

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕОРЕМЫ ТЕРМОДИНАМИКИ НЕРАВНОВЕСНЫХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. На основе теоремы линейной неравновесной термодинамики показано, что временные производственные показатели экономической системы, находящейся в релевантных условиях, должны описываться экспоненциальной зависимостью. Это может быть положено в основу эволюционного менеджмента, который подразумевает осознанный учет объективных закономерностей в экономике, присущих человеческим коллективам.

Ключевые слова: неравновесная термодинамика, эволюционный менеджмент, релевантные условия

Abstract. It has been demonstrated on the base of the theorem of linear nonequilibrium thermodynamics that the time production indicators of economic system in the relevant circumstances would have to be described by an exponential dependence. This could be considered as the basis of evolutionary management, which implies recognition of objective laws in economics inherent to human collectives.

Keywords: nonequilibrium thermodynamics, evolutionary management, relevant circumstances

Наличие аналогий в основных положениях различных теорий означает, что должна существовать более общая теория, которая объединяет частные и унифицирует их относительно этих общих свойств.

П. А. Самуэльсон

Нулевое начало термодинамики постулирует, что в изолированной системе самопроизвольно наступает состояние термодинамического равновесия. В этом состоянии, как это следует из второго начала термодинамики, приращение энтропии равно 0, или

$$dS = 0. \quad (1)$$

Из математической записи энтропии по Больцману [1]

$$S = k \cdot \ln G, \quad (2)$$

где k – постоянная Больцмана; G – статистический вес макросостояния или число микросостояний, задающих данное макросостояние; если $dS = 0$, то это означает, что S максимально и не должно зависеть от времени, поэтому если продифференцировать (2), то получим

$$\frac{dS}{dt} = k \cdot \frac{1}{G} \cdot \frac{dG}{dt} = V_S = 0, \quad (3)$$

т.е. $G = \text{const}$, а это означает, что число микросостояний, задающих данное макросостояние, не изменяется со временем.

Энтропия в этом случае достигает максимума, т.е. воцарившийся хаос уничтожает все упорядоченные процессы, и система себя изживает. В физике это состояние было названо тепловой смертью Вселенной. Наступление подобного состояния можно найти и в экономике. Например, при социализме экономика нашей страны была изолирована от экономики других стран, и степень этой изоляции все время увеличивалась в основном по идеологическим соображениям (железный занавес). Это привело к тому, что на внутреннем рынке наблюдался дефицит буквально во всем – от самого необходимого, например бумаги, до предметов роскоши, например легковых автомобилей. В рамках неравновесной линейной термодинамики или открытых систем, как было показано И. Пригожиным (Нобелевская премия 1977 г.), последние эволюционируют к состоянию с наименьшей из возможных в данных условиях скоростью производства энтропии. Следуя этому, из формулы (3) получаем

$$\frac{dS}{dt} = k \cdot \frac{1}{G} \cdot \frac{dG}{dt} = V_S \neq 0, \quad (4)$$

где V_S – скорость производства энтропии. Система стремится к стационарному, а не равновесному состоянию [2]. То есть в этом случае энтропия системы не достигает максимума. Система становится постоянным производителем или источником энтропии, и за этот счет поддерживается ее стационарное функционирование. Система извне получает определенное количество порядка и хаоса. Процессы, идущие в системе, создают определенное количество упорядоченных структур и генерируют избыточный, в сравнении с поступающим, хаос, который, как и порядок, покидает систему. Как следует из формулы (4), после интегрирования

$$G = G_0 \cdot e^{\frac{V_S}{k} \cdot t}. \quad (5)$$

Это означает, что число микросостояний, задающих данное макросостояние или термодинамическая вероятность, – основной параметр, ответственный за меру хаоса, должен увеличиваться со временем по экспоненциальному закону. Но хаос и порядок в системе – это одно целое, поэтому по такому же закону должны со временем изменяться и величины, характеризующие порядок. Система не замкнута, поэтому она генерирует хаос в окружающий мир, так же как и порядок.

Если говорить об экономических процессах, то система создает продукцию, которая уходит к потребителю и генерирует одновременно хаос, который утилизируется. Поэтому временная зависимость количества произведенного системой продукта должна подчиняться закономерности (5).

Воспользуемся различными статистическими данными и их временной динамикой для большого количества элементов, которые имеют отношение к экономике¹. На рис. 1 приведены значения по годам валового продукта для Ленинградской области и Санкт-Петербурга, на рис. 2 – для Московской и Нижегородской областей. Из этих рисунков следует, что зависимости очень хорошо описываются экспонентой с коэффициентом аппроксимации не

¹ Основные показатели системы национальных счетов Соруping © Федеральная служба государственной статистики.

менее 0,97. Это позволяет утверждать, что закономерность, выраженная формулой (5), хорошо выполняется для приведенного экономического параметра – валового регионального продукта. Надо отметить, что наилучшая аппроксимация достигается полиномиальной функцией различного порядка (на рис. 1, 2 не приведена), но она, давая более точное описание формы линии, не раскрывает причины подобной закономерности.

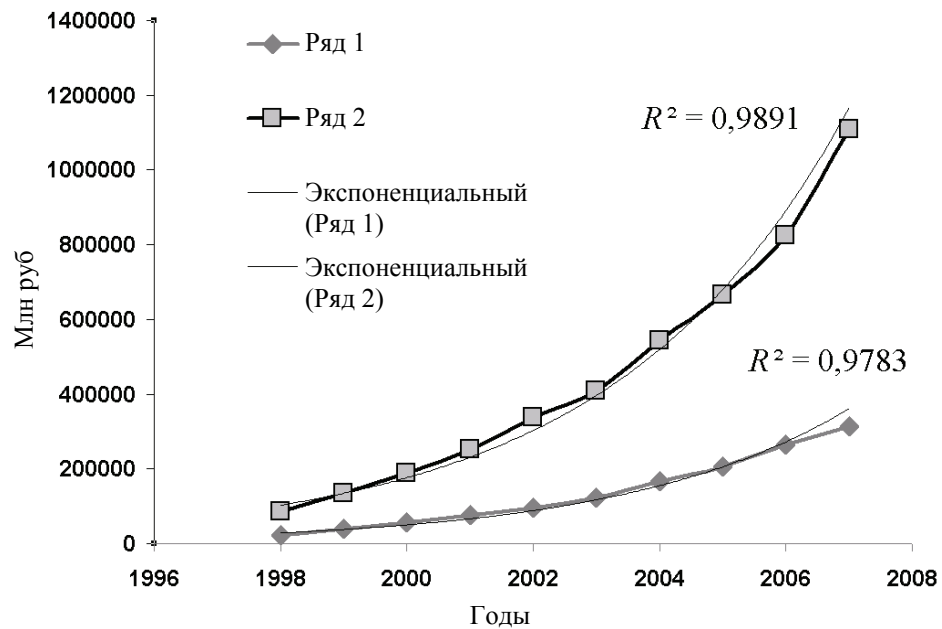


Рис. 1. Валовой продукт Ленинградской области за период 1998–2007 гг. (ряд 1); валовой продукт Санкт-Петербурга за период 1998–2007 гг. (ряд 2)

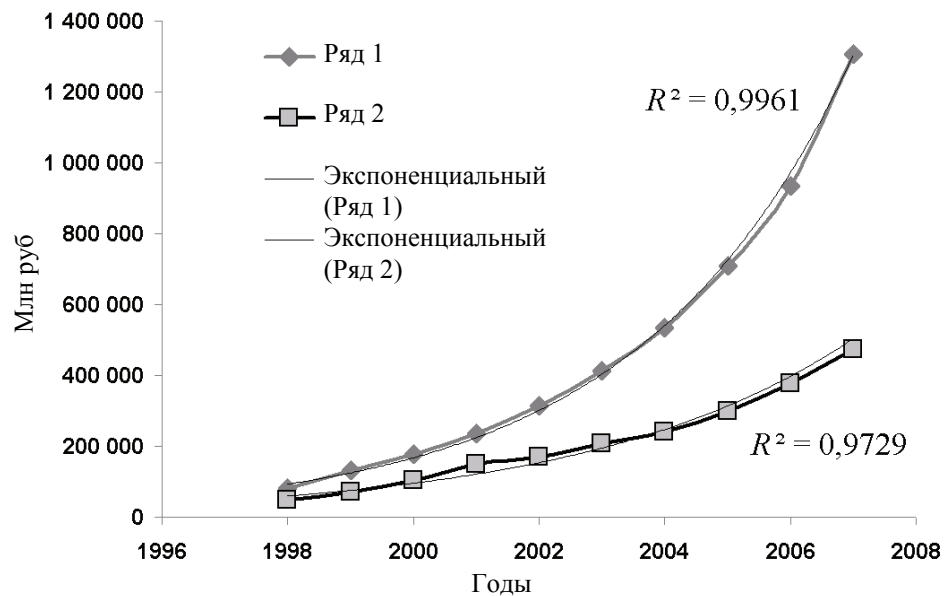


Рис. 2. Валовой продукт Московской области (ряд 1) и валовой продукт Нижегородской области (ряд 2)

Анализируя таким образом временные характеристики различных экономических показателей, можно видеть, насколько динамика экономического процесса открытой системы стационарна, а следовательно, устойчива.

Если человек начинает вмешиваться в процесс этой динамики, то отслеживание изменения подобной закономерности указывает, насколько это вмешательство соответствует необходимости, диктуемой объективными законами.

Таким образом, изложенное выше может быть положено в основу так называемого эволюционного менеджмента [3], который подразумевает осознанный учет объективных закономерностей в экономике, присущих человеческим коллективам.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность доктору физико-математических наук, профессору В. М. Грабову за ценные замечания, сделанные по данной работе.

Список литературы

1. **Сивухин, Д. В.** Общий курс физики / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1990. – С. 311.
2. **Грабов, В. М.** Элементы динамики неустойчивых состояний и неравновесной термодинамики / В. М. Грабов, С. Ю. Трофимова. – Оренбург : Изд-во ОГПУ, 1998.
3. **Горбачев, В. В.** Концепции современного естествознания / В. В. Горбачев. – М. : Оникс. Мир и образование, 2010. – С. 612.

Никитина Людмила Николаевна

доктор экономических наук, профессор,
заведующая кафедрой экономики,
Санкт-Петербургский государственный
университет технологии и дизайна

E-mail: kivanov@mail.ru

Nikitina Lyudmila Nikolaevna

Doctor of economic sciences, professor,
head of sub-department of economics,
Saint-Petersburg State University
of Technology and Design

Иванов Дмитрий Константинович

ассистент, кафедра физики,
Санкт-Петербургский государственный
университет технологии и дизайна

E-mail: kivanov@mail.ru

Ivanov Dmitry Konstantinovich

Assistant, sub-department of physics,
Saint-Petersburg State University
of Technology and Design

УДК 530.14

Никитина, Л. А.

Оценка стабильности экономических систем на основе теоремы термодинамики неравновесных процессов / Л. А. Никитина, Д. К. Иванов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2010. – № 1 (13). – С. 126–129.