

УДК 330.36 + 330.46

ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ

Карпович А.И., Литвинцева Г.П.

Новосибирский государственный технический университет

E-mail: karpovich@corp.nstu.ru, litvintseva-g@mail.ru

Термин «устойчивость экономических систем» до сих пор не имеет общего толкования и допускает различные трактовки в экономической литературе. В статье предлагается авторский подход к пониманию устойчивости сложных экономических систем и сопутствующих ей понятий. Рассмотрены виды, свойства и факторы экономической устойчивости. Оценку экономической устойчивости системы предлагается проводить на основе теории производственных функций и теории эластичности. Функции эластичности моделируют и оценивают механизм адаптации экономической системы в широком смысле. Данный подход может быть использован для совершенствования программ и планов развития экономических систем.

Ключевые слова: социотехническая система, экономическая устойчивость, управляемость, адаптивность, эластичность.

CHARACTERISTICS OF SUSTAINABILITY OF AN ECONOMIC SYSTEM AND THEIR INTERRELATION

Karpovich A.I., Litvintseva G.P.

Novosibirsk State Technical University

E-mail: karpovich@corp.nstu.ru, litvintseva-g@mail.ru

The term «sustainability of economic systems» still has no general interpretation and allows various treatments in economic literature. The author's approach to understanding the sustainability of complex economic systems and related concepts is proposed in the article. Types, properties and factors of economic sustainability are considered. The assessment of economic sustainability of system is offered to be carried out on the basis of the theory of production functions and the theory of elasticity. Functions of elasticity model and estimate the mechanism of adaptation of an economic system in a broad sense. This approach can be used to improve programs and plans for the development of economic systems.

Keywords: socio-technical system, economic stability, controllability, adaptability, elasticity.

Наиболее употребительно понятие устойчивости в различных направлениях науки и техники, где рассматриваются устойчивости упругих систем, движения жидкостей, сооружений, систем автоматического управления, транспортных машин, электроэнергетических систем, термодинамическая устойчивость и т.д. [3]. Их определения в свою очередь опираются на математическую теорию устойчивости, в которой последняя характеризуется как термин, не имеющий четко определенного содержания и применяемый к движению, к геометрическим или иным объектам, зависящим от параметров, например, статистикам (статистическая устойчивость). При этом подчеркивается, что указанные направления применения термина «устой-

чивость» тем не менее не исчерпывают его содержания [6]. Среди различных понятий устойчивости движения наиболее известны устойчивость по С. Пуассону, Ж. Лагранжу, А.А. Андронову и Л.С. Понтрягину, а также А.М. Ляпунову. При анализе устойчивости различных систем весьма важны понятия устойчивости локальной («в малом») и глобальной («в большом») [7]. Система локально устойчива, если свойство устойчивости установлено только для состояний достаточно близких в некотором подходящем смысле к исходному (или для траекторий, лежащих «вблизи» исходной траектории). Система глобально устойчива, если свойство устойчивости выполняется для всех состояний (траекторий) внутри области, в которой исследуется система.

Видимое разнообразие определений устойчивости включает, на наш взгляд, то общее, что характеризует сущность этой категории, а именно представление о ней относительно некоего объекта как об атрибуте данного объекта в неопределенных условиях своего существования сохранять (возможно с некоторыми деформациями) приданные ему определенные качества, признаки или характеристики. В рамках такого понимания равновесие и гомеостазис являются частными случаями устойчивого состояния. Кроме того, жизнеспособность также представляется проявлением свойства устойчивости для автономных систем.

В экономической литературе аналогичным образом сам по себе термин «устойчивость» весьма относителен и допускает различные трактовки в зависимости от сочетаний с разными экономическими объектами или категориями: устойчивость рынка, экономическая устойчивость вообще, устойчивость развития, экономического роста, технологическая (производственная) устойчивость, финансовая, денежного обращения, ценовая, ресурсная, экологическая и некоторые другие.

Базовым, вбирающим различные аспекты и хронологически наиболее ранним, является понятие устойчивости рынка, которая допускает следующие интерпретации:

1) свойство рыночной системы в процессе саморегулирования в конце концов достигать некоторого ценового равновесия / сбалансированности (устойчивость по Л. Вальрасу);

2) равновесие экономических интересов взаимодействующих субъектов рынка, понимаемое в смысле:

а) устойчивости по Дж. Нэшу: такое состояние рынка (ситуация на нем), которое невыгодно самостоятельно изменять ни одному из участников рыночных отношений;

б) устойчивости по Ф. Эджуорта: неблокируемое состояние рыночного сообщества экономических агентов (игроков), при котором ни одной из коалиций данного сообщества будет невыгодно отделяться от других игроков и распределять между собой коалиционный выигрыш. Множество таких состояний (недоминируемых систем контрактов, дележей) образует «ядро экономики» или С-ядро кооперативной игры (последнее, вообще говоря, может отсутствовать – быть пустым).

В обществоведческой и общеэкономической литературе по отношению к экономической устойчивости чаще всего применяется ее классическая равновесная интерпретация (см., например, [2, с. 63]), «когда характери-

зующие хозяйствующий субъект социально-экономические параметры при любых возмущениях внешней и внутренней сред, сохраняют положение экономического равновесия на том или ином его уровне». Однако об устойчивости состояния, траектории функционирования или развития хозяйствующего субъекта можно и нужно говорить независимо от того, равновесны они или нет.

Ряд авторов трактуют экономическую устойчивость как гомеостазис или жизнеспособность [8]. Финансовая, технологическая, ценовая, ресурсная устойчивость представляются составными частями экономической устойчивости.

Современные экономические системы (предприятия, организации, хозяйствующие субъекты), как правило, суть – социотехнические системы – качественно новый тип, образованный интеграцией двух подсистем – социальной и технической [9]. Социотехническим системам в наибольшей степени присуща не только организация, но и самоорганизация. Кроме того, это сложные системы с целенаправленным поведением. В силу наличия указанной специфики под *экономической устойчивостью* социотехнических систем будем понимать их способность (свойство) в неопределенных условиях функционирования / развития (например, флуктуаций рыночной конъюнктуры, непредсказуемости поведения партнеров, производственно-технологических сбоев, ненадежности ресурсных поставок и других возможных возмущений) обеспечивать реализацию своих целевых установок. Такие аспекты устойчивости, как ресурсный, технологический, ценовой, финансовый, инвестиционный, отражают проявления свойства устойчивости в отношении либо отдельных параметров, либо определенных функциональных областей объекта хозяйствования – производства, логистики, финансов.

Экономическую устойчивость классифицируем на структурную и функционально-параметрическую.

Структурная устойчивость – это способность системы как сообщества экономических субъектов к самосохранению и самовоспроизводству; к сохранению своей целостности, организационного единства при наличии разных (не вполне совпадающих) интересов субъектов, входящих в систему. Она предполагает сохранение структурной целостности как совокупности некоторого *необходимого подмножества* взаимосвязей самостоятельных составных частей, определяющих указанную систему. Структурная устойчивость является по сути необходимым условием обеспечения экономической устойчивости такой системы, воплощением структурного аспекта данной устойчивости. Действительно, если целевые установки системы реализуются, то можно говорить, что уж по крайней мере она сохраняет свою целостность. Если же система разрушается (распадается), то вопрос о достижении ее целевых установок снимается вообще.

Функционально-параметрическая устойчивость подразделяется на устойчивость к малым возмущениям (устойчивость «в малом») и устойчивость к большим, глубоким возмущающим воздействиям, которая формируется за счет управляемости и адаптивности. Устойчивость «в малом» означает, что малые изменения условий развития (функционирования) эко-

номического объекта приводят и к малым отклонениям фактических значений его целевых показателей от плановых (программных).

Управляемость – свойство системы рационально и адекватно реагировать на управляющие воздействия.

Адаптивность есть свойство приспосабливаться (пассивно или активно), адекватно реагировать на изменения внешней и внутренней среды. Сам процесс такого приспособления есть процесс адаптации, который в широком смысле предполагает как приспособление к изменениям условий, так и изменение их самих. В нем можно выделить два разреза.

Первый – *надежностный* – связан со способностью социотехнической системы при «отрицательных» (неблагоприятных) возмущениях противодействовать снижению качества ее целевых установок (*экономическая надежность*). Заметим, что категория экономической надежности понимается нами как взаимобратная известной в литературе категории риска [4]. В связи с этим экономическую надежность, надежностный разрез адаптации можно определить как *риск-устойчивость*.

Второй – со способностью системы осваивать дополнительные возможности в условиях «положительных» (благоприятных) возмущений, например, улучшения рыночной конъюнктуры, появления новых источников инвестирования и т.п. В силу сказанного данный разрез можно назвать *кумулятивной результативностью (освояемостью)*.

Оба разреза тесно связаны и определяются следующими факторами: маневренностью, гибкостью, функционирующими институтами и кибернетическими принципами управления.

Гибкость экономической системы – способность адаптироваться без структурных изменений, например, путем создания разных видов избыточности (резервов производственных мощностей, запасов сырья, материалов, топлива и т.д.).

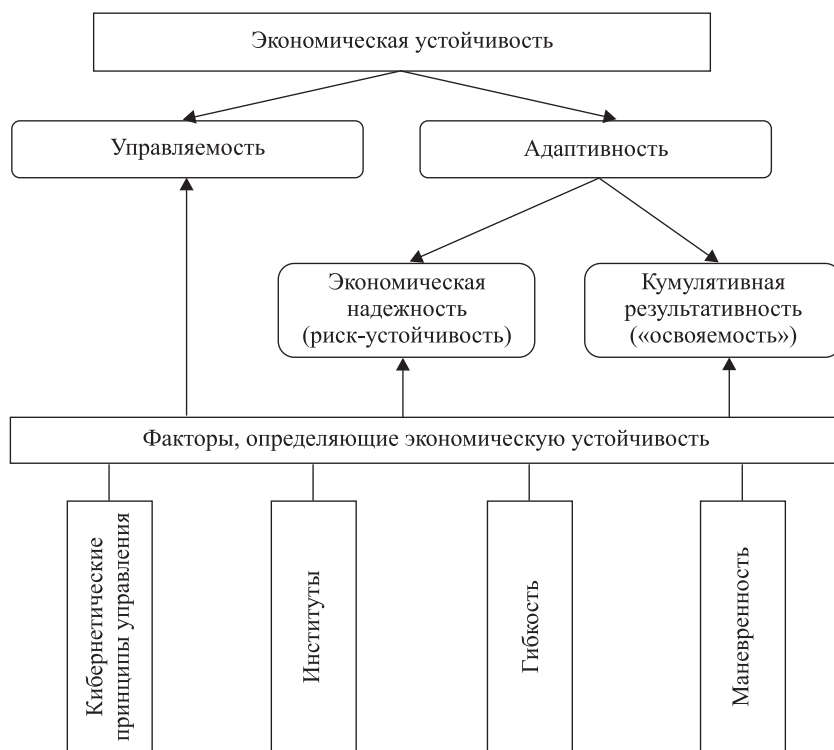
Маневренность – способность системы к *маневрированию*, т.е. реализации целенаправленных «подстроечных» мероприятий, внесению активных изменений, структурному перестраиванию в ответ на возмущения. Содержательно данные мероприятия могут выражаться в изменении состава объектов планируемой системы, их перерасмещении, в изменении направлений НТП, организационно-экономических характеристик объектов, топологии связей между ними, направлений распределения возмущений и т.д.

Институты – совокупность созданных людьми формальных и неформальных правил, а также соответствующих механизмов контроля за их соблюдением и защиты – создают инертность, в силу своего распространения и укоренения во времени и в пространстве [5].

Кибернетические принципы управления – эмерджентности, необходимого разнообразия, внешнего дополнения, обратной связи, системности, иерархичности и др. – достаточно известны и используются для планирования и управления системами [1, 10].

Взаимосвязь характеристик экономической устойчивости и факторов, на них влияющих, отображена на рисунке.

Оценка экономической устойчивости системы возможна на основе теории эластичности. При этом *эластичность* понимается как способность



Взаимосвязь характеристик экономической устойчивости и определяющие их факторы

экономической системы нейтрализовать возмущения, испытывая при этом определенные «деформации» (потери) в достижении целевых установок, минуя, однако, полного их невыполнения (ясно, что гибкость и маневренность выступают как бы внутренними пружинами, обеспечивающими эластичность). Величина потерь характеризует при прочих равных условиях и уровень эластичности – он тем выше, чем ниже потери и наоборот. Последние являются своеобразной «платой» за неопределенность используемой в управлении информации. Свойство эластичности непосредственно «примыкает» к риск-устойчивости, ибо последняя определяется эластичностью и уровнем возможных возмущений, соответствующих оцениваемому варианту развития / функционирования социотехнической системы.

Эластичность какого-либо объекта при заданной программе его развития / функционирования может быть описана с помощью некоей «платежной» вектор-функции или ее специального вида – функции эластичности f , аппроксимирующей связь между входными возмущениями и отклонениями от плановых (программных) ориентиров. Определение и измерение эластичности в данном контексте представляется зеркальным переносом (распространением) этого понятия из разреза формирования результата функционирования экономической системы (производственная функция) на разрез ее адаптации. Некоторые конкретные функции эластичности могут быть получены соответствующим преобразованием из известных типовых производственных функций.

Действительно, пусть для определенности $p = \pi(S_1, S_2, \dots, S_N)$ – непрерывная, скалярная производственная функция; $\pi(0) = 0$ и $\pi(S_1^0, S_2^0, \dots, S_N^0) = p^0$ – условие первоначальной сбалансированности программы.

Предположим, нужно найти функцию эластичности $\Theta = f(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_N)$, где $\Theta = (P^0 - \pi(S_1, S_2, \dots, S_N)) / P^0$, а $\Delta_j = (S_j^0 - S_j) / S_j^0$.

Выражая S_j через Δ_j и подставляя это выражение вместо S_j , имеем

$$f(\Delta) = \Theta = 1 - \frac{1}{P_0} \cdot \pi[S_1^0 \cdot (1 - \Delta_1), S_2^0 \cdot (1 - \Delta_2), \dots, S_N^0 \cdot (1 - \Delta_N)]. \quad (1)$$

С позиции вышесказанного рассмотрим в качестве примеров некоторые функции эластичности, полученные с использованием (1) из известных типовых производственных функций.

1. Производственная функция с взаимодополняемыми факторами:

$$p = \min_{1 \leq j \leq N} (a_j \cdot S_j), \quad a_j \cdot S_j^0 = P_0, \quad \forall_j = 1, \dots, N.$$

Тогда

$$f(\Delta) = 1 - \frac{1}{P_0} \cdot \min_j [a_j \cdot S_j^0 \cdot (1 - \Delta_j)] = 1 - \min_j (1 - \Delta_j) = \max_j \Delta_j. \quad (2)$$

Из построения $f(\Delta)$ видно, что при наличии такой функции эластичности элиминирование (нейтрализация, гашение) отсутствует в отношении любого из поступающих возмущений.

Этот пример наводит на мысль определить соответствующим образом компенсирующую способность экономического объекта. Будем говорить, что объект при данной программе развития (функционирования) обладает *компенсирующей способностью* по k -му целевому показателю в отношении реализации δ вектора Δ , если

$$f^k(\delta) < \max_j \delta_j. \quad (3)$$

2. Степенная производственная функция (функция с взаимозаменяемыми факторами):

$$P = a \cdot \prod_{j=1}^N S_j^{\alpha_j};$$

$$f(\Delta) = 1 - \frac{1}{P_0} \cdot a \cdot \prod_{j=1}^N S_j^{0\alpha_j} \cdot (1 - \Delta_j)^{\alpha_j} = 1 - \prod_{j=1}^N (1 - \Delta_j)^{\alpha_j}. \quad (4)$$

Легко выяснить условия нейтрализации вектора возмущений δ . Пусть $\delta_{j_0} = \max_j \delta_j$. Логарифмируя неравенство $1 - \prod_{j=1}^N (1 - \delta_j)^{\alpha_j} < \delta_{j_0}$ ($0 < \delta_j < 1, \forall_j$), имеем

$$\sum_j \alpha_j \cdot [-\lg(1 - \delta_j)] < -\lg(1 - \delta_{j_0}).$$

Так как правая часть этого соотношения не меньше любого из сомножителей в скобках под знаком суммы, то оно будет выполняться для всех δ , если $\sum_j \alpha_j < 1$ ($\alpha_j > 0$); при $\sum_j \alpha_j = 1$ неравенство также имеет место за исключением случая, когда $\delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_N$; при $\sum_j \alpha_j > 1$ его выполнение зависит от соотношения компонент δ .

Заметим, что рассмотренные выше функции эластичности инвариантны относительно величины программного задания P_0 .

Отметим, что формальная связь между производственной функцией и функцией f не должна скрывать их принципиального различия, заключающегося в том, что они представляют разные разрезы программы развития / функционирования экономической системы: первая моделирует механизм формирования плановых (программных) заданий, вторая – механизм их стабилизации, а точнее (и в более широкой интерпретации) механизм адаптации, заложенный в данной программе. Последний проявляет свое действие лишь в случае нарушения предполагаемых условий реализации программы и значит, вообще говоря, при нарушении условий формирования производственной функции выбранного программного варианта. Таким образом, преобразование (1) фиксирует в f как бы общую часть или «пересечение» указанных разрезов. Так, взаимозаменяемость ресурсов-факторов является одной из характеристик производственного процесса, процесса формирования результатов и одновременно предпосылкой маневрирования. Но, например, резервы по своему принципиальному назначению есть атрибут лишь адаптивного разреза плана, ибо производственная функция всегда описывает предельные возможности производства.

Таким образом, сущность экономической устойчивости определяется такими взаимосвязанными характеристиками, как управляемость и адаптивность, причем последняя распадается на экономическую надежность (риск-устойчивость) и кумулятивную результативность (освояемость). При этом указанные характеристики и сама экономическая устойчивость формируются за счет целого набора факторов, прежде всего гибкости и маневренности, функционирования тех или иных институтов, применения кибернетических принципов эффективного управления. Предложенный подход может быть применен как на этапе разработки программ, планов развития экономических систем, так и на стадии реализации в процессе выявления возможных возмущений и корректировки целей и путей их достижения.

Литература

1. *Бир Ст.* Кибернетика и управление производством / пер. с англ. В.Я. Алтаева. М.: Наука, 1963. 276 с.
2. *Бодров О.Г., Мальгин В.А., Тимирязов В.Г.* Экономическая свобода и устойчивость предприятия: монография. Казань: Таглитат, 2000. 206 с.
3. Большая советская энциклопедия / гл. ред. А.М. Прохоров. Т. 27. М.: Советская энциклопедия, 1977. 622 с.
4. *Канев В.С., Шевцова Ю.В.* Основы моделирования и управления операционными рисками в электронной коммерции и телекоммуникациях. М.: Изд-во «Горячая линия – Телеком», 2015. 278 с.

5. *Литвинцева Г.П.* Трудности институциональной экономической теории в современных исследованиях российских ученых // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: экономическая. 2013. № 1 (43). С. 45–52.
6. Математическая энциклопедия / гл. ред. И.М. Виноградов. Т. 5. М.: Советская энциклопедия, 1985. 623 с.
7. Теория автоматического управления: учеб. пособие для вузов. Ч. II / под ред. А.А. Воронова. М.: Высш. школа, 1977. 591 с.
8. *Унтюра Г.А.* Интегральный аспект воздействия инновационной, информационной и финансовой сред на устойчивость предприятия // Факторы и механизмы устойчивости предприятий: сб. науч. тр. Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН, СибАГС, 2002. Вып. 2. С. 22–50.
9. *Чимшир В.И.* Проектное управление сложными социотехническими системами на основе рефлексии // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2011. Т. 3. № 2 (51). С. 25–28.
10. *Эшби У.Р.* Введение в кибернетику. М.: Изд. иностр. лит., 1959. 432 с.

Bibliography

1. *Bir St.* Kibernetika i upravljenje proizvodstvom / per. s angl. V.Ja. Altaeva. M.: Nauka, 1963. 276 p.
2. *Bodrov O.G., Mal'gin V.A., Timirjasov V.G.* Jekonomicheskaja svoboda i ustojchivost' predpriyatija: monografija. Timirjasov. Kazan': Taglimat, 2000. 206 p.
3. Bol'shaja sovetskaja jenciklopedija / gl. red. A.M. Prohorov. T. 27. M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1977. 622 p.
4. *Kanev V.S., Shevcova Ju.V.* Osnovy modelirovanija i upravlenija operacionnymi riskami v jelektronnoj kommercii i telekommunikacijah. M.: Izd-vo «Gorjachaja linija – Telekom», 2015. 278 p.
5. *Litvinceva G.P.* Trudnosti institucional'noj jekonomicheskoy teorii v sovremennyh issledovanijah rossijskih uchenyh // Nauchnye trudy Doneckogo nacional'nogo tehničeskogo universiteta. Serija: jekonomicheskaja. 2013. № 1 (43). P. 45–52.
6. Matematicheskaja jenciklopedija / gl. red. I.M. Vinogradov. T. 5. M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1985. 623 p.
7. Teorija avtomatičeskogo upravlenija: ucheb. posobie dlja vuzov. Ch. II / pod red. A.A. Voronova. M.: Vyssh. shkola, 1977. 591 p.
8. *Untura G.A.* Integral'nyj aspekt vozdejstvija innovacionnoj, informacionnoj i finansovoj sred na ustojchivost' predpriyatija // Faktory i mehanizmy ustojchivosti predpriyatij: sb. nauch. tr. Novosibirsk: IJeiOPP SO RAN, SibAGS, 2002. Vyp. 2. P. 22–50.
9. *Chimshir V.I.* Proektное управление slozhnymi sociotekhnicheskimi sistemami na osnove refleksii // Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij. 2011. T. 3. № 2 (51). P. 25–28.
10. *Jeshbi U.R.* Vvedenie v kibernetiku. M.: Izd. inostr. lit., 1959. 432 p.