

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ ТРЕБУЕМОЙ ОБОРОНОСПОСОБНОСТИ ГОСУДАРСТВА***Евгений Юрьевич ХРУСТАЛЁВ^а, Александр Олегович ЖУКОВ^б,
Ульян Анатольевич ПЕСТУН^с***^а доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией,
Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Российская Федерация
stalev@cemi.rssi.ru^б доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник,
ГАИШ МГУ, Москва, Российская Федерация
aozhukov@mail.ru^с научный сотрудник, 46-й ЦНИИ Минобороны России, Москва, Российская Федерация
ulun2015@yandex.ru

* Ответственный автор

История статьи:Получена 21.07.2017
Получена в доработанном
виде 13.08.2017
Одобрена 18.09.2017
Доступна онлайн 27.10.2017**УДК** 351.354
JEL: C31, C51**Аннотация****Тема.** Проблема управления социальной и экономической системами государства в условиях требуемой обороноспособности представляется актуальной и значимой, поскольку складывающиеся геополитические условия, а также необходимость борьбы с мировым терроризмом, в совокупности с применяемыми методами разрешения конфликтов, свидетельствуют о повышении значения и роли обороноспособности государства, которая в свою очередь напрямую зависит от ограниченных социальных и экономических возможностей государства.**Цели.** Выбор и обоснование условий обеспечения требуемой обороноспособности государства посредством управления социальной и экономической системами.**Методология.** Для достижения поставленной цели и решения задачи разработана модель взаимовлияния социальной, экономической и военной систем государства, формализованная как система дифференциальных уравнений. Для анализа полученных результатов используются методы теории колебаний, поиск оптимального решения проводится с использованием итерационных численных методов.**Результаты.** Разработан методологический подход, применение которого позволило рассчитать демонстрационный вариант корректировки основных статей бюджета для достижения требуемой обороноспособности при существующих возможностях социальной и экономической систем государства.**Область применения.** Полученные результаты могут применяться для совершенствования методов и способов управления и планирования развития социальной и экономической систем государства, а также для обоснования требуемых, допустимых затрат на обеспечение обороноспособности государства.**Выводы.** При управлении социальной и экономической системами государства в условиях требуемой обороноспособности целесообразно использовать предложенный методологический подход, который позволяет не только оценить последствия того или иного управленческого решения, но и сформировать рекомендации для достижения требуемого результата.**Ключевые слова:** модель, целевая функция, оптимизационная задача, управление социальной и экономической системами

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

Для цитирования: Хрусталёв Е.Ю., Жуков А.О., Пестун У.А. К вопросу организации устойчивого управления социальной и экономической системами в условиях требуемой обороноспособности государства // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2017. – Т. 13, № 10. – С. 1818 – 1837.
<https://doi.org/10.24891/ni.13.10.1818>

Обзор литературы

Приведенная задача в той или иной мере рассматривалась в работах зарубежных авторов [2–10]. В отечественной практике исследования по оценке влияния военных расходов на развитие социальных и экономических систем принадлежат С.Ю. Малкову¹, Д.С. Чернавскому, В.И. Ковалёву, Ю.В. Коссе, Н.И. Старкову² [11].

Однако в работах приведенных авторов оценки влияния военных (оборонных) расходов на развитие государства (социальной и экономической систем) производились посредством использования моделей, построенных на основе анализа, что не дает возможности формировать выходные параметры как заданные. То есть их использование не в полной мере обеспечивает гарантированное достижение поставленной цели, а именно – управления социальной и экономической системами в условиях требуемой обороноспособности.

* Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 15-06-00604-а «Теория и естественнонаучный инструментальный анализа, измерения и сбалансированного развития оборонного потенциала государства: военно-промышленный и социально-экономический аспекты». Выражаем признательность Сергею Филипповичу ВИКУЛОВУ за ценные советы, полученные при написании данной статьи.

¹ Малков С.Ю., Чернавский Д.С., Ковалёв В.И. Экономика России и обеспечение военно-стратегической стабильности // *Стратегическая стабильность*. 2005. № 1. С. 67–74; Малков С.Ю., Чернавский Д.С., Коссе Ю.В. К вопросу об определении оптимальной величины оборонных расходов государства // *Стратегическая стабильность*. 2007. № 2. С. 72–76.

² Чернавский Д.С., Малков С.Ю., Старков Н.И. и др. Оборонно-промышленный комплекс и развитие экономики России // *Стратегическая стабильность*. 2004. № 1. С. 37–47; Малков С.Ю., Чернавский Д.С., Ковалёв В.И. Экономика России и обеспечение военно-стратегической стабильности // *Стратегическая стабильность*. 2005. № 1. С. 67–74; Малков С.Ю., Чернавский Д.С., Коссе Ю.В. К вопросу об определении оптимальной величины оборонных расходов государства // *Стратегическая стабильность*. 2007. № 2. С. 72–76.

Методологический подход

В рамках данной работы разработан методологический подход управления социальной и экономической системами в условиях требуемой обороноспособности исходя из социальных и экономических возможностей государства при выполнении условия устойчивого развития государства по критерию Ляпунова. Разработанный методологический подход включает четыре этапа.

1. Моделирование взаимовлияния социальной, экономической и военной систем государства.
2. Формализация целевой функции оценки максимально допустимого³ объема ассигнований, выделяемых на развитие ВС исходя из социальных и экономических возможностей.
3. Решение оптимизационной задачи для достижения требуемого максимально допустимого объема ассигнований на развитие ВС при выполнении условия устойчивого развития государства по критерию Ляпунова.
4. Формирование рекомендаций для достижения максимально допустимого объема ассигнований на развитие ВС.

Рассмотрим подробно каждый этап.

1. Моделирование взаимовлияния социальной, экономической и военной систем государства. В результате проведенных исследований была построена модель взаимовлияния социальной, экономической и военной систем государства на основании концепций системотехники, изложенных в фундаментальных трудах Г.Х. Гуда [12], Р.Э. Маккола⁴, А.В. Ильичева [13], А.О. Жукова [14, 15], В.Г. Бурлова [16, 17].

³ Рассматривается максимально допустимый уровень развития ВС, так как в рамках данной работы не представляется возможным оценить требуемый уровень.

Построенная модель формализована в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ax - bxy + qxz \\ \frac{dy}{dt} = -py + cxy + \gamma yz, \\ \frac{dz}{dt} = \mu z - \tau xz - \delta yz \end{cases} \quad (1)$$

где x – переменная, характеризующая численность населения государства;

y – переменная, характеризующая ВВП государства на душу населения;

z – переменная, характеризующая ассигнования на ВС на душу населения;

a – коэффициент естественных демографических процессов;

b – коэффициент антимотивации людей к деторождению;

q – коэффициент защищенности населения;

p – коэффициент развития реального сектора экономики;

c – коэффициент заинтересованности людей в развитии экономики;

γ – коэффициент защищенности экономики;

μ – коэффициент военных расходов;

τ – коэффициент демографических возможностей страны по формированию ВС РФ;

δ – коэффициент экономических возможностей страны по содержанию и развитию ВС РФ.

Проведенный анализ показал, что рассматриваемые системообразующие переменные (численность населения, ВВП государства, затраты на ВС) достаточно инертны и значительные их изменения

в абсолютном и нормированном исчислении не выражены (*рис. 1*).

Однако информация о происходящих процессах имеет ярко выраженный дискретный характер, поэтому целесообразно рассматривать их приращения:

$$\Delta x = lx, \quad (2)$$

где l – коэффициент, характеризующий изменение приращения.

Данные обычно приводятся за годовой интервал, что позволяет не учитывать сезонные колебания.

Для анализа информации о происходящих процессах более удобно использовать дифференциальное представление, поэтому рассмотрим их производную:

$$\dot{x} = \alpha x, \quad (3)$$

где α – коэффициент, характеризующий изменение производной.

При этом имеется достаточно тесная связь между выражениями (2) и (3), так как приращение можно представить следующим образом:

$$x_t - x_m = x_m e^{\alpha(t-m)}, \quad (4)$$

после ряда преобразований которого получим:

$$\ln(1 + l) = \alpha t. \quad (5)$$

Соответственно, $\alpha = \ln(1 + l)/t$, так как в наших условиях приращение рассматривается за год, то есть при $t = 1$ это выражение примет вид:

$$\alpha = \ln(1 + l). \quad (6)$$

Исходя из изложенного уместно проводить анализ, рассматривая только приращения системообразующих переменных, что подтверждается расчетными данными, приведенными в *табл. 1*.

Учитывая, что рассматриваются нормированные величины, приращения по

⁴ Маккол Р. Справочник по системотехнике / под ред. А.В. Шилленко. М.: Советское радио, 1970. 688 с.

которым не превышают 5% (0,05 – в относительном исчислении), можно считать, что $\alpha = l$.

Для повышения наглядности и дальнейшего использования модели, система уравнений (1) была трансформирована к следующему виду:

$$\begin{cases} \Delta x = \sum_l l_i x \\ \Delta y = \sum_l l_i y, \\ \Delta z = \sum_l l_i z \end{cases} \quad (7)$$

где $l_i = f(K_{1i}, K_{2i})$; $i \in \{r, s, m, vtu, pp, mto, ser, vvt\}$.

Полученные функциональные зависимости $l_i = f(K_{1i}, K_{2i})$, характеризующие системообразующие коэффициенты (x, y, z), описываются гладкими функциями, поэтому после разложения их в ряд Тейлора получено обоснование соотношений параметров военной, социальной, экономической систем государства посредством определения функциональных зависимостей с использованием общепринятых зависимостей. Это позволило идентифицировать параметры модели⁵:

$$a = K_s y_s - K_{s0} + K_r y_r - K_r y_r + K_m y_m - K_{my} y_m - K_{mz} z_m; \quad (8)$$

$$b = K_s \lambda_s - K_r \lambda_r + K_{my} \lambda_{my}; \quad (9)$$

$$q = K_{mz} \eta_{mz}; \quad (10)$$

$$p = K_{vtu} x_{vtu} - K_{vtu0} + K_{pp0} + K_{pp(z)} z_{pp}; \quad (11)$$

$$c = K_{vtu} \varepsilon_{vtu}; \quad (12)$$

$$\gamma = K_{pp(z)} \eta_{pp(z)}; \quad (13)$$

⁵ Пестун У.А. Устройство для оценки взаимовлияния социальной, экономической и военной систем государства: патент на полезную модель № 168601, 2017. (действ. 21.09.2026).

$$\mu = K_{(bpmt0)0} - K_{bpmt0} y_{bpmt0} + K_{(vvt0)0} - K_{vvt0} y_{vvt0} + K_{(sls-so)0} - K_{sls} y_{sls} - K_{so} x_{so}; \quad (14)$$

$$\delta = -K_{bpmt0} \lambda_{bpmt0} - K_{sis} \lambda_{sis} - K_{vvt0} \lambda_{vvt0}; \quad (15)$$

$$\tau = -K_{so} \varepsilon_{so}. \quad (16)$$

Для определения приведенных коэффициентов была разработана и введена система индексации, обеспечивающая хорошую наглядность (табл. 2).

Следует особо отметить, что данная система нелинейных дифференциальных уравнений не имеет чисто аналитического решения, оно возможно только методами численного интегрирования, например, такими как методы Адамса, Эйлера, Рунге-Кутты, которые позволяют строить решения в виде гладких кривых (рис. 2).

Анализ таких кривых возможен путем перехода от траекторий к фазовым портретам, которые полно и емко отражают свойство рассматриваемой системы. Учитывая, что рассматривается состояние из трех системообразующих показателей, наиболее полным является рассмотрение фазовых портретов в трехмерном пространстве с сопоставлением трехмерного и двухмерного фазовых портретов (рис. 3) [18, 19].

Из графиков, приведенных на рис. 2, видно, что траектории совершают движения вокруг точек устойчивости. Рассматриваемая система теоретически имеет множество точек абсолютной устойчивости, и для проведения анализа необходимо рассмотреть их все. Для этого, учитывая, что система устойчива, когда ее приращения равны нулю, то есть $\frac{dx}{dt} = 0, \frac{dy}{dt} = 0, \frac{dz}{dt} = 0$, уместно рассмотреть следующую алгебраическую систему уравнений:

$$\begin{cases} ax - bxy + qxz = 0 \\ -py + cxy + yz = 0 \\ \mu z - \tau xz - \delta yz = 0 \end{cases}$$

После преобразования к виду

$$\begin{cases} x(a - by + qz) = 0 \\ y(-p + cx + \gamma z) = 0 \\ z(\mu - \tau x - \delta y) = 0 \end{cases} \quad (17)$$

нетрудно удостовериться, что особыми являются следующие пять точек (табл. 3).

Из значений, приведенных в табл. 3, видно, что оценка максимально допустимого объема ассигнований и управление системой возможно только при определении точки устойчивости (x_f, y_f, z_f) , значительное отклонение от которой недопустимо, так как означает значительные изменения рассматриваемых системообразующих переменных (в реальной жизни сопоставимо с войнами и эпидемиями). Для определения устойчивости предлагается использовать численный алгоритм определения устойчивости решения по критерию Ляпунова [20].

2. Формализация целевой функции оценки максимально допустимого объема ассигнований, выделяемых на развитие ВС исходя из социальных и экономических возможностей. В математическом виде задача оценки максимально-допустимого объема ассигнований на развитие ВС, исходя из формулы (1) сводится к построению целевой функции – в данном случае максимизируемого функционала $F = z_f \rightarrow \max$ следующего вида:

$$F = z_f - e^{-\frac{(x_f - x_d)^2}{\Delta}} - e^{-\frac{(y_f - y_d)^2}{\Delta}} \Rightarrow \max, \quad (18)$$

при $x > x_d, y > y_d$,

где F – функционал, который необходимо максимизировать;

$e^{-\frac{(x_f - x_d)^2}{\Delta}}$ – штрафная функция социальной системы;

$e^{-\frac{(y_f - y_d)^2}{\Delta}}$ – штрафная функция экономической системы;

z_f – координаты точки устойчивости военной системы;

x_f – координаты точки устойчивости социальной системы;

y_f – координаты точки устойчивости экономической системы;

x_d – допустимое значение характеристик социальной системы;

y_d – допустимое значение характеристик экономической системы;

Δ – характеристика крутизны роста штрафной функции, определяется из особенности практического алгоритма оптимизации.

Таким образом, формализована целевая функция, позволяющая оценить требуемый – в данном случае максимально допустимый – объем ассигнований на ВС.

3. Решение оптимизационной задачи для достижения требуемого, максимально-допустимого объема ассигнований на развитие ВС, при выполнении условия устойчивого развития государства по критерию Ляпунова. Решение оптимизационной задачи подразумевает выполнение следующих этапов в соответствии с алгоритмом (рис. 4):

- 1) отбор параметров для оптимизации;
- 2) нахождение первых производных по отобранным параметрам;
- 3) нахождение вторых производных по отобранным параметрам;
- 4) исключение седловых точек;
- 5) применение метода Ньютона;
- 6) определение оптимальных значений.

Приведенные этапы алгоритма состоят в следующем.

1. Отбор параметров для оптимизации. Анализ системы уравнений, характеризующей взаимовлияние социальной, экономической и военной систем, показал, что коэффициенты $a, b, q, p, c, \gamma, \mu, \delta, \tau$ являются взаимозависимыми и, соответственно, оптимизация по ним может привести к нереализуемым значениям. По этой причине максимизацию целесообразно проводить только по отношению к независимым параметрам, из которых целесообразно рассматривать исключительно перечень управляемых параметров: $\varepsilon_{so}, \varepsilon_{vlu}, \eta_{pp(z)}, \eta_{mz}, \lambda_r, \lambda_s, \lambda_{my}, \lambda_{bpmt}, \lambda_{vvt}, \lambda_{sls}$.

2, 3. Нахождение первых и вторых производных рассматриваемого функционала $F = F(a, b, q, p, c, \gamma, \mu, \delta, \tau)$.

Производная первого порядка рассматриваемого функционала в общем виде выглядит следующим образом:

$$F' = F'(a) \cdot a' + F'(b) \cdot b' + F'(q) \cdot q' + F'(p) \cdot p' + F'(c) \cdot c' + F'(\gamma) \cdot \gamma' + F'(\mu) \cdot \mu' + F'(\delta) \cdot \delta' + F'(\tau) \cdot \tau'.$$

Производная второго порядка рассматриваемого функционала в общем виде выглядит следующим образом:

$$F'' = (F''(a) \cdot a' + F'(a) \cdot a'') + (F''(b) \cdot b' + F'(b) \cdot b'') + (F''(q) \cdot q' + F'(q) \cdot q'') + (F''(p) \cdot p' + F'(p) \cdot p'') + (F''(c) \cdot c' + F'(c) \cdot c'') + (F''(\gamma) \cdot \gamma' + F'(\gamma) \cdot \gamma'') + (F''(\mu) \cdot \mu' + F'(\mu) \cdot \mu'') + (F''(\delta) \cdot \delta' + F'(\delta) \cdot \delta'') + (F''(\tau) \cdot \tau' + F'(\tau) \cdot \tau'').$$

Так как рассматриваются линейные функции, вторые производные которых равны нулю, выражение примет вид:

$$F'' = F''(a) \cdot a' + F''(b) \cdot b' + F''(q) \cdot q' + F''(p) \cdot p' + F''(c) \cdot c' + F''(\gamma) \cdot \gamma' + F''(\mu) \cdot \mu' + F''(\delta) \cdot \delta' + F''(\tau) \cdot \tau'.$$

4. Исключение седловых точек. Алгоритм Ньютона определяет точку, в которой все производные равны нулю при условии, что матрица вторых частных производных постоянна. Однако необходимо учитывать, что согласно общей теории, если эта матрица

положительно определена, то точка решения указывает на точку минимума, однако если матрица не положительно определена, то она указывает на седловую точку, что может привести к уменьшению максимизируемого параметра.

Для преодоления этого недостатка целесообразно использовать свойство матрицы частных производных, которое определяет такую матрицу как симметричную, что позволяет записать ее в следующем виде:

$$S = U \cdot |\Omega| \cdot U^T, \quad (19)$$

где Ω – диагональная матрица собственных чисел; U – матрица ортонормированных собственных векторов.

Модернизированная обратная матрица в этом случае примет вид:

$$S^{-1} = U \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\Omega} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{\Omega} & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\Omega} & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \frac{1}{\Omega} \end{pmatrix} \cdot U^T \Rightarrow S_{Mod}^{-1} = U \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{|\Omega|} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{|\Omega|} & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{|\dots|} & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \frac{1}{|\Omega|} \end{pmatrix} \cdot U^T.$$

Очевидно, что модернизированная матрица при положительных собственных числах будет совпадать с S^{-1} , а при отрицательных будет давать направление на увеличение [20].

5. Применение метода Ньютона. Во избежание сильных бросков на начальных этапах поиска мы будем строить алгоритм Ньютона по следующей схеме:

$$X_{(n+1)} = X - F \cdot X_n, \quad (20)$$

где F – нормирующий коэффициент, обеспечивающий отклонение изменения на 1–2%. Все это в совокупности позволяет избежать заикливания в районе седловых точек, сохранив главное свойство метода Ньютона – квадратичную сходимость результата, то есть ошибка уменьшается квадратично.

6. Определение оптимальных значений. Разработанный методический подход позволил построить алгоритм формирования рекомендаций для достижения максимально допустимого объема ассигнований на развитие ВС (рис. 5), включающий:

- ввод исходной статистической информации;
- идентификацию коэффициентов системы уравнений взаимовлияния социальной, экономической и военной систем государства;
- расчет входных параметров для системы дифференциальных уравнений 3-го порядка;
- моделирование (прогнозирование) взаимовлияния социальной, экономической и военной систем государства;
- нахождение точек устойчивости дифференциальной системы уравнений 3-го порядка;
- нахождение точки устойчивости для максимально допустимых военных расходов относительно социальной и экономической системы;
- формирование входных параметров для достижения максимально допустимого устойчивого развития военной системы;
- формирование рекомендаций управления социальной, экономической и военной системой для достижения требуемого, максимально-допустимого развития ВС;
- вывод рекомендаций.

Практические результаты применения алгоритма формирования рекомендаций для достижения требуемого максимально допустимого объема ассигнований на развитие ВС исходя из социальных и экономических возможностей государства реализованы посредством перераспределения расходов между рассматриваемыми системами с варьированием параметров λ_r , λ_s , λ_{my} , λ_{bpmt} , λ_{vvsr} , λ_{sls} и отслеживанием изменения, максимизируемого функционала и оценкой устойчивости системы в целом (по критерию Ляпунова).

Применяемый функционал оптимальности позволяет задавать пределы отклонения социальной и экономической систем от имеющегося положения посредством использования граничных функций. Это позволяет определить соотношение, при котором расходы на развитие ВС (военной системы) будут максимальны, а значения выходных параметров не выйдут за граничные условия (табл. 4). Расчеты приведены на основании открытой информации Федеральной службы государственной статистики.

Соответственно, найдена точка (строка 18), где затраты на военную систему максимальны, а выходные параметры, характеризующие социальную и экономическую системы, не изменяются больше чем на 3% (ВВП уменьшится на 1,9% – до 84 427,8 млрд руб., численность населения увеличится на 2% – до 149,6 млн чел.), то есть определена точка устойчивости, в которой ассигнования на развитие военной системы максимально допустимы, а социальная и экономическая составляющие не превышают граничных условий. Данная ситуация проиллюстрирована на двумерном фазовом портрете (рис. 6а), где заметно направление точки устойчивости настоящего состояния системы к точке устойчивости для максимально допустимого развития военной системы.

Более наглядно движение точки устойчивости настоящего состояния системы к точке устойчивости для максимально-допустимого развития военной системы при заданных границах социальной и экономической систем приведено на трехмерном фазовом портрете (рис. 6b).

Соответственно, определены системообразующие переменные, соответствующие требуемому, максимально допустимому развитию военной системы при планомерном, устойчивом развитии социальной и экономической систем.

Также сформированы требуемые входные параметры для достижения определенной ранее точки для требуемого максимально допустимого развития ВС при устойчивом развитии социальной и экономической систем.

Практические рекомендации для достижения требуемых максимально допустимых оборонных расходов при устойчивом развитии социальной и экономической систем для исходных данных, равных существующим, приведены в табл. 5.

Соответственно, возможен следующий вариант корректировки для достижения требуемого, допустимого развития ВС при существующих социально-экономических возможностях: снижение финансирования по статьям «Охрана семьи и детства», «Пенсионное обеспечение», «Социальное обеспечение населения».

Наиболее эффективным с точки зрения математического моделирования, но не с точки зрения морали является незначительное снижение финансирования статьи «Пенсионное обеспечение» с 3 265,5 млн руб. до 3 180,5 млн руб., при этом высвободившиеся средства требуется пустить на развитие военной системы.

Заключение

В рамках проведенного исследования проведен анализ отечественного и зарубежного опыта оценки влияния военных, оборонных расходов на развитие государства, показавший, что данное влияние нельзя назвать однозначным и при различных условиях оно может быть как положительным, так и отрицательным. Данные оценки получены посредством использования моделей, построенных на основе анализа, что не дает возможности формировать выходные параметры как заданные, то есть реализовывать управление для гарантированного достижения требуемого результата.

Разработан методологический подход, позволяющий посредством моделирования взаимовлияния военной, социальной и экономической систем государства, а также решения оптимизационной задачи, сформировать управление социальной и экономической системами в виде рекомендации корректировки бюджета государства для достижения требуемой, принятой максимально допустимой обороноспособности государства.

Таблица 1

Соответствие логарифмов нормированным величинам

Table 1

The compliance of logarithms with benchmarks

Переменная	Значение переменной				
l	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
$\alpha = \ln(1 + l)$	0,01	0,02	0,03	0,039	0,049

Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Таблица 2

Индексация и характеристика параметров

Table 2

Indexing and description of parameters

i -й индекс	Параметр, означающий долю			Начальное значение коэффициента	Производная функция	Заданные начальные значения			Значение параметра с i -м индексом
	ε_i	λ_i	η_i	K_{i0}	K_i	x_i	y_i	z_i	
r	–	+	–	+	+	–	+	–	Рождаемость
s	–	+	–	+	+	–	+	–	Смертность
m	–	–	–	+	–	–	+	+	Миграционный прирост
my	–	+	–	–	+	–	–	–	Миграционный прирост, обусловленный экономическими условиями
mz	–	–	+	–	+	–	–	–	Миграционный прирост, обусловленный защищенностью
vtu	+	–	–	+	+	+	–	–	Выпуск товаров и услуг
pp	–	–	+	+	+	–	–	+	Промежуточное потребление
$bpmto$	–	+	–	+	+	–	+	–	Боевая подготовка и материально-техническое обеспечение
$sls-so$	–	–	–	+	–	–	–	–	Содержание личного состава ВС РФ и социальное обеспечение военнослужащих и членов их семей
sls	–	+	–	–	+	–	+	–	Содержание личного состава ВС РФ
so	+	–	–	–	+	+	–	–	Социальное обеспечение военнослужащих и членов их семей
$vvst$	–	+	–	+	+	–	+	–	Расходы на развитие системы вооружения ВС РФ

Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Таблица 3

Точки устойчивости

Table 3

Stability points

Точки устойчивости	Условие	Базовое уравнение	Решение
Точка № 1	$x = 0,$ $y = 0,$ $z = 0$	Отсутствует	Система вырождена
Точка № 2	$x = 0$	$\begin{cases} y(-p + \gamma z) = 0 \\ z(\mu - \delta y) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y(-p + \gamma z) = 0 \\ z(\mu - \delta y) = 0 \end{cases}$	Система вырождена при $x = 0$
Точка № 3	$y = 0$	$\begin{cases} x(a + qz) = 0 \\ z(\mu - cx) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x(a + qz) = 0 \\ z(\mu - cx) = 0 \end{cases}$	Система вырождена при $y = 0$
Точка № 4	$z = 0$	$\begin{cases} x(a - by) = 0 \\ z(-p + cx) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a - by = 0 \\ -p + cx = 0 \end{cases}$	Система не вырождена, существование государства без ВС не рассматривается
Точка № 5	$x \neq 0,$ $y \neq 0,$ $z \neq 0$	$\begin{cases} a - by + qz = 0 \\ -p + cy + \gamma z = 0 \\ \mu - \tau x - \delta y = 0 \end{cases}$	Система существует

Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Таблица 4

Максимизация оптимизируемого функционала

Table 4

Maximization of optimizable functionality

№ строки	F	x , млн чел.	y , млрд руб.	z , млрд руб.
1	999	146,5	86 043,6	3 806,4
2	999,9	147	85 953	3 891,4
3	999	146,9	85 862,6	3 976,4
4	1 002	147,4	85 772,2	4 061,4
5	1 002	147,3	85 681,9	4 146,4
6	1 004	147,7	85 591,7	4 231,4
7	1 004	147,6	85 501,6	4 316,4
8	1 006	148	85 411,6	4 401,4
9	1 006	148	85 321,7	4 486,4
10	1 008	148,4	85 231,9	4 571,4
11	1 007	148,3	85 142,2	4 656,4
12	1 009	148,7	85 052,5	4 741,4
13	1 008	148,6	84 963	4 826,4
14	1 010	149	84 873,6	4 911,4
15	1 010	148,9	84 784,2	4 996,4
16	1 011	149,3	84 695	5 081,4
17	1 010	149,3	84 605,8	5 166,4
18	1 012	149,6	84 516,8	5 251,4
19	1 011	149,4	84 427,8	5 336,4

Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Таблица 5

Возможные рекомендации

Table 5

Possible recommendations

Текущие значения	Сформированные значения	Изменения	Рекомендации
$a = 1,801$	$a_{fd} = 1,8$	Нет	Корректировки не требуются
$b = 8,28 \cdot 10^4$	$b_{fd} = 9,98 \cdot 10^4$	Да	Требуются корректировки по статьям бюджета: – охрана семьи и детства; – пенсионное обеспечение; – социальное обеспечение населения
$q = -3,96 \cdot 10^{-8}$	$q_{fd} = -3,96 \cdot 10^{-8}$	Нет	Корректировки не требуются
$p = -2,472$	$p_{fd} = -2,472$	Нет	Корректировки не требуются
$c = -0,305$	$c_{fd} = -0,305$	Нет/да	Возможны корректировки
$\gamma = 2,61$	$\gamma_{fd} = 2,61$	Нет	Корректировки не требуются
$\mu = -0,036$	$\mu_{fd} = -0,036$	Нет	Корректировки не требуются
$\delta = 0,024$	$\delta_{fd} = 0,029$	Да	Требуются корректировки по статьям бюджета: – расходы на БП и МТО; – расходы на содержание личного состава и социальное обеспечение; – расходы на развитие системы вооружения
$\tau = -6,08 \cdot 10^{-3}$	$\tau_{fd} = -6,08 \cdot 10^{-3}$	Нет	Корректировки не требуются

Источник: составлено авторами

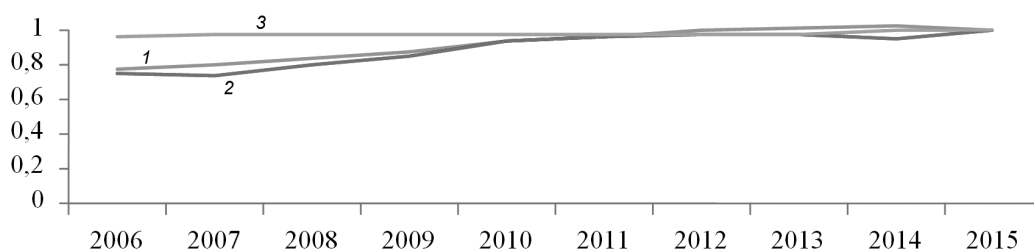
Source: Authoring

Рисунок 1

Нормированные значения системообразующих переменных

Figure 1

Standardized values of systemic variables



1 - Нормированный ВВП России

2 - Нормированные расходы на обороноспособность (ВС)

3 - Нормированная численность населения

Источник: данные Росстата, Центра анализа стратегий и технологий

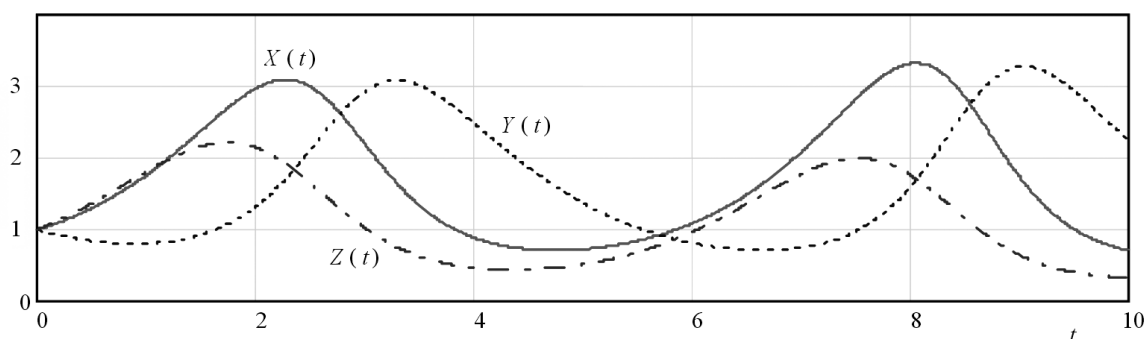
Source: Rosstat, Centre for Analysis of Strategies and Technologies

Рисунок 2

Иллюстрация численного интегрирования

Figure 2

An illustration of numerical integration



Источник: составлено авторами

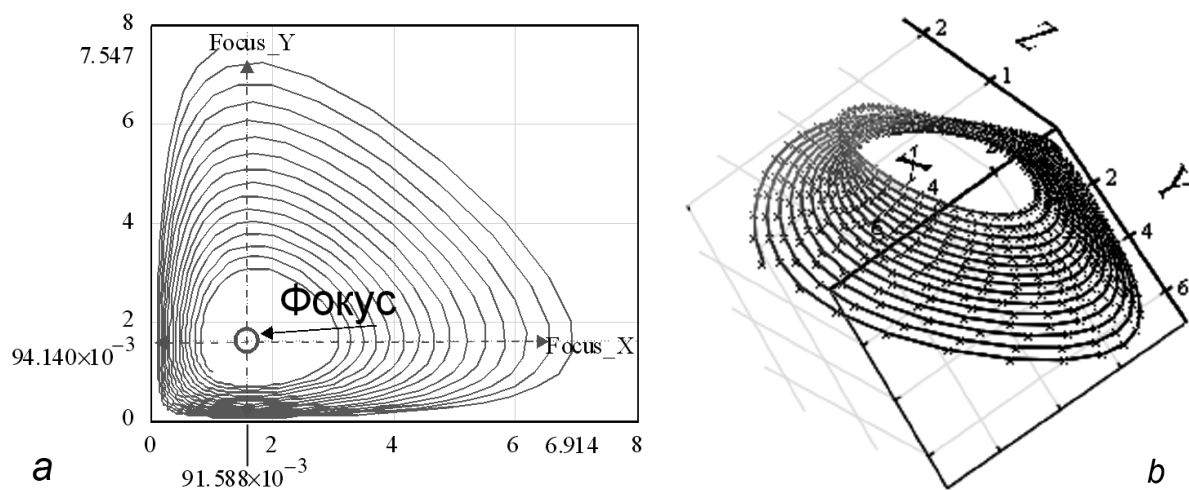
Source: Authoring

Рисунок 3

Иллюстрация фазовых портретов системы: *a* – двумерный; *b* – трехмерный

Figure 3

An illustration of phase portraits of system: *a* – two-dimensional; *b* – three-dimensional



Источник: составлено авторами

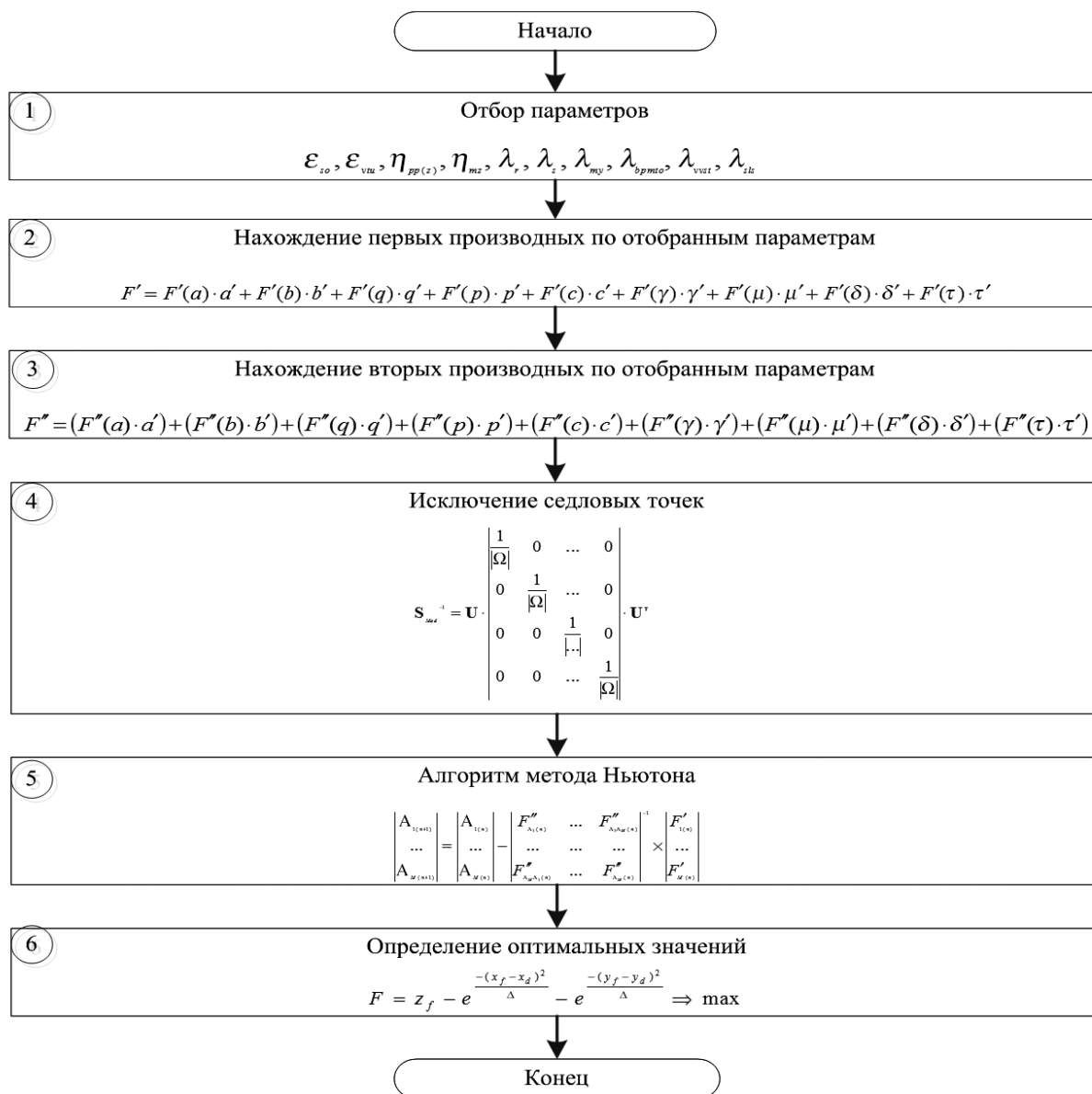
Source: Authoring

Рисунок 4

Формирование оптимальных входных параметров

Figure 4

Formation of optimal input parameters



Источник: составлено авторами

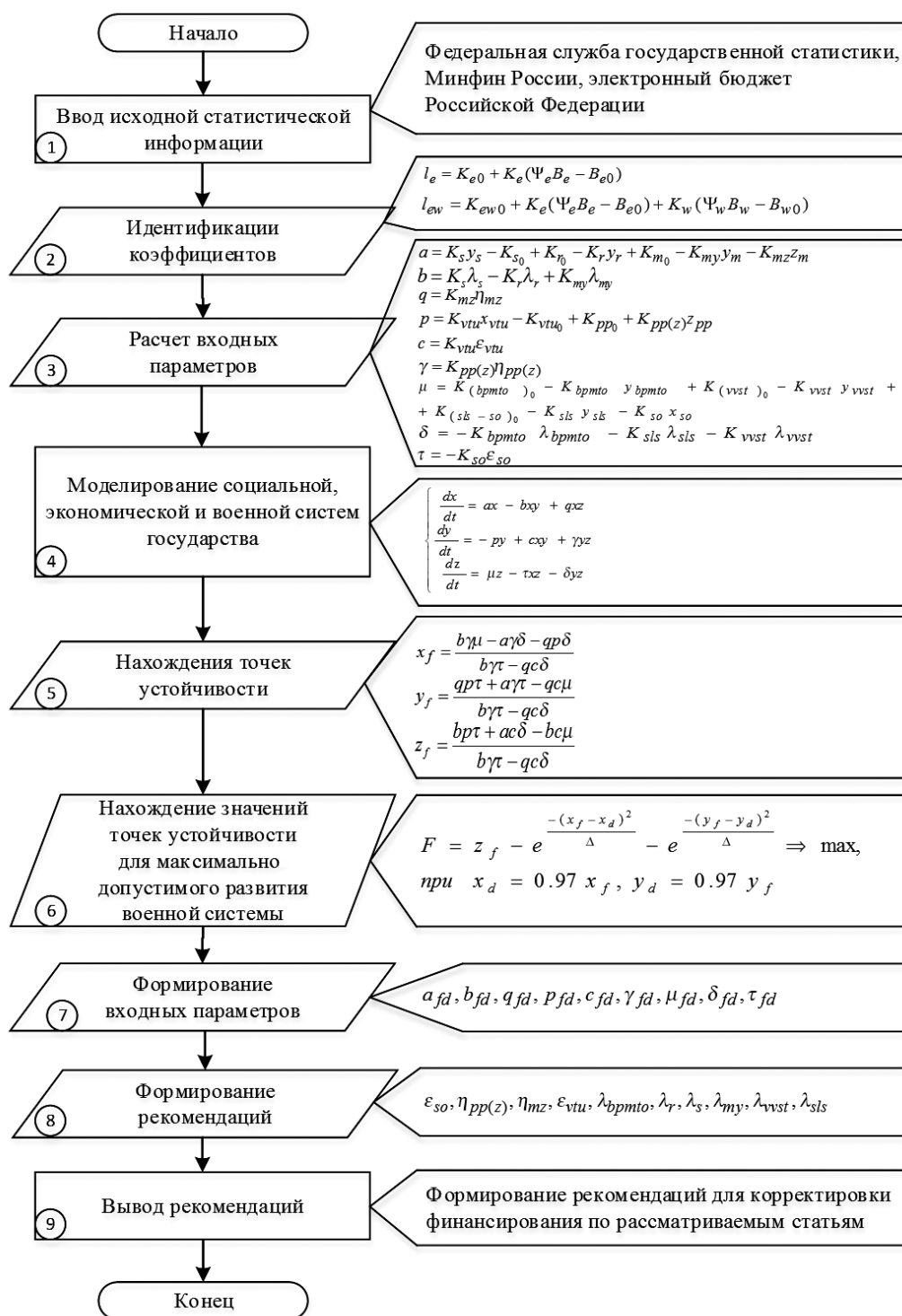
Source: Authoring

Рисунок 5

Алгоритм формирования рекомендаций

Figure 5

The algorithm for outlining recommendations



Источник: составлено авторами

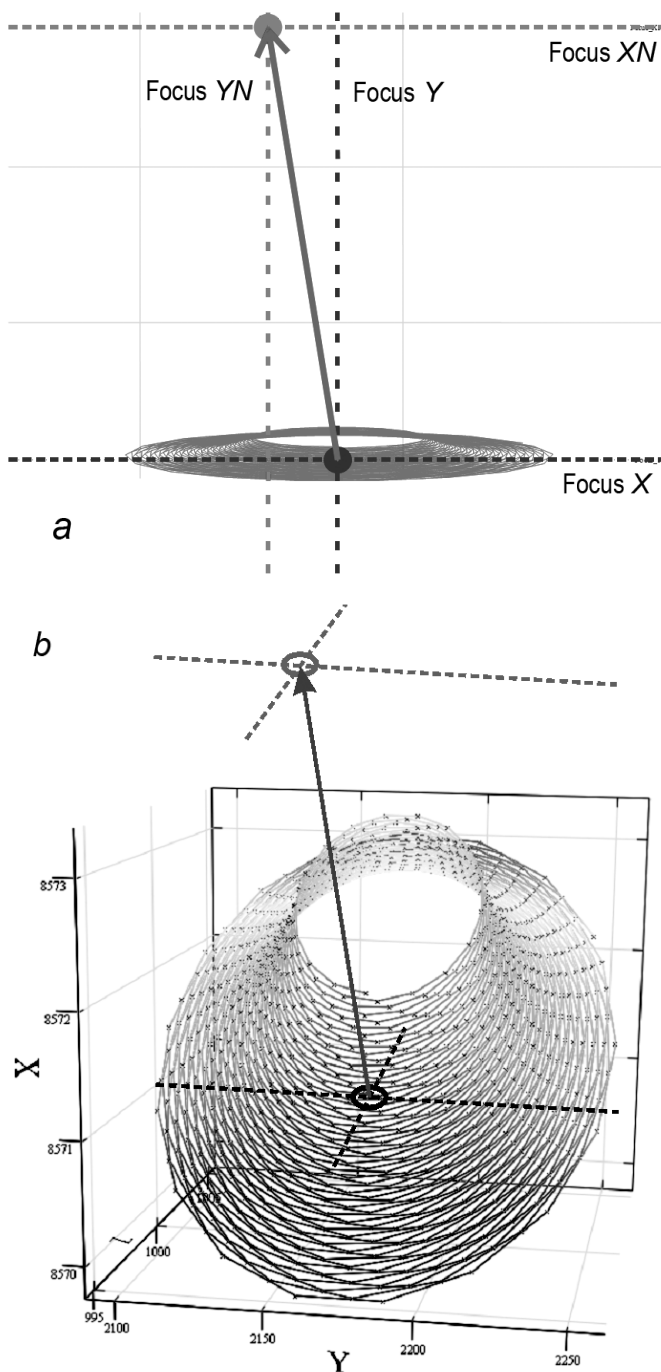
Source: Authoring

Рисунок 6

Требуемая и текущая точки устойчивости: *a* – двумерный портрет; *b* – трехмерный портрет

Figure 6

The target and current point of stability: *a* – two-dimensional; *b* – three-dimensional



Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Список литературы

1. *Энгельс Ф.* Анти-Дюринг. Диалектика природы. М.: Эксмо, 2017. 832 с.
2. *Alexander R.* Defense spending: burden or growth promoting? // *Defence and Peace Economics*. 1995. Vol. 6. Iss. 1. P. 13–25. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719508404809>
3. *Batchelor P., Dunne J.L., Saal D.S.* Military Spending and Economic Growth in South Africa // *Defence and Peace Economics*. 2000. Vol. 11. Iss. 4. P. 553–571. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430710008404966>
4. *Beenstock M.* Country survey XI: Defense and the Israeli economy // *Defence and Peace Economics*. 1998. Vol. 9. Iss. 3. P. 171–222. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719808404901>
5. *Benoit E.* Defense and Economic Growth in Developing Countries. Lexington, MA: Lexington Books, 1973.
6. *Madden G.G., Haslehurst P.I.* Causal analysis of Australian economic growth and military expenditure: A note // *Defence and Peace Economics*. 1995. Vol. 6. Iss. 2. P. 115–121. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719508404818>
7. *Gold D.* Evaluating the tradeoff between military spending and investment in the United States // *Defence and Peace Economics*. 1997. Vol. 8. Iss. 3. P. 251–266. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719708404880>
8. *Kollias C.* Defense spending and growth in Turkey 1954–1993: A causal analysis // *Defence and Peace Economics*. 1997. Vol. 8. Iss. 2. P. 189–204. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719708404875>
9. *Kollias C., Makrydakis S.* A note on the causal relationship between defense spending and growth in Greece: 1955–93. Defense and the Israeli economy // *Defence and Peace Economics*. 2000. Vol. 11. Iss. 1. P. 173–184. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430710008404945>
10. *Murdoch J.C., Pi C.-R., Sandler T.* The impact of defense and non-defense public spending on growth in Asia and Latin America // *Defence and Peace Economics*. 1997. Vol. 8. Iss. 2. P. 205–224. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719708404876>
11. *Чернавский Д.С., Старков Н., Малков С.Ю. и др.* Модель современной макроэкономики России. Сценарий и перспективы развития России. М.: ЛЕНАНД, 2011. 320 с.
12. *Гуд Г., Маккол Р.* Системотехника: введение в проектирование больших систем. М.: Советское радио, 1962. 383 с.
13. *Ильичев А.В.* Эффективность проектируемой техники. Основы анализа. М.: Машиностроение, 1991. 336 с.
14. *Жуков А.О., Гладышев А.И.* Достоинства и недостатки имитационного моделирования с использованием нейронных сетей // *Вестник Российского нового университета. Сер. Сложные системы: модели, анализ и управление*. 2013. № 4. С. 53–55.
15. *Жуков А.О., Джинчарадзе А.К., Козлов В.Л.* Принципы моделирования структурных элементов автономных электроэнергетических систем в условиях импульсных

коммутационных перенапряжений. В кн.: Проблемы обороноспособности и безопасности. М.: Аналитический центр, 2015. № 12. С. 245–257.

16. Бурлов В.Г. Основы моделирования социально-экономических и политических процессов. Ч. 1. (Модели. Технологии). СПб: Стратегия будущего, 2007. 278 с.
17. Бурлов В.Г. Основы моделирования социально-экономических и политических процессов Ч. 2. (Методология. Методы). СПб: Изд-во СПбГПУ, 2007. 265 с.
18. Андронов А., Вит А., Хайкин С. Теория колебаний. М.: Наука, 1981. 918 с.
19. Валяев И.Н., Жуков А.О. Математическая модель корреляционно-фазового пеленгатора: материалы II международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем – РАДИОИНФОКОМ–2015». М.: Изд-во МИРЭА, 2015. С. 322–331.
20. Буренок В.М., Найденов В.Г., Поляков В.И. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем. М.: Машиностроение, 2011. 336 с.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем 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.

ON THE ISSUE OF SUSTAINABLE MANAGEMENT OF SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS IN PURSUIT OF THE APPROPRIATE DEFENSIVE CAPACITY OF THE STATE

Evgenii Yu. KHRUSTALEV^a, Aleksandr O. ZHUKOV^b, Ul'yan A. PESTUN^{c,*}

^a Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
stalev777@yandex.ru

^b Sternberg State Astronomical Institute of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation
aazhukov@mail.ru

^c 46th Central Scientific Research Institute of Russian Ministry of Defense, Moscow, Russian Federation
ulun2015@yandex.ru

* Corresponding author

Article history:

Received 21 July 2017

Received in revised form

13 August 2017

Accepted 18 September 2017

Available online

27 October 2017

JEL classification: C31, C51

Keywords: model, objective function, optimization task, management, social system, economic system

Abstract

Importance Managing social and economic systems of the State and attaining the required defensive capacity constitute a relevant and significant issue, since emerging geopolitical conditions, the need to combat world terrorism and conflict resolution methods are of growing importance for the defensive capacity of the State.

Objectives We select and justify conditions for ensuring the required defensive capacity of the State through the management of social and economic systems.

Methods To achieve this goal and address the issues, we devise a model reflecting how social, economic and military systems of the State influence each other. To analyze the results, methods of the theory of economic oscillations were used, and the optimal solution was found using iterative numerical methods.

Results We outline a methodological approach, which allows to assess the benchmark adjustment to principle items of the budget so to reach the required defensive capacity in line with the existing social and economic systems of the State.

Conclusions and Relevance When managing the social and economic systems of the State and ensuring the required defensive capacity, it is advisable to use the proposed methodological approach, which allows not only to assess consequences of a certain management decision, but also to formulate recommendations for achieving the required result. The findings can be used to improve techniques and methods for managing and planning the development of social and economic systems of the State, as well as to justify the required, affordable costs for ensuring the defensive capacity of the State.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

Please cite this article as: Khrustalev E.Yu., Zhukov A.O., Pestun U.A. On the Issue of Sustainable Management of Social and Economic Systems in Pursuit of the Appropriate Defensive Capacity of the State. *National Interests: Priorities and Security*, 2017, vol. 13, iss. 10, pp. 1818–1837.
<https://doi.org/10.24891/ni.13.10.1818>

Acknowledgments

The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant No. 15-06-00604-a, *The Theory and Tools of Natural Sciences to Analyze, Measure and Balance the Development of the Defensive Capacity of the State: Military-Industrial and Socio-Economic Considerations*. We express our gratitude to Sergei F. VIKULOV for valuable advice on this article.

References

1. Engels F. *Anti-Dyuring. Dialektika prirody* [Anti-Dühring. Dialektik der Natur]. Moscow, EKSMO Publ., 2017, 832 p.

2. Alexander R. Defence Spending: Burden or Growth Promoting? *Defence and Peace Economics*, 1995, vol. 6, iss. 1, pp. 13–25. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719508404809>
3. Batchelor P., Dunne J.L., Saal D.S. Military Spending and Economic Growth in South Africa. *Defence and Peace Economics*, 2000, vol. 11, iss. 4, pp. 553–571. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430710008404966>
4. Beenstock M. Country Survey XI: Defence and the Israeli Economy. *Defence and Peace Economics*, 1998, vol. 9, iss. 3, pp. 171–222. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719808404901>
5. Benoit E. Defense and Economic Growth in Developing Countries. Lexington, MA, Lexington Books, 1973.
6. Madden G.G., Haslehurst P.I. Causal Analysis of Australian Economic Growth and Military Expenditure: A Note. *Defence and Peace Economics*, 1995, vol. 6, iss. 2, pp. 115–121. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719508404818>
7. Gold D. Evaluating the Trade-off between Military Spending and Investment in the United States. *Defence and Peace Economics*, 1997, vol. 8, iss. 3, pp. 251–266. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719708404880>
8. Kollias C. Defence Spending and Growth in Turkey 1954–1993: A Causal Analysis. *Defence and Peace Economics*, 1997, vol. 8, iss. 2, pp. 189–204. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719708404875>
9. Kollias C., Makrydakis S. A Note on the Causal Relationship between Defence Spending and Growth in Greece: 1955–93. Defense and the Israeli Economy. *Defence and Peace Economics*, 2000, vol. 11, iss. 1, pp. 173–184. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430710008404945>
10. Murdoch J.C., Pi C.-R., Sandler T. The Impact of Defense and Non-Defense Public Spending on Growth in Asia and Latin America. *Defence and Peace Economics*, 1997, vol. 8, iss. 2, pp. 205–224. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10430719708404876>
11. Chernavskii D.S., Starkov N., Malkov S.Yu. *Model' sovremennoi makroekonomiki Rossii. V kn.: Stsenarii i perspektivy razvitiya Rossii* [Model of modern macroeconomics in Russia. In: Scenarios and development prospects of Russia]. Moscow, LENAND Publ., 2011, 320 p.
12. Good H., Machol R. *Sistemotekhnika: vvedenie v proektirovanie bol'shikh system* [System Engineering: An Introduction to the Design of Large-Scale Systems]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1962, 383 p.
13. Il'ichev A.V. *Effektivnost' proektiruemoi tekhniki. Osnovy analiza* [Efficiency of designed equipment. Basics for Analysis]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1991, 336 p.
14. Zhukov A.O., Gladyshev A.I. [Advantages and disadvantages of simulation with the use of neural networks]. *Vestnik Rossiiskogo novogo universiteta. Slozhnye sistemy: modeli, analiz, upravlenie* = *Vestnik of Russian New University. Complex Systems: Models, Analysis, Management*, 2013, no. 4, pp. 53–55. (In Russ.)
15. Zhukov A.O., Dzhincharadze A.K., Kozlov V.L. *Printsipy modelirovaniya strukturnykh elementov avtonomnykh elektroenergeticheskikh sistem v usloviyakh impul'snykh kommutatsionnykh perenapryazhenii. V kn.: Problemy oboronosposobnosti i bezopasnosti. No. 12* [Principles for

- modeling structural components of autonomous electric engineering systems alongside with impulse switching overvoltage. In: *Issues of defensive capacity and security*. Number 12]. Moscow, Analiticheskii tsentr Publ., 2015, pp. 245–257.
16. Burlov V.G. *Osnovy modelirovaniya sotsial'no-ekonomicheskikh i politicheskikh protsessov. Ch. 1. (Modeli. Tekhnologii)* [Fundamentals of socio-economic and political processes modeling. Part 1 (Models, Technologies)]. St. Petersburg, Strategiya budushchego Publ., 2007, 278 p.
17. Burlov V.G. *Osnovy modelirovaniya sotsial'no-ekonomicheskikh i politicheskikh protsessov Ch. 2. (Metodologiya. Metody)* [Fundamentals of socio-economic and political processes modeling. Part 2 (Models, Technologies)]. St. Petersburg, Saint Petersburg State Polytechnical University Publ., 2007, 265 p.
18. Andronov A., Vit A., Khaikin S. *Teoriya kolebanii* [The theory of oscillations]. Moscow, Nauka Publ., 1981, 918 p.
19. Valyaev I.N., Zhukov A.O. [The mathematical model of the correlation-phase direction finder]. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya radiotekhnicheskikh i infokommunikatsionnykh sistem – RADIOINFOKOM–2015: materialy II mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proc. 2nd Int. Sci. Conf. Current Issues and Prospects of the Development of Radio Engineering and Information and Communication Systems – RADIOINFOKOM–2015]. Moscow, MIREA Publ., 2015, pp. 322–331.
20. Burenok V.M., Naidenov V.G., Polyakov V.I. *Matematicheskie metody i modeli v teorii informatsionno-izmeritel'nykh sistem* [Mathematical methods and models in the theory of data measuring systems]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2011, 336 p.

Conflict-of-interest notification

We, the authors 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.