

# **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ АДАПТОМЕТРИИ НА ПРИМЕРЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕ В 1995-2015 ГГ**

**Табакаев М.В.**

ГКУЗ КО «КОКПБ», г. Кемерово

## **Актуальность**

В конце 80-х гг прошлого века в СССР проводилось большое количество исследований по изучению адаптационных резервов организма человека [12]. Данный факт связан, прежде всего, с ориентированностью науки и здравоохранения на профилактику и общее укрепление здоровья населения. Со сменой политического строя профилактические мероприятия в силу экономической невыгодности в нашей стране стали проводиться значительно реже, чем в СССР, а адаптационная концепция в биомедицинской науке и практике была практически полностью вытеснена концепцией факторов риска. Не смотря на это и сегодня проводится много исследований с применением методических подходов, разработанных экспертами в области адаптометрии, которая интересна широкому кругу специалистов – от физиологов и гигиенистов до математиков и финансистов. Еще в 1987 году группой красноярских ученых во главе с А.Н. Горбанем с использованием методики корреляционной адаптометрии был открыт «эффект группового стресса» (ЭГС) [6]. Суть данного явления заключается в изменении корреляционных связей и дисперсии показателей, характеризующих параметры звеньев системы либо группы людей или финансовых компаний под влиянием изменения условий внешней среды [7, 11]. В частности, при рассмотрении группы людей, изначально находящихся в одинаково комфортных для них условиях, наблюдаются низкие корреляционные связи либо их полное отсутствие, к примеру, между их биохимическими показателями крови, дисперсия показателей крови у них будет также незначительная. При воздействии на данную группу людей какого-либо

значимого фактора окружающей среды (например, жара в летнее время года), отмечается рост корреляционных связей между б/х показателями крови, подобная ситуация отмечается и для показателей их дисперсий. При этом, нарастание корреляционных связей зачастую предшествует росту дисперсии. Далее при смене погодных условий на более благоприятные происходит снижение, как силы корреляционных связей, так и дисперсии б/х показателей крови в данной группе. События могут развиваться и по другому сценарию: при длительной жаре обозначенные корреляционные связи могут затухать на фоне роста дисперсий, что свидетельствует о наличии как хорошо адаптированных, так и срыве адаптации – у менее адаптированных индивидуумов. Опираясь на принцип Либиха [16], эволюционной оптимальности [10] и представлений о едином адаптационном ресурсе [20, 21], наличие ЭГС может объясняться: влиянием лимитирующего (наиболее значимого для системы в данный момент времени) фактора, к которому адаптируется система или группа организмов, при успешной адаптации к которому, происходит снижение влияния данного лимитирующего фактора [2], разработка данного направления привела к открытию «парадоксов закона минимума» (в хорошо адаптированных системах влияние лимитирующего фактора снижается, уступая место комплексу равнозначных факторов, и напротив – в низкоадаптированных системах более выражено влияние лимитирующего фактора) [8]; схожим характером корреляционных связей между параметрами (а не самими показателями) людей, животных, растений, финансовых компаний в стрессовой (кризисной) ситуации [7, 8]; адаптационное напряжение подталкивает группу организмов к границе гибели, а адаптация обеспечивает «эффект естественного отталкивания» от границы гибели [9]. За более чем 20-летний период с момента открытия ЭГС, он был апробирован на групповом [3] и индивидуальном уровне [4], а также успешно применялся как на растениях [18], лабораторных животных [7], на генетической информации человека [19], так и на показателях современного рынка [5].

Еще в 1969 году Н. Рашевский высказал идею о том, что физические, биологические и социологические феномены могут анализироваться с использованием одних подходов [22], что было подтверждено и доказано в ряде современных работ [23]. И в самом деле, применение методик корреляционной адаптометрии с использованием показателей общественного стресса показало свою прогностическую эффективность в отношении макроэкономических [24], политических [25] и даже сейсмических [26] явлений. Действительно, ранее проведенные исследования показали, что индикативные показатели здоровья населения, в том числе общая смертность и смертность от БСК не могут быть полностью объяснены социально-экономическими и демографическими характеристиками регионов [13, 17]. Динамическая оценка региональных показателей с использованием методов корреляционной адаптометрии, вероятно, позволит взглянуть на данную проблематику с несколько другой стороны.

## **Цель**

Используя методические подходы корреляционной адаптометрии и основные положения ЭГС провести системный анализ статистических данных по регионам РФ за 1995-2015 гг по ряду показателей, характеризующих, как здоровье населения (общая смертность и общая впервые выявленная в жизни заболеваемость), так и социально-экономическую обстановку (уровень преступности, доля населения с доходами ниже прожиточного минимума, общий коэффициент рождаемости, доля убыточных предприятий), полученный результат попытаться совместить с динамикой общей смертности и смертности от БСК.

## **Материалы и методы**

По официальным сборникам Росстата [15] изучались следующие показатели регионов РФ (всего учтено 76 регионов, г.Москва, г.С-Петербург, Р.Чечня, а также другие регионы с пропущенными данными исключены из анализа) за

1995-2015 гг.: коэффициент общей смертности (на 1000нас.) и смертности от БСК (на 100тыс.нас.), коэффициент общей рождаемости(на 1000нас.), ожидаемая продолжительность жизни при рождении (лет), коэффициент общей впервые выявленной заболеваемости (на 1000нас.), уровень преступности (на 100тыс.нас.), доля населения с доходами ниже прожиточного минимума (ДНПМ, в %), доля убыточных предприятий (в %), внешний валовый продукт в пересчете на душу населения (ВВП) РФ (в долл. США), ожидаемая продолжительность жизни (ОПЖ) при рождении (лет).

Исследование проведено в несколько этапов:

- 1) сбор информации (официальные сборники Росстата) и формирование единой базы данных;
- 2) проведение корреляционного анализа между перечисленными показателями по каждому году;
- 3) расчет показателей стандартного отклонения для данных показателей также отдельно по каждому году;
- 4) вычисление суммы модулей (в силу разнонаправленности связей между изучаемыми показателями) всех коэффициентов корреляции (далее – R) не зависимо от полученных значений р-уровней отдельно для каждого года;
- 5) суммация долей (в %) стандартного отклонения от среднего по всей выборке (N=76) для каждого показателя (далее – SD) по каждому году;
- 6) сопоставление полученных сумм коэффициентов корреляции и сумм долей стандартных отклонений с динамикой показателей внешнего валового продукта в пересчете на душу населения (ВВП, в долл.), коэффициентами общей смертности (на 1000нас.) и смертности от болезней системы кровообращения (БСК, на 100тыс. нас.), ОПЖ по каждому году за анализируемый промежуток времени.
- 7) расчет показателя «годовой темп прироста/убыли» для SD, R, ОПЖ, ВВП и общей смертности как процентное отношение разницы между текущим и предыдущим годом к предыдущему году.

Для определения зависимости смертности от БСК от показателей SD и ВВП применялась множественная линейная регрессия с пошаговым исключением предикторов.

Проверка на нормальность распределения показателей проводилась с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. Для определения силы и направленности связей между изучаемыми показателями использовался корреляционный анализ Пирсона и Спирмена.

Статистический анализ проводился в программе Statistica 6.0. За критический уровень значимости принято значение 0,05.

## **Результаты**

Проведенный корреляционный анализ количественных значений показателей общей смертности, уровня преступности, ДНПМ, общей рождаемости, общей заболеваемости, доли убыточных предприятий, показал (таблица 1), что наибольшее количество значимых корреляционных пар (10 из 15, что составило 66,7%) наблюдается в 1995-1996 и 1998 годах (рисунок 1), чуть меньшее (9 из 15 или 60%) – в 1997, 1999-2001, 2005 гг. Отмечается высокое значение (60% и более) данного показателя с 1995 до 2001 года. В 2002 году наблюдается его резкое снижение на 20% и дальнейшее плавное повышение до 60% в 2005 году. Далее в 2006 году снова идет уменьшение показателя на 20%, незначительный рост на 6,7% в 2007 году. С 2008 года доля значимых корреляционных пар постепенно понижается и достигает своего минимума (20%) в 2010-2012 гг. Последняя часть исследуемого периода (2013-2015 гг.) ознаменована повторным постепенным ростом данного показателя с 20% до 46,7%.

Схожие тенденции прослеживается и при анализе динамики значений R и SD.

Согласно рисунку 2 наблюдается повышение R в кризисные для РФ годы (1992-1995, 1998-1999, 2014-2015). Также обращает на себя внимание лагирование (отсроченный эффект) по времени пиков SD и R: 2005 и 2007 годы, постепенный прирост R в 2013-2015 гг на фоне неизменного SD. В

1998-1999 гг., напротив, наблюдается одновременный подъем как R, так и SD. С другой стороны наблюдается лагирование пиков SD и R в 2005-2007 гг. Данное "запаздывание" по времени показателя SD от R (корреляции между показателями системы начинают увеличиваться раньше роста дисперсии) показывает скорость перераспределения ресурсов в зависимости от выраженности внешнего воздействия. Так, если кризис 1998-1999 гг. привел к незамедлительному росту дисперсии и корреляции между параметрами системы (на фоне значительного роста показателя общей смертности и незначительного снижения ВВП), то кризис 2013-2015, ассоциированный с "обвалом" ВВП носит, скорее, менее выраженный характер (на фоне стагнации показателя общей смертности), что, вероятно, приведет к большему временному "сдвигу" SD по отношению к корреляционной сумме. Рост показателя SD в 2005 году (переломный год снижения общей смертности и смертности от большей части причин) свидетельствует о больших различиях показателей условия и качества жизни населения в регионах на фоне стабильного роста ВВП страны (рисунок 3). Т.е. о запаздывании некоторых регионов от общероссийских, по большей части, благоприятных тенденций в этот период.

Для выявления связей между показателями общественного здоровья (общая смертность, смертность от БСК, ОПЖ), ВВП, R и SD в целом по РФ за изучаемый период в качестве подготовительного этапа к регрессионному проведен корреляционный анализ.

Корреляционный анализ (таблица 3) показал наличие следующих связей: прямых сильных между R и SD ( $r=0,86$  при  $p<0,0001$ ), ВВП и ОПЖ ( $r=0,76$  при  $p<0,0001$ ), общей смертностью и смертностью от БСК ( $r=0,96$  при  $p<0,0001$ ); обратных сильных между R и ВВП ( $r=-0,82$  при  $p<0,0001$ ), общей смертностью и ОПЖ ( $r=0,96$  при  $p<0,0001$ ); средних по силе обратных между SD и ВВП ( $r=-0,53$  при  $p=0,01$ ), R и ОПЖ ( $r=-0,61$  при  $p=0,003$ ), ВВП и общей смертностью ( $r=-0,56$  при  $p=0,01$ ). Таким образом используя SD совместно с ВВП имеет смысл построить прогнозную модель изменения здоровья

населения (например, используя смертность от БСК). В регрессионном анализе нецелесообразно одновременное (в одной модели) использование следующих предикторов, сильно значимо связанных между собой: R и SD ( $r=0,86$ ), R и ВВП ( $r=-0,82$ ). Учитывая также сильную значимую однонаправленную связь между коэффициентами общей смертности, смертности от БСК и ОПЖ, можно ограничиться одним показателем популяционного здоровья, к примеру, коэффициентом смертности от БСК.

Проведение регрессионной пошаговой регрессии с исключением предикторов (таблица 4) позволило выявить значимые факторы прогноза (1 год) изменения смертности от БСК, которыми служат величина ВВП на душу населения и значения SD показателей регионов РФ, при этом отмечается обратная связь с обоими показателями. Общий коэффициент регрессии составил  $R=0,81$  ( $R^2=0,65$ ) при  $p<0,0001$ . Вполне логичное объяснение обратной связи смертности от БСК с ВВП не требует разъяснения, в отличие от связи с SD.

#### ***Анализ графика R и SD в сравнении с динамикой ОПЖ и общей смертности***

В целом изменения показателей R и SD отражают общеполитическую и экономическую ситуацию в стране. Так, высокие уровни скоррелированности и дисперсии анализируемых показателей в 1995-1996 гг ассоциированы с разрушением прежних систем ценностей. Подъем в 1998-1999 гг наблюдается на фоне мощного финансового кризиса, который оказал значительное влияние на уровень жизни и следовательно на снижение показателя ОПЖ (рост общей смертности) россиян. После пиков 1999 года показатели R и SD снижались до 2002 года. Данное совпадение носит неслучайный характер. В частности, в 2003 году прослеживается рост доходов населения. Также 2003 год является переломным моментом в негативной тенденции роста показателя общей смертности с дальнейшим его снижением вплоть до 2009 года. В 2010 году происходит небольшой рост показателя общей смертности на 0,1 по сравнению с предыдущим годом.

Дальнейшее улучшение ситуации по показателю смертности наблюдается в течение трех лет вплоть до 2013 года. В 2014 году общая смертность вновь повышается на 0,1 относительно 2013 года. А в 2015 общая смертность снижается до уровня 2013 года (13 на 1000 нас.). Примечательно, что показатель ОПЖ в отличие от общей смертности характеризуется устойчивым ростом (с 65,4 лет до 71,87 лет) на протяжении 2003-2015 гг. При этом наименьший рост ОПЖ на этом временном срезе отмечается в 2009-2010 гг и составляет всего 0,1 года (с 68,8 лет до 68,9 лет).

### ***ВВП, общая смертность и ОПЖ***

Сравнительный анализ динамики трех показателей свидетельствует о наличии прямой связи между ВВП и ОПЖ, а также обратной – между ВВП и общей смертностью. Что вполне логично объясняется.

### ***ВВП, R, ОПЖ и SD***

Период с 1995 по 2005 гг характеризуется низкими уровнями ВВП (2669\$ на душу населения), ОПЖ (65,5 лет) и высокими значениями SD (150,9%) и R (4,30) по сравнению с периодом 2006-2015 гг.: 10992 (\$ на душу населения), 69,3 (лет), 143,3 (%) и 3,08 соответственно. Этот факт свидетельствует о большей скоррелированности и дисперсии социально-экономических и демографических показателей в трудные для страны годы, в которые наблюдался большой уровень смертности и меньший доход на душу населения.

Анализ показателя ВВП на душу населения позволил выявить следующие особенности. После «волны» 1995-1999 гг в пределах 1334-2740\$ отмечается его плавный в 2000-2003 гг (на 68% относительно 2000 года) и ускоренный прирост в 2004-2008 гг (на 184% относительно 2004 года). В 2009 году наблюдается снижение ВВП на 3077\$ (26,4%) относительно 2008 года. В 2009-2013 гг наблюдается наибольшее значение ВВП (средневзвешенное за этот период составило 12218\$ на душу населения), что соответствует среднедушевому доходу развитых стран. Однако, с 2014 наблюдается снижение ВВП на 1750\$ или 12,1% относительно 2013 года. В 2015 снижение



данного показателя за год составило уже 4271\$, что равно 33,6% от уровня 2014 года.

### ***Значительное изменение $R$ и $SD$ в течение одного года – предикторы системных кризисов РФ***

Накануне кризиса 1998 года наблюдается снижение показателя  $R$  в 1997 году, и  $SD$  – в 1996 году.

В 2006 году наблюдается снижение показателя  $R$ , а в 2007 году – рост показателя  $SD$  – накануне кризиса 2008 года.

Т.е. накануне кризисных явлений наблюдается изменение значений  $SD$  и  $R$ . В то же время снижение  $R$  в 2002 году не сопровождалось изменением  $SD$ . Данное снижение скореллированности параметров системы, возможно является ответом на повышение цен на энергоносители (основная статья доходов российской экономики) и притоком зарубежного капитала.

Также стоит отметить то, что одновременный прирост  $SD$  и  $R$  за 1995-2015 гг наблюдается только в 1999 году – последствия финансово-банковского кризиса в РФ 1998 года.

Обращает на себя внимание отсутствие значительных изменений тенденций показателей  $SD$  и  $R$  накануне кризиса 2014 года, что свидетельствует о внешней обусловленности данного явления, в отличие от кризисов 1998, 2008 гг., в которых наблюдались изменения корреляционных связей либо дисперсии параметров регионов РФ.

### **Обсуждение**

Таким образом, рост корреляционных связей (показывает момент начала действия какого-то значимого, лимитирующего фактора) обычно предшествует росту различий между регионами (предвестник распространения общероссийских тенденций). При этом, рост корреляций сопровождается/предшествует не только негативным (1995, 1998 гг), но и позитивным (2005 год) тенденциям. В работе Б.Б. Прохорова (2004) наблюдается схожая тенденция снижения корреляционных связей между

ОПЖ и показателями качества условий проживания населения в 1999-2002 гг [14].

Как отмечалось ранее, высказано предположение о том, что изменение R и SD отражают способность всех регионов РФ, как отдельных элементов единой системы реагировать на изменение внешних условий (в данном случае, скорее всего – это улучшение и ухудшение материального благосостояния регионов и как следствие граждан, жителей этих регионов). При этом прирост SD является, по сути, индикатором адаптационного ресурса, расходуемого российским обществом в процессе приспособления к изменяющимся условиям. Так если кризис 1998 года «ударил» по всем регионам без исключения, то и перераспределения ресурсов и большого градиента между регионами не наблюдалось. В то же время улучшение благосостояния, которое начало проявляться только в 2005 году (рост R), несмотря на то, что рост ВВП наблюдался уже с 2000-2003 гг (рисунок 3), ассоциировано с большим (отсроченным) подъемом SD. При этом пик реакции регионов РФ как системы (рост регионального градиента) наблюдается в 2007. При этом, наиболее информативным предиктором изменения благополучия и, следовательно, показателей здоровья населения изменение динамики (резкое падение либо рост) показателей SD и R накануне либо за 2 года до кризисов 1998, 2009, 2014 гг.

Иными словами применение методик корреляционной адаптометрии на популяционном уровне дает возможность проследить момент «зарождения», распространения и «затухания» общероссийских тенденций в регионах РФ, инициируемых как негативными кризисными явлениями, так и позитивными тенденциями роста благосостояния населения, что подтверждает правомерность экстраполяции основных положений ЭГС на популяционный уровень с использованием демографических и социально-экономических показателей. Данный подход представляет собой несомненный интерес и плодотворную почву для дальнейших эпидемиологических исследований

закономерностей динамики показателей здоровья населения, в том числе смертности от болезней системы кровообращения.

### **Заключение**

Таким образом, результаты проведенного анализа с использованием методик корреляционной адаптометрии подтверждают наличие признаков эффекта группового стресса на популяционном уровне на примере регионов РФ. Использование данных подходов позволяет качественно дополнить понимание системных процессов, протекающих в российском обществе. А также наглядно показывает интенсивность перераспределения ресурсов между звеньями системы (время распространения общероссийских позитивных и негативных тенденций) при воздействии различных по выраженности стрессовых факторов (в данном случае – социально-экономические кризисы начала 90-х, 1998, 2008, 2014 гг). Используемые подходы подчеркивают значимость не только уровня благосостояния всего населения, но и характера интенсивности перераспределения ресурсов между регионами, которые ассоциированы с индикативными показателями здоровья населения, в том числе с коэффициентом общей смертности от болезней системы кровообращения. Полученные результаты требуют подтверждения, подробного изучения и анализа на примере других показателей и популяций.

### **Список литературы**

2. Горбань А.Н., Манчук В.Т., Петушкова Е.В. Динамика корреляций между физиологическими параметрами при адаптации и эколого-эволюционный принцип полифакториальности // проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - Т.10. - С.187-198.
3. Седов К.Р., Горбань А.Н., Петушкова Е.В., Манчук В.Т., Шаламова Е.Н. Корреляционная адаптометрия как метод диспансеризации населения // Вестник АМН СССР. - 1988. - №10. - С.69-75.

4. Светличная Г.Н., Смирнова Е.В., Покидышева Л.И. Корреляционная адаптометрия как метод оценки кардиоваскулярного и респираторного взаимодействия // Физиология человека. - 1997. - Т.23, №3. - С.58-62.
5. А.Н. Красненко, Е.В.Покидышева, К.Ю. Веретнова, Т.А. Тюкина, Анализ корреляционных связей в российской банковской системе при адаптации к экономическому кризису 2007–2008 гг., Журнал Сибирского Федерального университета, Математика и Физика, 2010, 3(4), 521–532.
6. <http://adaptometry.narod.ru/Index.htm> (29.06.2017)
7. A. N. Gorban, E. V. Smirnova, T. A. Tyukina, General Laws of Adaptation to Environmental Factors: From Ecological Stress to Financial Crisis, Math. Model. Nat. Phenom., Vol. 4 No. 6 (2009), 1-53. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1411127>
8. A.N. Gorban, L.I. Pokidysheva, E.V. Smirnova, T.A. Tyukina, Law of the Minimum Paradoxes, Bull. Math.Biology, DOI 10.1007/s11538-010-9597-1 (Nov. 19, 2010), <http://arxiv.org/abs/0907.1965>
9. Разжевайкин В.Н., Шпитонков М.И. , Модельное обоснование корреляционной адаптометрии с применением методов эволюционной оптимальности, Журнал Вычислительной математики и вычислительной физики (ЖВММФ), 2003, т. 43, № 2, с. 308-320.
10. Горбань А.Н., Хлебопрос Р.Г. (1988). Демон Дарвина. Идея оптимальности и естественный отбор. М.: Наука, 1988. 208 с.
11. Смирнова Е.В. Математическое моделирование адаптации к экстремальным условиям, эффект группового стресса и корреляционная адаптометрия: дисс.. докт. ф.-м. наук. -Красноярск, 2000. -268 с.
12. Адаптация и здоровье: Учеб. пособие/Отв. ред. Э.М. Казин. -Кемерово: Кузбассвуиздат, 2003. -301 с.
13. Бойцов, С. А. Смертность и факторы риска неинфекционных заболеваний в России: особенности, динамика, прогноз / С. А. Бойцов, А. Д. Деев, С.А. Шальнова // Терапевтический архив – 2017. – №1. – С. 5–13.

14. Прохоров Б.Б., Горшкова И.В., Тарасова Е.В. Зависимость продолжительности жизни населения России от внешних факторов//Проблемы прогнозирования. 2004. № 6.
15. Регионы России. Социально–экономические показатели – 2015 г. Официальный статистический сборник. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL :[http://www.gks.ru/bgd/regl/B15\\_14p/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/B15_14p/Main.htm)
16. Одум Е. (1968). Экология. М.: Просвещение, 1968. 167 с.
17. Максимов, С. А. Группировка регионов Российской Федерации по соотношению фактической и смоделированной (по социально–экономическим показателям) сердечно-сосудистой смертности / С. А. Максимов, М. В. Табакаев, Г. В. Артамонова // Социальные аспекты здоровья населения. – 2017. – № 2. – 54. DOI: 10.21045/2071–5021–2017–54–2.
18. Карманова И.В., Разжевайкин В.Н., Шпитонков М.М., 1996. Применение методики корреляционной адаптометрии к оценке реакции травянистых видов к стрессовым нагрузкам//Докл. АН СССР. Т. 346. № 3.С. 424-426.
19. IEEE Trans Biomed Eng. 2011 Oct;58(10):2943-6. doi: 10.1109/TBME.2011.2150747. Epub 2011 May 5.A multiscale graph theoretical approach to gene regulation networks: a case study in atrial fibrillation.Censi F, Giuliani A, Bartolini P, Calcagnini G. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21550877>
20. H. Selye, Experimental evidence supporting the conception of “adaptation energy”, Am. J. Physiol. 123 (1938), 758--765.
21. B. Goldstone, The general practitioner and the general adaptation syndrome, S. Afr. Med. J. 26 (1952), 88-92, 106-109.
22. Rashevsky, N. (1969) Outline of a unified approach to physics, biology and sociology, Bulletin of Mathematical Biophysics, 31(1), 159-198.

23. Gorban, A. N., Tyukina, T. A., Smirnova, E. V., & Pokidysheva, L. I. (2016). Evolution of adaptation mechanisms: Adaptation energy, stress, and oscillating death. *Journal of Theoretical Biology*, 127-139.
24. Fasina, O. F., Jonah, G. E., Pam, V., Milaneschi, Yu., Gostoli, S., Rafanelli, C. (2010) Psychosocial effects associated with highly pathogenic avian influenza (H5N1) in Nigeria associated with highly pathogenic avian influenza (H5N1) in Nigeria, *Veterinaria Italiana*, 46(4), 459-465.
25. Rybnikov, S. R. (2012). Using Correlation Adaptometry Method in Assessing Societal Stress : a Ukrainian Case, arXiv:1212.1339 [stat.AP].
26. Molchanov, O. (2008) Social tension as precursor of large damaging earthquake: legend or reality? *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8(6), 1259-1265

Таблица 1 (начало) – корреляционная матрица показателей регионов РФ в 1995-2015 гг.

	Преступность	ДНПМ	Рожд-ть	Доля убыточн предпр	Заб-ть
1995 год					
Общ смерт-ть	<b>0,23</b>	<b>-0,53</b>	<b>-0,71</b>	<b>-0,46</b>	0,06
Преступность	-	-0,18	<b>-0,28</b>	0,17	0,21
ДНПМ	-	-	<b>0,78</b>	<b>0,58</b>	<b>-0,31</b>
рожд-ть	-	-	-	<b>0,55</b>	<b>-0,25</b>
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,05
1996 год					
Общ смерт-ть	0,16	<b>-0,5</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,23</b>	0,03
Преступность	-	-0,14	<b>-0,26</b>	0,21	<b>0,31</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,75</b>	<b>0,58</b>	<b>-0,45</b>
рожд-ть	-	-	-	<b>0,41</b>	<b>-0,33</b>
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,11
1997 год					
Общ смерт-ть	0,09	<b>-0,42</b>	<b>-0,69</b>	-0,12	0,01
Преступность	-	-0,13	<b>-0,25</b>	<b>0,25</b>	0,18
ДНПМ	-	-	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>-0,47</b>
рожд-ть	-	-	-	<b>0,26</b>	<b>-0,36</b>
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,11
1998 год					
Общ смерт-ть	0,06	<b>-0,39</b>	<b>-0,71</b>	<b>-0,25</b>	0,09
Преступность	-	-0,13	<b>-0,23</b>	0,18	<b>0,3</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,65</b>	<b>0,43</b>	<b>-0,47</b>
рожд-ть	-	-	-	<b>0,43</b>	<b>-0,38</b>
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,01

Таблица 1 (продолжение)

	Преступность	ДНПМ	Рожд-ть	Доля убыточн предпр	Заб-ть
1999 год					
Общ смерт-ть	0,17	-0,19	<b>-0,71</b>	<b>-0,35</b>	0,13
Преступность	-	-0,19	<b>-0,24</b>	0,07	<b>0,3</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,53</b>	<b>0,51</b>	<b>-0,46</b>
рожд-ть	-	-	-	<b>0,52</b>	<b>-0,35</b>
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,21
2000 год					
Общ смерт-ть	<b>0,23</b>	<b>-0,25</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,15</b>	0,02
Преступность	-	-0,19	-0,17	0,21	<b>0,29</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,53</b>	<b>0,47</b>	<b>-0,38</b>
рожд-ть	-	-	-	<b>0,42</b>	-0,11
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	0,08
2001 год					
Общ смерт-ть	<b>0,24</b>	<b>-0,28</b>	<b>-0,74</b>	-0,08	0,17
Преступность	-	-0,19	-0,05	<b>0,23</b>	<b>0,32</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,48</b>	<b>0,32</b>	<b>-0,48</b>
рожд-ть	-	-	-	<b>0,37</b>	-0,16
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,01
2002 год					
Общ смерт-ть	0,21	<b>-0,29</b>	<b>-0,68</b>	0,03	0,1
Преступность	-	<b>-0,26</b>	0,11	0,11	<b>0,35</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,37</b>	0,18	<b>-0,36</b>
рожд-ть	-	-	-	0,08	0,03
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	0,16



Таблица 1 (продолжение)

	Преступность	ДНПМ	Рожд-ть	Доля убыточн предпр	Заб-ть
2003 год					
Общ смерт-ть	<b>0,26</b>	<b>-0,28</b>	<b>-0,62</b>	-0,05	0,13
Преступность	-	-0,19	0,19	0,04	<b>0,35</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>-0,39</b>
рожд-ть	-	-	-	0,13	0,02
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,09
2004 год					
Общ смерт-ть	<b>0,29</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,64</b>	-0,22	0,07
Преступность	-	-0,15	0,15	-0,07	<b>0,26</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,34</b>	<b>0,43</b>	<b>-0,29</b>
рожд-ть	-	-	-	<b>0,28</b>	0,1
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,09
2005 год					
Общ смерт-ть	<b>0,33</b>	<b>-0,26</b>	<b>-0,61</b>	<b>-0,27</b>	0,04
Преступность	-	-0,16	0,09	-0,16	<b>0,34</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,37</b>	<b>0,43</b>	<b>-0,28</b>
рожд-ть	-	-	-	<b>0,25</b>	0,14
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,15
2006 год					
Общ смерт-ть	0,17	<b>-0,28</b>	<b>-0,67</b>	-0,15	0,05
Преступность	-	-0,15	0,12	-0,18	<b>0,38</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,43</b>	<b>0,3</b>	<b>-0,28</b>
рожд-ть	-	-	-	0,12	0,09
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,18

Таблица 1 (продолжение)

	Преступность	ДНПМ	Рожд-ть	Доля убыточн предпр	Заб-ть
2007 год					
Общ смерт-ть	0,16	<b>-0,25</b>	<b>-0,67</b>	<b>-0,38</b>	0,05
Преступность	-	-0,11	0,09	-0,22	<b>0,33</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,46</b>	<b>0,33</b>	-0,2
рожд-ть	-	-	-	<b>0,34</b>	-0,0005
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,02
2008 год					
Общ смерт-ть	0,16	<b>-0,27</b>	<b>-0,68</b>	-0,14	0,08
Преступность	-	0,001	0,12	0,08	<b>0,27</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,45</b>	<b>0,2</b>	-0,2
рожд-ть	-	-	-	<b>0,24</b>	-0,09
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	-0,02
2009 год					
Общ смерт-ть	0,18	<b>-0,23</b>	<b>-0,67</b>	-0,004	0,18
Преступность	-	0,01	0,14	0,11	<b>0,35</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,44</b>	0,01	-0,14
рожд-ть	-	-	-	0,01	-0,1
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	0,2
2010 год					
Общ смерт-ть	0,16	-0,18	<b>-0,71</b>	-0,13	0,1
Преступность	-	0,07	0,06	-0,02	<b>0,32</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,4</b>	-0,01	-0,09
рожд-ть	-	-	-	0,2	0,03
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	0,16

Таблица 1 (продолжение)

	Преступность	ДНПМ	Рожд-ть	Доля убыточн предпр	Заб-ть
2011 год					
Общ смерт-ть	<b>0,23</b>	-0,13	<b>-0,69</b>	-0,16	0,002
Преступность	-	0,13	0,07	0,04	<b>0,31</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,36</b>	-0,07	-0,08
рожд-ть	-	-	-	0,21	0,08
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	0,21
2012 год					
Общ смерт-ть	0,20	-0,19	<b>-0,67</b>	-0,19	-0,003
Преступность	-	0,2	0,19	0,01	<b>0,25</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,43</b>	0,1	-0,03
рожд-ть	-	-	-	0,19	0,08
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	0,12
2013 год					
Общ смерт-ть	0,12	<b>-0,29</b>	<b>-0,69</b>	0,05	-0,05
Преступность	-	0,13	0,2	<b>0,2</b>	0,21
ДНПМ	-	-	<b>0,53</b>	0,1	-0,03
рожд-ть	-	-	-	-0,08	0,13
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	0,14
2014 год					
Общ смерт-ть	0,15	<b>-0,36</b>	<b>-0,72</b>	-0,05	-0,01
Преступность	-	0,16	0,18	<b>0,28</b>	<b>0,25</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,55</b>	0,21	0,008
рожд-ть	-	-	-	0,002	0,17
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	0,12

Таблица 1 (окончание)

	Преступность	ДНПМ	Рожд-ть	Доля убыточн предпр	Заб-ть
2015 год					
Общ смерт-ть	0,17	<b>-0,38</b>	<b>-0,67</b>	-0,11	0,07
Преступность	-	0,14	<b>0,26</b>	<b>0,25</b>	<b>0,27</b>
ДНПМ	-	-	<b>0,52</b>	<b>0,34</b>	-0,05
рожд-ть	-	-	-	0,1	0,08
Доля убыточнпредпри-ий	-	-	-	-	0,07

Таблица 2 - Корреляционная матрица показателей РФ в 1995-2015 гг

	R	SD	ВВП	Общая смертность	ОПЖ	Смертность от БСК (все население)
R	-	<b>0,86</b>	<b>-0,82</b>	0,33	<b>-0,61</b>	0,13
SD	-	-	<b>-0,53</b>	0,13	-0,35	-0,03
ВВП	-	-	-	<b>-0,56</b>	<b>0,76</b>	-0,39
Общая смертность	-	-	-	-	<b>-0,89</b>	<b>0,96</b>
ОПЖ	-	-	-	-	-	<b>-0,76</b>

Примечания:

R – сумма коэффициентов корреляции;

SD – сумма стандартных отклонений, %;

ВВП – внешний валовый продукт/душу населения, \$;

ОПЖ – ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет.

Таблица 3 – результаты регрессионного анализа зависимости смертности от БСК (лаг – 1 год) от ВВП на душу населения и величины SD

Факторы	Показатели		
	$\beta$ -коэффициент	В-коэффициент	p-уровень
Коэффициент	-	1672,3	<0,0001
ВВП/душу населения, \$	-0,93	-0,017	<0,0001
SD, %	-0,54	-5,21	0,006

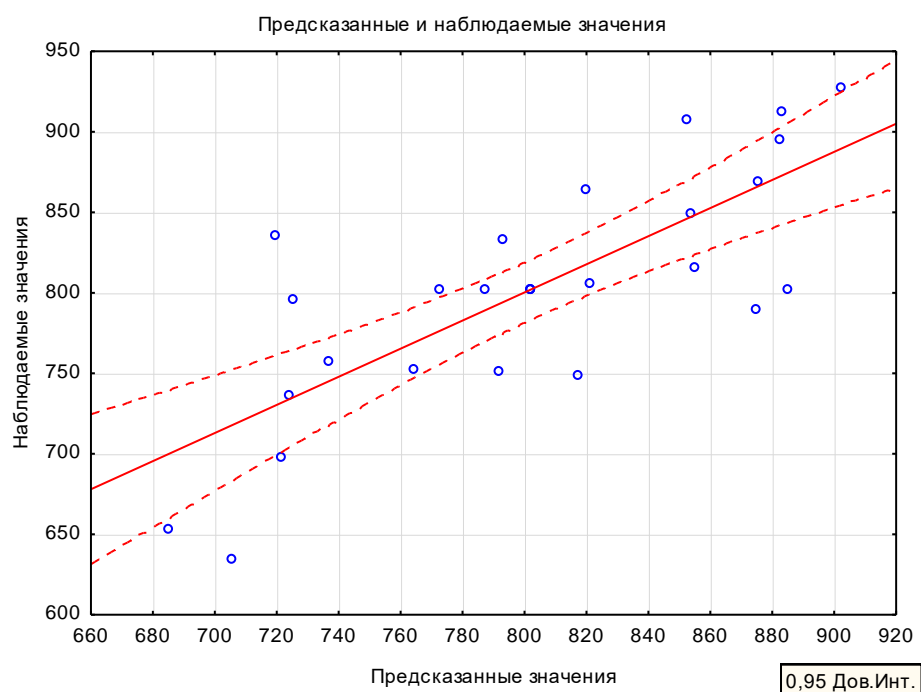


Рисунок 4 – предсказанные и наблюдаемые значения регрессионной модели

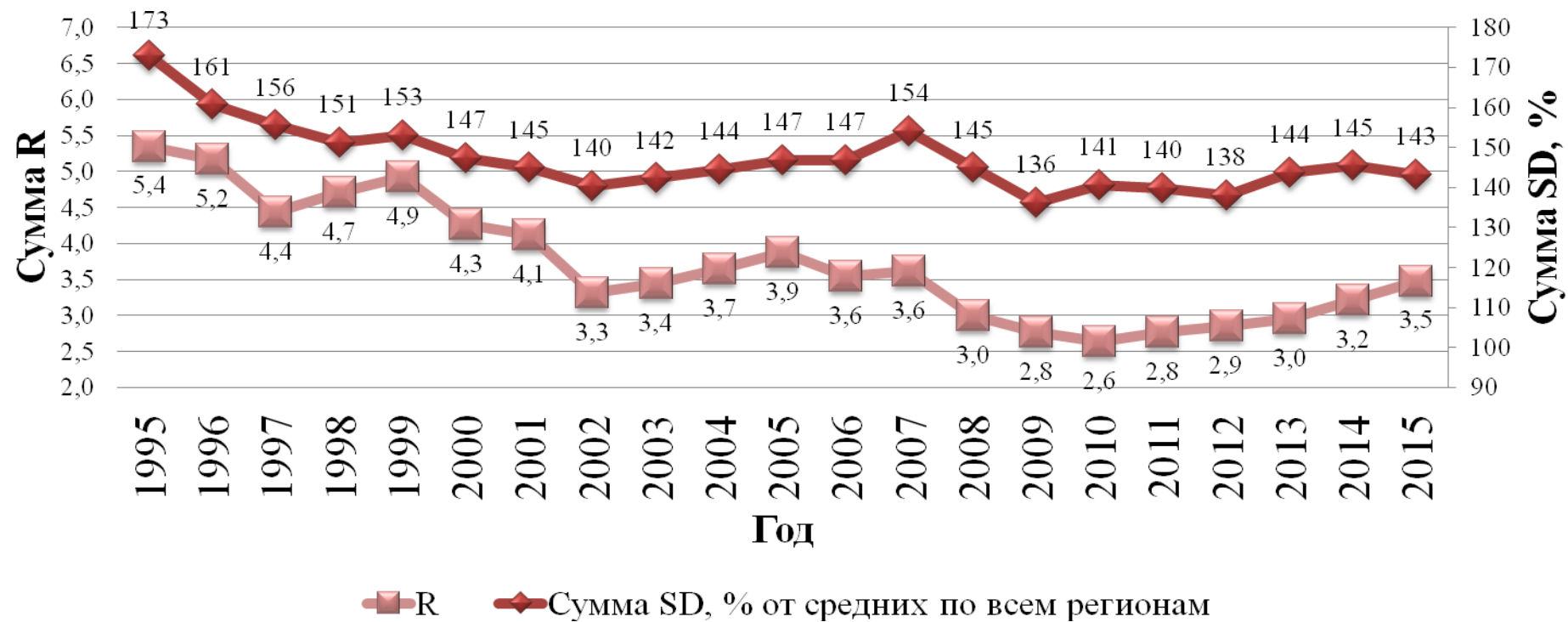


Рисунок 2 – сумма модулей коэффициентов корреляции между региональными показателями и сумма значений стандартных отклонений от среднего значения по регионам (%)РФ в 1995-2015 гг.

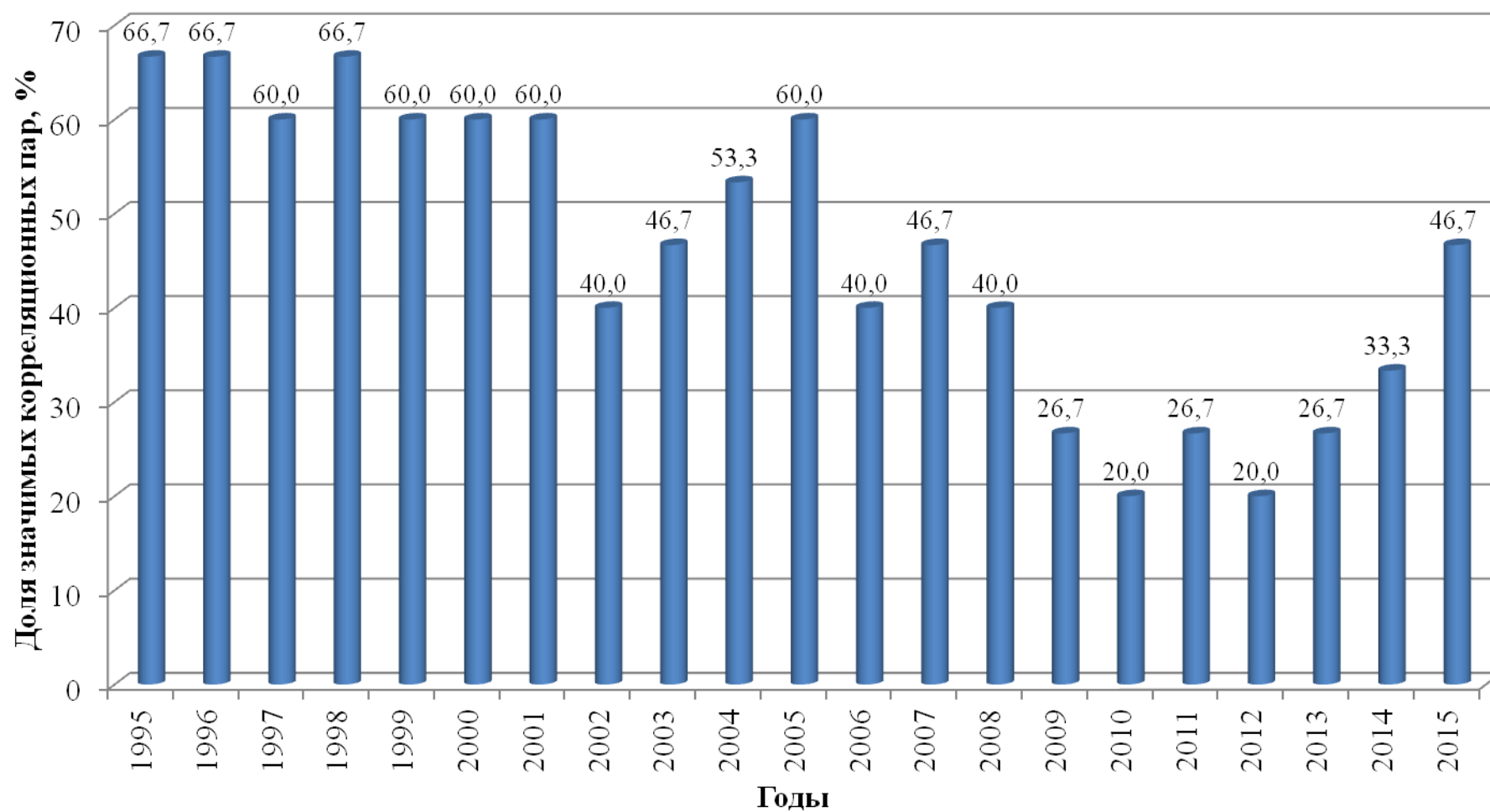


Рисунок 1- доля значимых корреляционных пар показателей регионов РФ в 1995-2015 гг.

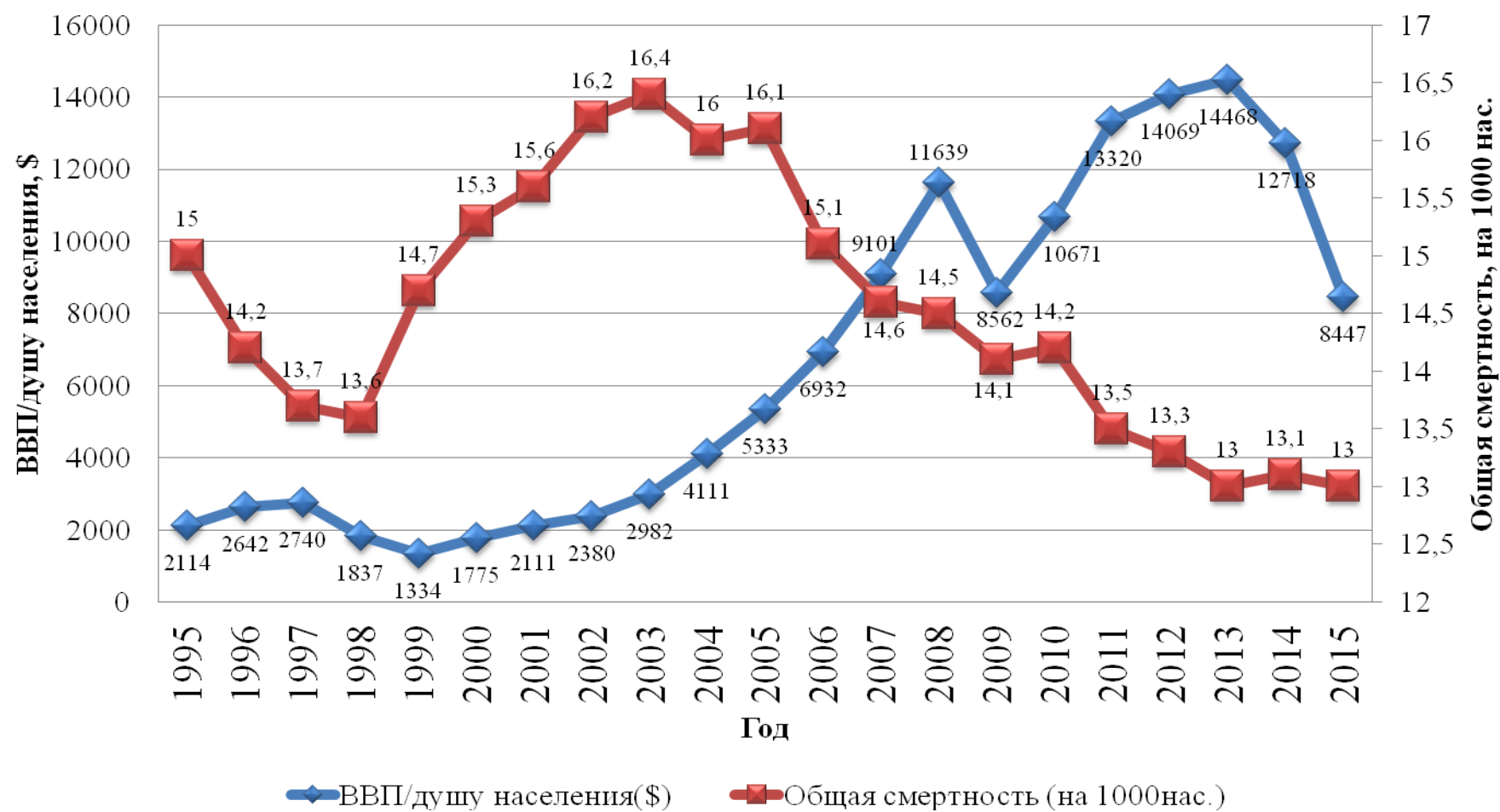


Рисунок 3 – динамика общей смертности и ВВП в целом по РФ в 1995-2015 гг.



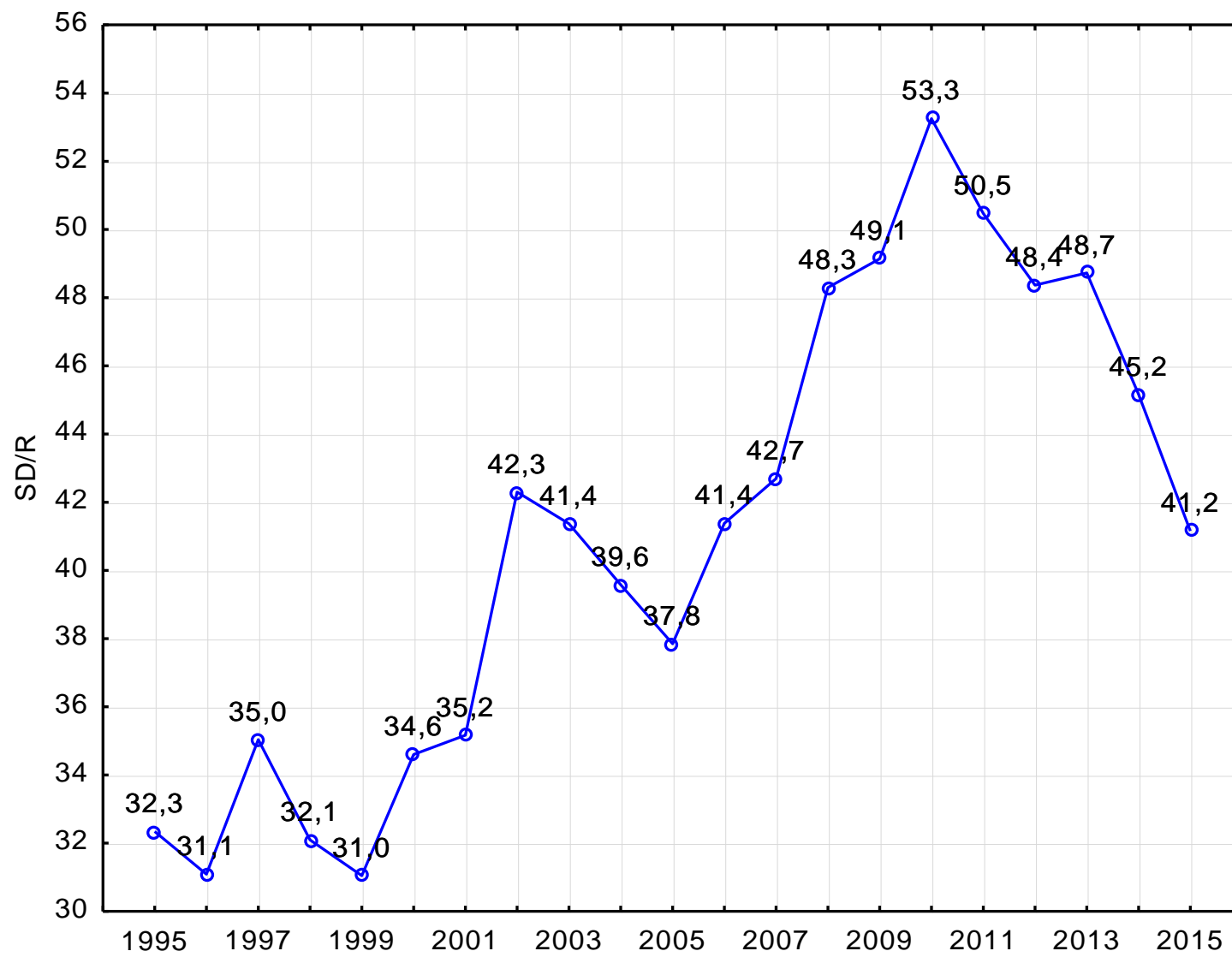


Таблица 4 – Динамика показателей корреляции, дисперсии, ОПЖ, ВВП и общей смертности в регионах РФ 1995-2015 гг

Год	Значение показателей					Годовой темп прироста/убыли, %				
	SD	R	ОПЖ	ВВП/душу населения	Общая смертность	SD	R	ОПЖ	ВВП/душу населения	Общая смертность
1995	173,0	5,35	64,5	2114	15					
1996	160,7	5,17	65,8	2642	14,2	-7,12	-3,36	2,02	24,98	-5,33
1997	155,6	4,44	66,7	2740	13,7	-3,22	-14,12	1,37	3,71	-3,52
1998	151,2	4,71	67,1	1837	13,6	-2,82	6,08	0,60	-32,96	-0,73
1999	153,1	4,93	65,9	1334	14,7	1,25	4,67	-1,79	-27,38	8,09
2000	147,4	4,26	65,3	1775	15,3	-3,70	-13,59	-0,91	33,06	4,08
2001	144,9	4,12	65,2	2111	15,6	-1,71	-3,29	-0,15	18,93	1,96
2002	140,4	3,32	65	2380	16,2	-3,07	-19,42	-0,31	12,74	3,85
2003	142,3	3,44	64,9	2982	16,4	1,34	3,61	-0,15	25,29	1,23
2004	144,5	3,65	65,3	4111	16	1,52	6,10	0,62	37,86	-2,44
2005	146,8	3,88	65,4	5333	16,1	1,65	6,30	0,15	29,73	0,63
2006	146,9	3,55	66,7	6932	15,1	0,04	-8,51	1,99	29,98	-6,21
2007	154,1	3,6105	67,6	9101	14,6	4,93	1,70	1,35	31,29	-3,31
2008	144,9	3,001	68	11639	14,5	-5,97	-16,88	0,59	27,89	-0,68
2009	136,3	2,774	68,8	8562	14,1	-5,94	-7,56	1,18	-26,44	-2,76
2010	140,6	2,64	68,9	10671	14,2	3,13	4,83	0,15	24,63	0,71
2011	139,9	2,772	69,83	13320	13,5	-0,48	5,00	1,35	24,82	-4,93
2012	138,0	2,853	70,24	14069	13,3	-1,36	2,92	0,59	5,62	-1,48
2013	143,7	2,95	70,76	14468	13	4,17	3,40	0,74	2,84	-2,26
2014	145,4	3,22	70,93	12718	13,1	1,17	9,15	0,24	-12,10	0,77
2015	143,2	3,48	71,39	8447	13	-1,52	8,07	0,65	-33,58	-0,76

Позитивная тенденция

Негативная тенденция

Значительное изменение тенденции R или SD (более 5% за год)