

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА И АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ МНОГОАГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.М.Лукацкий, К.В. Несытых
**Институт энергетических
исследований РАН**
(E-MAIL macrolab@eriras.ru)

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Доклад посвящен разработанной в ИНЭИ РАН модели MEMMAS (Macroeconomic Model of Multi-Agent Simulation), в которой описывается поведение взаимосвязанных агентов, в качестве которых выступают производственные отрасли экономики, совокупность домашних хозяйств и государство.
- Состояние экономики РФ дается на основе данных Росстата
- Верификация модели выполнена с помощью макроэкономической модели МЭНЭК.

ТИПЫ АЛГОРИТМОВ В MEMMAS

- В MEMMAS имеются две группы алгоритмов, описывающих поведение агентов:
- алгоритмы, при помощи которых модельные агенты определяют свои основные экономические показатели;
- алгоритмы взаимодействия агентов при согласовании уравнений:
межотраслевого баланса (МБ);
условий на системные параметры.

СИСТЕМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

- Системные параметры (СП) связаны с аналитически неразрешимыми уравнениями в MEMMAS. Это:
- коэффициент валютного масштаба, отображающий динамику валютного рынка;
- индекс реально располагаемых доходов домашних хозяйств.

Перечисленный набор СП может быть по необходимости расширен.

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЯМИ В MEMMAS

Ключевым поведенческим алгоритмом в MEMMAS является:

Выбор КВ агентами-отраслями в зависимости от динамики выпуска и прироста нераспределенной прибыли.

АЛГОРИТМ ВЫБОРА КВ (i)

Введем:

$$A_1^I = \frac{(exFFR[I] - sFFR[I])}{|sFFR[I]|} skvd[I],$$

здесь $sFFR[I]$ – базовый свободный финансовый ресурс (финансовый ресурс за вычетом дивидендов, дефлированный по индексу потребительских цен) отрасли (t-1 года) ;

$$A_2^I = \frac{exChvpo[I]}{svpd[I]} skvd[I], \text{ здесь } svpd[I] \text{ – базовый выпуск отрасли; } exChvpo[I] \text{ – ожидаемый}$$

прирост выпуска отрасли;

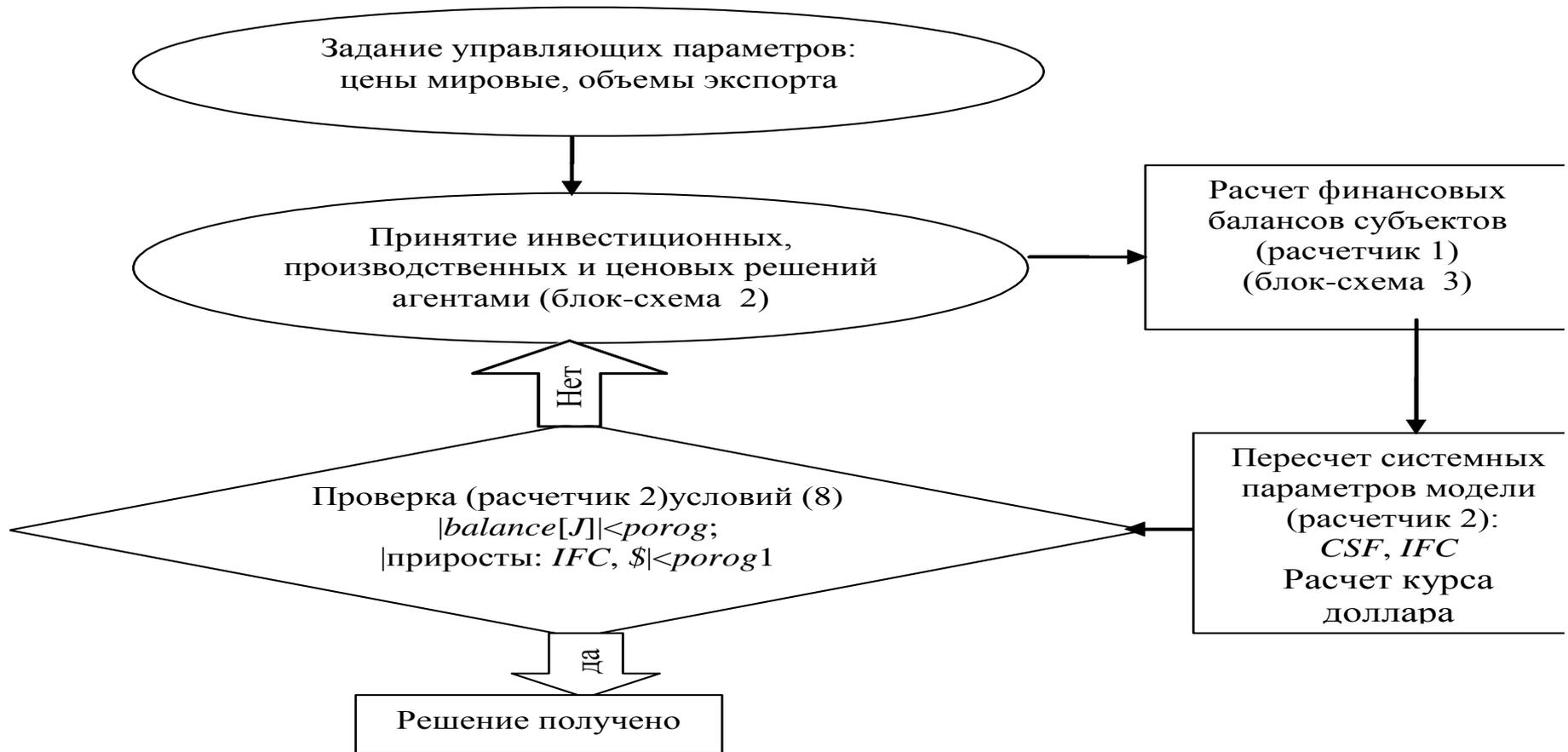
$$A_3^I = exFFR[I] - sFFR[I], \text{ ожидаемый прирост свободного финансового ресурса отрасли.}$$

АЛГОРИТМ ВЫБОРА КВ (ii)

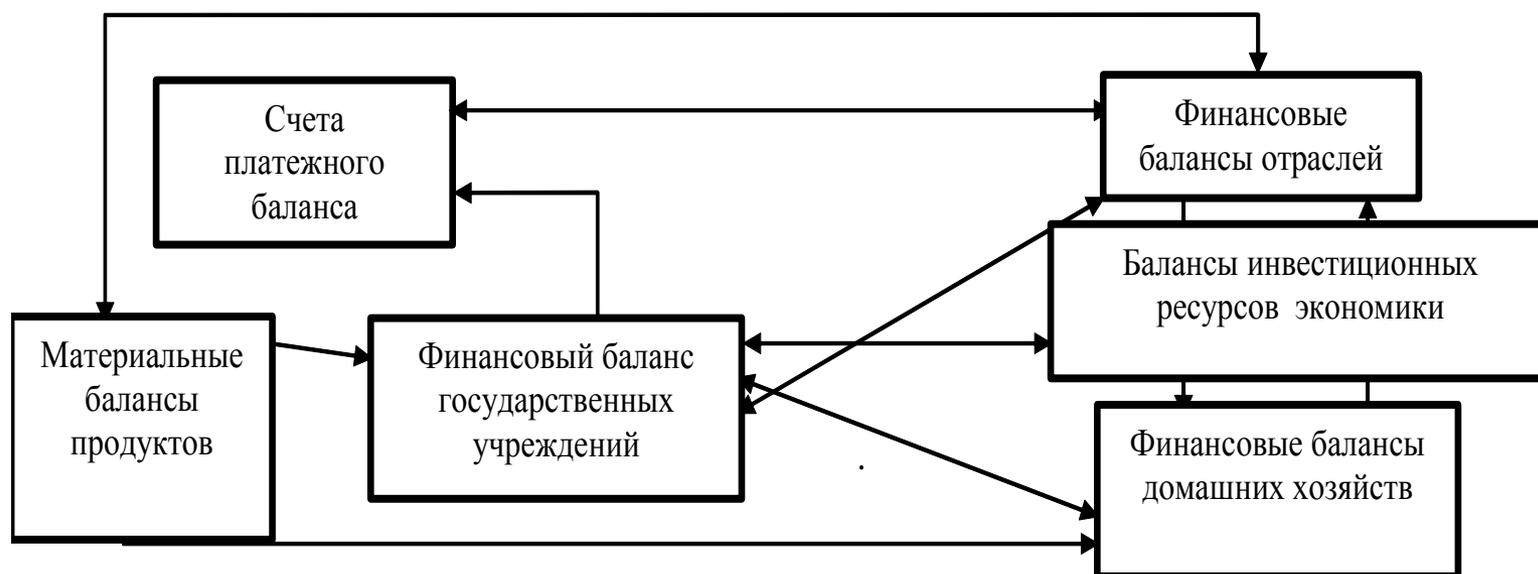
Введем множество индексов $S = \{1, 2, 3\}$ и два подмножества $S_+^I = \{s \in S \mid A_s^I > 0\}$, $S_-^I = \{s \in S \mid A_s^I < 0\}$. Вычислим приращение D_I и определим КВ отрасли I :

$$(2) \quad D_I = \begin{cases} \min(A_s^I \mid s \in S_+^I), & \text{если } S_-^I = \emptyset \ \& \ S_+^I \neq \emptyset; \\ 0, & \text{если } S_-^I = \emptyset \ \& \ S_+^I = \emptyset; \\ \max(A_s^I \mid s \in S_-^I), & \text{если } S_-^I \neq \emptyset; \end{cases} \quad kvo[I] = \max(skvo[I] + D_I, 0).$$

АЛГОРИТМ ПОИСКА СОГЛАСОВАННОГО РЕШЕНИЯ



Взаимосвязи балансовых ограничений модели



Шаги на одной итерации поиска

- Расчет ожидаемых значений показателей модели;
- определение приростов переменных МБ для уменьшения невязок;
- расчет итоговых значений показателей с учетом новых значений переменных МБ;
- проверка условий согласования МБ и условий на системные параметры;
- анализ на ситуации несовместности.

Ситуации несовместности

Определение 1. Назовем ситуацию по продукту J запертой сверху (снизу), если:
 $prod[J] = pCCapaci[J]$, $FCp[J] = (1 - FCFactor) \cdot sFCp[J]$, $imp[J] \equiv 0$ (импорт запрещен);
($prod[J] = mnprod[J] \cdot sprod[J]$, $FCp[J] = (1 + FCFactor) \cdot sFCp[J]$, $imp[J] = 0$).

1. Невязки отрицательны и для некапитального продукта есть ситуация, запертая сверху;
2. Невязки положительны и для некапитального продукта есть ситуация, запертая снизу;
3. Все отрицательные невязки заперты сверху, а положительные снизу

Уравнение материального баланса

$$\mathit{balance}[J] = \mathit{resp}[J] - \mathit{distrp}[J] = 0$$

$$\mathit{prod}[J] = T \times \mathit{prod}[J] + \mathit{FCp}[J] + \mathit{KVpd}[J] + \mathit{KVpsumo}[J] + \mathit{Exp}[J] - \mathit{imp}[J] + \mathit{Chzapp}[J]$$

Переменные для поиска согласованного решения

прирост выпуска продуктов ;

прирост КП продуктов ;

прирост импорта продуктов .

$$mnprod[J] \cdot sprd[J] \leq prod[J] \leq pCapacity[J]$$

$$(1 - FCFactor) \cdot sFCp[J] \leq FCp[J] \leq (1 + FCFactor) \cdot sFCp[J].$$

Обоснование сходимости итерационного алгоритма

$$0,5\| \mathit{prod}[J] \| \leq \| T \times \mathit{prod}[J] \| \leq 0,52\| \mathit{prod}[J] \|$$

Организация программного обеспечения в MEMMAS

Программная реализация проводилась в Visual Studio 2008 на языке программирования Visual Basic 2008. В качестве системы ввода и хранения данных использовался Microsoft Excel 2010. Для промежуточных расчетов с целью сокращения времени для использовались коллекции языка Visual Basic.

Процедура поиска согласованного решения запускается пользователем автоматически из диалогового окна. При этом сохраняется возможность параллельного вызова стандартного расчета всех показателей модели. В процессе поиска согласованного решения в MEMMAS количество итераций обычно составляет от 10 до 60. С целью сокращения времени поиска решения используется селективный расчет показателей модели на промежуточных итерациях алгоритма, т.е. требуемый только для проверки выполнимости материального баланса продуктов и расчета системных параметров. Опциональный набор показателей, необходимых для расчетов на промежуточных итерациях, предлагается системой и включает 15 показателей (при общем количестве показателей в модели: 585).

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров А.А., Шапот Д.В., Лукацкий А.М., Малахов В.А. Инструментальные средства для количественного исследования взаимосвязей энергетики и экономики // Экономика и математические методы. Т. 38. 2002, № 1. – С. 45-56.
2. Лукацкий А.М., Шапот Д.В. Методы решения задач полилинейного программирования // Журн. выч. матем. и математич. физ. Т. 41. 2001, – С. 680–691.
3. Карбовский И.Н., Лукацкий А.М., Меньшикова А.А., Шапот Д.В. Конкурентные отношения на несовершенных товарных рынках // Автоматика и телемеханика. 2003, №7. – С. 94-108.
4. Карбовский И.Н. Технология полилинейного программирования в естественно обусловленных моделях I // Автоматика и телемеханика. 2014, № 9. – С. 83-96.
5. Карбовский И.Н. Технология полилинейного программирования в естественно обусловленных моделях II // Автоматика и телемеханика. 2015, № 1. – С. 91-100.
6. Расина И.В. Итерационные алгоритмы оптимизации дискретно-непрерывных процессов // Автоматика и телемеханика. 2012, № 10. – С. 3-17.
7. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. Г. Численные методы. – М.: Бином. Лаборатория знаний. 2003. – 640 с.