

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ИМИТАЦИИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В статье с позиции системного подхода изложена методика разработки имитационной модели, соответствующей логике компьютерных технологий. Проведена разработка имитационной модели динамики кругооборота доходов и расходов закрытой экономики, представлены результаты компьютерного моделирования в программных системах Matlab-Simulink.

Формализация в виде математической модели, элементы структуры модели, причинно-следственная связь, элементарный блок, интерактивный режим моделирования, параметры состояния, параметры управления, структурная схема макроэкономики, имитационная модель.

The paper presents the technique of developing a simulation model, corresponding to the logic of computer technologies. Development of the simulation model of the dynamics of Circular Flow of closed economy is carried out. The results of computer modeling in software systems Matlab-Simulink are presented.

Formalization of mathematical model, elements of model structure, cause-effect relation, building blocks, interactive simulation, state parameters, control parameters, block diagram of macroeconomic, simulation model.

Универсальным количественным методом представления и исследования реальных систем является их формализация в виде математических моделей. Использование при этом компьютера позволяет автоматизировать изучение реальности и рассматривать компьютерное моделирование как основной *рабочий инструмент* интеллектуальной деятельности *любого предметного специалиста*.

Компьютерное моделирование экономики при обучении студентов достаточно подробно изложено в [3]. Вместе с тем использование такого универсального системного средства как компьютер предъявляет особые требования к системному построению разрабатываемых моделей и соответствию их компьютерным технологиям. При стремлении к универсальности математических моделей необходимо на принципиальном уровне определиться с элементарными структурными единицами, из которых синтезируется модель.

Универсальность математической модели определяется универсальностью математических методов, используемых при описании моделируемой системы. При этом методы выступают как элементы структуры модели в виде взаимосвязанных математических блоков, описывающих причинно-следственные связи и тенденции в исследуемой системе. Однако реальные системы весьма сложны, и на практике при их моделировании не удается логически достаточно осмыслить и описать, используя в качестве структурных элементов только известные методы классической математики. Моделирование еще больше усложняется, если причинно-следственные связи рассматриваются в динамике. Требуется более высокий уровень формализации структурных элементов.

Необходимый уровень формализации структур-

ных элементов исследуемых систем можно достигнуть применением технологии имитационного моделирования. В имитационном моделировании структурными элементами выступают не традиционные математические методы и модели, а отдельные математические выражения. Эти выражения в идеале могут быть сведены к элементарным математическим функциям, которые связываются элементарными алгебраическими операторами сложения и умножения. Структурным элементом имитационной модели может выступать любой математический метод, оформленный в виде элементарного блока, имитирующего лишь причинно-следственную связь входного и выходного сигнала. Так при имитации достигается необходимая преемственность и системность в моделировании. В процессе компьютерной имитации не требуется анализировать связи внутри структурных элементов модели. Это позволяет автоматизировать проверку и выбор альтернатив при разработке имитационной модели в интерактивном режиме и с максимальной оперативностью.

Продemonстрируем изложенное понимание методических принципов имитационного моделирования на примере компьютерного моделирования макроэкономической системы. В качестве исходной модели макроэкономики примем модель кругооборота доходов и расходов закрытой экономики [2, с. 239].

$$Y - T = C + I + G. \quad (1)$$

Модель включает рыночные элементы: Y – доход, I – инвестиции и C – потребление и фискальные элементы: T – налоги и G – государственные закупки.

По существу модель (1), представленная элемен-

тарным алгебраическим уравнением уже является имитационной моделью. Она позволяет имитировать макроэкономику в виде баланса, введенных в рассмотрение определяющих параметров ее состояния Y, T, C, I, G . Однако модель не содержит параметров управления и ее нельзя применить для прогнозирования.

Конкретизируем макроэкономическую систему, введя в рассмотрение время и лаговые значения параметров состояния. Для того чтобы при моделировании уйти от необходимости использовать достаточно сложные методы решения линейных дифференциальных уравнений классической математики, проведем декомпозицию временного горизонта развития экономики $[t_0 - t]$ на элементарные шаги Δt .

Доход на каждом шаге представляем формализованной дискретной моделью Кейнса [1, с. 23]:

$$Y(t+1) = C + c \cdot Y(t) + I(t), \quad (2)$$

где C – склонность к потреблению; $\underline{C}$ – автономное потребление, которое не зависит от дохода, примем $\underline{C}$ равным нулю.

С учетом (2) дискретная модель исследуемой макроэкономики для произвольного временного шага $[t - (t+1)]$ примет вид:

$$Y(t+1) - T(t+1) = c \cdot [Y(t) - T(t)] + I(t) + G(t).$$

Государственные закупки модели представляем долей от налоговых сборов, $G(t) = \alpha \cdot T(t)$.

$$Y(t+1) - T(t+1) = c \cdot [Y(t) - T(t)] + I(t) + \alpha \cdot T(t). \quad (3)$$

Динамическая модель (3) вполне соответствует определению имитационной модели макроэкономики. Она является элементарным математическим выражением и универсально моделирует систему на каждом временном шаге. Алгоритм расчета модели на каждом шаге сводится к применению элементарных операторов умножения $\times$ и алгебраического сложения $\pm$.

Характерно, что предложенная для примера имитационная модель динамики макроэкономики проста в логическом осмыслении и описывается простой структурной схемой, представленной на рис. 1.

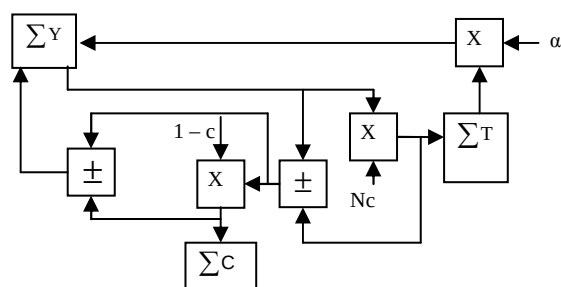


Рис. 1. Структурная схема имитационной модели
макрэкономки

Как следует из схемы, модель включает три оператора умножения $\times$, два оператора алгебраического сложения $\pm$ и три формализованных функциональных блока:

1. Накопление дохода ΣY .
2. Потребление ΣC .
3. Накопление налогов ΣT .

В качестве параметров управления макроэкономикой приняты:

- налоговая ставка Nc ;
- склонность к накоплению $1 - c$;
- доля государственных закупок от налоговых поступлений α .

При компьютерной имитации макроэкономики использовался программный комплекс Matlab-Simulink. Приведем для примера результаты оптимизации налоговой ставки. В качестве оптимального режима экономики принят режим равенства дохода и налога: $Y(t) = T(t)$.

На рис. 2 и рис. 3 ось ординат является совмещенной осью доходов и налогов. По оси абсцисс отложена налоговая ставка. Склонность к накоплению $1 - c$ принята 0,5. Из графиков следует, что налоговая ставка, соответствующая выбранному оптимальному режиму, определяет критическую точку A на оси налоговых ставок. Правее этой точки макроэкономика попадает в зону спада, где налоги превышают доходы. На рис. 2 при отсутствии государственной закупки критическая точка A соответствует налоговой ставке $N_c = 35\%$. При этом доходы Y и налоги T равны 0,6 у.е.

Следует отметить, что критическая точка не является постоянной. При увеличении государственных закупок она смещается вправо в сторону более высоких налоговых ставок, обеспечивая при этом и более высокие значения равновесных доходов и налогов. На рис. 3 при государственных закупках $G = 0,1$ T критическая точка A соответствует налоговой ставке $N_c = 40$ %. При этом доходы Y и налоги T равны 1,0 у.е.

По заданной налоговой ставке можно прогнозировать оптимальные горизонты развития макроэкономики по всем определяющим параметрам состояния: Y, T, C, I, G . Вместе с тем, неоднозначность оптимальной налоговой ставки предполагает дальнейшую оптимизацию развития макроэкономики, что, в свою очередь, требует введения в модель дополнительных экономических показателей.

Если при компьютерном моделировании следовать излагаемой методике, то расширение имитационной модели можно свести к простому включению в нее дополнительных элементарных алгебраических выражений, наделяемых экономическим смыслом. Например, эффект акселератора в экономике можно имитировать скоростью изменения дохода $r \cdot [Y(t) - Y(t-1)]$, а эффект мультипликатора – долей лагового потребления $\beta \cdot [c \cdot Y(t-1)]$. В предложенных элементарных выражениях параметры r и β являются варьируемыми константами.

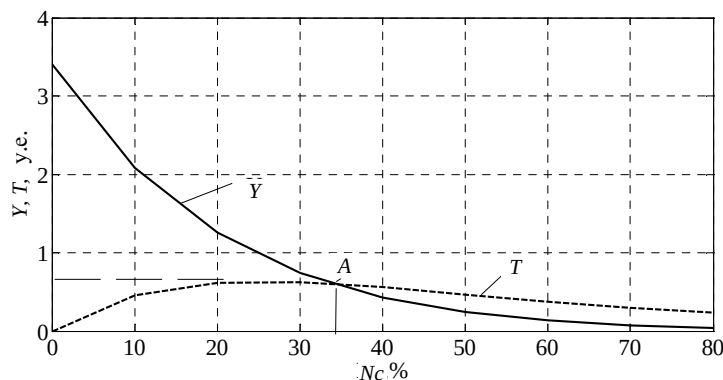


Рис. 2. Соотношение дохода Y и налога T в зависимости от налоговой ставки N_c при государственных закупках $G = 0$

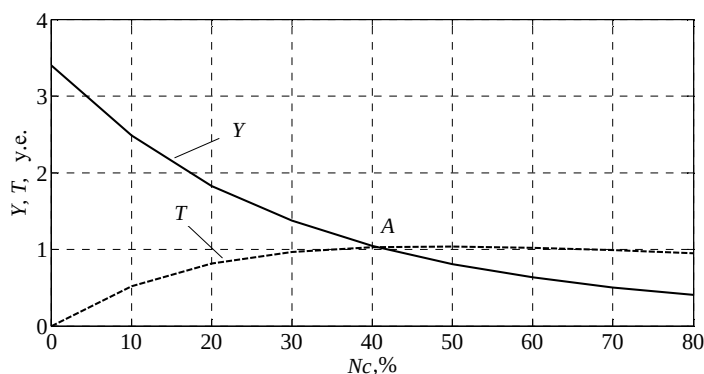


Рис. 2. Соотношение дохода Y и налога T в зависимости от налоговой ставки N_c при государственных закупках $G = 0,1T$

Расширенная имитационная модель макроэкономики использована нами в учебных целях при подготовке бакалавров по направлению «Бизнес-информатика».

Литература

1. Колемаев, В.А. Экономико-математическое моделирование. Моделирование макроэкономических процес-

сов и систем: учебник / В.А. Колемаев. – М., 2005.

2. Моделирование экономических процессов: учебник / [под ред. М.В. Грачевой и др.]. – М., 2005.

3. Цисарь, И.Ф. MATLAB Simulink. Компьютерное моделирование / И.Ф. Цисарь. – М., 2008.

УДК 512:339.1

О.Г. Бондаренко

Научный руководитель: кандидат экономических наук, доцент В.Т. Гришина

МАТРИЦА ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В работе представлена разработанная автором методика оценки конкурентоспособности организаций потребительской кооперации, предполагающая расчет обобщающих индексов по значимым среднегодовым показателям маркетинговой среды организаций. Предлагаемая матрица оценки конкурентоспособности организаций системы по результатам взаимодействия внешней и внутренней среды служит, по мнению автора, эффективному решению этой проблемы.

Конкурентоспособность организации, комплексный анализ, маркетинговая среда, матрица.

The paper presents the author's technique of assessment of competitiveness of organizations of the consumer cooperation, assuming the calculation of generalized indexes for significant mid-annual indicators of marketing environment of the organizations. The offered matrix of assessment of organization competitiveness of the system according to the results of interaction of external and internal environment, in author's opinion, is an effective solution to this problem.