Дискуссионная панель 1

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ

А. И. Астровский,
д-р физ.-мат. наук,
БГЭУ (г. Минск)
e-mail: aastrov53@gmail.com
В. А. Воробьев,
д-р экон. наук,
БГЭУ (г. Минск)
e-mail: vorobiev_v@bseu.by

УСТОЙЧИВОСТЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ШОКОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

При экономико-математическом моделировании сложных объектов одной из важных проблем является выбор ключевых факторов, оказывающих преобладающее воздействие на поведение изучаемого объекта.

В докладе рассматривается функционирование экономической системы на основе трех агрегированных макроэкономических ресурсов: ***финансового, технологического (интеллектуального) и первичного***.

Для построения математической модели введем следующие безразмерные переменные – ***Y(t)***, ***A(t)***, ***R(t)***. Переменная ***Y(t)*** характеризует ***финансовый ресурс***, который формируется в результате экономической деятельности системы.

Технологический ресурс отражает уровни технологий, квалификации специалистов и все то, что существенно влияет на конкурентоспособность системы. Для описания технологического ресурса используется переменная ***A(t)***.

За ***первичный ресурс*** принимается совокупность исходного сырья. Для описания динамики первичного ресурса в математической модели используется переменная ***R(t)***.

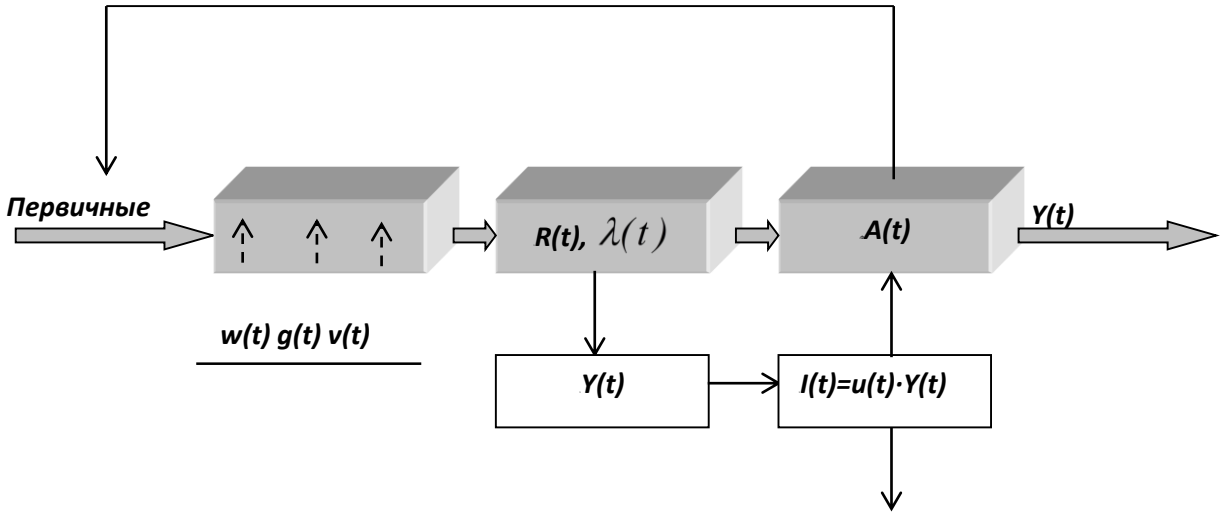
Начальные значения переменных ***Y(t)***, ***R(t)***, ***A(t)*** описывают состояние системы в условный начальный момент времени $t = t_0$. Экономическая деятельность системы рассматривается на некотором временном промежутке $[t_0, T]$.

Все переменные выражаются в относительных (безразмерных) величинах, которые получаются путем нормировки на некоторые базовые величины.

В качестве основного управляющего фактора, которым располагает руководство системы, рассматриваются внутренние инвестиции ***I(t)*** на развитие технологического ресурса системы. Внутренние инвестиции должны способствовать повышению экономической устойчивости системы, её конкурентоспособности.

Воздействия на систему будем моделировать с помощью следующих дискретных функций: $\lambda(t)$ определяет относительное изменение цены первичного ресурса в ***t***-ом году; ***u(t)*** описывает выделение доли финансового ресурса ***Y(t)*** на развитие технологического ресурса (инвестиции в технологический ресурс $I(t) = u(t) \cdot Y(t)$, $t_0 \le t \le T$).

Система в некоторые моменты времени τ_1, τ_2, τ_3 (которые могут совпадать) может быть подвержена шоковым изменениям финансового, интеллектуального и первичного ресурсов ***w(t), g(t)*** и ***v(t)***. С учетом принятых обозначений схема воздействий на движение ресурсов системы имеет вид:



С целью изучения изменений финансовых, первичных и интеллектуальных ресурсов системы при различных воздействиях построим математическую модель, которая связывает переменные ***Y(t)***, ***R(t)***, ***A(t)***. Динамику финансового, технологического и первичного ресурсов в зависимости от времени и описанных выше воздействий ***u(t)***, ***λ(t)***, ***w(t)***, ***g(t)*** и ***v(t)***, $t \in T$ опишем с помощью системы трех нелинейных дискретных уравнений:

$$\mathrm{Y}(\mathrm{t}+1) = \left(\mathrm{p}_0 + \mathrm{p}_1 \cdot \mathrm{A}(\mathrm{t})\right) \cdot \mathrm{Y}(\mathrm{t}) \cdot \mathrm{R}(\mathrm{t}) / \left(\mathrm{R}(\mathrm{t}) + r \cdot \lambda(t) \cdot \mathrm{Y}(\mathrm{t})\right) - w(t) \cdot Y(t),$$

$$\mathrm{R}(\mathrm{t}+1) = \mathrm{R}(\mathrm{t}) + h + b \cdot \left(\frac{\mathrm{A}(\mathrm{t}-\tau)}{\mathrm{A}_\mathrm{c}}\right)^{\mathrm{k}} - \frac{\mathrm{Y}(\mathrm{t}) \cdot \mathrm{R}(\mathrm{t})}{\left(\mathrm{R}(\mathrm{t}) + r \cdot \lambda(t) \cdot \mathrm{Y}(\mathrm{t})\right)} - v(t) \cdot R(t),$$

$$\mathrm{A}(\mathrm{t}+1) = \mathrm{q} \cdot \mathrm{A}(\mathrm{t}) + \mathrm{f} \cdot \frac{u(t) \cdot \mathrm{Y}(\mathrm{t}) \cdot \mathrm{A}(\mathrm{t})}{\mathrm{A}(\mathrm{t}) + u(t) \cdot \mathrm{Y}(\mathrm{t})} - g(t) \cdot A(t).$$

Здесь используется следующий набор экспертных параметров:

- p_0 – характеризует экстенсивное развитие первичного ресурса;
- p_1 – характеризует привлечение первичного ресурса за счет интеллектуальных ресурсов системы ***A(t)***;
- ***u(t)*** – доля расходов финансовых ресурсов на развитие и поддержание интеллектуальных ресурсов системы ($0 \le u(t) \le 0{,}5$);
- ***b*** – учитывает усвоение инноваций, т. е. насколько система восприимчива к результатам исследований и инноваций в сфере технологий ($0 \le b \le 1$);
- ***τ*** – время запаздывания при получении эффекта от интеллектуальных ресурсов;
- ***k*** – характеризует эффективность научной и образовательной деятельности в системе;
- ***r*** – отражает относительную цену первичных ресурсов;
- $\lambda(t)$ – определяет относительное изменение цены первичного ресурса в ***t***-ом году;
- ***h*** – доля увеличения первичного ресурса за счет возобновляемых ресурсов;
- ***q*** – учитывает эффект убывания интеллектуальных ресурсов с течением времени;
- ***f*** – описывает скорость роста интеллектуальных ресурсов при их достаточном финансировании;
- A_c – пороговая константа интеллектуальных ресурсов.

С помощью описанной математической модели и с учетом возможных шоковых воздействий на систему проведен анализ возможности нормального функционирования системы по различным сценариям.

Опишем один из возможных сценариев вычислительного эксперимента.

Внутренние инвестиции помесячно с пятого месяца по 30-й месяц были определены при каждом ***t*** на уровне 2,5 % от финансового ресурса системы (***u(t) = 0,025***).

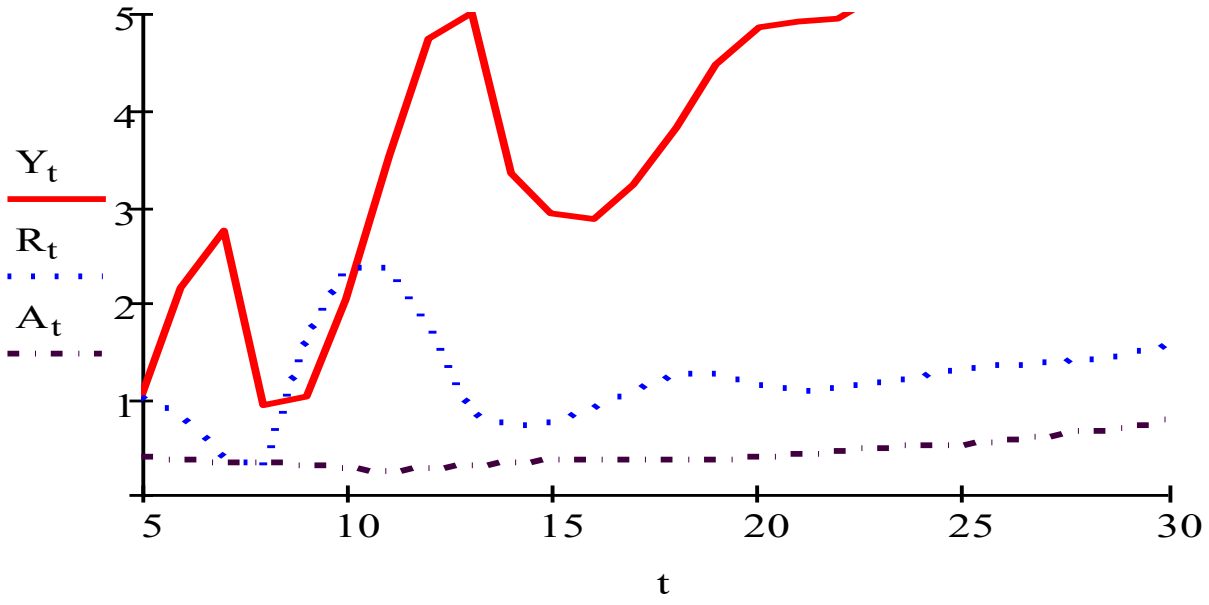
Внешние шоковые воздействия на систему выражаются выбытием из системы для финансового ресурса в седьмом месяце на 30 %, на первичный ресурс – в двенадцатом месяце на 10 % и на технологический ресурс – в десятом месяце на 10 %, цены на первичные ресурсы не менялись (***λ(t) = 1,0***); безразмерная среднемесячная стоимость сырья (***r = 0,5***).

Результаты вычислительного эксперимента по такому сценарию с помощью предложенной математической модели показали возможность прогнозировать ресурсы и вычислять параметры системы, которые позволяют ей устойчиво функционировать в условиях шоковых воздействий на финансовый, первичный и технологический ресурсы.

Вариант расчета осуществлен при следующих значениях параметров, входящих в математическую модель:

p_0	p_1	τ	q	r	h	b	f	$u(t)$	A_c	k
1,2	5	3	0,8	0,5	0,1	0,12	1,15	0,025	0,03	1

Несмотря на шоковые воздействия на финансовый ресурс в седьмом месяце на 30 %, а также на первичный ресурс – в двенадцатом месяце на 10 % и на технологический ресурс – в десятом месяце на 10 %, приведенные ниже графики показывают, что данная экономическая система устойчиво переносит шоковые воздействия.



Список использованной литературы

1. Моисеев, Н. Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.

2. Капица, С. П. Синергетика и прогнозы будущего / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – Изд. 3-е. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 288 с.