
ЗАМЕТКИ И ПИСЬМА

**РЕЗОНАНСНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ:
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД**

© 2013 г. В.И. Громов

(Беларусь)

1. Постановка проблемы. Мировой экономический кризис 2008 г., начавшийся на макроуровне как финансовый, развивался в дальнейшем на макро- и микроуровне как системный, стал закономерным следствием нарастающей дисфункции глобальных социально-экономических процессов. Он показал назревшую необходимость реорганизации международной финансово-экономической системы. Выявившаяся дисфункция мировой социально-экономической системы требует ответа на вопрос, как должна правильно функционировать и управляться подобная система и ее отдельные структурные единицы в нормальном бескризисном режиме.

В последние десятилетия логика развития социума со всей очевидностью показывает, что экономические и социальные процессы не являются детерминированными и линейными. Признание этого факта требует создания адекватных экономико-математических моделей для описания нелинейной экономической динамики. Учеными ЦЭМИ РАН – В.Л. Макаровым, В.М. Полтеровичем, Г.Б. Клейнером и рядом других (Макаров, Варшавский, 2004; Полтерович, 2006; Акаев, 2007; Багриновский, Бендиков, 2007; Клейнер, 2010) – активно разрабатывается новая теория экономических систем, важной частью которой являются эффекты, возникающие в процессе реализации взаимосвязей и взаимодействий составных элементов социально-экономического пространства. На наш взгляд, многие системные эффекты имеют резонансную природу. Попытке обосновать сущность и особенности проявления социально-экономических взаимодействий с точки зрения резонансной гипотезы посвящена данная статья.

Излагаемая нами концепция включает ряд руководящих идей в области резонансной социально-экономической проблематики.

1. Очевидно, что экономика и социальная сфера могут быть адекватно рассмотрены только в динамике.

2. В силу системного характера и связности социально-экономической деятельности в ней возникает синергетическая ресурсная составляющая, исследованная Г.Б. Клейнером (Kleiner, 2009).

3. Всем совместно протекающим социально-экономическим процессам присущ циклический характер: используемый ресурс авансируется в начале цикла, а в конце – возвращается, как правило, с приращением.

4. Классическая формула “Деньги – Товар – Деньги⁺”, на наш взгляд, имеет универсальный характер для любых видов ресурсов и содержит внутренний исходный колебательный контур, обуславливающий изменение традиционных экономических показателей.

5. Колебательная природа социально-экономических процессов позволяет применить основные концепты теории волн и колебаний для модельного описания их протекания.

6. В колебательном цикле “ожидание – отклик” может быть дано единообразное описание социально-экономической динамики – от кризисных явлений и стагнаций до бурного экономического расцвета и ажиотажных процессов на финансовых рынках.

7. Резонанс – как естественный динамический системный ресурс – заключается в обеспечении максимально возможной амплитуды колебаний первичного колебательного контура в течение всего горизонта планирования при совмещении частот взаимодействующих процессов.

В настоящей статье обосновывается гипотеза резонансной природы социально-экономических взаимодействий. Сформулированы и описаны экономико-математические модели потоков затрат и результатов, сводящиеся при определенных условиях к колебательным и резонансным.

Резонанс – термин, широко применяющийся в различных областях научной деятельности. Он означает резкое возрастание амплитуды установившихся вынужденных колебаний системы при приближении частоты внешнего воздействия к частоте одного из ее собственных колебаний. Разрушение системы происходит в том случае, если амплитуда колебаний неограниченно возрастает, т.е. стремится к бесконечности в результате внешнего воздействия. Причем воздействие должно быть таким, чтобы оно совпадало по фазе и направлению с собственными колебаниями системы, т.е. действовало в направлении “разгона” системы. Система, выведенная из состояния равновесия и предоставленная самой себе, совершает свободные колебания. Гармонические колебания возникают в случае, если внешние отклоняющие воздействия имеют линейный характер.

Характерным и очевидным примером социально-экономических и даже политических резонансов (одно трудно отделить от другого) являются взаимодействия в звеньях “власть – экономика – народ”. В частности, они проявились в результатах выборов Президента Российской Федерации. Здесь явно прослеживались резонансные процессы: во всех трех сроках работы высшего исполнительного органа власти наблюдались совпадения результатов деятельности главы государства с ожиданиями народа. Неизменное доверие населения, избирателей объясняется в большой мере экономическими успехами страны и повышением реальных доходов людей. В рассмотренном периоде наблюдается явная корреляция между словом и делом: ожидания людей, созданные в ходе выборных кампаний, получают реальный положительный отклик социально-экономической системы (см. рисунок).

Таким образом, современные быстро текущие экономические и социальные процессы требуют глубокого осмысления, новой научной трактовки и моделирования с созданием соответствующей технологии резонансного управления. Другое дело, что понятийный и математический аппарат данной проблематики находится в зачаточном состоянии.

Основным параметром колебательной системы является *частота собственных колебаний*. В экономических дисциплинах нет единого общепринятого определения понятия частоты собственных колебаний экономической системы или подсистемы. В то же время колебательный характер различных экономических процессов обуславливает резонансные явления и диктует соответствующие им способы описания и моделирования.

Обычно частота собственных колебаний экономических процессов в неявном виде задается такими традиционными для специальных экономических дисциплин показателями, как такт работы системы, сутко-комплект, оборачиваемость и др. При этом управление экономическими процессами фактически заключается в поиске резонансных согласований собственных частот взаимодействующих систем. Наиболее ярко резонансы проявляются в кризисных и ажиотажных явлениях. “Шоковая терапия”, использованная в ряде стран при переходе от административной системы управления экономикой к рыночной, созвучна с ударной волной, содержащей множество резонансных частот. Другим примером может служить теория рефлексивности Дж. Сороса (Сорос, 1996), в которой резонансы применяются в виде рекурсивных финансовых процессов с положительной обратной связью.

2. Резонансная гипотеза. Зададимся вопросом, являются ли резонансные феномены (такие как спонтанные экономические кризисы, крахи финансовых пирамид, резкие всплески цен на ресурсы, “цветные” революции и др.) некоторыми интересными, но достаточно редкими проявлениями экономической и социальной жизни или они представляют собой ее сущность, ее норму.

Для разрешения этого вопроса нами выдвигается *гипотеза резонансной природы социально-экономических взаимодействий*, суть которой заключается в том, что большинство экономических процессов в своей динамике имеют не только колебательный, но и *резонансный* характер.

Известно, что условиями состоятельности любой научной гипотезы являются следующие положения: объяснение новых нестандартных фактов; максимальная общность выводов; пред-

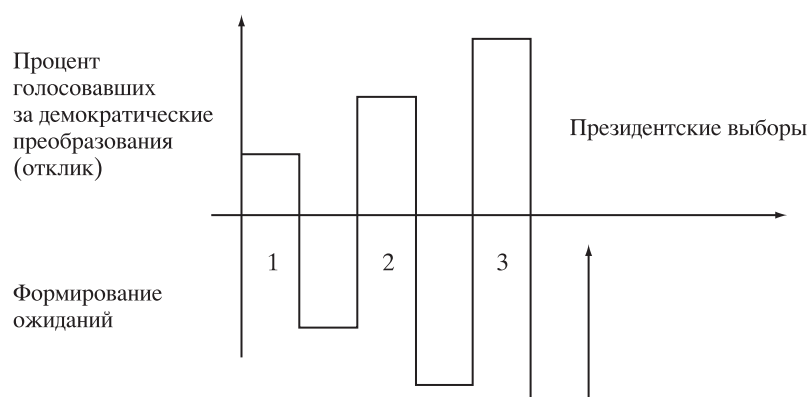


Рисунок. Динамика ожиданий и откликов

сказательные возможности; принципиальная простота; совместимость с известными законами и моделями (Баженов, 1968). Применительно к выдвинутой гипотезе данные положения подтверждаются следующим образом.

1. Наличием некоторого круга фактов и процессов, протекание которых явно не укладывается в классические постулаты экономической теории, но легко объясняется в рамках резонансной гипотезы. Речь идет о лавинообразных кризисных процессах, “цветных” революциях, а также экономических “чудесах”: ранее это – Ю. Корея, Тайвань и др., сегодня – Китай, Индия, Бразилия и т.д. Здесь резонансная гипотеза объясняет экономические процессы наиболее точно. Так, в ходе кризиса амплитуды суммарных колебаний достигают таких величин, что система начинает разрушаться. Сегодня это касается не только массовых увольнений трудящихся, банкротства банков и промышленных компаний, но даже экономик целых государств (Греция, Исландия).

2. Максимальная общность выводов достигается тем, что в рамках предлагаемой гипотезы по-новому могут быть интерпретированы также и “обычные” экономические факты, такие как: заключение и исполнение коммерческих сделок, трудовые контракты, экономические взаимоотношения в звеньях “предприятие – государство”, “работник – государство” и др.

3. Предлагаемая гипотеза обладает принципиальной простотой. Она позволяет увидеть более полное и точное существо природы колебательных явлений в экономике: резонансный характер экономических процессов уже в первичном акте обмена “Д – Т – Д”. Существенным параметром акта обмена является время. Продавец и покупатель получают совместный оптимум в динамике только в том случае, когда частоты их колебаний совпадают, т.е. в резонансе (Громов, Лапко, 2003).

4. Резонансная гипотеза имеет четко выраженную предсказательную направленность. Так, к примеру, аппроксимация рядами Фурье колебательного процесса трансформации активов при реализации совокупности сделок дает возможность прогнозировать финансовое состояние организации и расчеты экономических показателей при инвестиционном проектировании.

5. Дифференциальные уравнения движения, описывающие резонансную гипотезу, при определенных условиях органично совмещаются с некоторыми уравнениями классической экономической теории. К примеру, производственная функция Кобба–Дугласа, а также модели В. Леонтьева фактически играют роль законов сохранения ресурсов в рамках уравнений экономической динамики. При этом инвариантность уравнений относительно времени и видов ресурсов позволяет существенно уменьшить число задаваемых абсолютных величин. Из динамической инвариантности как раз и следуют законы сохранения ресурсов.

Модели реального делового цикла также органично интегрируются в резонансную гипотезу. При этом технологические шоки – это уже не внешние эндогенные переменные, а результат резонансного взаимодействия субъектов, производящих инновационные технологии, и промышленных компаний. Аналогично объясняются и влияния мотиваций, эмоционального настроения работников на результаты бизнес-циклов.

3. Математические модели резонансных явлений. Любое влияние, воздействие, взаимодействие приводит к возбуждению и колебаниям экономической среды и других сфер, с ней взаимосвязанных: технологий, финансов, информации и др., которые моделируются в динамике с помощью ресурсных потоков. Математическая теория обобщенных ресурсных потоков подробно излагается в (Громов, Лапко, 2005, 2007, 2008). Объем статьи не позволяет изложить эту теорию полностью, поэтому остановимся на ее некоторых существенных положениях.

Теория резонансных ресурсных потоков основывается на следующих определениях и соотношениях: ресурса, ресурсного потока, массы ресурса, интенсивности потока, колебательных уравнениях и системах дифференциальных уравнений, описывающих социально-экономические взаимодействия.

Обозначим через $Y(t)$ массу входных ресурсов потока (например, количество денежных средств) в момент времени t , а через $Z(t)$ – массу выходных ресурсов (например, объем готовой продукции, незавершенного производства и т.п.) в этот же момент времени. Введем функцию $S(t)$, равную разности этих функций: $S(t) = Y(t) - Z(t)$.

Назовем функцию $S(t)$ – функцией потока. Данная функция отражает первичную резонансную природу экономической среды. Вид функции определяется при изучении конкретного социально-экономического процесса. Примем в качестве размерности функции rub. С учетом ряда предположений, упрощающих социально-экономический процесс, построим для функции потока модели установившихся колебаний и резонанса.

В модели любого колебательного процесса участвуют внутреннее восстанавливающее ($F_{\text{восст}}$) и внешнее возмущающее ($F_{\text{возм}}$) воздействия, в том числе управленческие. Рассмотрим уравнение колебаний, учитывающее эти воздействия, а также влияние транзакционных издержек на поток S :

$$m \frac{d^2 S}{dt^2} = r \frac{dS}{dt} - F_{\text{восст}} = F_{\text{возм}},$$

где $r \frac{dS}{dt}$ описывает транзакционные издержки, замедляющие колебания; r – коэффициент диссипации капитала; m – масса ресурсного потока, или задействованный капитал.

Предположим, что $F_{\text{восст}} = -kS = -m\omega_0^2 S$, т.е. будем исходить из условия, что изменение интенсивности потока пропорционально значению функции потока. Это предположение не что иное, как условие гармоничности колебаний. Здесь ω_0 – собственная частота системы “субъект – поток S ”, k – коэффициент, зависящий от степени оборачиваемости капитала субъекта, реализующего ресурсный поток, $\omega_0 = \sqrt{k/m}$.

Пусть возмущающее воздействие также подчиняется условию гармоничности $F_{\text{возм}} = F_{\text{max}} \cos \omega t$, где ω – частота возмущающих воздействий. Тогда

$$\frac{d^2 S}{dt^2} = 2\delta \frac{dS}{dt} + \omega_0^2 S = \frac{F_{\text{max}}}{m} \cos \omega t,$$

где δ – коэффициент затухания колебаний; $\delta = r/2m$.

Таким образом, получено стандартное уравнение колебаний для функции S , в котором левая и правые части имеют одинаковую размерность [руб. / время²]. В этом случае установившиеся колебания будут иметь вид: $S = A \cos(\omega t - \varphi)$, где A – амплитуда вынужденных колебаний, φ – фаза колебаний,

$$A = \frac{F_{\text{max}}}{m \sqrt{((\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\delta^2 \omega^2)}}, \quad \varphi = \arctg \frac{2\delta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}.$$

Резонансная частота $\omega_{\text{рез}}$ вычисляется из условия

$$\frac{d}{d\omega} \left(((\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\delta^2 \omega^2) \right) = 0, \quad -4(\omega_0^2 - \omega^2)\omega + 8\delta^2 \omega = 0.$$

Отсюда $\omega_{\text{рез}} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}$. Резонансная амплитуда

$$A_{\text{рез}} = \frac{F_{\text{max}}}{2\delta m \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}}.$$

Из теории колебаний известно, что при $\omega \rightarrow 0$ амплитуда резонансных кривых достигает предельного значения $F_{\text{max}}/m\omega_0^2$, которое можно трактовать как статическую ценность капитала, а при $\omega \rightarrow 0$ вынужденные колебания капитала затухают. Фаза колебаний $\varphi = 0$ при $\omega = 0$, а при $\omega = \omega_0$, независимо от коэффициента затухания δ , $\varphi = 0,5\pi$, т.е. управляющие воздействия опережают колебания капитала на четверть периода.

Рассмотрим случай, когда два ресурсных потока оказывают взаимное влияние друг на друга. Функции потоков S в большинстве случаев можно считать непрерывными и достаточно гладкими. В работе (Громов, Лапко, 2005) показано, что функции S_1, S_2 двух взаимодействующих потоков, формализованных в виде уравнений колебаний, должны быть решением системы дифференциальных уравнений вида:

$$k_1 \frac{d^2 S_1}{dt^2} + \beta_1 \frac{dS_1}{dt} - F_{\text{восст}} = F_1(S_1, S_2), \quad k_2 \frac{d^2 S_2}{dt^2} + \beta_2 \frac{dS_2}{dt} - F_{\text{восст}} = F_2(S_1, S_2),$$

где $k_1, k_2, \beta_1, \beta_2$ – коэффициенты, зависящие от специфики рассматриваемых процессов; $F_{\text{восст}}$ – функции от S_i ($i = 1, 2$); F_i ($i = 1, 2$) – возмущающие функции, задающие также взаимодействие потоков.

Для получения конкретного вида функций и значений коэффициентов необходимо калибровать эту систему на известных решениях. Для упрощения функции $F_i, F_{\text{восст}}$ можно считать линейными. После калибровки поиск решения ведется с использованием представления неизвестных функций S_1, S_2 рядами Фурье.

При определенном соотношении частот рассматриваемых процессов наступает резонанс, при котором взаимодействие протекает наиболее эффективно, т.е. с максимальной амплитудой для обоих субъектов в течение выбранного горизонта планирования. Таким образом, уже на двух ресурсных потоках прослеживается эффект образования системного синергетического ресурса. Нет никаких препятствий для распространения модели на произвольное число потоков.

Выводы и перспективы. В экономической теории в настоящее время сложилось новое понятие “концепт-системный ресурс” (Клейнер, 2011), возникающий при взаимодействии в социально-экономическом пространстве систем четырех видов: объектов, сред, процессов и проектов. Каждый вид системы создает свой, специфический вид продукции. При этом в динамике взаимодействий системный ресурс проявляется, расходуется и возобновляется. Исходя из этого, каждому виду системного ресурса органично присущ колебательный характер функционирования и, следовательно, при совмещении частот колебаний взаимодействующих систем должен возникать управляемый резонанс – как динамический максимум, обусловленный согласованием колебаний в социально-экономической системе.

Системный менеджмент (Клейнер, 2010) заключается в том, чтобы по возможности обеспечивать в течение горизонта планирования подконтрольность и стабильность системных взаимодействий на основе:

- восстановления общих ценностных устремлений участников экономического процесса;
- повышения уровня доверия друг к другу;
- ликвидации панических настроений;
- своевременного распознавания и пресечения ажиотажных резонансов и т.п.

В то же время для создания предпосылок бурного и стабильного экономического роста с помощью тестовых проверок и контроля положительных и отрицательных обратных связей нащупываются гармоничные условия для контролируемого резонанса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акаев А.А.** (2007). Анализ экономических циклов с помощью математической модели марковских случайных процессов // *Экономика и мат. методы*. Т. 43. № 1.
- Багриновский К.А., Бендилов М.А.** (2007). Методы моделирования и анализа свойств механизмов инновационного развития // *Экономика и мат. методы*. Т. 43. № 3.
- Баженов Л.Б.** (1968). Современная научная гипотеза. В кн.: *“Диалектический материализм и современное естествознание”*. М.: Наука.
- Громов В.И., Лапко Б.В.** (2003). Динамическая резонансная модель гармонизации спроса и предложения в инновационном предпринимательстве // *Социология*. № 4.
- Громов В.И., Лапко Б.В.** (2008). Моделирование динамики финансовых циклов организации // *Банковский вестник*. № 13.
- Громов В.И., Лапко Б.В.** (2005). Резонансные модели гармонизации ресурсных потоков в социально-экономических системах: монография. Гомель: ЧУП «ЦНТУ “Развитие”».
- Громов В.И., Лапко Б.В.** (2007). Моделирование динамики инновационных процессов // *Вестник экономической интеграции*. № 4. М.: Интеграция.
- Клейнер Г.Б.** (2004). Эволюция институциональных систем. М.: Наука.
- Клейнер Г.Б.** (2010). Системный кризис, системный анализ, системный менеджмент. В сборнике: *“Стратегическое планирование и развитие предприятий”*. М.: ЦЭМИ РАН.
- Клейнер Г.Б.** (2011). Системный ресурс экономики // *Вопр. экономики*. № 2.
- Макаров В.Л., Варшавский А.Е.** (2004). Инновационный менеджмент в России: вопросы стратегического управления и научно-технологической безопасности. М.: Наука.
- Полтерович В.М.** (2006). Стратегии институциональных реформ. Перспективные траектории // *Экономика и мат. методы*. Т. 42. № 1.
- Сорос Дж.** (1996). Алхимия финансов. М.: Инфра-М.
- Kleiner G. B.** (2009): New Theory of Economic Systems and Its Application to Economic Policy Studies In: *“Hitotsubushi Invited Fellow Program”*. Discussion Paper Series. March / Hitotsubushi University.

Поступила в редакцию
06.04.2012 г.