

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ\*****А. В. Шатров (Киров)**

Система ЭКОМОД [1, 2] была разработана в отделе математического моделирования экономических систем ВЦ РАН с целью поддержки и автоматизации всех этапов разработки и исследования динамических моделей экономики [3]. Система позволяет объединить в одном технологическом процессе разработку блоков модели, их сборку, проверку семантической правильности, аналитическое исследование, идентификацию модели. Система ЭКОМОД реализована в среде компьютерной алгебры Maple и содержит 6 уровней контроля правильности записи модели.

**Принятые принципы модельного описания экономики.** Модель описывает экономику в терминах одного продукта (ВРП). Основной принцип – развитие экономики рассматривается как результат взаимодействия 7 типов экономических агентов:

1. Производители (нефинансовые коммерческие организации).
2. Банки (финансовые коммерческие организации).
3. Домашние хозяйства (физические лица как потребители и трудящиеся).
4. Собственники (физические и юридические лица, как управляющие движением капитала между секторами и за пределы области).
5. Область (некоммерческие организации).
6. Центральный банк.
7. Внешняя торговля.

Агенты 6, 7 в данной модели были введены для технического замыкания системы балансов.

Описание поведения совокупности агентов каждого типа (кроме области) формализуется как решение задачи оптимального управления материальными и финансовыми потоками. Формулировка этой задачи отражает специфику функций агента. Условия согласования поведения агентов формализуются как балансовые равенства и соотношения передачи информации. Для каждого рассматриваемого в модели материального актива или финансового инструмента балансовыми соотношениями описан весь круг его оборота.

**Особенности описания экономики региона.** Строго говоря, область в целом выступает в региональной экономике как производитель особых общественных благ. Эти блага называются общественными потому, что они не делятся между гражданами. Общественные блага производятся за счет затрат продукта, закупаемого в порядке областного потребления, за счет затрат труда государственных служащих, за который они получают зарплату, и за счет денежных затрат на субсидии и пособия определенным категориям граждан и организаций. Поскольку общественный продукт достается всем членам общества, то оплачивается за счет налогов. Производственная деятельность области отражается в современной системе региональных счетов балансами особой отрасли «Управление». Эта отрасль производит особый продукт и практически не создает добавленной стоимости.

В модели не описывается явно результат производственной деятельности области, а учитываются только расходы на эту деятельность.

Область, как и упомянутые выше агенты («Банк», «Производитель», «Собственник», «Население»), рассматривается в модели как единое лицо, принимающее решения относительно своих планируемых переменных. В базовой модели ЭКОМОД [1, 2]

\* Работа выполнена в рамках реализации проекта Федерального агентства по науке и инновациям ГК 02.449.11.7026.

этому соответствует агент «Государство». Концепцию описания региональной экономики еще следует уточнять. Можно предположить два принципиально различных подхода описания региональной экономики:

1) государство делегирует все полномочия региону (области), и он принимает на себя все функции агента «Государство»;

2) в базовую модель необходимо ввести еще одного специфического агента «Регион», определив принципы его описания и взаимодействия.

В нашей модели мы, в основном, следовали принципам описания базовой модели (*первый подход*), отдавая, однако отчет в том, что поведение субъекта федерации и самой федерации различно.

Каждый из рассмотренных ранее агентов: «Банк», «Производитель», «Собственник» и «Население» – представляет большую совокупность реальных субъектов экономики. Таких агентов мы называем *массовыми*. Каждый субъект, представленный массовым агентом, контролирует небольшую часть ресурсов, представленных планируемыми переменными массового агента, и располагает ограниченной информацией.

Основное предположение относительно массовых агентов состоит в том, что за счет конкуренции, подражания и специализации субъектов массовый агент ведет себя более регулярно и рационально, чем каждый из составляющих его субъектов. Поэтому совокупное поведение массового агента считается возможным описывать вариационным принципом – максимизацией целевого функционала в рамках технологических и институциональных ограничений. Последние как раз и выражают ограниченность информации субъектов, представленных массовым агентом.

Модельных агентов, представляющих отдельных особо влиятельных субъектов экономики, мы называем индивидуальными *агентами*. В данной модели их два – «Область» и «Центробанк».

В силу вышесказанного не считается возможным формализовать цели индивидуального агента как задачу оптимизации определенного критерия, а предлагается описывать деятельность такого агента сценариями его политики. Иными словами, планируемые переменные области мы задаем просто как функции времени, а затем на экспериментах с моделью сравниваем результаты, полученные при разных наборах траекторий планируемых переменных области.

При сценарном описании поведения агента различие между информационными и планируемыми переменными несколько размывается. Однако важно, чтобы переменные, задаваемые сценарием, отвечали реальным рычагам областного управления. Иначе сценарий невозможно будет сравнить с реально проводившейся политикой.

Область в модели – это индивидуальный агент, и его поведение описывается сценарием региональной экономической политики, включающим:

- Программу закупки продуктов областного потребления  $G(t)$ .
- Программу трансфертов населению – выплат пособий населению и зарплаты бюджетникам за вычетом подоходного налога с этих выплат  $Sub(t)$ .
- Программу выплат внешнего долга (или поступлений от внешних займов, смотря по знаку)  $LdW(t)$ .

Платежи бюджета, идущие на оплату продукта, и платежи, передаваемые гражданам и организациям в денежной форме, воздействуют на экономику существенно по-разному, поэтому мы складываем зарплату и пособия, а расходы на закупки учитываем отдельно.

**Расходы бюджета.** Продукты, предусмотренные программой закупок  $G(t)$ , область покупает на общих основаниях, т.е. по цене  $p_y(t)$ , что в общей сложности требует затрат  $py(t)$ .

$$p_y(t) = p_y(t) G(t) . \quad (1)$$

Продукт  $G(t)$  в модели рассматривается как конечное потребление.

Область получает доходы в рублях. Поэтому, если надо сделать платежи в валюте  $LdW(t)$ , то ее нужно купить на общих основаниях на валютной бирже по курсу  $w_w(t)$ , что требует затрат  $NdWr(t)$ :

$$NdWr(t) = w_w(t) LdW(t) . \quad (2)$$

Величины  $LdW(t)$  и  $NdWr(t)$  могут быть отрицательными, что отвечает поступлениям в бюджет потока денег –  $NdWr(t)$  за счет внешних заимствований с последующей продажей полученной валюты на бирже.

**Внутренний долг.** Положительная разница между доходами и расходами бюджета так или иначе покрывается внутренними заимствованиями:

$$LdB(t) = NdB(t) , \quad (3)$$

Величина внутреннего долга  $B(t)$  тогда запишется следующим образом:

$$\frac{d}{dt} B(t) = LdB(t) . \quad (4)$$

$$0 \leq B(t) .$$

Мы предполагаем, что кредитором выступает только Центральный банк, поэтому кредиты можно считать беспроцентными.

**Финансовый баланс.** Перечисленные выше статьи доходов, расходов и заимствований изменяют остаток счетов области:

$$\frac{d}{dt} A(t) = Tax_x(t) + NdB(t) - p_y(t) - NdWr(t) - Sub(t) . \quad (5)$$

$$0 \leq A(t) .$$

Все планируемые переменные области определяются, если заданы информационные переменные  $p_y(t)$ ,  $Tax_x(t)$ ,  $w_w(t)$ , и сценарий, т. е. программа изменения областных закупок  $G(t)$ , программа трансфертов населению  $Sub(t)$  и программа валютных платежей/поступлений  $LdW(t)$ . Неравенства служат для контроля реализуемости этих программ.

**Использование модели для аналитических и прогнозных расчетов.** Итак, имитационная модель предназначена для аналитических и прогнозных расчетов. Система производит расчет при заданных значениях входных данных и выдает значения выходных переменных и их графики в сравнении с исходными данными. Изменяя значения параметров модели, можно обыгрывать различные сценарии развития экономики Кировской области и оценивать ее экономический потенциал в каждом частном случае. Перечислим параметры модели, которые оставались неизменными во всех сценариях:

1. Параметры производственной функции.
2. Налоговые ставки:
  - налог на добавленную стоимость –  $nv = 0,18$ ;
  - налог на прибыль –  $np = 0,24$ ;
  - подоходный налог –  $nd = 0,13$ ;
  - социальный налог –  $ns = 0,26$ .

Остальные параметры варьировались от сценария к сценарию. В данном сценарии были выбраны и идентифицированы следующие значения параметров:

- $\varepsilon = 100$  – коэффициент, описывающий частоту проверок и величину штрафов, взимаемых налоговой инспекцией. При  $\varepsilon \rightarrow 0$  санкции налоговой инспекции ожесточаются. В нашем случае санкции не жесткие.

- $\tau_1 = 0,04$  – средний темп инфляции за весь рассматриваемый период. В нашем случае инфляция растет в среднем на 4 % в квартал.

- $\xi_n = 0,1$  – норма резервирования привлеченных средств от расчетных счетов производителей. Значение взято непосредственно из нормативных документов Центрального банка.

- $\xi_s = 0,07$  – норма резервирования привлеченных средств от депозитов населения. Значение взято непосредственно из нормативных документов Центрального банка.

- $\tau_s = 1$  – параметр обращения денег легальной зарплаты.

- $\beta_a = 0,7$  – норма амортизации (обратная величина износа основных средств). В нашем случае основные средства амортизируются в среднем за четыре месяца.

- $\sigma = 0,2$  – доля кредитов в ВВП. В нашем случае кредиты занимают 20 % в общем объеме ВВП.

- $\mu = 0,5$  – коэффициент потребления купленного продукта. В нашем случае половина купленного продукта потребляется, а оставшая половина переходит в запасы.

- $\beta_s = 1$  – норма привлечения депозитов (обратная величина срока привлечения депозитов). В нашем случае депозиты привлекаются на 1 квартал.

- $\delta = 0,6$  – мера риска собственника. Чем меньше  $\delta$ , тем больше риск собственника не получить планируемый доход. В нашем случае риск ниже среднего уровня.

- $\beta_k = 0,06$  – норма выдачи кредитов производителю (обратная величина срока выдачи кредитов). В нашем случае в процессе идентификации модели срок выдачи кредитов оказался равным 4 года.

- $\tau_{bl} = 6,3$  – параметр обращения денег, полученных от теневой зарплаты. В результате идентификации модели получилось, что деньги, полученные от теневой зарплаты, обращаются в шесть раз быстрее, чем от легальной зарплаты. Результаты сопоставления расчетов со статистикой для 12 кварталов 2002–2004 гг. и прогноз на три года вперед (на 12 кварталов) приведены на рис. 1–4.

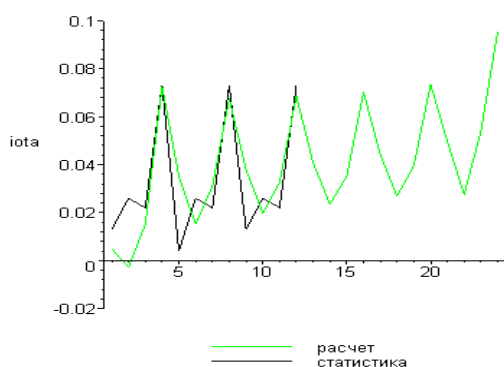


Рис. 1. Темп инфляции

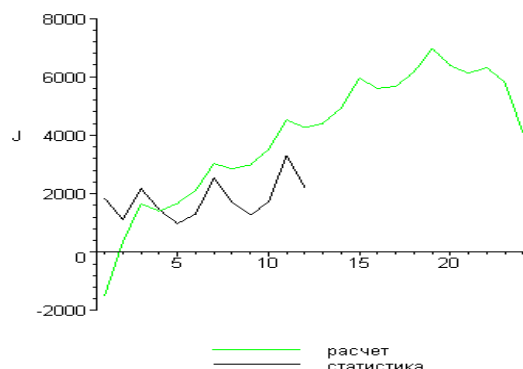


Рис. 2. Валовое накопление, млн. руб., в реальном выражении в ценах 2002 года

Как видно на рис. 1, инфляция воспроизводится моделью с весьма высокой точностью и отражает колебания инфляции в пределах года. Из прогноза видно, что темп инфляции в 2005–2006 гг. останется на том же уровне, что и в 2002–2004 гг., а к концу 2007 года возрастет. Значения валового накопления, рассчитанные моделью, слегка завышены по сравнению со статистическими данными, но отражают характер колебаний данного показателя в пределах года. Из прогноза видно, что валовое накопление в 2005–2006 гг. будет возрастать высокими темпами, а в 2007 году произойдет резкий спад реальных инвестиций.

**Выводы.** Следует заметить, что данные расчеты были произведены, когда параметры развития региональной экономики были неизвестны. Между тем по приведенным статистическим данным в 2007 году прогноз по показателю валового накопления подтвердился. Аналогичным образом (см. рис. 3) значения ВРП, рассчитанные моделью, достаточно близки к фактическим значениям, но имеют более сглаженный характер. По прогнозу ВРП в 2005–2006 гг. будет возрастать, а в 2007 году начнется спад ВРП. В классической экономике это связывают с падением реальных инвестиций, что и следует непосредственно из наших результатов (см. рис. 2). Возможно, это связано с увеличением инфляции в 2007 году, возможно, результат того, что статистика еще не успевает отражать институциональные изменения в экономике последнего времени, связанные с выполнением национальных проектов.

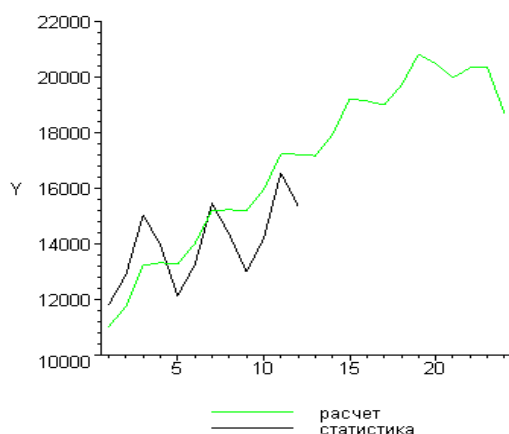


Рис.3. Валовой региональный продукт (млн. руб.)

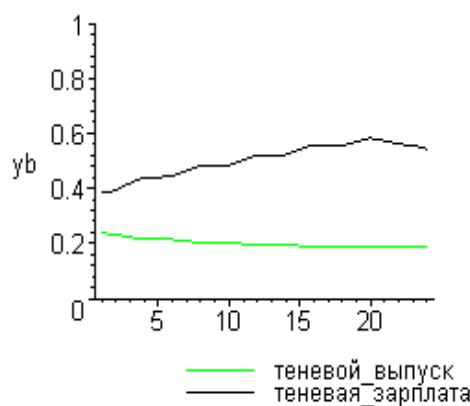


Рис. 4. Доля теневого выпуска и доля теневого зарплат

На рис. 4 представлена доля теневого выпуска в общем выпуске и доля теневого зарплат в общей зарплате, определенные в результате расчетов модели для 24 кварталов 2002–2007 гг.

### Литература

1. **Поспелов И. Г.** Модели экономической динамики, основанные на равновесии прогнозов экономических агентов/И. Г. Поспелов. М.: Фазис ВЦ РАН, 2003.
2. **Завриев Н. К.** Уроки эксплуатации системы ЭКОМОД и новые перспективы/Н. К. Завриев, И. Г.Поспелов, Л. Я. Поспелова. М.: Фазис ВЦ РАН, 2004.
3. **Поспелов И. Г.** Моделирование экономических структур//Математическое моделирование. Вып. 6/И. Г. Поспелов. М.: Фазис ВЦ РАН, 2003.