

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ: КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

**Н.В. Яндыбаева**, канд. техн. наук, доцент

**А.О. Кулькова**, студент

**Балаковский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Россия, г. Балаково)**

***Аннотация.** В статье приводится описание программного продукта для моделирования и прогнозирования основных показателей национальной безопасности РФ. В основу алгоритма работы программы положен математический аппарат, разработанный с использованием принципов системной динамики. Проанализированы основные этапы работы программы. Описана область применения разработанного программного продукта.*

***Ключевые слова:** системная динамика, математическая модель, прогнозирование, национальная безопасность, программный продукт.*

В современных условиях социально-экономического развития страны, характеризующихся высокими темпами инфляции, волатильностью валютного курса рубля, общей политической нестабильностью проблема обеспечения национальной безопасности является актуальной. Национальная безопасность законодательно характеризуется сегодня как защищенность жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз.

Учеными Коптюгом В.А., Матросовым В.М., Ларичевым О.И., Садовничим В.А., Коротаевым А.В. проводилось моделирование устойчивого развития страны с использованием логико-математических моделей, разработанных на основе агрегированных показателей безопасности страны, характеризующих политические, правовые, медицинские, экологические аспекты жизни общества [1].

Для оценки состояния национальной безопасности существуют, согласно Указу Президента РФ от 31 декабря 2015 г. № 683 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации» следующие основные характеристики: удовлетворенность граждан степенью защищенности своих конституционных прав и свобод, личных и иму-

щественных интересов, в том числе от преступных посягательств; доля современных образцов вооружения, военной и специальной техники в Вооруженных Силах РФ, других войсках, воинских формированиях и органах; ожидаемая продолжительность жизни; валовой внутренний продукт на душу населения; децильный коэффициент, уровень роста потребительских цен; уровень государственного внешнего и внутреннего долга (в % от ВВП); уровень обеспеченности ресурсами здравоохранения, культуры, образования и науки (в % от ВВП); уровень ежегодного обновления вооружения, военной и специальной техники; уровень обеспеченности военными и инженерно-техническими кадрами [2].

Постановка задачи, таким образом, имеет вид: необходимо разработать математическую модель и программное обеспечение для моделирования и прогнозирования основных показателей национальной безопасности РФ.

Для разработки математической модели используется модель системной динамики [3]. Системный подход учитывает сложные причинно-следственные связи в системе. Модель состоит из: моделируемых переменных (накоплений в цепях обратных связей), темпов, потоков, каналов информации.

Для моделируемых переменных в базовой модели системной динамики записываются дифференциальные уравнения вида:

$$dy / dt = y^+ - y^- \quad (1)$$

$$y^\pm = g(y_1, y_2, \dots, y_n) = f(F_1, F_2, \dots, F_k) = f_1(F_1) f_2(F_2) \dots f_k(F_k) \quad (2),$$

где  $F_j = g_j(y_{i1} \dots y_{im})$  – факторы;  $m = m(j) < n, k = k(j) < n$  (число уровней).

В качестве моделируемых переменных в разработанной модели принимаются следующие показатели национальной безопасности:  $X_1$  – удовлетворенность граждан степенью защищенности своих конституционных прав и свобод;  $X_2$  – доля современных образцов вооружения, военной и специальной техники в ВС РФ;  $X_3$  – ожидаемая продолжительность жизни;  $X_4$  – ВВП на

где  $y^+ / y^-$  – положительный/отрицательный темп скорости переменной  $y$ , включающий в себя все факторы, вызывающие рост/убывание переменной  $y$ . Темпы – это произведения функций, зависящих от «факторов» – комбинаций основных переменных:

душу населения;  $X_5$  – децильный коэффициент;  $X_6$  – уровень инфляции;  $X_7$  – уровень безработицы;  $X_8$  – доля расходов в ВВП на развитие науки, технологий и образования;  $X_9$  – доля расходов в ВВП на культуру;  $X_{10}$  – доля территории РФ, не соответствующая экологическим нормативам.

Разработанная математическая модель (3) – это система дифференциальных уравнений, которая иллюстрирует состояние рассматриваемой системы.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dX_1(t)}{dt} = (P_l(t) + P_{se}(t)) f_1(X_2) f_2(X_3) f_3(X_4) f_7(X_8) f_8(X_9) - Sh_{pr}(t) f_9(X_{10}) f_4(X_5) f_5(X_6) f_6(X_7), \\ \frac{dX_2(t)}{dt} = (V(t) + SO(t)) f_{10}(X_8) - I(t), \\ \frac{dX_3(t)}{dt} = (E(t) + Zd(t) + X_8(t)) f_{11}(X_4) f_{20}(X_8) - (BN(t) + I(t) + U(t)) f_{12}(X_5) f_{13}(X_{10}) f_{18}(X_7), \\ \frac{dX_4(t)}{dt} = \left( \frac{V(t)}{P(t)} + D(t) \right) - (I(t) + U(t)) f_{14}(X_7), \\ \frac{dX_5(t)}{dt} = (P(t) + Sc_{-}(t) + U(t)) \times f_{16}(X_7) - I(t) f_{15}(X_6), \\ \frac{dX_6(t)}{dt} = (De(t) + D(t) + E(t)) - (V(t) + W(t)), \\ \frac{dX_7(t)}{dt} = (I(t) + Sc_{-}(t) + D(t)) f_{15}(X_6) - (W(t) + T(t) + V(t)) f_{27}(X_5), \\ \frac{dX_8(t)}{dt} = (V(t) + H(t) + Tch(t) + Sr(t)) f_{26}(X_4) - (I(t) + D(t) + M(t) + P(t) + Sc_{-}(t)) f_{19}(X_6), \\ \frac{dX_9(t)}{dt} = (V(t) + D(t) + Sc_{-}(t)) f_{25}(X_4) - (T(t) + P(t)) f_{21}(X_6), \\ \frac{dX_{10}(t)}{dt} = (PZ(t) + VZ(t)) f_{22}(X_2) - Ze(t) f_{23}(X_4) f_{24}(X_8). \end{array} \right. \quad (3)$$

где  $X_i(t), (i=1 \dots 10)$  – текущий уровень основных показателей национальной безопасности,  $P_l(t)$  – степень реализованности личных прав граждан;

$P_{se}(t)$  – степень реализованности социально-экономических прав (права на жилище, права на защиту прав и свобод, права на охрану здоровья, права на

труд, отдых и пр.);  $Sh_{pr}(t)$  – число зарегистрированных преступлений;  $P(t)$  – численность населения;  $SO(t)$  – объем государственного оборонного заказа;  $E(t)$  – средняя заработная плата;  $Zd(t)$  – доля расходов ВВП на здравоохранение;  $BN(t)$  – заболеваемость населения;  $U(t)$  – уровень безработицы;  $De(t)$  – денежная эмиссия;  $H(t)$  – число учебных заведений;  $Tch(t)$  – численность профессорско-преподавательского состава с учеными степенями и званиями;  $Sr(t)$  – среднегодовой объем финансирования научных исследований;  $M(t)$  – миграция;  $PZ(t)$  – число промышленных предприятий;  $VZ(t)$  – объем выбросов загрязняющих веществ в воду, почву, воздух;  $Ze(t)$  – затраты на охрану окружающей среды. Функциональные зависимости в модели  $f_1(X_2) - f_{26}(X_4)$ , используются для учета взаимовлияния моделируемых переменных. Их величины определяются экспертами [4-5].

На сегодняшний день существует широкий спектр программных продуктов для имитационного моделирования сложных организационных систем, например, программа «Моделирование социально-экономического развития региона», запатентованный программный продукт «Система имитационного

моделирования социально-экономического развития города» и др. Представленные на рынке программных продуктов интегрированные системы поддержки принятия управленческих решений ориентированы преимущественно на бизнес-процессы предприятий. Среди российских производителей наибольшим спросом пользуется разработка компании «Прогноз». Она по своим функциональным характеристикам не уступает передовым западным программным продуктам, позволяет лучше учитывать специфику российского рынка.

Для проведения вычислительного эксперимента с использованием разработанного математического аппарата на основе модели системной динамики создана в среде *GUIDE MatLab* «Программа для моделирования и прогнозирования основных показателей национальной безопасности РФ» [6]. Программа позволяет вычислять прогнозные значения основных показателей национальной безопасности РФ на заданных временных интервалах при определенных начальных условиях. Интерфейс программы при загрузке приведен на рис. 1.

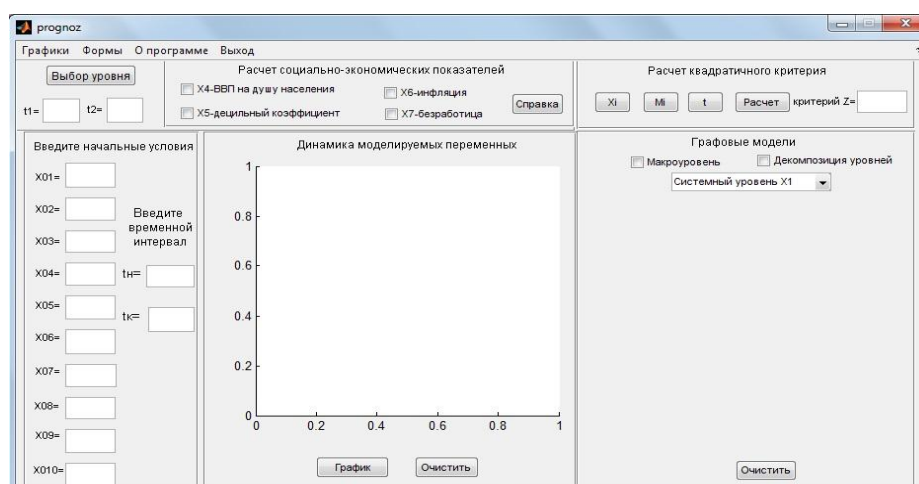


Рис. 1. Интерфейс программы при загрузке

Расчетный алгоритм программы основан на решении систем обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты 4-го порядка точно-

сти. Результаты расчетов визуализируются с помощью графиков изменения значений показателей национальной безопасности страны (рис. 2).

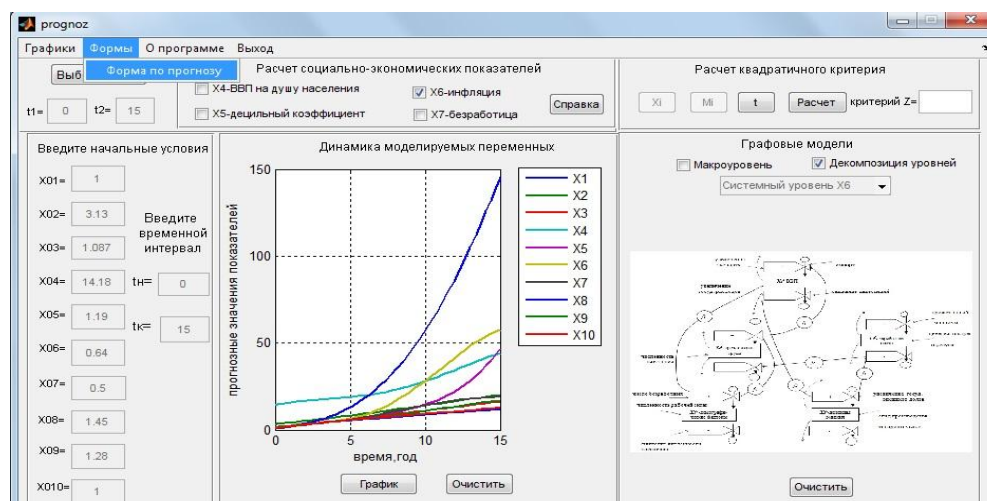


Рис. 2. Результаты работы программы

Для каждой моделируемой переменной программа выводит в диалоговое окно соответствующие графовые модели, отображающие систему взаимосвязей между переменными.

Программа позволяет также автоматизировать процессы хранения, обработки статистической информации, необходимой для построения математической модели и расчета прогнозируемых показателей. Данная функция реализуется посредством введения табличной базы данных «Статистика», созданной в среде MS Excel.

В ходе работы программы вычисляется квадратичный критерий, предназначенный для расчета максимальных значений целевой функции отклонений

фактических значений основных показателей национальной безопасности РФ от пороговых (критических) значений.

Таким образом, представлено описание разработанной математической модели на основе модели системной динамики. Модель позволяет осуществлять имитационное моделирование и прогнозирование основных показателей национальной безопасности РФ. В *MatLab* разработана «Программа для моделирования и прогнозирования основных показателей национальной безопасности РФ», которая может найти применение в качестве системы поддержки принятия решений экспертами различных уровней власти: от федерального до регионального.

#### Библиографический список

1. Коптюг В.А., Матросов В.М., Левашов В.К., Демянко Ю.Г. Глобальные предпосылки перехода России на путь устойчивого развития. – М.: Изд. МГУК. – 2001. – 345 с.
2. О стратегии национальной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 31 декабря 2015 г. № 683) // Российская газета. №6871 от 13.01.2016.
3. Форрестер Дж. Динамика развития города. – М.: Прогресс, 1974. – 275 с.
4. Резчиков А.Ф., Цвиркун А.Д., Кушников В.А., Яндыбаева Н.В., Иващенко В.А. Методы прогнозирования социально-экономических показателей национальной безопасности // Проблемы управления. – 2015. – № 5. – С. 37-44.
5. Яндыбаева Н.В., Кушников В.А. Модель Форрестера для прогнозирования показателей национальной безопасности России. В книге: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2015 Материалы Восьмой международной конференции: В 2 томах. Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова Российской академии наук; Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – Москва ИПУ РАН, 2015. – С. 342-347.
6. Потемкин В.Г. Вычисления в среде MATLAB // Диалог-МИФИ. – 2004. – 720 с.

**PREDICTION OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE  
COUNTRY: COMPUTER SOFTWARE THE IMPLEMENTATION**

**N.V. Endibaeva**, *candidate of technical sciences, associate professor*

**A.O. Kulkov**, *student*

**Balakovo branch of Russian presidential Academy of national economy and state service under the President of the Russian Federation  
(Russia, Balakovo)**

***Abstract.** The article describes a software product for modeling and forecasting of the basic indicators of Russia's national security. The basis of the algorithm of the program laid the mathematical apparatus developed using the principles of system dynamics. Is analyzed the main stages of the work program. Describes the sphere of application of the developed software product.*

***Keywords:** system dynamics is, mathematical model, prediction, national security, software product*