

Chen Q. Chinese and Russian Transport Corridors and the Belt and Road Initiative: Prospects of Sino-Russian Cooperation // R-Economy. 2020. Т. 6. № 2. С. 100-110.

Сведения об авторах

Авцинова Анна Александровна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры социально-экономических наук, Липецкий казачий институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: a.avtsinova@mail.ru

Шкурат Петр Александрович, кандидат исторических наук, доцент кафедры социально-экономических наук, Липецкий казачий институт технологий и управления (филиал) Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: petr_shkurat@mail.ru

О.Б. Дементьева

O.B. Dementyeva

ЭКОНОМИКА КАК СЛОЖНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА

ECONOMY AS A COMPLEX NON-LINEAR SYSTEM

Аннотация:

Известные математические модели экономики В.В. Леонтьева были принципиально линейными. Они ставили целью равновесие и рост экономики и выполнили свои задачи во многих странах послевоенного мира. В данной работе показано, что современная экономика развитых государств является сложной нелинейной системой. Ее математическое описание требует методов теории сложных систем (синергетики), а также подходов нелинейной термодинамики, развиваемых В.П. Масловым. И тогда вместо очень условной, чисто качественной оценки цикличности экономики с ее рецессиями и кризисами выступают скачкообразные фазовые переходы. На линии растущего тренда возникают критические точки бифуркации, раздвоения, выбора между самоорганизацией — фазовым переходом второго рода — или крушением системы.

Факторы, влияющие на скорость экономических процессов, — это бюрократические препятствия, пиратские и воровские форс-мажорные обстоятельства, задержки рейсов, забастовки, резкие политические решения. Все причины торможения обобщаются понятием вязкости ϵ и увеличивают степень неопределенности (энтропии). Компьютеризация экономики уменьшает ϵ , но увеличивает эффекты квантования и приводит к фазовым переходам.

Одной из важнейших причин кризиса является глобальный дефицит пресной воды как следствие постоянно растущего воздействия цивилизации. Этот кризис становится не просто очередным житейским затруднением, а являет собой мировую катастрофу в биосфере и социуме. Автор считает необходимым ввести базовую характеристику биосферы — аква-константу, связанную с инвариантом системного роста. Это позволяет объяснить резкое изменение масштаба исторического времени, а также оценить следующий за 2025-м годом кондратьевский цикл, который будет в 1,5 раза короче предыдущего.

Физик В.П. Маслов ставит радикальный вопрос: возможны ли в экономике фазовые переходы второго рода, т. е. самоорганизация? Какие условия для этого необходимы? Ответ лежит за пределами термодинамики, так как для этого требуются: материально-техническое обеспечение; эффективное управление; духовно-идеологическое единство.

В работе подробно описаны известные характеристики сложных систем, поскольку применение моделей Маслова затрудняется тем, что физики не знают экономики, а экономисты напрочь забыли физику.

Ключевые слова: сложная нелинейная система, фазовый переход, неравновесная термодинамика, аттрактор, бифуркация, аква-константа.

Экономика есть народное хозяйство со всеми видами ресурсов: землей, водой, полезными ископаемыми и лесами. Это промышленность, земледелие и животноводство, транспорт, дороги, торговля и финансы. Сюда следует отнести также источники энергии и все виды связи. Но главным элементом, средством и целью экономики является человек — изобретатель, работник, творец и потребитель со всеми его свойствами. Здесь нужны его умелые руки, светлые головы. Нужен настоящий научный подход — математические модели, чтобы вычислять, управлять и предвидеть.

Одна из первых действующих моделей была предложена русским экономистом В.В. Леонтьевым, волей судеб оказавшимся в США во время Великой депрессии. Он построил систему уравнений баланса, учитывающих мощности производств, финансовые потоки, движение товаров и ценных бумаг, колебания цен, миграции рабочей силы, изменение спроса, уровень потребления, кредиты, инвестиции и прочее; всё в денежном эквиваленте, сведенном к относительным единицам. Некоторые переменные были вынесены в правую часть уравнений и рассматривались как параметры (например, цены на нефть, металлы и золото). Это были линейные уравнения, числом до 600. Такая модель позволяла рассчитывать варианты поведения экономической системы и выбирать устойчивые направления развития. Эта модель «input — output» («затраты — выпуск») сыграла решающую роль в выходе США из экономического кризиса, а также в послевоенном восстановлении хозяйств Японии и европейских стран. Японцы стали отслеживать экономику по 2000 параметров⁶³. В 1973 г. работа В.В. Леонтьева была удостоена Нобелевской премии.

Современная экономика стала неизмеримо сложнее. Давно замечена ее цикличность, выделены циклы: Д. Китчина (с периодом 4 года), К. Джаглера (7-11 лет), С. Кузнеца (24 года) и Н. Кондратьева (40 лет). Они изображаются как синусоиды на фоне линейного тренда, где интервалы возрастания трактуются как оживление и подъем экономики,

а убывания — как рецессия и кризис. Разумеется, эти кривые только иллюстрируют циклы, но не позволяют ничего вычислять: оценки периодов весьма условны. Более реальна модель Хикса–Фриша, которую называют неокейнсианской. Она учитывает автономные инвестиции (АИ) в новые технологии, которые вызывают рост доходов, который, в свою очередь, позволяет делать новые АИ, приводящие к росту доходов, и т. д. Иными словами, эта модель оказалась нелинейной с положительной обратной связью, но для научного, а не схематического описания экономики необходима теория сложных систем.

В XX в. наука впервые занялась сложными системами со многими параметрами, которые не замкнуты — ибо это идеализация, — а открыты и подвержены многим воздействиям внешних сил или факторов. Некоторые из этих факторов могут быть так велики, что изменяют свойства самой системы. Задача математического описания такой системы не сводима к линейной. Подобный класс задач выделился в физике плазмы, в квантовой электронике, в теории связи, в теории управления, в биологии размножения, а также в экологии, метеорологии и экономике. Такие задачи рассматривает новая наука синергетика. Название взято из древнегреческого языка и означает «совместное действие». Предметом синергетики являются общие законы спонтанного структурирования.

Яркий пример — плазма, находящаяся во внешних электрических и магнитных полях. Плазма — это ионизированный газ, где есть ионы и свободные электроны. Она уже не подчиняется простым законам для идеальных газов, так как есть заряды, а значит, есть и взаимодействия, и токи, и магнитные поля, которые тоже взаимодействуют с внешними полями. И при определенных параметрах возникает устойчивая структура⁶⁴. Случайные отклонения плотности зарядов вызывают колебания и их распространение, волны плотности взаимодействуют между собой. Словом, неразбериха и хаос: слишком много параметров внутренних движений. Определяющие характеристики сложной системы — это неравновесность, нелинейность и незамкнутость. К тому же плазма обладает и собственными колебаниями, так как электроны чрезвычайно подвижны. При этом возможны резонансы. И если частота собственных колебаний простого маятника зависит только от длины, то у плазмы она зависит только от плотности зарядов. А это значит, что, несмотря на хаос, все же возможно выделить *определяющий параметр* (плотность электронов) и рассмотреть состояния квазиравновесия.

⁶⁴ Дементьева О.Б. Резонансные плазменные конфигурации // Седьмые Курдюмовские чтения. Материалы международной конференции «Синергетика в естественных и общественных науках». Тверь, 2013.

⁶³ Гранберг А.Т. Василий Леонтьев в мировой и отечественной экономической науке // Экономический журнал ВШЭ. 2006. № 3. С. 471-480.

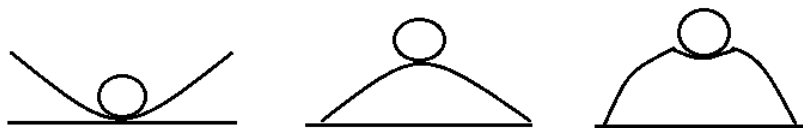


Рис. 1. Модели равновесия.

Самая простая модель равновесия — шарик, помещенный в полусферу. Лежа на дне чашки, шарик пребывает в положении устойчивого равновесия: его потенциальная энергия минимальна. Малое воздействие на шарик приведет к появлению силы, направленной к положению равновесия. Если водрузить шарик на вершину полусферы, то малейшая случайность разрушит это крайне неустойчивое состояние. Как видно на Рисунке 1, все соседние положения обладают меньшей потенциальной энергией. И малейшее отклонение вызывает появление сил, нарушающих равновесие.

Система может быть ничуть не похожей на эту модель, но критерий устойчивости или неустойчивости тот же: при малых воздействиях в системе возникают силы, направленные к положению равновесия или от него. Впрочем, равновесие в сложной системе уже не может быть статическим, а только динамическим. И.Р. Пригожин и его школа поставили вопрос о сильно неравновесных системах и обнаружили конструктивную роль именно динамического хаоса в возникновении порядка. Это состояние оказывается крайне неустойчивым к появлению новых структур упорядочения⁶⁵.

Это знал еще Ньютон. Он доказал, что огромное гравитирующее облако космической материи не может долго оставаться однородным и обладать равномерной плотностью. Неизбежно должна возникнуть динамическая структура. Потому что малейшее местное отклонение от средней плотности приведет к локальному росту гравитации. Туда устремится материя, увеличивая собой поля тяготения, которые будут притягивать все новые массы, вовлекая их в гигантское кружение по спирали. Это ярко выраженная нелинейность. Так образуются огромные вихри — галактики. В них возникают более мелкие, но и более быстрые вихри. Там возрастают гравитационные поля, сжимая материю до высоких плотностей и давлений. Так рождаются звезды.

Подобные вихревые структуры мы можем видеть в малом масштабе, например, сливая воду из ванны. Начиная с некоторого уровня

вокруг водостока образуются устойчивые спиральные вихри. И если, аккуратно добавляя воду, поддерживать ее постоянный уровень, то и вихрь водоворота можно наблюдать сколь угодно долго. Устойчивая связка динамических траекторий называется «аттрактор». Он притягивает из ближней области все, что в ней есть (attract — «привлекать», «притягивать»).

Другой пример аттрактора — циклон, или гигантское кольцо облаков в атмосфере, определяющее на пару месяцев погоду в регионе. Куда более масштабный вихрь представляет собой Красное пятно на Юпитере, которое астрономы наблюдают уже 400 лет. Это устойчивая динамическая структура. Той же природы и пятна на Солнце — это гигантские воронки, завихрения солнечной плазмы, возникающие из-за влияния магнитного поля Юпитера. Аттракторами являются также тайфуны и смерчи, морские течения и автокаталитические химические реакции — гиперциклы.

Наглядная модель неравновесной системы — ряд костяшек домино, поставленных на короткую грань. В таком положении центр тяжести оказывается на наибольшей высоте и потенциальная энергия тел максимальна. Если выстроить костяшки через промежутки, не превышающие их размеров, то падение первой из них вызовет крушение всего ряда. Так большая система оказывается неустойчивой к малому воздействию. А если бы размеры ее элементов постепенно возрастали от одного к другому, то в конце очень длинного строя таких «костяшек домино» оказался бы предмет гигантских размеров. Тогда падение самого малого вызовет настоящую катастрофу. Так порой сорвавшийся камень или громкий звук вызывает сход лавины в горах, где на крутых склонах нависли массы снега.

При изменении внешних и внутренних параметров нелинейная система может проходить через критические точки. При таком переходе может возникнуть обрушение системы, буквально катастрофа, с выделением всей потенциальной энергии. Но на подходе к этим точкам свойства системы резко меняются. В хаосе возникают устойчивые динамические структуры — аттракторы, а вместо огромного множества параметров остаются лишь несколько определяющих. Это и есть так называемая самоорганизация.

В сложных системах при определенном сочетании внешних и внутренних параметров возникают критические состояния. И вблизи этих состояний система оказывается на тонкой грани случайного выбора. Мы можем получить графическое решение огромной системы нелинейных уравнений в комплексных переменных и увидим, что это уже не знакомые нам простые кривые, а ветвящиеся графики. То есть на траектории развития системы возникает разветвление, или бифуркация.

⁶⁵ Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: «Прогресс», 1986. 432 с.

Буквальное значение этого латинского слова — двузубая вилка. Нельзя идти по двум дорогам сразу, а в точке бифуркации обе ветви равновероятны. Только случай выбирает между ними. Обратимся вновь к Рисунку 1. Шарик может упасть с перевернутой полусферы налево или направо. Но по разные стороны его могут ожидать разные судьбы: например, справа — новый уровень устойчивого равновесия, слева — падение. Для сложной системы это значит, что «справа» она становится упорядоченной и очень простой. Вместо огромного набора переменных в ней остаются лишь несколько определяющих параметров. Они-то и характеризуют вновь возникшую структуру. «Слева» — полная деградация и разрушение системы.

Яркий пример бифуркации известен нам из русских сказок: это витязь на распутье. «Пойдешь направо — коня потеряешь, налево пойдешь — сам пропадешь». Множество примеров бифуркации можно привести из мировой и отечественной истории.

Бифуркация как раз и представляет собой тонкую грань между хаосом и самоорганизацией, поэтому выбор, сделанный витязем на распутье, будет судьбоносным. Человечество также представляет собой своего рода сложную систему, и в истории не раз бывало, что лишь случай определял выбор между устойчивым развитием и впадением государства в хаос. В такой критический момент достаточно малых усилий, чтобы радикально изменить ситуацию. Вот здесь и проявляется роль личности в истории, которая может оказаться спасительной — или роковой.

Новая нелинейная наука выявила ряд принципов, на которых проявляются свойства нелинейных систем.

1. Целое в мире нелинейных систем не равно сумме своих частей. При повышении уровня сложности в системе появляются новые свойства, которых не было у подсистем. Эти свойства принесены взаимными связями. При этом часть действует на целое, а целое действует на части.

2. Принцип циклической причинности: связей очень много, но они сообразуются с целым. В сложном обязана быть память о предыдущих стадиях развития.

3. При изменении внешних и внутренних параметров нелинейная система может проходить через критические точки.

4. Энергия, вложенная в нелинейную систему, играет много большую роль, чем начальные условия.

5. Необходимым условием устойчивости сложной системы является ее внутреннее многообразие и наличие обратных связей.

6. Сложная нелинейная система обладает вторым, внутренним временем, и оно проявляет себя как активный параметр.

Экономика относится к сложным системам со всеми присущими им качествами. Она состоит из множества элементов и подсистем,

связанных между собой и открытых к внешним воздействиям. Время от времени рыночная экономика впадает в кризис, который в теории сложных систем рассматривается как выход из состояния динамического равновесия. Вблизи критической точки система в целом становится крайне чувствительной к изменению хотя бы одного из определяющих параметров. Для России, как и для всего мира, таким параметром сегодня оказываются цены на энергоносители.

Современная мировая экономика — сложная система. Нелинейность, неравновесность, незамкнутость — эти три имманентных свойства сложных систем в полной мере присущи экономике любого развитого государства. Нелинейность означает, что в уравнениях баланса есть квадратичные члены и перекрестные произведения параметров. Неравновесность обеспечивается тем, что в экономику государства вложена гигантская структурированная энергия в виде материальных ресурсов, техники, наукоемких технологий, сложных торгово-финансовых взаимодействий, информационных систем, изобретений и идей. Незамкнутость состоит в наличии огромного числа внешних связей, в возможности практически мгновенной передачи информации и быстрого переключения финансовых потоков. Это делает экономику чувствительной к внешним воздействиям (политика, военные действия, революции, природные катаклизмы, эпидемии, экологические проблемы), а также к вызванным ими изменениям внутренних параметров, например, к тревожным ожиданиям, уровню потребления или росту кредитов. Таким образом, кризисные явления — всеобщий закон для сложных систем любой природы.

Критическому состоянию сложных систем всегда предшествует некое квазистабильное состояние неустойчивого равновесия, за которым следует бифуркация. Застой в экономике чреват катастрофой, как и затишье перед бурей. В этом положении любое случайное воздействие может либо вывести систему на новый аттрактор (устойчивую траекторию развития), либо обрушить ее в хаос — турбулентное состояние с выделением всей запасенной энергии. В XX в. весы мировой истории не раз пребывали на острой грани неустойчивого равновесия, и почти каждый раз песчинка случая попадала на левую чашу — на чашу толпы. Счастливые исключения не так заметны, но куда более важны.

К определяющим параметрам экономической системы на пороге кризиса можно отнести нарушение баланса «затраты — выпуск», экспорта — импорта, общественных доходов и затрат. Но главное — это социальный «перегрев» общества, аналогичный максимуму потенциальной энергии в неустойчивой системе. В такие времена политические игры крайне опасны.

Хозяйственная деятельность человека основана на природных ресурсах, из которых наиболее расходуемым является вода. Она, будучи основой жизни, определяет весь облик нашей планеты и, прежде всего, состояние биосферы. При сильном воздействии, когда процессы становятся нелинейными, в системе происходит фазовый переход с изменением всех внутренних параметров. В биосфере он означает глобальную катастрофу. Сегодня в роли сильного воздействия на биосферу Земли выступает сама наша цивилизация, которая нарушает многообразие природы. Критическим параметром здесь является плотность населения планеты⁶⁶.

Из нелинейных демографических моделей следует изменение масштаба исторического времени, происходящее по мере роста населения Земли⁶⁷. Там даже вводится временной параметр экспоненциального роста T_c как характеристика времени перемен. Оценка периодичности циклов T_c в логарифмическом масштабе привела к неожиданному выводу⁶⁸. В каждый из этих периодов на Земле жило $9 \cdot 10^9$ людей, тогда как длительность эпохи менялась от одного миллиона до 42 лет (до 2025 г.). Значение $N = 9 \cdot 10^9$ выступает в качестве инварианта системного роста.

Наличие на Земле цивилизации с ее бурной деятельностью сильно ускоряет природный круговорот воды. Именно этим можно объяснить уменьшение периода T_c . Было бы разумно ввести базовую характеристику биосферы — аква-константу, включающую инвариант системного роста N :

$$A = NVT_c, \quad (*)$$

где V — объем годового потребления воды на душу населения, $\approx 365 \text{ м}^3/\text{год}$. Промышленное потребление еще в 100 раз больше. Тогда смысл T_c — длительность равновесного состояния биосферы, связанная с влиянием цивилизации на круговорот воды. Оценки дают $A \approx 1,38 \cdot 10^{16} \text{ м}^3$. Запасы пресной воды в гидросфере составляют около $2,82 \cdot 10^{16} \text{ м}^3$.⁶⁹ Сегодня предел роста численности населения оценивают в 11,4 млрд человек⁷⁰. Тогда из (*) получим для следующего цикла $T_c = 27$ лет. С ро-

⁶⁶ Holdren J. Population and energy problem. Population and environment // Journal of Interdiscussation Studies. 1997. № 3.

⁶⁷ Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: УРСС. 2003. 284 с.

⁶⁸ Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего.

⁶⁹ Данилов-Данильян В.И. Глобальная проблема дефицита пресной воды // Век глобализации. 2008. № 1. С. 45-56.

⁷⁰ Маслов В.П. Новый подход к фазовым переходам в термодинамике и гидродинамике // ТМФ. 2010. № 165 (3). С. 542-566.

стом потребления воды в развивающихся странах циклы укорачиваются по гиперболическому закону $T_c = A/NV$. Глобальный дефицит пресной воды приведет не только к социальной неустойчивости, но и к биосферному фазовому переходу.

Известен подход И. Фишера, который уподобил экономические и термодинамические параметры: количество товаров Q — объему V , цену товаров P — давлению P , количество денег M — числу частиц N , скорость оборота — температуре T ⁷¹. И тогда уравнение классической термодинамики (Клапейрона–Менделеева) можно представить как основное уравнение экономики Фишера:

$$PQ = MV.$$

Однако современная экономика более соответствует неравновесной нелинейной термодинамике. Факторы, влияющие на скорость экономических процессов, — это бюрократические препоны, волокита, пиратские и воровские форс-мажорные обстоятельства, задержки рейсов, забастовки, резкие политические решения. Все причины торможения обобщаются понятием вязкости ϵ и увеличивают степень неопределенности (энтропии)⁷². Компьютеризация общества уменьшает вязкость ϵ , но увеличивает эффекты квантования в экономике и приводит к фазовым переходам.

Академик В.П. Маслов показал, что, поскольку в экономике огромную роль играют стохастические процессы, к ней вполне применимы методы статистической физики и нелинейной термодинамики. Он ввел термин «нелинейная экономика»⁷³. В термодинамике известны явления быстрого, скачкообразного изменения состояния физической системы, или фазовые переходы. Переход первого рода — это изменение агрегатного состояния вещества (жидкое — твердое, пар — жидкость), т. е. переход от хаоса к структуре. При этом объем и внутренняя энергия резко понижаются, но термодинамический потенциал Гиббса остается непрерывным. В сложных системах наблюдаются фазовые переходы второго рода: внутренняя энергия повышается, а в системе происходит упорядочение, возникновение структуры — самоорганизация⁷⁴.

Осредненная экономика такова, что цены на фондовых рынках могут скакать очень быстро, но в целом экономика меняется медленно, пока не наступает кризис, дефолт, революция или война. Это уже не си-

⁷¹ Фишер И. Покупательная сила денег, ее определение и отношение к кредиту, проценту и кризисам. М.: «Дело», 2001. 198 с.

⁷² Маслов В.П. Новый подход к фазовым переходам в термодинамике и гидродинамике.

⁷³ Маслов В.П. Новый подход...

⁷⁴ Маслов В.П. Новый подход...

нусоида, это сингулярность. Дефолт можно рассматривать как некоторый фазовый переход нулевого рода. С математической точки зрения, дефолт — то же самое, что и выбросы в атомных электростанциях, исчерпавших свой ресурс. Это разрушение системы⁷⁵.

Физик В.П. Маслов ставит радикальный вопрос: возможны ли в экономике фазовые переходы второго рода, т. е. самоорганизация? Какие условия для этого необходимы? Особенность экономической системы состоит в том, что среди ее элементов важнейшим является человек, его психика, интеллектуальная мощь, изобретательность, воля и честность, уровень образования и морали людей, принимающих решения. Их действия в предкризисной ситуации (пока система еще не обрушилась) могут оказаться решающими.

Именно вблизи точки бифуркации можно добиться больших результатов небольшими усилиями, потому что огромная энергия уже запасена в неравновесной системе. Ее необходимо лишь верно направить, поскольку велика опасность срыва. Здесь само внутреннее время системы становится активным параметром, ведь перемены происходят очень быстро. Поэтому достоверная статистика, непрерывный мониторинг и анализ текущего состояния экономики и политики являются необходимыми условиями успешных действий.

Перед человеком всегда стоит проблема взаимодействия с природой. Сначала это была задача выживания в ее суровых условиях, потом задача гармоничного сосуществования с ней, затем — познания и рационального использования ее сил и ресурсов. Добившись немалых успехов, человек возомнил себя покорителем и безраздельным хозяином природы. Сегодня он противопоставляет природе технику и незаметно для себя попадает в полную зависимость от последней. Однако уже очевидна необходимость сохранения природы, хотя бы как источника ресурсов.

У природы нет задачи сохранения человека. И если ей для восстановления равновесия придется пожертвовать человечеством, она это сделает.

Список литературы

Гранберг А.Т. Василий Леонтьев в мировой и отечественной экономической науке // Экономический журнал ВШЭ. 2006. № 3. С. 471-480.

Данилов-Данильян В.И. Глобальная проблема дефицита пресной воды // Век глобализации. 2008. № 1. С. 45-56.

Дементьева О.Б. Резонансные плазменные конфигурации // Седьмые Курдюмовские чтения. Материалы международной конференции «Синергетика в естественных и общественных науках». Тверь, 2013.

Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: УРСС. 2003. 284 с.

Маслов В.П. Новый подход к фазовым переходам в термодинамике и гидродинамике // ТМФ. 2010. № 165 (3). С. 542-566.

Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: «Прогресс», 1986. 432 с.

Фишер И. Покупательная сила денег, ее определение и отношение к кредиту, проценту и кризисам. М.: «Дело», 2001. 198 с.

Holdren J. Population and energy problem. Population and environment // Journal of Interdiscussion Studies. 1997. № 3.

Maslov V.P. Thresholds in Economics and Time Series // Math. notes. № 85 (5). 2009. P. 305-324.

Сведения об авторе

Дементьева Ольга Борисовна, кандидат физико-математических наук, Московский областной казачий институт технологий и управления (филиал) МГУТУ им. К.Г. Разумовского. E-mail: obd_2004@rambler.ru

⁷⁵ Maslov V.P. Thresholds in Economics and Time Series // Math. notes. № 85 (5). 2009. P. 305-324.