 64} = 38924,6167 - 1861,0232 * x + 130,7687 * x^2 - 1,054 * x^3 \\
& \text{ОП от 65 до 69} = 52174,663 - 2917,7062 * x + 188,7989 * x^2 - 1,6134 * x^3 \\
& \text{муж от 65 до 69} = 23966,6466 - 1545,5211 * x + 74,2006 * x^2 - 0,5823 * x^3 \\
& \text{жен от 65 до 69} = 28208,0164 - 1372,1851 * x + 114,5983 * x^2 - 1,0312 * x^3 \\
& \text{ОП более 70} = 57296,3346 - 2283,5015 * x + 177,9821 * x^2 - 0,9549 * x^3 \\
& \text{муж более 70} = 22009,1294 - 407,0079 * x + 32,483 * x^2 - 0,0634 * x^3 \\
& \text{жен более 70} = 27364,7929 + 128,5436 * x + 85,9966 * x^2 - 0,5064 * x^3
\end{aligned}$$

$$\text{Всего население ОП} = 3,0462E6 - 11991,9623 * x + 1051,4055 * x^2 - 7,1543 * x^3$$

$$\text{Всего население муж} = 1,4817E6 - 12798,0824 * x + 623,246 * x^2 - 4,0108 * x^3$$

$$\text{Всего население жен} = 1,5645E6 + 806,076 * x + 428,161 * x^2 - 3,1435 * x^3$$

Естественно из-за достаточно грубой аппроксимации по 8 неравно отстоящим точкам возможны погрешности, но надеемся, что они не будут больше ошибок, которые допускаются при переписи населения. Вычисленные и исходные показатели численности мужчин и женщин за 1926, 1939, 1959, 1970, 1979, 1989, 2002, 2010 гг. представляют собою временные ряды с шагом в 1 год. Эти временные ряды для каждой категории населения и возрастной группы использовали в качестве исходных данных метода экспоненциального сглаживания, реализованного в программе

STATISTICA.

Наиболее простая 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 экспоненциальную модель без сезонной составляющей. Параметры модели определялись автоматическим поиском в среде пакета STATISTICA. Посредством модели экспоненциального сглаживания были вычислены прогнозные значения численности населения различных возрастных категорий, мужчин, женщин и обоих полов на 2015 г.

Прогноз численности мужчин (женщин) на 2015 показал, что ожидаемая численность мужчин, женщин по возрастным категориям 0–4, 5–9, 10–14, 15–19, 20–24, 25–29, 30–34, 35–39, 40–44, 45–49, 50–54, 55–59, 60–64, 65–69, более 70 лет составят:

152665,7 (142892,5); 135291,2 (127238,5); 115074,8 (101783,2); 137497,9 (139687,1); 225073,2 (224788,3); 225160,9 (217034,5); 207099,7 (215180,7); 183503,3 (197476,4); 164912,3 (173217,8); 185161,3 (207874,6); 189791,6 (214222,3); 181772,5 (230618,3); 127959,0 (161679,1); 55389,95 (88018,7); 210535,5 (419732,8).

Результатами исследований подтверждена универсальная демографическая закономерность в отношении вторичного и третичного соотношения полов. Определена возрастная граница для населения края, когда преобладание мужского населения сменяется преобладанием женского. Показано, что начиная с 30 летнего возраста, в течение рассматриваемых годов с 1926 по 2010 гг. доля женщин превышает долю мужчин. Причем с увеличением возраста разрыв между мужским и женским населением растет.

Так, например, по прогнозу на 2015 г. в возрастной группе 0–4 лет мальчиков в 1,07 раза будет больше чем девочек (рис. 8).

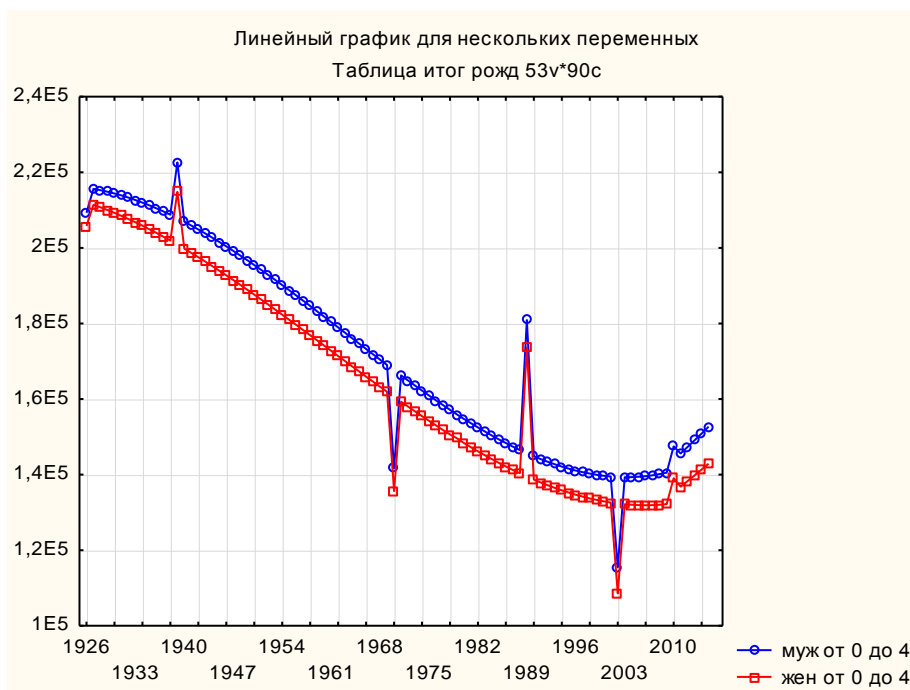


Рис. 8. Динамика изменения численности мужского и женского населения в возрастной группе 0-4 лет

В возрастной группе 25–29 лет мужчин в 1,03 раза будет больше, чем женщин (рис. 9).

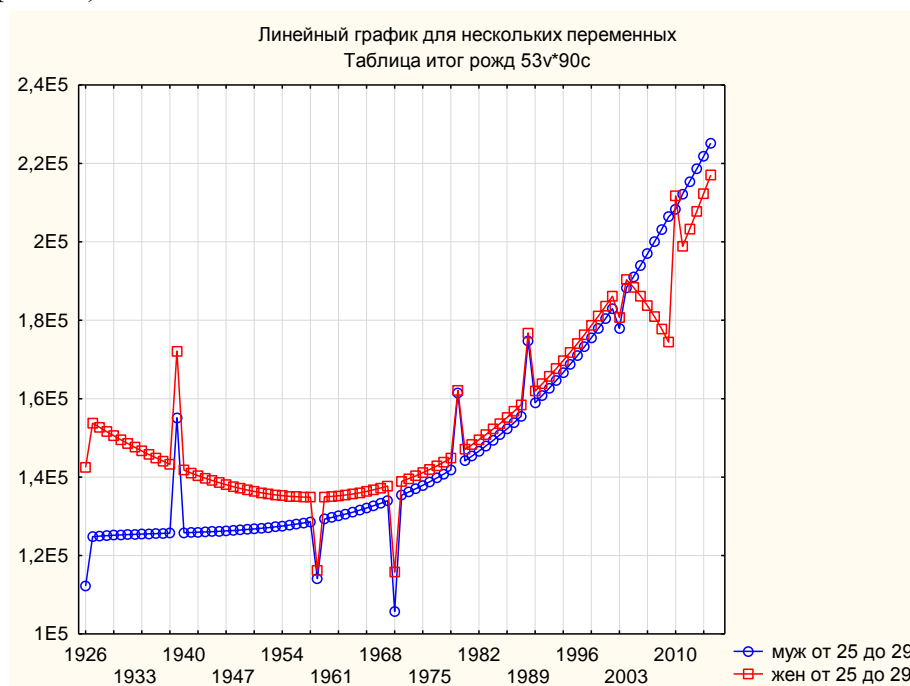


Рис. 9. Динамика изменения численности мужского и женского населения в возрастной группе 25-29 лет

В возрастной группе 30–34-летних женщин уже в 1,03 раза будет больше чем мужчин (рис. 10).

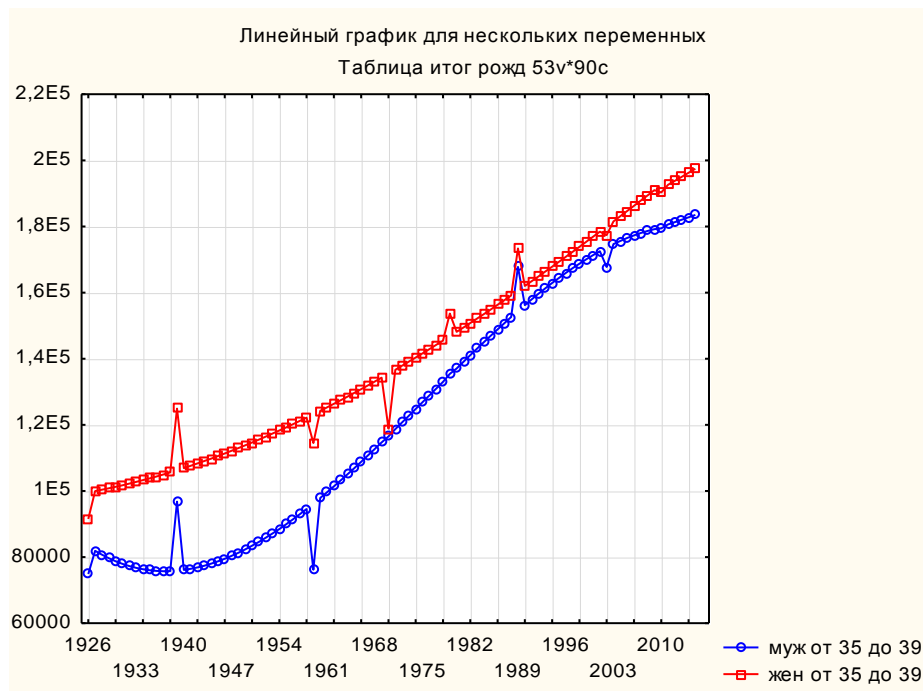


Рис. 10. Динамика изменения численности мужского и женского населения в возрастной группе 30-34 года

В самой старой возрастной категории более 70 лет женщин в 2 раза будет больше чем мужчин (рис. 11)!

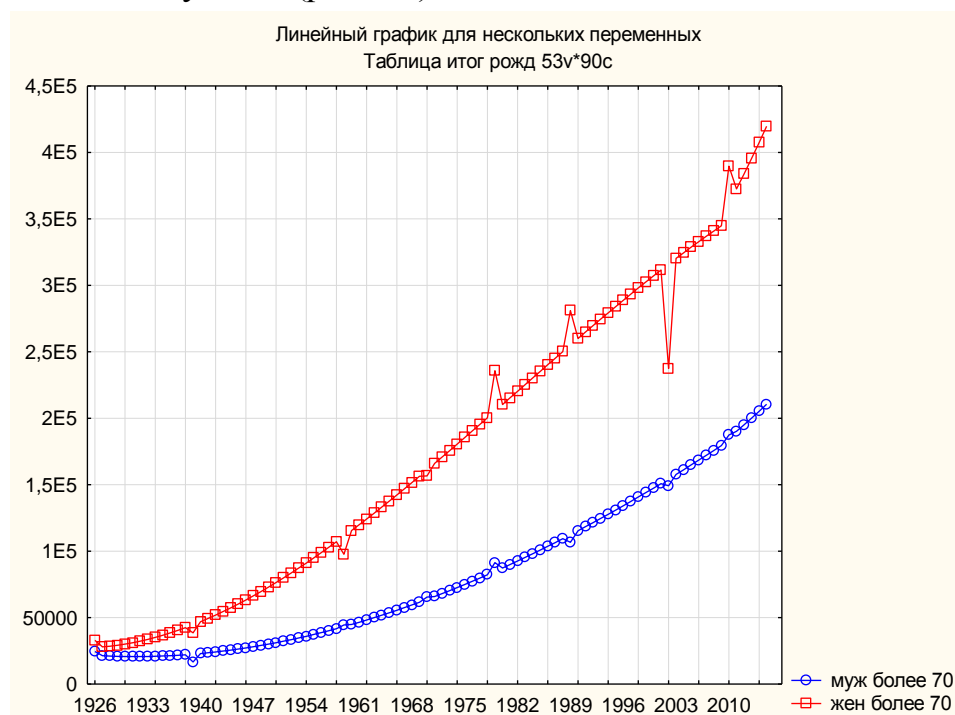


Рис. 11. Динамика изменения численности мужского и женского населения в возрастной группе более 70 лет

Заключение

Научная новизна результатов, полученных в ходе данного этапа исследования, состоит в том, что использование математических методов и современных компьютерных технологий анализа данных позволило создать ретроспективную модель демографических процессов. В частности динамики показателей прироста населения края и конкретных административно-территориальных образований в его составе на протяжении длительного временного периода с 1939 по 2013 г. с использованием широкого круга статистических источников. Использовали материалы всеобщих переписей населения 1939, 1959, 1970, 1979, 1989, 2002, 2010 гг. и документы текущей статистики народонаселения, часть из которых не была включена в научный оборот. Это в первую очередь материалы Всесоюзной переписи населения 1939 г. обработанные исследовательским коллективом проекта под руководством проф. А.А. Халафяна в Российском государственном архиве экономики (РГАЭ), Фонд 1562.

Использование кластерного и дискриминантного анализа позволило классифицировать административные образования, распределить их по группам (кластерам) на основе общих признаков и вести дальнейший анализ с учетом типичности динамики, свойственной каждой из них. Новизна полученных результатов обусловлена также и тем, что в региональном аспекте подобные исследовательские работы практически не проводятся. Знание особенностей и выявление тенденций демографического развития крайне важно и необходимо с точки зрения разработки эффективных программ демографического развития.

Вероятностно-статистические методы моделирования социальных процессов сегодня широко применяются не только в современном научном знании, но и в практике социального управления. Достаточно активно такие модели и научные разработки осуществляются в рамках демографической науки. В то же время исследования, характеризуют демографическую динамику, ведутся преимущественно на уровне стран и мировой системы. Создание вероятностно-статистических моделей и прогнозов

демографических процессов на уровне отдельного российского региона полностью отвечает современным мировым тенденциям в исследовании социальных процессов.

Практическое использование разработанных моделей возможно в сфере административного управления при прогнозировании тенденций демографического, социально-экономического развития Краснодарского края; при разработке мер социальной, экономической, демографической политики в целях реализации национальной программы демографического развития России, что особенно актуально в контексте современной демографической ситуации в регионе и в РФ в целом. Кроме того, результаты исследований могут активно использоваться в системе образования при подготовке специалистов различных профилей (экономистов, социологов, демографов и проч.), а также в маркетинговой деятельности структур различного уровня.

Литература

1. Халафян А.А., Ракачев В.Н. Проблемы и перспективы изменения численности населения в административно-территориальных образованиях Краснодарского края: кластерный анализ // Общество: философия, история, культура. 2014. № 1.

2. Ракачева Я.В., Халафян А.А., Халафян А.А. Возможности применения кластерного анализа в исследованиях процессов демографического и социокультурного развития России (на примере Краснодарского края) // Материалы V межрегиональной научно-практической конференции «Многообразие культуры как единство народов», Краснодар, 27 декабря 2013 г. Краснодар, 2013.

3. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. М.: Бином, 2010.