
МОДЕЛЬ СИТУАЦИОННОГО АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ БЕЛАРУСИ

В.В. Горошко

На современном этапе развития государственного управления экономикой всё более востребованными становятся те разделы науки, которые содержат методологию комплексного анализа и оптимального управления сложными системами [10]. Последние технологии позволяют значительно расширить возможности по обработке статистических данных, описывающих процессы сложных социально-экономических систем: используются новые достижения в секторе как программного обеспечения, так и коммуникаций, передачи данных и визуализации информации. Тем не менее ключевым элементом для аналитика становится математическая модель, позволяющая проводить имитационное моделирование и разрабатывать сценарии развития системы с учетом особенностей отрасли, региона, страны.

Первый практический вариант имитационной модели для экономики региона был реализован еще в начале 70-х годов XX века в Чили именно для антикризисного управления социально-экономической системой, претерпевавшей постоянные политические возмущения при внешнем воздействии со стороны США. Под руководством Стаффорда Бира [5] была собрана команда кибернетиков и технических специалистов, запустившая проект «Киберсин», который был призван объединить национализированные предприятия Чили в единую систему, способную быстро реагировать на все изменения в ней. Главным преимуществом выбранного кибернетического подхода являлось то, что правительство Чили получило возможность не только оперативно проводить мониторинг изменения всей системы, но и планировать оптимальное управление, разрабатывать антикризисные меры для каждого из возможных сценариев заранее, еще до того, как наблюдаемые негативные процессы начинали входить в кризисную, необратимую стадию. Это позволило достаточно длительное время противостоять забастовкам перевозчиков (не

только не допустив транспортного паралича, но даже улучшив снабжение) и планомерно решать задачи диверсификации экономики.

Уникальный опыт формирования подобных систем с использованием иерархических (многоуровневых) динамических моделей заслуживает самого тщательного изучения. В 60-х годах в СССР существовала концепция модели ОГАС (общегосударственная автоматизированная система управления хозяйством). Ее главный идеолог, директор Института кибернетики АН УкрССР Виктор Глушков предлагал перевести управление народным хозяйством на электронно-кибернетическую основу с многоуровневой системой взаимодействия экономических агентов. Можно назвать еще целый ряд относительно успешных попыток по организации единого ситуационного центра (РАСУ Кабулова В.В., агентская модель [6, с. 8] в Вычислительном центре АН СССР и т.д.). Но при всем многообразии выбранных инструментов обработки данных в их основе лежал кибернетический подход, который позволял создать методологический базис для дальнейшего развития ситуационных комплексов.

Использование упомянутого выше базиса сегодня позволяет крупным soft-верным корпорациям (Sap, Microsoft, IBM) предлагать широкий спектр программных продуктов управления сложными системами. С их помощью во многих странах активно происходит процесс формирования на базе отраслевых министерств и региональных исполкомов так называемых «ситуационных центров» и «сценарных комнат». На Западе такие центры работают во властных структурах, в больших корпорациях и банках. Среди наиболее часто упоминающихся в печати и в интернете – ситуационный центр (СЦ) президента США, СЦ Евросоюза. В России ситуационные центры внедрены в работу отраслевых министерств, есть СЦ Президента РФ, Совета Безопасности, ключевых министерств.

Актуальность разработки национального ситуационного комплекса с точки зрения государственных управляющих институтов [11] можно выразить через понятие национальной безопасности, т.е. через обеспечение экономической защищенности жизненно важных интересов граждан, общества, государства от внешних и внутренних угроз. При такой формулировке ситуационная модель должна устранить угрозы безопасности (стабильности), которые могут привести к исчезновению устойчивого состояния, к переходу экономической системы из регулярного в хаотическое состояние, к разрушению самой экономической системы страны.

Уже сегодня выкристаллизовались основные функции, которые призван выполнять комплекс для уровня макроэкономического управления:

- оперативное получение необходимого набора статистических данных;
- обработка данных с помощью некоей имитационной модели;
- определение наиболее вероятных сценариев развития системы;
- выделение тех возможных сценариев, которые отклоняются от желаемой траектории развития системы;
- определение оптимального воздействия на различные комбинации рычагов управления для нивелирования негативных отклонений в каждом из сценариев.

Очевидно, что при наличии такого комплекса у руководящего органа появляется возможность эффективного антикризисного регулирования экономики, т.е. становится реальным определение оптимального вектора воздействий на основные макроэкономические рычаги управления (монетарные, фискальные, законодательные) для наискорейшего возврата всей системы на одну из приемлемых устойчивых траекторий развития при различных типах шоковых воздействий (внешних или внутренних).

Предварительный анализ, проведенный нами в интернете, показал полное отсутствие упоминания о существовании в Беларуси некоего центра, просчитывающего сценарии на основании математической имитационной модели. Поэтому можно с большой долей вероятности предположить, что в распоряжении управляющих органов Беларуси полноценного аналога ситуационного центра нет. Хотя при этом имеются все необходимые элементы: общереспубликанская статистическая служба, мощные институты автоматизации

и кибернетики, широко представленный IT-сектор экономики, способный реализовать имитационную модель в программном решении. Таким образом, единственным недостающим элементом для формирования национального ситуационного комплекса является экономико-математическая модель, способная проводить сценарное моделирование развития наблюдаемых процессов при изменении различных условий внешней или внутренней среды.

При формализации имитационной модели встает вопрос о разработке математической методологии построения модели. Мы полагаем, что оптимальное решение этого вопроса может быть выражено следующим образом [1, с. 2]:

- процессы управления социально-экономическими и организационно-техническими системами могут быть описаны обыкновенными дифференциальными уравнениями (ОДУ) с соответствующими начальными условиями. Если известен входной сигнал, то выходной сигнал определяется в результате решения задачи Коши для ОДУ;
- применение интегрального преобразования Лапласа к решению дифференциальных уравнений позволяет переходить к алгебраическим уравнениям;
- из операторной формы уравнения следует способ изображения стационарной системы с помощью структурных схем, что позволяет изображать сложные системы управления как взаимосвязь элементарных и типовых звеньев (усилительное, дифференцирующее, интегрирующее, звено чистого запаздывания и т.д.

Несомненным достоинством данного метода является удобство его использования при описании иерархических моделей [3], которые могут быть реализуемы с помощью выбранного компьютерного инструментария.

Компьютерный инструментарий – это второй важный вопрос описания модели. Анализ компьютерных систем моделирования показал, что оптимальным является выбор Matlab/Simulink, среды визуального моделирования динамических систем [4], к достоинствам которой можно отнести:

- разработка основана на технологии drag-and-drop (перетаски и оставь). В качестве «кирпичиков» для построения S-модели используются модули (или блоки), хранящиеся в библиотеке Simulink;
- любая разрабатываемая в Simulink модель может иметь иерархическую структуру, т.е. состоять из моделей более низкого уровня;

- наряду с другими параметрами моделирования пользователь может задавать способ изменения модельного времени (с постоянным и переменным шагом);
- за основу расчетного ядра принято интегральное преобразование Лапласа.

Третьим вопросом описания модели является выбор парадигмы, лежащий в основе ее логики. Учитывая опыт команды аналитиков при вычислительном центре АН СССР (А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин) мы считаем, что наибольшим потенциалом при моделировании систем высокой сложности обладает именно агентская парадигма, которая позволяет представить всю систему в виде взаимодействия т.н. экономических агентов, каждый из которых сам является отдельной подсистемой.

Каждого из агентов можно описать с помощью структурной схемы, которая отображает поведенческие реакции (отклики) на те или иные процессы. Каждый из агентов имеет собственную иерархию целей, для достижения которых использует свой собственный набор рычагов управления. Предлагается выделить три основных агента: бизнес В-agent; государство G-agent; население Р-agent.

В-agent: собственная цель в системе – получение прибыли или обеспечение сбалансированного платежного баланса. Базовая функция в системе: удовлетворение потребительского спроса, обеспечение рабочих мест. Подсистема объединяет в себе различные элементы, имеющие одну и ту же цель – получение максимальной прибыли, достичь которой можно используя свои собственные рычаги управления:

- найм / увольнение;
- повышение / понижение заработной платы;
- распределение прибылей;
- выбор методики амортизирования.

G-agent: собственная цель в системе – обеспечение ценовой стабильности, экономического роста и полной занятости. Базовая функция в системе: обеспечение собственной устойчивости. В данном блоке моделируется функционирование государственных институтов, созданных для регулирования экономики и обладающих набором определенных рычагов, с помощью которых происходит воздействие на экономические процессы. К таким рычагам следует отнести:

- законодательные акты;
- рычаги бюджетного финансирования;
- ставки налогов;
- кредитная политика.

P-agent: собственная цель в системе – увеличение количества потребляемых благ, доходов. Базовая функция в системе: потребление конечного продукта и формирование накоплений. Подсистема домашних хозяйств обладает двумя невыраженными рычагами:

- рычаг «оппозиционного давления» или «социального взрыва», т.е. рычаг, способный оказывать влияние на деятельность государственных институтов (G-агента);
- рычаг потребительского предпочтения (между импортным или отечественным товаром).

Взаимосвязь агентов можно изобразить в виде упрощенной схемы, представленной на рис. 1.

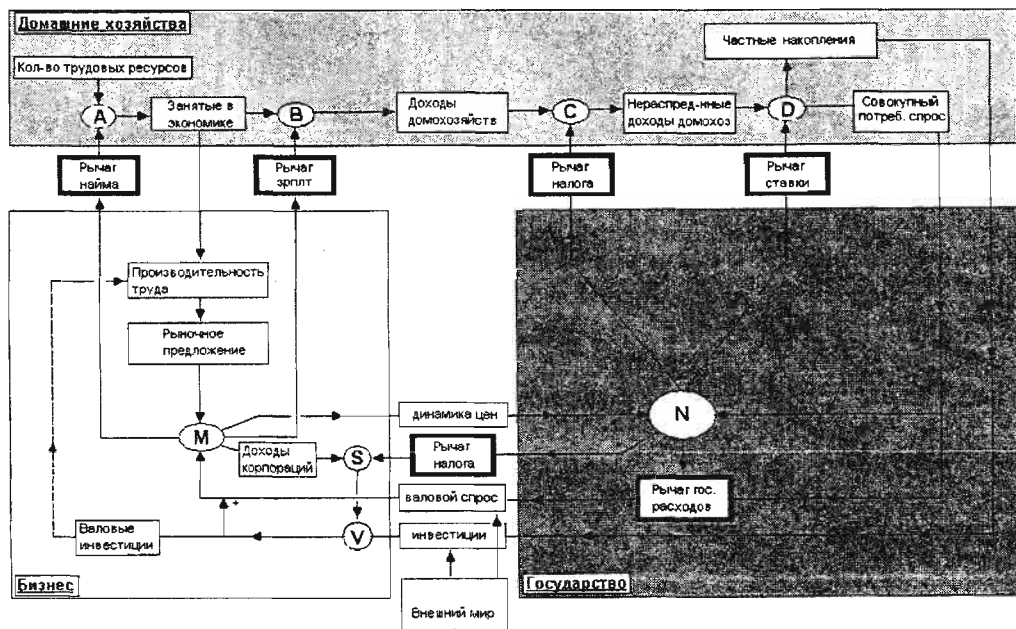


Рисунок 1 – Условная схема местоположения рычагов управления трех подсистем

На схеме отмечены воздействия рычагов на ключевые процессы:

А – при увеличении (снижении) доходов и прибылей хозяйствующих субъектов с определенным запаздыванием происходит расширение (сокращение) найма.

В – расширение (сокращение) найма выражается в дефиците (или излишнем предложении) рабочей силы. Дефицит рабочей силы приводит к росту заработной платы, излишнее предложение – к нулевому ее приросту.

С и **S** – при сокращении (возрастании) поступлений в консолидированный бюджет и появлении дефицита (профицита) средств финансирования государственных программ происходит усиление (снижение) налогового бремени.

Д – при повышении (снижении) уровня инфляции и (или) сокращении (увеличении) уровня потребительских расходов может быть повышена (понижена) ключевая процентная ставка.

М – условно обозначено видение бизнесом затоваренных складов – блок «складских запасов».

Н – условно обозначен блок принятия решения по стимуляции различных отраслей рычагом государственного заказа в зависимости от инфляции, темпов экономического роста и бюджетного баланса.

У – условно обозначен блок выбора методики амортизации.

При формировании структурных схем агентов следует использовать метод постепенной детализации на структурных схемах. Например, контур В-агента предлагается детализировать по следующим этапам:

На схеме 1 визуализирован 1-й этап формирования оптового предложения продукции. Видно, что количество занятых (K_z), работающих с определенной производительностью труда (Pr), выпускает за промежуток времени некоторое количество продукции в натуральном выражении. При этом учитывается запаздывание технологических циклов производства через непрерывно распределенное запаздывание. Валовой реальный выпуск может быть скорректирован на остатки прошлых периодов, т.е. на складские запасы, что выражено наличием положительной обратной связи. Сумма валового реального выпуска и складских запасов образует валовое реальное предложение, которое при умножении на текущую цену становится валовым предложением в денежном выражении. Объем нерализованной продукции получается путем вычитания спроса из предложения. В схеме присутствует проверка на положительность остатков, для исключения абсурдной логики в случае превышения спроса над предложением (при дефиците товаров следует исключить «отрицательные остатки»). Полученные таким образом остатки с некоторым запаздыванием (дискретным «транспортным») возвращаются на склад (для этого они вновь переводятся в натуральное выражение путем деления на текущую цену).

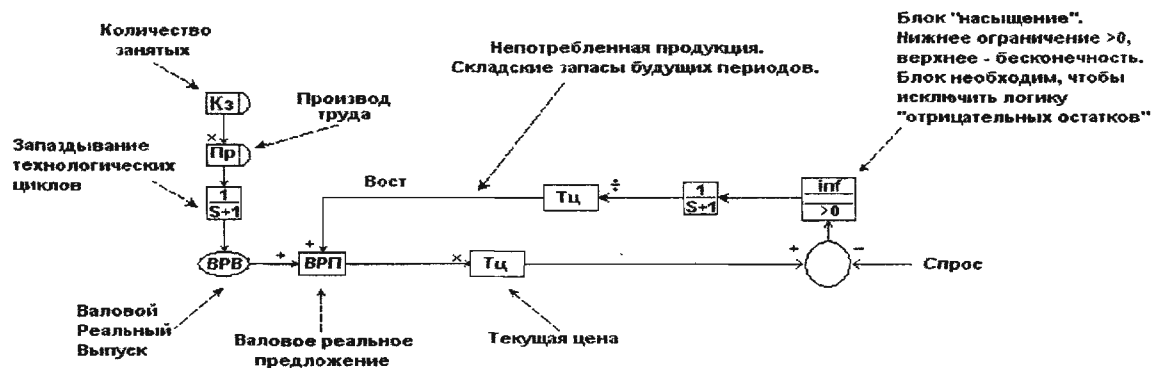


Схема 1 – Первый этап детализации

Логика представленной части схемы может быть описана следующим образом:

$$(1) (K_z * Pr) * \frac{1}{s + \alpha_1} = ВРВ$$

$$(2) ВРП = ВРВ + В_{ост}$$

$$(3) В_{ост} = (ВРП * Тц - C) * e^{-st} * \frac{1}{T_c} = (ВРП - C/T_c) * e^{-st}$$

На схеме 2 строятся ситуационные ветки системы, имитирующие получение финансового результата от реализации продукции. Видно, что после реализации продукции по текущим ценам у экономического агента остается не только остаток продукции (складские запасы), но и операционная выручка (ОВ). Из операционной выручки вычитаются валовые

затраты производства (ВЗП), а результат проверяется на положительность. Если операционной выручки не хватает для погашения всей суммы валовых затрат, то отрицательная разница подлежит кредитованию. Если же суммы реализации хватило на погашение всех затрат и при этом имеется прибыль, то для получения чистой прибыли (ЧП) от остатка вычитается процент налога на прибыль (ННП). Оставшиеся ресурсы могут быть распределены как дивиденды либо реинвестированы

в производство. Далее, с некоторым запаздыванием (связанным с подготовкой отчетности и проведением бухгалтерских и финансовых расчетов), чистая прибыль умножается на процент выплаты дивидендов и уходит на счета акционеров и (или) реинвестируется в производство. Таким образом:

(4) $OB = C$, если $C < BPP * Tц$,

где: C – спрос на продукцию

(5) $OB = BPP * Tц$, если $C \geq BPP * Tц$

(6) $OB - BЗП - U = L$

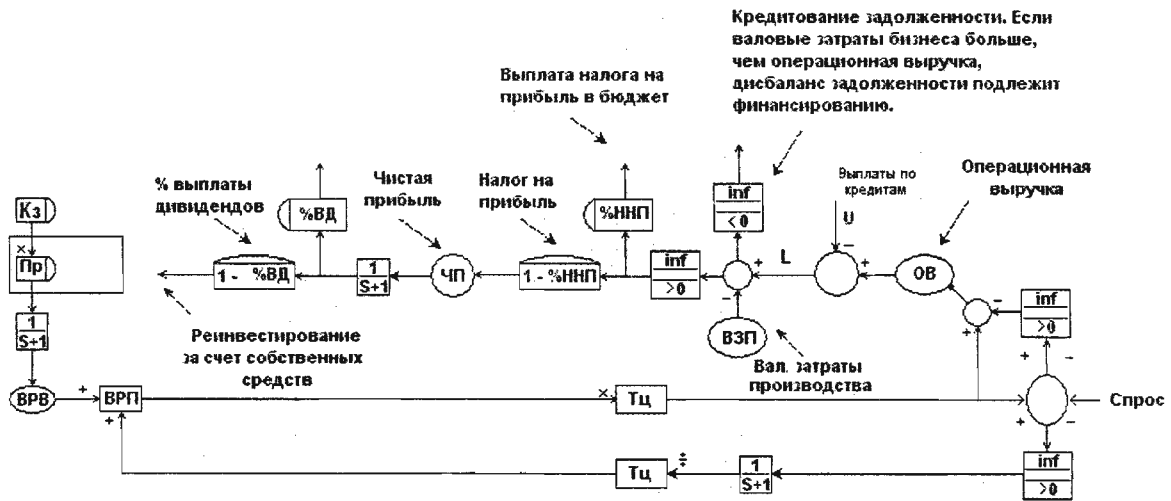


Схема 2 – Второй этап детализации

На схеме 3 детально представлена ветка системы, описывающая процесс выплаты кредитов. Работает она тогда, когда операционная выручка не покрывает всех затрат на производство, т.е. при $L < 0$ определяется передаточная функция:

(7) если $L \leq 0$, $U = L * \frac{СП}{(s + \alpha_2) * (1 - e^{-s\tau}) + СП}$

(8) если $L > 0$, $L - ННП = ЧП$

(9) $ЧП * (1 - ВД) * \frac{1}{s + \alpha_3} + ПрИ = И$

Из схемы видна также имитация поведения агента при анализе результатов каждого цикла продаж – сравниваются значения текущих и предыдущих инвестиций, поступающих в производство:

(10) $И - И * e^{-s\tau} = И_1$

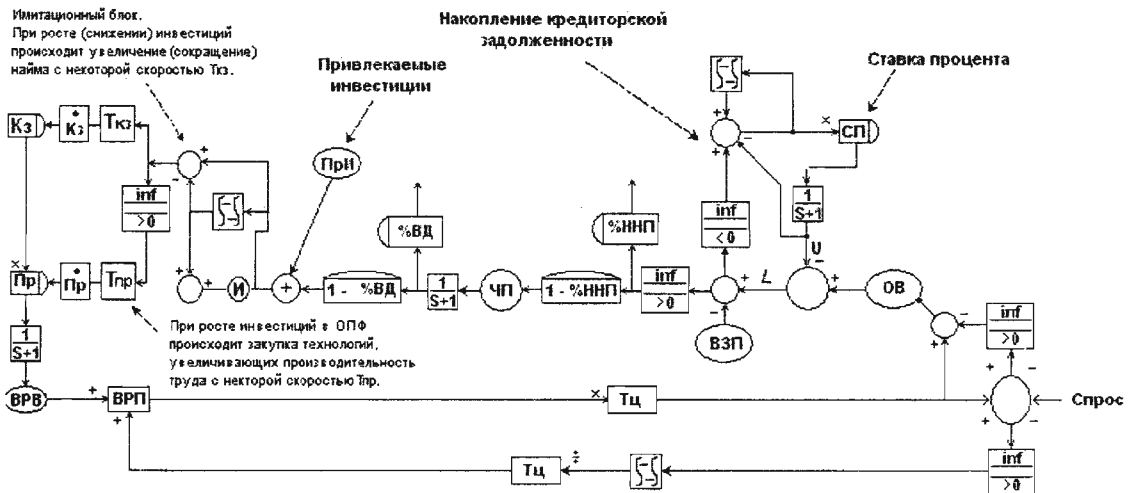


Схема 3 – Третий этап детализации

При увеличении инвестиций происходит расширение производства и увеличивается количество рабочих мест. В то же время снижение инвестиций как следствие падения прибыльности бизнеса или потери рынков сбыта приводит к сокращению рабочих мест через механизм оптимизации бизнес-процессов и сокращения издержек на оплату труда. Указанные корректировочные воздействия происходят с определенной скоростью $T_{кз}$:

$$(11) K_3 = K_3 + s * I_1 * T_{кз}$$

Дальнейшая детализация модели, предлагаемой автором, содержит еще более 17 усложняющихся этапов и по понятным причинам не приводится в статье в полном объеме. Построение модели на заключительном этапе увязывает всех выделенных агентов в единый контур, который позволяет анализировать макроэкономическую статистику прошлых периодов и проводить имитационное моделирование, опираясь на различные варианты реакции экономических агентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 656 с.
2. Пантелеев, А.В. Теория управления в примерах и задачах: учеб. пособие / А.В. Пантелеев, А.С. Бортаковский. – М.: Высш. шк., 2003. – 583 с.
3. Асанович, В.Я. Модели системной динамики экономических процессов / В.Я. Асанович, О.В. Бакаева, В.Н. Бакаев // Депон. ВИНТИ, № 155-В98, 20.01.1998. – Вологда, ВоПИ. – 25 с.
4. Гультаев, А.К. Имитационное моделирование в среде Windows: практич. пособие / А.К. Гультаев. – СПб.: КОРОНА принт, 1999. – 288 с.
5. Пихорович, В. Кибернетика возвращается / В. Пихорович, В. Тайнов. – <http://www.komproekt.ru/table/>
6. Петров, А.А. Системный анализ развивающейся экономики: многосекторная модель и учет природных ресурсов III / А.А. Петров, И.Г. Поспелов // Изв. АН СССР, Техн. кибернетика. – 1979. – № 4.
7. Петров, А.А. Системный анализ развивающейся экономики: учет научно-технического прогресса, IV / А.А. Петров, И.Г. Поспелов // Изв. АН СССР, Техн. кибернетика. – 1979. – № 5.
8. Крутов, А.П. Системный анализ экономики: модель общественного воспроизводства в плановой экономике / А.П. Крутов, А.А. Петров, И.Г. Поспелов // Математическое моделирование: методы описания и исследования сложных систем / под ред. А.А. Самарского, Н.Н. Моисеева, А.А. Петрова. – М.: Наука, 1989. – С. 200–232.
9. Горошко, В.В. Разработка антикризисных программ устойчивого развития на основании системы управления с обратной связью: тез докл. I-й МНПК «Антикризисное управление» / В.В. Горошко, В.Я. Асанович. – Минск: БГУ, 2002.
10. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь. – Минск: Администрация Президента Республики Беларусь, 2001. – 24 с.
11. Мясникович, М.В. Проблемы экономической безопасности / М.В. Мясникович. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2001. – 143 с.

РЕЗЮМЕ

Показан переход описания динамики системы от представления в аналитическом виде к операторной форме и далее, к изображению в виде структурных схем. Для построения структурной схемы использована среда визуального моделирования динамических систем Matlab/Simulink. Реализация подхода осуществлена на примере моделирования экономического агента на микро- и макро уровнях.

* Статья поступила в редакцию 6 июля 2009 г.