

## **Имитационное моделирование бюджетных процессов**

### **План выступления:**

1. Цель и задачи исследования
2. Обзор моделей имитационного моделирования экономики
3. Знакомство с моделью LIFT

### **Цель и задачи исследования**

**Целью исследования** является построение имитационной балансово-эконометрической модели федерального бюджета Российской Федерации, пригодной для среднесрочного сценарного прогнозирования.

Для достижения обозначенной цели в работе последовательно будут реализовываться следующие **задачи**:

- Изучение и анализ общей литературы по теме имитационного моделирования;
- Анализ существующих имитационных моделей экономики и определение основных принципов моделирования бюджетной сферы в указанных моделях;
- Системный анализ федерального бюджета РФ, составление логической схемы модели, выделение основных компонентов, входных и выходных переменных модели;
- Подготовка статистической базы для моделирования;
- Построение балансовых и эконометрических уравнений по каждому блоку модели;
- Оценка свойств модели;
- Сценарное прогнозирование на основе построенной модели.

**Объектом исследования** является федеральный бюджет РФ в 2005-2008 гг. и в среднесрочной перспективе.

**Предметом исследования** являются механизмы формирования доходной и расходной частей федерального бюджета и влияние макроэкономических показателей на уровень бюджетного дефицита. Особое внимание в работе уделяется сценарному прогнозированию основных показателей федерального бюджета.

**Информационную базу исследования** составляют ежемесячные отчеты об исполнении консолидированного бюджета Казначейства РФ, данные Министерства финансов РФ, аналитические материалы Министерства экономического развития РФ, статистические данные Федеральной службы государственной статистики и Банка России.

**Обзор моделей имитационного моделирования экономики**

Модели, основанные на принципах межотраслевого баланса	Эконометрические модели
<p><b>1960-е гг.</b> – модель LIFT  <b>1960-е – 1980-е гг.</b> – модели Ф.Н.Клоцвога, Н.Ф.Шатилова, Э.Ф.Баранова, Ю.В.Яременко и др.  <b>1970-е гг.</b> – модель межотраслевых взаимодействий (ЦЭМИ)  <b>1990-е гг.</b> – модель RIM</p>	<p><b>1936 г.</b> – модель Тинбергена для экономики Нидерландов (27 уравнений).  <b>1939 г.</b> – модель Тинбергена для экономики США (48 уравнений).  <b>1940-е гг.</b> – модель Клейна американской экономики.  <b>1950-е гг.</b> модель Клейна-Голдберга экономики США.  <b>В конце 1950-х и в 1960-е гг.</b> – большое количество страновых эконометрических моделей.  <b>Середина 1960-х гг.</b> – модель западногерманской экономики (27 уравнений, 35 тождеств).  <b>1960-е гг.</b> – Вартоновская модель (265 регрессионных уравнений и 324 тождества)  <b>1960-е гг.</b> – Брукингская модель  <b>1980-е гг.</b> квартальная модель DRI (Data Research Inc.) (700 уравнений).  <b>1980-е гг.</b> – модель QUEST (К. Алмон)  Начиная с <b>1968 г.</b> – проект LINK – глобальная макроэкономическая модель (порядка 30000 переменных).  ... </p>

**Знакомство с моделью LIFT**

**Межотраслевая модель LIFT** (Long-term Interindustry Forecasting Tool) разработана под руководством Клоппера Алмона в начале 1960-х годов как инструмент долгосрочного прогнозирования экономики США. Работа над моделью была продолжена в исследовательском центре INFORUM (Interindustry Forecasting at the University of Maryland), основанном К.Алмоном в 1967 г.

**Практическое применение модели:**

- Анализ последствий мер экономической политики;
- Макроэкономическое прогнозирование для целей частных компаний.

**Структура модели:**

Блоки модели:

1. Производство и использование продукции (конечный спрос, выпуск по отраслям, спрос на труд и пр.)
2. Цены и доходы (добавленная стоимость, цены по отраслям и пр.)
3. Расчетные показатели (прочие показатели)

**Производство и использование продукции.**

В блоке производства и использования продукции прогнозируются компоненты конечного спроса, а также промежуточное потребление и спрос на труд для 78 производственных секторов.

Конечный спрос оценивается исходя из регрессионных уравнений.

Государственные расходы задаются экзогенно.

Расходы на конечное потребление домашних хозяйств моделируются почти для 80 видов расходов. При этом в качестве объясняющих переменных используются относительные цены, реальные доходы и демографические показатели.

Уравнения для инвестиций в оборудование оценены для 53 отраслей, в качестве объясняющих переменных выступают изменения выпуска соответствующей отрасли, относительной стоимости капитала, труда и электроэнергии.

Строительство рассчитывается для 25 категорий объектов.

Экспорт отдельных видов товаров определяется внешним спросом на импорт и относительными ценами.

Импорт отдельных видов товаров рассчитывается исходя из внутреннего спроса и соотношения внешних и внутренних цен.

Для расчета выпуска решается уравнение вида  $Q=AQ+F$  (где  $Q$  – вектор-столбец объемов производства,  $A$  – матрица прямых затрат,  $F$  – вектор-столбец конечной продукции). Прогноз выпуска получается после нескольких итераций. Это связано с тем, что текущий выпуск, импорт и запасы зависят друг от друга. Эти три набора уравнений решаются одновременно.

Производительность труда для 78 секторов рассчитывается на основе трендов и изменений выпуска. Занятость определяется исходя из выпуска, производительности труда и годового фонда рабочего времени.

**Цены и доходы.**

В блоке цен и доходов строится прогноз цен для 78 секторов экономики на основе уравнения  $P=PA+V$  (где  $P$  – вектор-строка цен,  $V$  – вектор-строка коэффициентов условно-чистой продукции). При этом добавленная стоимость по отраслям определяется исходя из уравнений для компонентов доходов.

Расчеты по блоку производства и использования строятся в натуральном выражении. Статистика цен отражает цены по секторам экономики. В то же время, статистика доходов (доходы занятых, прибыль предприятий и предпринимателей и налоги) отражает экономическое положение предприятий. Для перевода из классификации по секторам экономики в классификацию по отраслям был разработан специальный переходник. Он позволяет переводить добавленную стоимость из отраслевой классификации в классификацию по секторам и наоборот.

**Оценки ключевых макроэкономических уравнений.****1) Норма сбережения:**

$$S_t = 15.6 - 1.0 * UN_{t-1} - 1.0 * AUTO_t - 1.0 * IPBRAT_t + 0.56 * PCTDI_t + 0.33 * PCTPRI_t - 0.49 * SHSSC_t,$$

где

$S_t$  - норма сбережения (в процентах располагаемого дохода;

$UN_{t-1}$  – уровень безработицы;

$AUTO_t$  – уровень автономного потребления в процентах располагаемого дохода;

$IPBRAT_t$  – процент, уплачиваемый потребителями, в процентах от дохода;

$PCTDI_t$  – изменение реального располагаемого дохода, в процентах;

$PCTPRI_t$  – изменение цен, в процентах;

$SHSSC_t$  – отчисления на социальное страхование, в процентах от располагаемого дохода.

**2) Средняя почасовая заработная плата в промышленности:**

$$W_t = 1.0 * MOG_t + 1.0 * LP_t + 0.69 * DIFP_t + 11.33 * DIFU_t, \text{ где}$$

$W_t$  – изменение средней номинальной почасовой заработной платы, в процентах;

$MOG_t$  – изменение отношения M2/реальному ВВП (взвешенная сумма за 6 лет), в процентах

$LP_t$  – изменение производительности труда в частном секторе (3-х летнее плавающее среднее), в процентах;

$DIFP_t$  – разница между инфляцией предыдущего года и инфляцией, связанной с  $MOG_{t-1}$ ;

$DIFU_t$  – изменение величины, обратной безработице (2-х летнее среднее), в процентах.

**3) Доходность 10-летних казначейских облигаций (treasure bonds):**

$$RTB10Y_t = 19.1 + 0.096 * PCTGNP_t + 0.083 * PCTGNP_{t-1} + 0.776 * PCTPRI_t - 27.0 * (M2/GNPZ)_t + 2.00 * DISINT_t, \text{ где}$$

$RTB10Y_t$  – доходность по 10-летним казначейским облигациям;

$PCTGNP_t$  – изменение реального ВВП (в постоянных ценах), в процентах;

$PCTPRI_t$  – изменение цен (дефлятор ВВП, 3-летнее среднее), в процентах;

$M2_t$  – денежное предложение;

$GNPZ_t$  – номинальный ВВП (в текущих ценах)

$DISINT_t$ , - фиктивная переменная дисинтемедиаии (вымывания посредников) – равна 0 до 1979 г., 0.25 – в 1979 г. и 1.0 – начиная с 1980 г.

**4) Частное потребление.**

Для частного потребления были рассчитаны уравнения для 79 категорий потребительских расходов. Расчеты проводились в два этапа. Уравнения пространственной регрессии захватили эффекты, вызванные доходами и демографическими факторами. На уравнения с временными

рядами пришлись циклические факторы, влияние изменения относительных цен и изменения в потребительских предпочтениях.

79 категорий потребительских товаров были объединены в 10 групп взаимосвязанных между собой товаров, для того чтобы стало возможно рассчитать параметры, объясняющие взаимодополняемость и взаимозаменяемость на основе изменения относительных цен.

1. Уравнения пространственной регрессии были рассчитаны для каждой категории потребительских товаров:

$$C_i = \left( a + \sum_{j=1}^5 b_{ij} Y_j + \sum_{k=1}^{10} d_{ik} D_k \right) \left( \sum_{m=1}^8 w_{im} N_m \right), \text{ где}$$

$C_i$  – потребление товара категории  $i$ ;

$Y_j$  – доход  $j$ -й группы, где каждая группа содержит 20% индивидов из выборки;

$D_k$  – фиктивная переменная демографических характеристик (региона страны, уровня образования, работающий супруг, размер семьи, возраст главы домохозяйства);

$N_m$  – население по возрастным группам;

$b_{ij}$ ,  $d_{ik}$  и  $w_{im}$  – оцениваемые параметры.

2. Уравнения временных рядов были также рассчитаны для каждой категории потребительских товаров:

$$\frac{Q_{it}}{W_{it}} = (a_i + b_i C_{it} + c_i DC_{it} + d_i t) \prod_{j=1}^{10} \left( \frac{P_{it}}{PBAR_{jt}} \right)^{s_j z_{ij}} \prod_{k=1}^2 \left( \frac{P_{it}}{PSUB_{kt}} \right)^{r_k v_{ik}},$$

где

$Q_{it}$  – количество потребления товара категории  $i$ , в постоянных ценах;

$W_{it}$  – взвешенное по возрасту население;

$C_{it}$  – полученная на предыдущем шаге (в пространственной регрессии) оценка показателя  $Q_{it}/P_{it}$ ;

$DC_{it}$  – первая разность  $C_{it}$ ;

$t$  – время;

$P_{it}$  – цена товара категории  $i$ ;

$PBAR_{jt}$  – средняя цена товаров в группе  $j$ ;

$s_j$  – доля группы  $j$  в потреблении в базовом периоде;

$PSUB_{kt}$  – средняя цена товаров в подгруппе  $k$ ;

$r_k$  – доля подгруппы  $k$  в группе в базовом периоде;

$a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$ ,  $d_i$ ,  $z_{ij}$  и  $v_{ik}$  – оцениваемые параметры.

##### 5) Инвестиции в оборудование в 53 отраслях.

Для каждой отрасли рассчитывается спрос на капитал:

$$K_t = e^{-at} Q_t \left[ b_1 \left( \frac{P_L}{P_K} \right)^{0.5} + b_2 \left( \frac{P_E}{P_K} \right)^{0.5} + b_3 \right], \text{ где}$$

$K_t$  – оптимальный запас капитала;

$Q_t$  – выпуск отрасли;

$P_L$  – цена труда, уровень заработной платы;

$P_E$  – цена энергии;

$P_K$  – цена капитала, издержки потребителя капитала;

$a, b_1, b_2, b_3$  – оцениваемые параметры для каждой отрасли.

Издержки потребителя капитала:

$$P_k = \frac{P_{eq} (r + dep)(1 - TZ - c)}{(1 - T)}, \text{ где}$$

$P_{eq}$  – средняя стоимость приобретаемого оборудования в отрасли;

$r$  – ожидаемая норма доходности (предполагается постоянной, равной 0.1);

$dep$  – годовая норма амортизации;

$T$  – ставка корпоративного налога;

$z$  – чистая текущая стоимость амортизации одного доллара стоимости инвестиций;

$c$  – инвестиционный налоговый кредит.

Из спроса на капитал определяется оптимальный запас капитала, который в свою очередь определяет спрос на инвестиции (с помощью сравнения текущего и оптимального запасов капитала). Валовые инвестиции разделены на чистые (изменение запаса капитала) и восстановительные.

### б) Производительность труда.

Производительность труда рассчитывается для каждого из 78 производящих секторов экономики. При этом в работе отмечено, что представленное ниже достаточно простое уравнение на практике работает гораздо лучше, чем уравнения, полученные с помощью производственных функций.

Для каждой отрасли:

$$\ln \left( \frac{Q_t}{H_t} \right) = a + bT1_t + cT2_t + dQDOWN_t + eQUP_t, \text{ где}$$

$Q_t$  – выпуск;

$H_t$  – отработанные часы;

$T1_t$  – временной тренд, начиная с 1958 г., покрывающий весь оставшийся временной период;

$T2_t$  – временной тренд, начинающийся с 1969 г. (равный 0 до 1969)

$QDOWN_t = \ln Q_t - \ln QPEAK_{t-1}$ , когда  $QPEAK_{t-1} > Q_t$ , иначе 0

$QUP_t = \ln Q_t - \ln QPEAK_{t-1}$ , когда  $QPEAK_{t-1} < Q_t$ , иначе 0

$QPEAK_t = Q_t$ , когда  $Q_t > QPEAK_{t-1}$  и  $= QPEAK_{t-1}$ , когда  $Q_t < QPEAK_{t-1}$

### 7) Внешняя торговля для каждого из 78 продуктов.

#### 1. Экспорт:

$$X_{it} = (a_i + b_i F_{it}) \left( \frac{P_{dit}}{P_{fit}} \right)^{c_i}$$

#### 2. Импорт:

$$M_{it} = (a_i + b_i D_{it}) \left( \frac{P_{fit}}{P_{dit}} \right)^{c_i}, \text{ где}$$

$M_{it}$  – импорт;

$X_{it}$  – экспорт;

$F_{it}$  – взвешенный иностранный спрос на импорт;

$D_{it}$  – внутренний спрос;

$P_{fit}$  – взвешенные иностранные цены;

$P_{dit}$  – внутренние цены.

#### Список литературы (использованной для подготовки доклада):

1. Almon C., “The Craft of Economic Modelling”, Department of Economics University of Maryland, 1988.
2. Fromm G., Klein L.R., Schink G.R., “Short- and Long-term Simulations with the Brookings model, NBER book “Econometric Models of Cyclical Behavior”, 1972.
3. Meade D., “The LIFT Model” // working paper, INFORUM, 2001.
4. McCarthy M., “LIFT: INFORUM’s Model of the U.S. Economy” // Economic Systems Research, Vol. 3, No. 1, 1991.
5. Documentation of the DRI Model of the U.S. Economy, 1993
6. Михайленко К.В., «Экономико-математическое обеспечение сценарных прогнозов социально-экономического развития России на среднесрочную перспективу», диссертация на соискание ученой степени к.э.н., 2005

