

**АПРИОРНАЯ ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ РИСКА ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ВЫЗОВА
НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ.
ЧАСТЬ II. ПРОГНОЗ И СНИЖЕНИЕ РИСКА ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ВЫЗОВА
НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ*****Пётр Григорьевич БЕЛОВ**

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры природно-техногенных опасностей и управления риском,
Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет),
Москва, Российская Федерация
safsec@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0239-5299>
SPIN-код: 5330-7190

История статьи:

Получена 07.02.2019
Получена в доработанном
виде 25.02.2019
Одобрена 14.03.2019
Доступна онлайн
16.05.2019

УДК 355.02**JEL:** C13, C31, K30, Z28**Аннотация**

Предмет. Качественный и количественный анализ авторских моделей возникновения и разрушительного проявления демографического вызова национальной безопасности России в целях прогноза и снижения соответствующего риска.

Цели. Иллюстрация конструктивности междисциплинарного подхода к априорной количественной оценке параметров данного риска и оптимизации решений по его снижению путем воздействия на самые значимые предпосылки возникновения и негативного развития этого вызова, которые выявлены при моделировании.

Методология. Настоящее исследование выполнено с применением автоматизированного системного (качественного и количественного) анализа оригинальных логико-вероятностных и математических моделей в целях прогноза риска и ранжирования всех учтенных ими факторов, оптимизации стратегий и рекомендаций по снижению риска методами теории принятия решений.

Результаты. В работе указана конструктивность внедрения междисциплинарных методов в практику исследования опасных социальных процессов. Продemonстрирована возможность представления учитываемых при этом свойств и параметров функциями принадлежности лингвистических переменных и нечетких величин. Получены количественные оценки риска демографического вызова и вклада в него конкретных факторов, предложены стратегии снижения риска и оптимизации входящих в них конкретных мероприятий. Все эти результаты получены с помощью истинных исходных данных и современных методов их обработки.

Выводы. Самосохранение России требует замены нынешнего запаздывающего реагирования на угрозу снижения демографического потенциала отдельно взятыми мерами – на научно обоснованную системную стратегию, включающую предложенные и иные подобные научно-технологические рекомендации.

Ключевые слова:

вызовы, моделирование,
риск, ущерб

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Белов П.Г. Априорная оценка и снижение риска демографического вызова национальной безопасности России. Часть II. Прогноз и снижение риска демографического вызова на основе моделирования // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2019. – Т. 15, № 5. – С. 817 – 834.
<https://doi.org/10.24891/ni.15.5.817>

Изложение материала этой части статьи начнем с демонстрации возможности получения новых сведений об исследуемом демографическом вызове (ДВ) национальной

безопасности России. Сделаем это путем обстоятельного и системного анализа ранее разработанных моделей [1] появления и негативного развития ДВ, полагая, что они верно отражают все его существенные особенности. Данный анализ проведем кратко и последовательно: вначале на качественном

* Окончание. Начало см. «Национальные интересы: приоритеты и безопасность». 2019. Т. 15. Вып. 4. С. 648–665.
URL: <https://doi.org/10.24891/ni.15.4.648>

уровне, а затем – на количественном, то есть без применения и с применением численных значений событий и свойств, учитываемых этими моделями.

Анализ модели демографического вызова на качественном уровне

Заявленный здесь анализ логично начать с дерева происшествия (ДП), имитирующего условия возникновения ДВ, в целях решения следующих двух задач исследования этой модели на качественном уровне, то есть без использования количественных характеристик учтенных ее свойств. Первая задача – это уточнение закономерностей возникновения и предупреждения данного вызова путем выявления тех исходных предпосылок данной модели, реализация которых минимально необходима и достаточна для получения каждого такого результата, вторая – ранжирование всех этих факторов по степени соответствующего влияния. Если точнее, то речь далее пойдет о поиске так называемых минимальных сочетаний [2] исходных событий конкретного ДП: 1) минимального пропускного сочетания (МПС), включающего наименьшее число тех его исходных предпосылок, одновременное появление которых достаточно для прохождения их сигнала до моделируемого явления (имеет там код X); 2) минимального отсечного сочетания (МОС), состоящего из исходных событий ДП, гарантирующих отсутствие указанного далее результата, при условии не возникновения одновременно всех входящих в него предпосылок этого типа. Особенностью каждого такого минимального сочетания служит то, что они теряют присущие им свойства при удалении хотя бы одного исходного события ДП.

Выявление подобных сочетаний вручную удобно проводить, двигаясь по структуре ДП сверху вниз и выполняя следующие шаги:

- 1) выбор желаемого результата: приход сигнала к X – для МПС, и его пересечение – для МОС;

- 2) проверка соблюдения этих условий при встрече с каждым логическим условием: наличие всех сигналов на входе в условие «И» и хотя бы одного из них – на входе «ИЛИ»;

- 3) фиксация выявленных при этом предпосылок верхних уровней ДП и включение в состав каждого минимального сочетания всех соответствующих исходных событий – предпосылок этой модели.

Проиллюстрируем конструктивность этой технологии на примере *рис. 1*, который является упрощенной версией *рис. 5* из первой части статьи [1], конкретизирующей причины снижения рождаемости, объединенные в ветвь с цифровым кодом ее вершины – 74. Поясним, что имеющийся там треугольник с цифрой 32 является эквивалентной вершиной¹ для комбинации входящих в него предпосылок, которые также учитываются на этом рисунке в другом ДП с кодом головного события – 77.

Легко убедиться, что выполнение перечисленных шагов позволяет выявить в этой модели всего два МОС исходных событий ДП: 1, 3, 4 и 1, 2, 4, тогда как в число его МПС можно включить, например, 3, 5, 13; 4, 6, 13; 4, 7, 13; 4, 8, 14; ..., – всего 26 этих сочетаний. Отсюда видно, что данное ДП имеет несколько минимальных сочетаний предпосылок, необходимых и достаточных для реализации или недопущения головного события 74. Вот почему в более сложных моделях типа приведенной в нижней части *рис. 4* из [1] может быть огромное количество МПС и МОС, состоящих из одного события – синглеты, из двух – дуплеты, трех (триплеты) и более исходных событий. Естественно, что выявление там всех минимальных сочетаний потребует автоматизации для снижения трудоемкости и экономии времени данного анализа, что и будет продемонстрировано далее.

¹ Можжаев А.С. Автоматизированное структурно-логическое моделирование систем: учебник. СПб: Изд-во ВМА им. Н.Г. Кузнецова, 2006. С. 294–308.

Другим способом качественного анализа ДП, позволяющим уточнить степень влияния каждой его конкретной предпосылки в появлении и предупреждение моделируемого явления X , служит оценка ее значимости и критичности. Идея оценки любого события модели этого типа на значимость основана на учете логики его объединения с другими предпосылками ДП: чем ближе к его вершине X проходит сигнал от реализации конкретной предпосылки, тем больше ее значимость – в смысле вклада в условия возникновения моделируемого происшествия. А вот критичность уже свидетельствует об обратном: чем дальше от X остается этот сигнал при неоявлении конкретного события, тем выше его критичность – для исключения моделируемого явления X .

Например, в модели, представленной на рис. 1, наиболее значимы исходные предпосылки 1 и 2, так как появление каждой из них доводит сигнал по ее левой ветви выше, чем из любого другого исходного события данного ДП. Что касается критичности, то она в большей мере присуща исходным событиям с кодами 3–8 и 13, 14, ведь неоявление каждой из них не сопровождается продвижением сигнала к моделируемому явлению X , тогда как предпосылки 9–11 занимают как бы промежуточное положение в смысле значимости и критичности. Попутно отметим, что желательнее получение более строгих оценок перечисленных здесь критериев оценки влияния предпосылок ДП на значимость и критичность, однако это требует количественного анализа, который проводится позже.

Нетрудно догадаться, что критерии оценки исходных предпосылок ДП на значимость и критичность представляют ценность для выбора первоочередных мер, направленных на снижение риска исследуемого здесь ДВ национальной безопасности России. При прочих равных условиях наибольшую эффективность или экономию средств

обеспечивают те из них, которые воздействуют на самые значимые события в целях их исключения либо уменьшения меры возможности возникновения. В частности, из рис. 1 видно, например, что снижение этого параметра исходных предпосылок 1 и 3 на одну и ту же относительную величину окажется менее значимым для второй из них – из-за меньшей меры возможности одновременного появления предпосылок с номерами 3 и 4, что строго доказано положениями теории вероятности².

Что касается качественного анализа модели типа «дерево событий» (ДС), то пока не разработаны рекомендации, пригодные для его подобного проведения. По крайней мере, еще не опубликованы процедуры, сходные с рассмотренной для ДП. Именно поэтому ныне его сводят лишь к проверке полноты и корректности этой модели: а) наличия в ДС лишь тех наиболее вероятных последствий разрушительного проявления моделируемого явления X , которые не противоречат объективно существующим законам природы; б) отсутствия ошибок при определении и делении учтенных исходов, то есть нарушения правил, рекомендуемых формальной логикой³ и теорией вероятности для определения их как независимые и зависимые события.

В завершение раздела укажем на конструктивность качественного анализа тех ДП, которые разработаны в первой части данной статьи. В их число уместно включить:

- 1) пригодность и целесообразность его проведения на ранних этапах проектирования и исследования опасных социальных процессов, когда имеется дефицит количественных сведений об учитываемых там факторах, при этом цена ошибок исключительно велика, но легко исправима;

² Крицкий О.Л., Михальчук А.А., Трифонов А.Ю., Шинкеев М.Л. Теория вероятностей и математическая статистика для технических университетов: учеб. пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2010. 212 с.

³ Формальная логика: учебник / под ред. И.Я. Чупахина, И.Н. Бродского. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1977. 367 с.

- 2) реальность выявления тогда так называемых «критичных», то есть крайне важных предпосылок либо для гарантированного сохранения НБР путем исключения их появления за счет всемерного повышения защищенности соответствующих объектов страны⁴, либо столь же значимых для ее существенного подрыва за счет принятия противником мер по безусловной реализации таких предпосылок, которые минимально необходимы и достаточны для уничтожения таких объектов;
- 3) возможность опоры на результаты качественного анализа при выборе приоритетов в проведении следующего этапа системного анализа, на этот раз – количественного.

Количественный анализ модели ДВ национальной безопасности России

Задачи количественного анализа и технология их решения. Как показывает опыт, столь же важные и конструктивные сведения об исследуемых опасных событиях могут быть получены и на данном этапе исследования их моделей, но уже требующем дополнительных сведений о параметрах исходных предпосылок и конечных исходов. Если точнее, то количественный анализ моделей ДВ должен заключаться в: а) прогнозе не только меры возможности $Poss(X)$ его возникновения на заданном интервале времени, но и средней величины ожидаемого от этого ущерба $M(Y)$; б) количественной оценке значимости и вклада конкретных исходных предпосылок ДП и конечных исходов ДС в найденные оценки этих показателей риска ДВ; в) обосновании мероприятий по их снижению путем внедрения соответствующих мероприятий.

Кратко и последовательно поясним технологию решения этих трех задач.

⁴ О повышении защищенности критически важных для национальной безопасности России инфраструктур и объектов: решение совместного заседания Совета Безопасности РФ и Президиума Государственного Совета РФ от 13.11.2003. № 4.
URL: <http://docs.cntd.ru/document/901890291>

Начнем с напоминания о том, что перечень исходных данных и способы решения двух первых задач изложены ранее [1]. В частности, в число параметров, необходимых для прогноза риска ДВ, были включены меры возможности P_i всех исходных предпосылок ДП, а также размеры ущерба Y_{jk} от появления всех конечных исходов ДС и условные меры возможности Q_{jk} их наступления. Там же приведены и общие выражения, позволяющие найти величину $Poss(X)$ и ожидаемый средний ущерб $M(Y)$ – по только что указанным параметрам этих двух моделей.

Что касается третьей задачи, то она обусловлена не столько большим числом возможных мероприятий, предлагаемых для снижения риска ДВ, сколько многообразием их всевозможных сочетаний (например, даже для двух подобных мер возможны уже четыре альтернативы: внедрить первую, вторую, обе вместе или отказаться от обеих). Естественно, что каждое мероприятие и сочетание будет характеризоваться своими затратами на внедрение и ожидаемым от него эффектом, которые не всегда прямо пропорциональны. В этих условиях целесообразно выбрать такую совокупность мероприятий, которая будет оптимальной по какому-либо критерию, например, по минимуму затрат S_x , требуемых для снижения меры возможности возникновения ДВ до заданной величины, либо по максимуму понижения этого показателя риска ДВ при выделенных для этого затратах S_B .

Исходные данные, необходимые для принятия подобных решений, могут быть получены с помощью уже имеющихся моделей типа «дерево». Действительно, для определения эффекта, ожидаемого от внедрения отдельного мероприятия или их совокупности k , нужно провести повторный прогноз показателей риска ДВ, но уже при новых (уменьшенных) значениях параметров P_i или Y_{jk} и Q_{jk} . Общая же схема соответствующих расчетов будет

такой: $\Delta p_i \rightarrow \Delta Q_{jk}(X) \rightarrow \Delta M_{ijk}(Y)$ или $Q_{jk} \rightarrow \Delta Y_{jk} \rightarrow \Delta M_{jkk}(Y)$, где символ Δ означает изменение отдельных параметров модели и показателей риска под воздействием принимаемых мер.

Очевидно, что самыми предпочтительными будут те мероприятия, которые соответствуют: а) наибольшему (при заданных затратах S_B) снижению либо меры возможности $\Delta Poss(X) = f(\Delta P_i)$ возникновения ДВ, либо среднего ущерба $\Delta M_k(Y) = \Psi(Q_{jk}, \Delta Y_k)$ от разрушительного проявления тех сценариев и конечных исходов ДС, которые имеют наиболее тяжелые последствия; б) наименьшим затратам S_B на внедрение мероприятий в целях получения требуемого от них эффекта (снижения риска ДВ до приемлемого уровня). Важное место при подборе подобных мероприятий как раз и займет учет не только значимости или критичности соответствующих событий-предпосылок, но также их положительного и отрицательного вклада, которые можно оценить в результате решения второй задачи.

Только что перечисленные особенности еще раз подтверждают конструктивность как проведенного ранее моделирования, так и автоматизированного системного (качественного и количественного) анализа, который станет предметом следующего раздела статьи.

Технология автоматизированного количественного анализа модели ДВ. Выбор данной технологии обусловлен трудоемкостью, а иногда и практической невозможностью строгого решения перечисленных ранее задач без автоматизации данной процедуры. По этой причине для проведения данной части системного анализа разработанных нами моделей [1] был привлечен программный комплекс автоматизированного расчета безопасности и техногенного риска – ПК АРБИТР⁵.

⁵ Программный комплекс АРБИТР.
URL: <https://szma.com/pkasm.shtml>

Предпочтительность такого выбора обусловлена тем, что в отличие от всех известных ныне подобных компьютерных систем, этот комплекс обладает следующими уникальными возможностями: а) способен оперировать сколь угодно большим числом тех учитываемых факторов, меры возможности которых изменяются в широких пределах; б) может оперировать графическими моделями как древовидной, так и циклической структуры; в) пригоден для точного прогноза не только перечисленных ранее параметров риска, но также количественного вклада каждого учтенного фактора, а также эффекта от мер по снижению риска; г) представляет результаты такого прогноза в виде таблиц и наглядных столбчатых графиков; д) использует единое формализованное представление исходных графических моделей в виде так называемых «схем функциональной целостности» (СФЦ), состоящих из ограниченного набора тех символов и реализуемых ими функций, которые представлены в табл. 1.

Что касается практического использования программного комплекса, то оно включает следующие четыре основных этапа (лишь самый первый из них выполняется вручную, а остальные три – автоматически по соответствующим командам пользователя).

1. Разработка графической модели исследуемого процесса, ее преобразование в соответствующую СФЦ и ввод в программный комплекс совместно с параметрами учитываемых факторов P_i , Q_{jk} , Y_{jk} и логическим критерием функционирования (ЛКФ), указывающим код оцениваемого события, условия его наступления/отсутствия либо связанный с ним ущерб.

2. Преобразование графической модели в логическую, которая представляет собой выражение алгебры событий, состоящее из кодов учтенных событий и операторов их обработки путем логического сложения, перемножения или отрицания.

3. Построение расчетной вероятностной функции (ВФ), осуществляемое преобразованием выражения алгебры событий по специальным правилам, для сведения этой логической модели к минимальной дизъюнктивной форме [3], а затем заменой кодов ее событий на вероятности их появления, а логических операторов – на алгебраические знаки сложения и перемножения.

4. Вычисление вероятностных показателей, характеризующих меры возможности и ущерба от возникновения оцениваемого опасного события, а также вклада в значения этих параметров риска всех соответствующих предпосылок и исходов модели, включая их возможные изменения под воздействием предлагаемых мероприятий.

Результаты автоматизированного прогноза показателей риска ДВ. С учетом изложенных ранее соображений осуществлена априорная количественная оценка меры возможности появления ДВ. Интерфейс ПК АРБИТР с СФЦ исследуемых моделей, частью исходных данных и полученных результатов показан на *рис. 2*.

Что касается априорной количественной оценки ущерба от негативного развития ДВ по сценарию 82, то часть исходных данных и результатов автоматизированного решения этой задачи приведены на *рис. 3* – в форме уже знакомого фрагмента интерфейса.

Однако обратим внимание, что имеющаяся там СФЦ отличается от предыдущей тем, что ее правая верхняя часть имеет большие круги (функциональные вершины) с цифровыми кодами 401–405), которые на *рис. 2* имели меньший диаметр и были пронумерованы числами 102–106. Более того, этот фрагмент интерфейса содержит ниспадающие из данных вершин «гроздь», которые отражают возможность совместного наступления этих пяти конечных исходов ДС, представляя их всевозможные сочетания малыми кругами. Исходные данные для автоматизированного анализа модели ДВ представлены в правой

части интерфейса: посередине – сведения о размерах ущерба от наступления только 18 конкретных сочетаний (их коды 514–531), а под ними – меры возможности появления 12 исходных предпосылок ДП.

Что касается результатов автоматизированной оценки разрушительных последствий проявления рассматриваемого здесь сценария ДС, то информация о них приведена в нижней части интерфейса: а) сведения о значимостях и вкладах всех конечных исходов данного сценария в величину среднего ущерба, ожидаемого от их наступления – столбчатой диаграммой, расположенной в левом нижнем углу *рис. 3*; б) оценка величины этого ущерба $M(Y)$, оказавшаяся равной $1,15 \cdot 10^6$ человеко-годов утраченного социального времени [4], которая указана в самом низу *рис. 3*.

Поясним, что человеко-дни социального времени являются инвариантными показателями, характеризующими жизненную силу любой нации, а его позитивные, негативные и альтернативные затраты – рациональность расходования этого ресурса. Более того, человеко-годы и кратные им единицы наиболее пригодны для измерения как ущерба от возможных где-то происшествий, так и затрат на их предупреждение. Вследствие подобной универсальности Международная организация труда уже давно рекомендует оценивать ущерб от гибели одного (среднестатистического) человека утратой 6 000 человеко-дней, тогда как компенсация за утрату им трудоспособности зависит от группы инвалидности и длительности реабилитации, допустим, в больнице.

Другим неоспоримым преимуществом единиц социального времени служит возможность их эквивалентного денежного выражения. Цену одного человеко-дня легко рассчитать, например, делением стоимости а) ВВП страны на человеко-дни, затраченные на его получение; б) страховых выплат погибшему – на 6 000. С учетом колоссальной разницы

объема последних (2 млн руб. в РФ и 5 млн долл. США или евро – на Западе ≈ 150 раз) легко объяснить и несравнимые продолжительность и качество жизни их граждан. Великотерпимость русских – причина многих их проблем: к нам относятся так, как мы позволяем!

Автоматизированная оценка влияния учтенных предпосылок и исходов ДВ. Как уже упоминалось, еще одна важная часть результатов количественного анализа разработанных моделей представлена в нижней части *рис. 2* и *3*. Если конкретнее, то имеющиеся там диаграммы отражают влияние на величину показателей риска ДВ всех учтенных при моделировании предпосылок и исходов, помеченных там цифровыми кодами. Данное влияние там оценивается следующими параметрами: 1) *значимость*, численно равная изменению величины $Poss(X)$ и $M(Y)$ при изменении меры возможности предпосылки либо исхода на один процент относительно текущего значения; 2) положительный и 3) отрицательный вклады, характеризующие такой же эффект, но при варьировании мер возможности предпосылки $Poss(x_i)$ или исхода $Poss(y_{jk})$ до нуля и единицы соответственно.

Поясним, что положение столбцов относительно горизонтальной оси диаграмм соответствует знаку влияния конкретных факторов или исходов ДВ, а их высота – его величине, измеряемой в процентах или их долях – для изменения меры возможности $Poss(X)$ либо в упомянутых ранее человеко-годах социального времени – для ущерба $M(Y)$.

Что касается количественных оценок параметров значимости $\partial Poss(X)/\partial Poss(x_i) I_{Poss(X)=80}$ и вкладов всех учтенных ДП факторов, то некоторые из этих результатов приведены на *рис. 4*, также являющимся фрагментом интерфейса с отчетом об исходных данных и результатах системного анализа моделей ДВ. Как видно, влияние отдельных исходных предпосылок соответствующего ДП может отличаться на

несколько арифметических порядков, а его величина не обязательно пропорциональна мерам возможности $Poss(x_i)$ их появления.

Обратим также внимание на пригодность программного комплекса АРБИТР для автоматизированного выявления уже известных по первому разделу данной части статьи минимальных сочетаний исходных предпосылок ДП. Свидетельством тому служат сведения о части подобных сочетаний, которые приведены на *рис. 5* совместно с информацией, подтверждающей сложность системного анализа подобных моделей. Действительно, ведь число членов в выражениях алгебры событий $X = f_1(x_i)$ и вероятностных функций $Poss(X) = f_2[Poss(x_i)]$ оценивается сотнями и тысячами, а количество минимальных сочетаний – десятками тысяч.

Последнее обстоятельство подтверждено нижней частью *рис. 5* применительно к числу МОС, два штриха при имеющихся в них символах X означают там непоявление соответствующей исходной предпосылки ДВ.

Обоснование мероприятий по снижению риска демографического вызова. Как уже упоминалось ранее, выбор подобных мероприятий рекомендуется проводить с учетом значимости и вкладов конкретных предпосылок или исходов в возникновение и разрушительное проявление ДВ: воздействовать надо на те, степень влияния которых выше, так как эти мероприятия будут более эффективными. Однако ограниченность объема статьи исключает демонстрацию конструктивности данного подхода на конкретных иллюстративных примерах. Именно поэтому далее изложим лишь соответствующие принципы применения подобного подхода к снижению риска ДВ национальной безопасности России, привязывая их к указанным ранее стратегиям и результатам его моделирования.

При выборе стратегий следует отдавать предпочтение тем, которые касаются

снижения меры возможности появления исходных событий ДП и формирования из них причинных цепей возникновения ДВ, ведь как показывает опыт, предупреждение опасных социальных ЧС всегда результативнее парирования их нежелательных последствий. Отсюда следует, например, целесообразность мероприятий по уменьшению вредного влияния ее предпосылок с цифровыми кодами 19–21 и 11–13. Речь здесь идет о необходимости первоочередных мер по улучшению жилищно-коммунальных и материальных условий рождения и воспитания детей, а также смягчении угнетающего давления на их родителей морально-психологических факторов боязни и беспомощности – обоснованность этого предложения подтверждена сведениями нижней части *рис. 2* и *3*.

Следующими по приоритету логично считать те мероприятия по снижению смертности граждан России, которые должны парировать факторы с кодами 23–26 и 38–40, так как их негативный вклад так же довольно высок. Нельзя игнорировать и другие, на сей раз – контрольно-профилактические решения, хотя эффект от их внедрения не столь велик и не так оперативен по проявлению. Это относится, например, к воздействию на предпосылки с цифровыми кодами 1–4, касающимися уже формирования общественного сознания, способствующего исправлению демографической ситуации как в нашей стране, так и за ее пределами. Ведь важную роль в снижении рождаемости играет недопустимо малый престиж материнского труда вследствие искажения СМИ его ценности: пропаганда феминизации, нацеленности на гедонизм и карьеру вместо пропаганды деторождения и повышении роли семьи и отца в ней.

Что касается соответствующих и более конкретных мероприятий, то обстоятельные сведения об их содержании и способах внедрения в практику можно найти в работе [5]. Основной акцент в ней сделан на коренное улучшение государственной политики в сфере демографии. Авторами предлагается,

например, ряд государственно-управленческих решений, касающихся изменения Конституции РФ, а также издания новых и корректировки ныне действующих политико-правовых актов. В число первоочередных мер входит издание Указа Президента РФ «О ценностных ориентирах российской государственности» и принятие нового Федерального закона «О государственном и муниципальном социальном заказе», а затем – внесение изменений в законы «Об образовании» и «О средствах массовой информации» – в части совершенствования воспитания молодого поколения путем защиты морали и нравственности всех граждан.

Как нам представляется, затраты на внедрение только что перечисленных мероприятий окажутся неизмеримо меньшими в сравнении с ожидаемым от них эффектом. Кроме того, все эти издержки легко измеряются а) человеко-днями социального времени, затраченного на разработку и ввод в действие этих и других политико-правовых документов; б) человеко-годами вновь рожденных поколений и сохраненных благодаря этому ныне живущих. Думается, что не вызовет особых затруднений и количественная оценка результативности подобных решений: получение сведений об изменении мер возможности упомянутых ранее предпосылок под силу экспертному сообществу, а пересчет обусловленного ими снижения показателей риска ДВ – программному комплексу АРБИТР.

Прилагаемая далее *табл. 2* как раз и демонстрирует результаты подобной оценки применительно к снижению меры возможности появления ДВ из-за низкой рождаемости и высокой смертности. Соответствующие расчеты сделаны при взятых для примера значениях P_i соответствующих предпосылок, а для сокращения времени на их проведение пришлось оперировать не вершиной СФЦ с кодом 80, а событиями 78 и 79, которые являются головными, но уже для двух собственных ветвей.

При оценке результативности предложенных мероприятий мы исходили из предположения о том, что их внедрение способно снизить меры возможности соответствующих исходных предпосылок на 50% от значений, указанных в левой части *рис. 4*. Тогда как сведения об эффекте подобного воздействия были получены в результате автоматизированных расчетов меры возможности наступления событий 74, 75 и 78, а также 76, 77 и 79 до и после внедрения выбранных для примера мероприятий. При этом оказалось, что оцениваемый суммарный эффект не превышает 0,08 от исходного значения меры возможности возникновения ДВ⁶.

Обсуждение результатов исследования

Завершая изложение статьи, целесообразно оценить ее основные результаты на предмет актуальности, новизны и конструктивности. Сделаем это последовательно и кратко с применением соответствующих аргументов, начиная с обоснования важности имеющихся там положений. Прежде всего укажем на необходимость и целесообразность внедрения междисциплинарного инструментария в практику исследования и обеспечения национальной безопасности России, а значит – и подготовки будущих специалистов к выполнению соответствующих профессиональных обязанностей.

Как было продемонстрировано на конкретном примере прогнозирования риска опасного социального процесса, предложенный нами способ выгодно отличается от бытующих ныне преимущественно гуманитарных подходов к решению этой задачи. Его основное достоинство заключается не столько в возможности априорной оценки абсолютной величины показателей риска, сколько в выявлении и ранжировании факторов, наиболее значимых для его снижения.

⁶ Данный результат подтверждает принципиальную невозможность решения демографической проблемы, зависящей от громадного числа факторов, путем внедрения лишь отдельно взятых мероприятий типа практикуемого в РФ материального поощрения матери двух и более детей, притом нерегулярно индексируемого.

Привлечение для их выявления и априорной оценки категориального мышления [6] и системного анализа на основе моделирования подобных процессов будет способствовать более рациональному выбору приоритетов в распределении дефицитных ныне ресурсов.

Что касается новизны рассмотренных моделей и результатов их автоматизированного системного анализа, то отметим их оригинальность. По крайней мере, нам неизвестны другие общедоступные публикации, где излагался бы подобный способ прогнозирования и снижения риска опасных социальных процессов. Кроме того, разработанная модель отличается не только возможностью учета большого числа существенных факторов, но также легкостью восприятия как специалистами, так и руководителями заинтересованных ведомств, призванными принимать контрольно-управленческие решения в исследуемой сфере, структурируя их деятельность, например, по ветвям ДП и ДС.

Говоря же о конструктивности моделирования ДВ и других опасных социальных явлений, напомним о пригодности их результатов для оптимизации мероприятий по снижению оцененного при этом риска. Как уже упоминалось ранее, число факторов, влияющих на возможность возникновения и разрушительного проявления подобных явлений велико, тогда как затраты на парирование и ожидаемый от них эффект заметно различаются. Это же справедливо и для комплексов соответствующих мероприятий благодаря их еще большему числу и только что отмеченной разнице.

Следовательно, в данных условиях уместна постановка следующей задачи условной оптимизации: *«Из множества W предложенных мероприятий по снижению риска конкретного опасного явления необходимо выбрать такой их комплекс W_k , внедрение которого обеспечит максимально возможное снижение $\Delta Y(W_k)$ ущерба, а требуемые для этого средства $S(W_k)$ не*

превысят выделенных – $S_{\text{Выд}}(W_k)$ ». Математически это записывается в виде следующей системы:

$$\left. \begin{aligned} Z(k) &= \Delta Y(W_k) \rightarrow \max \\ g(k) &= S(W_k) \leq S_{\text{Выд}}(W) \\ W_k &\in W \end{aligned} \right\}.$$

Упомянутое ранее снижение ущерба можно рассчитывать по следующей формуле: $\Delta Y(W_k) = \Delta P(X) \cdot M(Y)$, где $\Delta P(X)$ – снижение меры возможности наступления опасного социального явления, определяемое повторным количественным анализом модели после внесения изменений в ее исходные данные. При этом имеющиеся там затраты и ущерб легко измерять в одних и тех же человеко-днях утраченного социального времени или в эквивалентных им денежных единицах. В качестве метода решения данной оптимизационной задачи можно использовать как полный, так и целенаправленный перебор с помощью одного из методов математического программирования⁷.

Что касается конкретных предложений по снижению риска КВ, то они должны соответствовать тем четырем стратегиям, которые были перечислены ранее, в первой части настоящей статьи [1]. От органов власти потребуется законодательное обеспечение реализации этих стратегий и их конкретных мероприятий в целях повышения результативности и ответственности в сфере демографической политики, а также демонстрация политической воли преследовать за неисполнение законов и более полного взаимодействия с общественными организациями и гражданами.

Предотвращать и предупреждать опасные социальные ЧС гораздо эффективнее, чем бороться с их последствиями. К сожалению, действия властей в этом направлении на сегодняшний день представляются крайне эклектичными, а потому и неэффективными:

отсутствует государственная идеология и соответствующая политическая воля, тогда как осуществляемая в этой сфере активность напоминает работу пожарной команды, то есть случайные, непоследовательные и нередко запаздывающие действия [7].

И, напротив, опора на совокупность только что перечисленных положений при системном исследовании и совершенствовании национальной безопасности позволит вначале выявлять и учитывать все наиболее существенные потенциальные жертвы и источники угроз, а затем – парировать их в ходе соответствующей практической деятельности. Указанный обобщающий вывод приведен здесь в целях исключения, например, следующей полушутливой оценки этой статьи читателем: «Да, здесь много и нового, и актуального, и достоверного. Но все новое – недостоверно, а достоверное – не ново либо неактуально. А посему она не представляет какой-либо ценности».

Однако подобное суждение возможно (согласно «принципу фальсифицируемости» К. Поппера⁸) лишь после предъявления соответствующих контраргументов. Ведь доказать истинность своих результатов, оставаясь в рамках собственной парадигмы, их автор не может в принципе, что строго вытекает из второй «теоремы о неполноте» К. Гёделя [8]. Отсюда следует, что при отсутствии опровергающих аргументов предложенные в статье результаты следует признать ценными и конструктивными, в том числе – и для обучения студентов и переподготовки соответствующих специалистов в системе послевузовского образования.

В заключение представляется уместным не только признать обоснованность возможных упреков относительно невысокой точности количественной оценки параметров риска ДВ, но и одновременно напомнить, что в подобных по сложности исследованиях опасных процессов даже на вычислительной

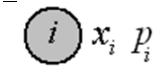
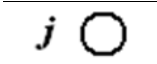
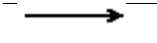
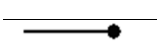
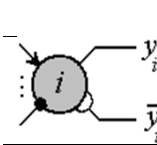
⁷ Веремеенко Т.В., Третьякова Л.Г. Высшая математика: учеб.-метод. пособие. Ч. 4. Математическое программирование. Минск: ГИУСТ БГУ, 2010. 158 с.

⁸ Фальсифицируемость Поппера как научный критерий. URL: <https://econet.ru/articles/134547-falsifitsiruemost-poppera-kak-nauchnyy-kriteriy>

технике принципиально невозможно получение высокоточных прогнозов [9]. Именно поэтому целью моделирования в подобных ситуациях обычно служит не достоверная оценка абсолютных значений риска, а обоснование предложений по устранению или усилению выявленных с его помощью «узких мест». Ведь в данном случае уже приходится оперировать относительными изменениями его показателей, что вполне оправдано – даже если оценки абсолютных величин последних не совпадают с истинными, но принадлежат диапазону их действительных значений.

Таблица 1
Графические символы схем функциональной целостности и выполняемые ими функции

Table 1
Graphic symbols of functional integrity schemes and their functions

Символ	Функция
	Функциональная вершина. Обозначает событие x_i , происходящее с вероятностью P_i и относящееся к конкретному элементу i системы
	Вспомогательная вершина. Используется для представления логических условий реализации определенных функций в этой системе
	Дизъюнктивная дуга. Входит в эти вершины и используется для представления логической операции «ИЛИ» (дизъюнкция)
	Конъюнктивная дуга. Входит в эти вершины и используется для представления логической операции «И» (конъюнкция)
	Прямая y_i и инверсная $\bar{y}_i$ выходные дуги, соответственно представляющие условия реализации и не реализации своей функции элементом i системы

Источник: авторская разработка

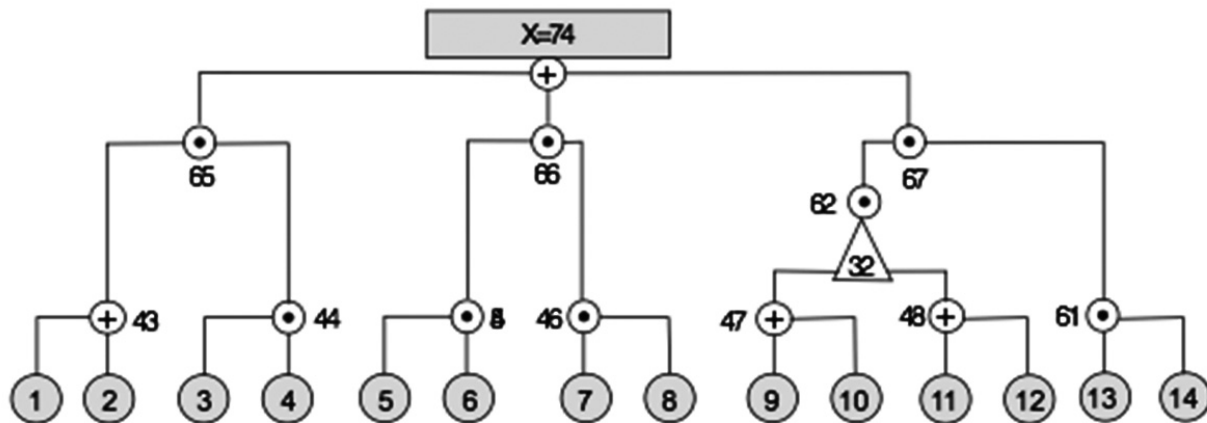
Source: Authoring

Таблица 2**Сведения о мероприятиях по снижению меры возможности ДВ****Table 2****Details of demographic risk reduction measures**

Код события i	P_i до/после принятия мер	Эффект, %					
		$\Delta P(74)$	$\Delta P(75)$	$\Delta P(76)$	$\Delta P(77)$	$\Delta P(78)$	$\Delta P(79)$
19, 20	0,7/0,35; 0,6/0,3	–	0,014	–	–	0,2	–
11, 12	0,7/0,35; 0,7/0,35	0,99	–	–	–		
1–4	0,4/0,2; 0,6/0,3	0,02	–	–	–		
23, 24	0,6/0,3; 0,7/0,35	–	–	0,352	–	–	0,37
38, 39	0,4/0,2 0,5/0,25	–	–	–	0,01		

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1**Упрощенная структура ДП для демонстрации качественного анализа****Figure 1****The simplified outline of the demographic forecast to illustrate the qualitative analysis**

Источник: авторская разработка

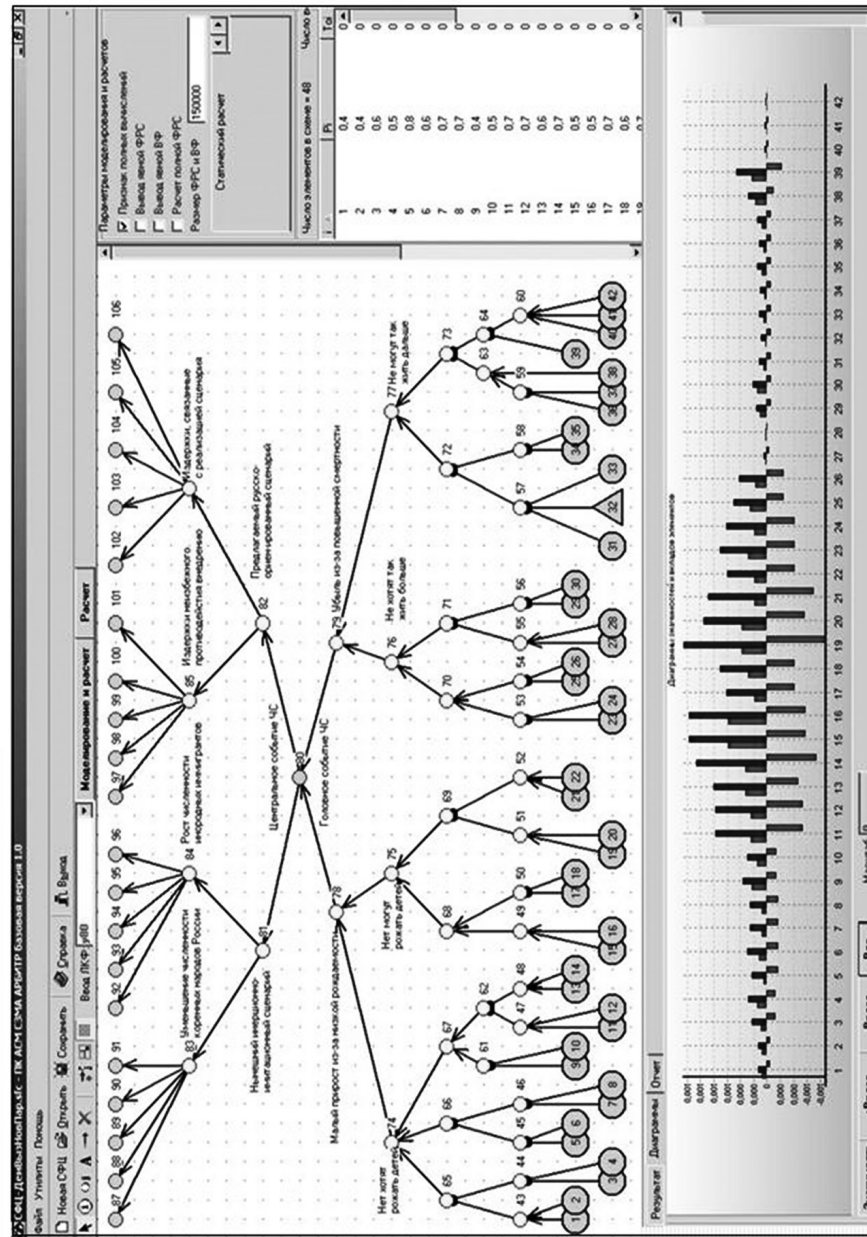
Source: Authoring

Рисунок 2

Фрагмент интерфейса с частью исходных данных и результатов прогноза риска ДВ

Figure 2

A fragment of interface containing some input data and results of the demographic risk forecast

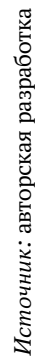


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Фрагмент интерфейса АРБИТР с результатами оценки ущерба от ДВ

A fragment of the ARBITR interface containing the estimated damage of the demographic risk



Source: Authoring

Рисунок 4

Фрагмент отчета с дополнительными результатами анализа модели ДВ

Figure 4

A fragment of the report containing additional results of the demographic risk model analysis

Исходные данные и промежуточные результаты				
Число вершин 106. Число исходных событий 42				
Логический критерий функционирования у80				
Логическая функция содержит 26 конъюнкций				
Вероятностная функция содержит 100801 членов				
Результаты статистического расчета модели				
Мера возможности деградации – очень очень высока (0.999419)				
Таблица характеристик исходных событий-предпосылок				
Номер эл-та	Pi эл-та	Значимость эл-та	Отрицательн. вклад	Положительн. вклад
1	0.4	0.00012942	-5.177E-005	7.7654E-005
2	0.4	0.00012942	-5.177E-005	7.7654E-005
3	0.6	0.00023009	-0.00013805	9.2035E-005
4	0.5	0.0002761	-0.00013805	0.00013805
5	0.8	0.00022333	-0.00017867	4.4667E-005
6	0.6	0.00029778	-0.00017867	0.00011911
7	0.7	0.00025524	-0.00017867	7.6571E-005
8	0.7	0.00025524	-0.00017867	7.6571E-005
9	0.4	0.00036311	-0.00014524	0.00021786
10	0.5	0.00029049	-0.00014524	0.00014524
11	0.7	0.00076996	-0.00053897	0.00023099
12	0.7	0.00076996	-0.00053897	0.00023099
13	0.6	0.00079621	-0.00047773	0.00031848
14	0.7	0.0010616	-0.00074313	0.00031848
15	0.5	0.0011619	-0.00058097	0.00058097
16	0.5	0.0011619	-0.00058097	0.00058097
17	0.7	0.000601	-0.0004207	0.0001803
18	0.6	0.00070117	-0.0004207	0.00028047
19	0.7	0.0012641	-0.0008849	0.00037924
20	0.6	0.00094811	-0.00056887	0.00037924
21	0.8	0.00088759	-0.00071008	0.00017752
22	0.7	0.00059173	-0.00041421	0.00017752
23	0.6	0.00070117	-0.0004207	0.00028047
24	0.7	0.000601	-0.0004207	0.0001803
25	0.5	0.00049797	-0.00024899	0.00024899
26	0.6	0.00041498	-0.00024899	0.00016599
27	0.7	4.6395E-005	-3.2477E-005	1.3919E-005
28	0.4	2.3198E-005	-9.279E-006	1.3919E-005
29	0.4	0.00015852	-6.3407E-005	9.511E-005
30	0.3	0.00021136	-6.3407E-005	0.00014795
31	0.6	0.00011623	-6.974E-005	4.6494E-005
32	0.8506	8.199E-005	-6.974E-005	1.2249E-005
33	0.6	0.00011623	-6.974E-005	4.6494E-005
34	0.7	9.9629E-005	-6.974E-005	2.9889E-005
35	0.5	0.00013948	-6.974E-005	6.974E-005
36	0.6	0.00011661	-6.9964E-005	4.6643E-005
37	0.5	0.00013993	-6.9964E-005	6.9964E-005
38	0.4	0.00027208	-0.00010883	0.00016325
39	0.5	0.00045088	-0.00022544	0.00022544
40	0.7	2.8063E-005	-1.9644E-005	8.4189E-006
41	0.7	2.8063E-005	-1.9644E-005	8.4189E-006
42	0.6	2.1047E-005	-1.2628E-005	8.4189E-006

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 5**Фрагмент отчета о выявленных минимальных сочетаниях исходных событий ДП****Figure 5****A fragment of the report on the minimum combination of starting events of the demographic forecast**

```

===== Результаты моделирования всей системы: =====
      Параметры СФЦ: Число вершин      - N=106 Число элементов - N=43
Логический критерий функционирования  Yc= y"80   ФРС содержит 73729/73729 конъюнкций

№ кон.      ФРС
1  x"4 x"8 x"10 x"13 x"14 x"15 x"16 x"18 x"21 x"22 x"24 x"26 x"30 x"35 x"37 x"38
2  x"3 x"8 x"10 x"13 x"14 x"15 x"16 x"18 x"21 x"22 x"24 x"26 x"30 x"35 x"37 x"38
3  x"1 x"2 x"8 x"10 x"13 x"14 x"15 x"16 x"18 x"21 x"22 x"24 x"26 x"30 x"35 x"37 x"38
4  x"4 x"7 x"10 x"13 x"14 x"15 x"16 x"18 x"21 x"22 x"24 x"26 x"30 x"35 x"37 x"38
5  x"3 x"7 x"10 x"13 x"14 x"15 x"16 x"18 x"21 x"22 x"24 x"26 x"30 x"35 x"37 x"38
6  x"1 x"2 x"7 x"10 x"13 x"14 x"15 x"16 x"18 x"21 x"22 x"24 x"26 x"30 x"35 x"37 x"38

```

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Белов П.Г. Априорная оценка и снижение риска демографического вызова национальной безопасности России. Ч. 1. Системный анализ и моделирование демографического вызова // Национальные интересы: приоритеты, безопасность. 2019. Т. 15. Вып. 4. С. 648–665. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.15.4.648>
2. Хенли Е.Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска / пер. с англ. М.: Машиностроение, 1984. 528 с.
3. Ершов Ю.Л., Палютин Е.А. Математическая логика. М.: Наука, 1987. 336 с.
4. Гвардейцев М.И., Кузнецов П.Г., Розенберг В.Я. Математическое обеспечение управления. Меры развития общества. М.: Радио и связь, 1996. 246 с.
5. Якунин В.И., Сулакшин С.С., Багдасарян В.Э. и др. Государственная политика вывода России из демографического кризиса: монография. М.: Научный эксперт, 2007. 888 с.
6. Ильенков Э.В. Диалектика абстрактного и конкретного в научно-теоретическом мышлении. М.: РОССПЭН, 1997. 468 с.
7. Белов П.Г. Национальная безопасность. Теория, методология, практика. СПб: Стратегия будущего, 2015. 486 с.
8. Беклемишев Л.Д. Теоремы Гёделя о неполноте и границы их применимости // Успехи математических наук. 2010. Т. 65. Вып. 5. С. 61–106.
9. Lauridsen K., Kozine I., Markert F. Assessment of Uncertainties in Risk Analysis of Chemical Establishments. The Assurance project. Roskilde, Denmark, Risø National Laboratory, 2002, 51 p. URL: http://riskprom.ru/_ld/2/265_ris-r-1344.pdf

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

A PRIORI ESTIMATE AND REDUCTION OF THE RISK OF DEMOGRAPHIC CHALLENGE TO THE NATIONAL SECURITY OF RUSSIA. PART TWO. FORECAST AND MITIGATION OF THE DEMOGRAPHIC RISK THROUGH MODELING

Petr G. BELOV

Moscow Aviation Institute (National Research University) (MAI), Moscow, Russian Federation
safsec@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2584-8185>

Article history:

Received 7 February 2019
Received in revised form
25 February 2019
Accepted 14 March 2019
Available online
16 May 2019

JEL classification: C13, C31,
K30, Z28

Keywords: challenge,
modeling, risk, damage

Abstract

Subject The research represents the qualitative and quantitative analysis of my models of origination and detrimental effect of a demographic challenge to the national security of Russia. The analysis intends to forecast and reduce the respective risk.

Objectives The research illustrates the constructive nature of a cross-disciplinary approach to the prior assessment of the risk and optimization of decisions for its mitigation by addressing the most significant assumptions on its origination and adverse effects identified through modeling.

Methods The research is based on the automated systems analysis (in terms of quality and quantity) of original logic-probability and mathematical models in order to predict the risk and ranks of factors, optimize strategies and recommendations for reducing the risk through methods of the decision theory.

Results The research shows it is reasonable and constructive to implement cross-disciplinary methods for studying dangerous social processes. The article proves the possibility of expressing the qualities and parameters through membership functions of linguistic variables and fuzzy sets. I assessed the demographic risk and the impact of certain factors, proposed strategies for reducing the risk and optimizing the input and methods for processing it.

Conclusions and Relevance To ensure its national protection and security, Russia should opt for a reasonable and sound consistent strategy implying the proposed and other scientific and technological recommendations.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Belov P.G. A Priori Estimate and Reduction of the Risk of Demographic Challenge to the National Security of Russia. Part Two. Forecast and Mitigation of the Demographic Risk Through Modeling. *National Interests: Priorities and Security*, 2019, vol. 15, iss. 5, pp. 817–834.
<https://doi.org/10.24891/ni.15.5.817>

References

1. Belov P.G. [A Priori Estimate and Reduction of the Risk of Demographic Challenge to the National Security of Russia. Part One. A Systems Analysis and Modeling of the Demographic Challenge]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2019, vol. 15, iss. 4, pp. 648–665. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.15.4.648>
2. Henley E.J., Kumamoto H. *Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i otsenka riska* [Reliability Engineering and Risk Assessment]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1984, 528 p.
3. Ershov Yu.L., Palyutin E.A. *Matematicheskaya logika* [Mathematical logic]. Moscow, Nauka Publ., 1987, 336 p.

4. Gvardeitsev M.I., Kuznetsov P.G., Rozenberg V.Ya. *Matematicheskoe obespechenie upravleniya. Mery razvitiya obshchestva* [The mathematical framework for management. Measures for social development]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1996, 246 p.
5. Yakunin V.I., Sulakshin S.S., Bagdasaryan V.E. et al. *Gosudarstvennaya politika vyvoda Rossii iz demograficheskogo krizisa: monografiya* [The State policy for overcoming the demographic crisis in Russia: a monograph]. Moscow, Nauchnyi ekspert Publ., 2007, 888 p.
6. Il'enkov E.V. *Dialektika abstraktnogo i konkretnogo v nauchno-teoreticheskom myshlenii* [Dialectics of the abstract and concrete in scientific and theoretical reasoning]. Moscow, ROSSPEN Publ., 1997, 468 p.
7. Belov P.G. *Natsional'naya bezopasnost'. Teoriya, metodologiya, praktika* [National security. Theory, methodology, practice]. St. Petersburg, Strategiya budushchego Publ., 2015, 486 p.
8. Beklemishev L.D. [Gödel incompleteness theorems and the limits of their applicability. I]. *Uspekhi matematicheskikh nauk = Russian Mathematical Surveys*, 2010, vol. 65, iss. 5, pp. 61–106. (In Russ.)
9. Lauridsen K., Kozine I., Markert F. Assessment of Uncertainties in Risk Analysis of Chemical Establishments. The ASSURANCE project. Roskilde, Denmark, Risø National Laboratory, 2002, 51 p. URL: http://riskprom.ru/_ld/2/265_ris-r-1344.pdf (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.