

Информационное регулирование в замкнутой экономической системе

Стюгин М.А. (ООО «ИТБ», 2010 г.)

Целью данной работы является построение модели экономической системы, позволяющей выделить показатели информированности субъектов и выявить зависимость сценариев развития экономической системы от значений этих показателей.

Замкнутая экономическая система

Замкнутой экономической системой назовем идеальный объект, состоящий из нескольких агентов объединенных друг с другом товарно-денежными отношениями. Система не имеет внешних товарно-экономических связей и объем внутренней валюты в системе остается неизменным.

Для моделирования экономических отношений рассмотрим простейшую систему, где e_1 является потребителем, работающим в компании e_3 , реализующей свою продукцию посредством дилера e_2 . Движение денег в этой системе можно представить в виде графа на рис. 1. Производитель e_3 платит деньги своему сотруднику e_1 , тот в свою очередь покупает товары у клерка e_2 , который покупает или берет на реализацию товары у e_3 .

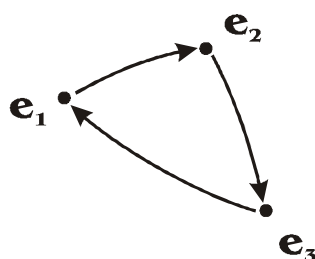


Рис. 1.

Систему можно усложнить, введя в нее еще одного производителя e_5 , клерка e_6 и потребителя e_4 . Отношения в системе становятся более сложными, как показано на рис.2.

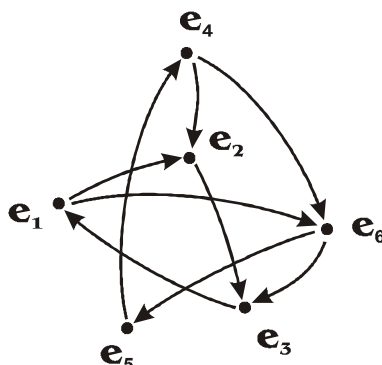


Рис. 2.

Для дальнейшей работы нам будет удобнее, если каждый элемент будет иметь только один входящий и исходящий параметр. Для этого мы склеиваем стрелки и склеиваем тем самым однородные узлы графа, получая множества узлов и отношения между ними (рис. 3).

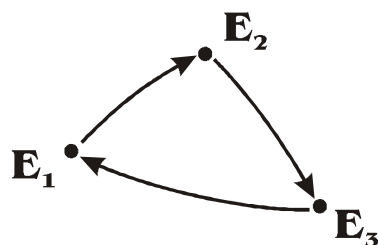


Рис. 3.

Здесь $E_1 = \{e_1, e_4, \dots\}$, $E_2 = \{e_2, e_6, \dots\}$, $E_3 = \{e_3, e_5, \dots\}$. Элементов в склеенном графе не обязательно должно получиться три, их количество зависит от числа разнотипных объектов, которые мы вводим в исходную систему.

Обмен в экономической системе является товарно-денежным, поэтому нам необходимо каждому потоку внутренней валюты сопоставить обратный поток товаров и услуг, как это показано на рис. 4.

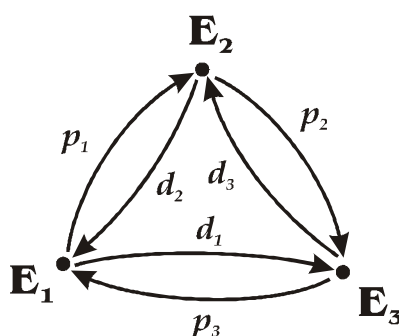


Рис. 4.

Здесь p_1, p_2, p_3 обозначают объем потока внутренней валюты, а d_1, d_2 и d_3 объем потока товаров и услуг выраженный в условных единицах.

Инфляция в замкнутой системе

Для начала выразим основные количественные показатели описанной нами экономической системы. Будем моделировать пошаговое развитие. Шаг системы обозначим как $t \in \{0, 1, 2, \dots\}$. Элемент системы $n \in \{1, \dots, N\}$. В нашем случае $N=3$. Шаг системы в формулах – верхний индекс, номер элемента – нижний.

Каждый элемент не только получает или отдает валюту или ресурсы, но и имеет собственные накопления валюты и ресурсов: $p^m(E_n)$ и $d^m(E_n)$ соответственно. Таким образом, полный объем валюты в системе:

$$P^m = \sum_{n=1}^N p_n^m + \sum_{n=1}^N p^m(E_n).$$

Количество внутренней валюты в замкнутой системе неизменно и равно константе

$$\forall m : P^m = P^{m+1} = const.$$

Совсем иная ситуация с полным объемом существующих товаров и услуг

$$D^m = \sum_{n=1}^N d_n^m + \sum_{n=1}^N d^m(E_n).$$

Значение это не может быть постоянным, т.к. мы сталкиваемся с фактом производства новых товаров и услуг и износом и ликвидацией старых. Мы можем однозначно

утверждать, что при полной остановке производства D^m является нисходящей функцией стремящейся к нулю:

$$\forall m: \sum_{n=1}^N d_n^m = 0 \Rightarrow \sum_{n=1}^N d^{m+1}(E_n) < \sum_{n=1}^N d^m(E_n) \Rightarrow D^{m+1} < D^m. \quad (1)$$

Отношение объема товаров к полному объему денег в системе характеризует реальную стоимость внутренней валюты. Если этот показатель увеличивается, то в системе происходит дефляция. Если уменьшается – инфляция.

$$\frac{D^{m+1}}{P^{m+1}} < \frac{D^m}{P^m} - \text{инфляция}; \quad \frac{D^{m+1}}{P^{m+1}} > \frac{D^m}{P^m} - \text{дефляция}.$$

Из формулы (1) можно вывести величину объема производства товаров и услуг, являющуюся *порогом инфляции*.

$$C_{инф} = \sum_{n=1}^N d^m(E_n) - \sum_{n=1}^N d^{m+1}(E_n). \quad (2)$$

Если полный оборот (производство) товаров и услуг на текущем шаге равен $C_{инф}$, то деньги не меняют стоимость. Если меньше, то происходит инфляция (обесценивание) денег.

Цели элементов системы

В описанной нами системе мы можем определить уровень достатка каждого элемента на текущем шаге:

$$B_n^m = d^m(E_n) + p^m(E_n) \frac{D^m}{P^m}.$$

Каждый из элементов экономической системы ведет себя таким образом, чтобы максимально обогатиться, т.е. увеличить уровень своего достатка на текущем шаге.

$$\begin{aligned} \Delta B_n^m &= d^m(E_n) - d^{m-1}(E_n) + p^m(E_n) \frac{D^m}{P^m} - p^{m-1}(E_n) \frac{D^{m-1}}{P^{m-1}} = B_n^{m-1} - B_n^m = \\ &= (d_n^m \uparrow - d_n^{m-1} \downarrow) + (p_n^m \uparrow - p_n^{m-1} \downarrow) \frac{D^m}{P^m} \end{aligned}$$

Контролируемыми параметрами для элемента n являются исходящие потоки денег и товаров. По ним он и оптимизирует функцию траты денег и ресурсов (Fp и Fd соответственно):

$$\begin{aligned} \Delta B_n^m &\xrightarrow{Fp_n^m, Fd_n^m} \max, \\ p_n^m \downarrow &= Fp_n^m(p(E_n)), \\ d_n^m \downarrow &= Fd_n^m(d(E_n)). \end{aligned}$$

При таком условии единственным параметром целевой функции каждого из агентов является существующий у него в данный момент ресурс. И он планирует насколько эффективно можно его потратить с целью увеличения дельты достатка на текущем шаге. Такую логику агентов системы можно назвать *ситуационным планированием*. Информированность агентов здесь не играет никакой роли.

Уровень богатства всей системы на текущем шаге равен

$$B^m = D^m + P^m \frac{D^m}{P^m} = 2D^m.$$

Если прирост достатка всех элементов системы на данном шаге отрицательный, то в системе происходит обесценивание внутренней валюты.

Стратегическое планирование

В реальных экономических системах агенты не руководствуются приведенной выше логикой, т.к. планируют свой достаток с точки зрения состояния системы на следующем шаге. Если агент планирует свой доход на $(m+1)$ -м шаге и далее, то такое планирование мы будем называть *стратегическим*.

Здесь, при принятии решений о тратах, агенты руководствуются информацией о возможной дельте дохода на следующем шаге. Таким образом, замкнутая экономическая система получает извне некую информацию (рис. 5).

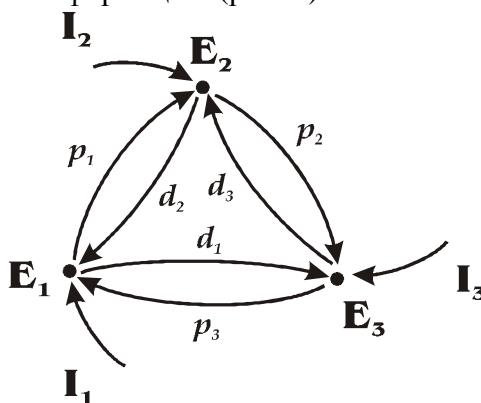


Рис. 5.

Стратегии агентов меняются с учетом параметра информированности:

$$\Delta B_n^m \xrightarrow{Fp_n^m, Fd_n^m} \max,$$

$$p_n^m \downarrow = Fp_n^m(p(E_n), I_n^{m+1}),$$

$$d_n^m \downarrow = Fd_n^m(d(E_n), I_n^{m+1}),$$

где

$$I_n^{m+1} = \frac{[\Delta B_n^{m+1}]}{\Delta B_n^m}.$$

Здесь и далее в квадратных скобках будем обозначать не действительные значения параметров, а прогноз данных значений агентами. Если $I_n^{m+1} > 1$, то информация является для агента позитивной. Если $I_n^{m+1} < 1$, то информация негативна. Сама по себе негативная информация может, как увеличить траты агента на текущем шаге, так и уменьшить их. Чтобы сделать ситуацию более определенной необходимо выделить два вида информированности, которые связаны с двумя неконтролируемыми агентом параметрами в дельте дохода на следующем шаге. Это параметры $p_n^{m+1} \uparrow$ и $d_n^{m+1} \uparrow$.

$$I_n^{m+1} = \frac{[\Delta B_n^{m+1}]}{\Delta B_n^m} = Ip_n^{m+1} \bullet Id_n^{m+1} = \frac{[p_n^{m+1}]}{p_n^m} \bullet \frac{[d_n^{m+1}]}{d_n^m}$$

Если $Ip_n^{m+1} < 1$, то это негативная информация о доходах агента на следующем шаге, что заставляет его экономить валюту на текущий момент. $Id_n^{m+1} < 1$ является негативной

информацией для агента о предложении товаров и услуг на следующем шаге, что склоняет его к повышенным тратам на текущий момент.

Информационное регулирование

Негативная информация $I p_n^{m+1} < 1$, склоняя агентов к экономии, уменьшает оборот товаров и услуг, занижая тем самым величину $\sum_{n=1}^N d_n^m$. Это приводит к снижению достатка системы в целом вплоть до инфляции. График зависимости роста дохода системы от показателя негативности информации $I p_n^{m+1}$ показан на рис.6.

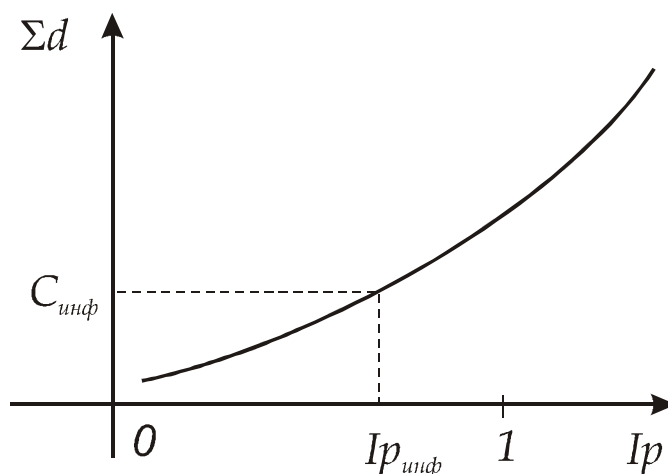


Рис. 6.

Значение $I p_{инф}$ является уровнем негатива информации приводящее систему к порогу инфляции $C_{инф}$, определяемому формулой (2). Значение находится для каждой замкнутой экономической системы опытным путем. Например, сколько раз надо сказать слово «кризис» и на какую аудиторию, чтобы объем товаров и услуг упал до порога инфляции.

$I d_n^{m+1} < 1$ наоборот склоняет агентов к тратам, что увеличивает оборот товаров и услуг и приводит к дефляции.

Но сама по себе негативная или позитивная информация не может привести к обогащению системы, т.к. здесь имеет место быть *положительное и отрицательное подкрепление*. Если агент имел негативную информацию на шаге m и она не сбылась на $(m+1)$ -м шаге, то это отрицательное подкрепление, заставляющее агента изменить свою информированность и наоборот.

$$\frac{[p_n^{m+1}]}{p_n^m} < 1, \text{ и } \frac{p_n^{m+1}}{p_n^m} < 1. \quad (3)$$

Формула (3) демонстрирует положительное подкрепление, т.к. отрицательная информированность приводит к экономии и снижению $\sum_{n=1}^N d_n^m$, а, следовательно, к снижению общего уровня обогащения системы. В качестве примера здесь можно взять банальную ситуацию: по телевизору заявляют, что прогнозируется кризис и недостаток ликвидности денег, что приводит в свою очередь к экономии потребителей и снижению общей рентабельности на рынке. В результате падения рентабельности производители

снижают производство и увольняют или урезают зарплату работникам, обеспечивая им тем самым положительное подкрепление.

Рассмотрим теперь другую негативную информированность:

$$\frac{[d_n^{m+1}]}{d_n^m} < 1, \text{ и } \frac{d_n^{m+1}}{d_n^m} > 1.$$

Это отрицательное подкрепление, т.к. информация о дефиците на следующем шаге приводит к повышенной трате валюты и увеличению показателя $\sum_{n=1}^N d_n^m$, а, следовательно, к увеличению общего уровня производства. Примером здесь могут служить обычные спекуляции на рынке с целью временного увеличения спроса на продукцию. К падению и дефициту это не приводит, обеспечивая тем самым отрицательное подкрепление.

Отсюда можно сделать четыре важных вывода информационного регулирования в замкнутой экономической системе:

- 1.1. *Негативная информация, приводящая к тратам, обеспечивает отрицательное подкрепление;*
- 1.2. *Негативная информация, приводящая к экономии, обеспечивает положительное подкрепление;*
- 2.1. *Позитивная информация, приводящая к тратам, обеспечивает положительное подкрепление;*
- 2.2. *Позитивная информация, приводящая к экономии, обеспечивает отрицательное подкрепление.*

Из данных утверждений можно сделать вывод, что замкнутая экономическая система развивается в сторону обогащения на основе позитивной информации или деградирует на основе негативной информации (рис. 7). Причем сама система не в состоянии выйти из этих двух сценариев самостоятельно, т.к. обеспечивает агентам положительное подкрепление. Заставить систему развиваться по иному сценарию можно только путем внешнего воздействия: внешняя информация, внешний ресурс или изменение объема внутренней валюты.

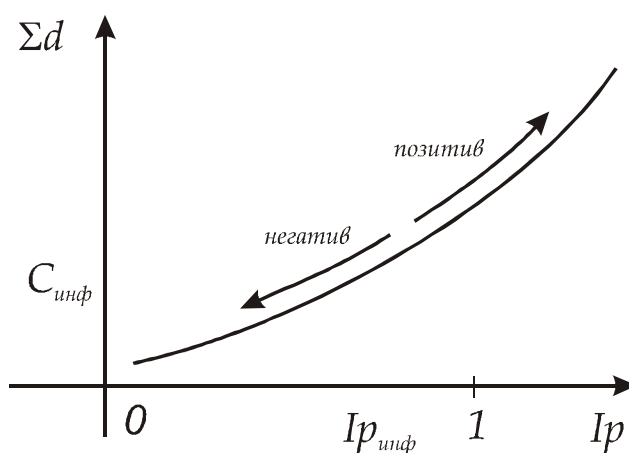


Рис.7.

Из приведенных выше утверждений можно сделать еще один интересный вывод. Почему-то оба утверждения с положительным подкреплением касаются объема поступлений валюты агентам на следующем шаге (показатель I_p). И это даже не смотря на

то, что объем внутренней валюты в замкнутой системе остается неизменным. То есть никакие спекуляции о дефиците продукции (являющемся реальным показателем богатства в системе) не приводят всю систему к упадку. И только информация об изменении денежного оборота в состоянии привести ее к процветанию или деградации.

Здесь возникает еще один практический вопрос: можно ли защитить систему от развития по сценарию 1.2 и выработать соответствующий иммунитет от негативной информации I_p у агентов системы? Если какой-либо из агентов будет знать утверждение 1.2, склонит ли это его к противоположным действиям? Нет, агент выберет общий сценарий, т.к. в целом поведение одного агента не изменит общих показателей, а агенту, отклонившемуся от общего сценария, обеспечит еще больший проигрыш.

А если утверждение 1.2 является общим знанием и каждый из агентов системы знает, что это общее знание, заставит ли это его изменить поведение по общему сценарию? Как это ни парадоксально, но и в этом случае (но уже осознанно) агенты будут также затягивать систему в сторону деградации. Здесь мы сталкиваемся с проблемой коллективной рациональности, замечательно описанную А.Б.Рапопортом в статье «Что такое рациональность?» на основе игры, придуманной Д.Хофстадтером [1]. Была проведена игра с призовым фондом в 1 млн. долл. Каждому игроку было предложено написать число на бумажке. Кто напишет число большее получит выигрыш равный призовому фонду деленному на это число. Если кто-то пишет равные числа, то выигрыш делится между победителями. Не трудно догадаться, что единственным выигрышным вариантом здесь было написать всем 1, но призовой фонд, что вполне естественно, так и не был разыгран. Так и в нашем случае, зная о том, что единая стратегия обеспечит агентам максимальный выигрыш, они действуют в соответствии с индивидуальной рациональностью, обеспечивающей им меньший выигрыш, но независимый от действий других участников рынка.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что контролировать сценарий развития замкнутой экономической системы можно только путем внешнего информационного воздействия по показателю I_p . При этом не надо забывать что термин «замкнутая экономическая система» обозначает здесь идеальный объект и внешним воздействием для него в реальных ситуациях может быть и действия одного из участников, которого мы ввели в агенты идеальной системы.

Литература

1. Рапопорт А.Б. Что такое рациональность? // Рефлексивные процессы и управление, №2, 2002.