ВАРИАНТЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ КЛАСТЕРНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ БИЗНЕСА

В.Д. Даровских, канд. технич. наук, доцент КГТУ им. И.Раззакова
vdarovskih@inbox.ru; http://ktu.aknet.kg; http://ktu.aknet.kg/Ru/ftm/ar/strkaf7

Как средство отражения экономических ситуаций модели задают критерии для проверки правильности некоторых качественных представлений.

В статье развиваются ранее сформулированные автором подходы к системам кластерного управления в экономических и научных системах (Кластерный анализ в социально-экономическом прогнозировании // Экономика и статистика. – Б. – 2005. - № 3. - С.7-16; Начала кластерной организации научных исследований в вузе // Инженер, технолог, рабочий. – М. – 2006. - № 1. - С. 27-29; Метод формализации для экономического прогнозирования новых систем // Машиностроитель. – М. - 2006. - № 12 - С. 2-9).

Математическое моделирование бизнеса допустимо выполнять методами, разделяющимися на классы (рис.1).

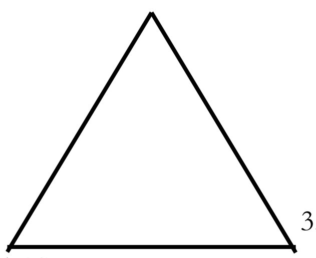


Рис. 1. **Классы (1,2,3) математических моделей и их взаимосвязи**

1. Детерминированные модели описывают поведение систем посредством соотношений, уравнений и неравенств типа «затраты-выпуск».

2. Модели оптимизации (нормативные) предписывают наилучший способ действий. В модели содержатся выражения, которые подлежит максимизировать с учетом принятых ограничений. С оптимизационными задачами разрешения конфликтов имеет дело теория игр.

3. Вероятностные модели, в которых рассматриваются математические ожидания.

Слияние оптимизационных и вероятностных моделей в теории решений позволяет поднять среднее значение полезности ситуации, процесса, поведения. В классе различают неопределенную и случайную характеристики. Неопределенностью является недостаточное понимание проблемы или ее задачи из-за, например, неясности взаимодействия различных факторов. Случайность же имеет место, когда числовые значения известны, но только в вероятностном смысле. При этом в решениях учитывается связанная со случайностью изменчивость.

Как средство отражения экономических ситуаций модели задают критерии для проверки правильности некоторых качественных представлений. В поведении бизнеса такими представлениями могут стать стабильность и согласованность, являющиеся базисными при трактовке отношений производственного или коммерческого типов. Следует принять во внимание изменчивость этих аспектов со временем, а сами понятия относительными. Только в будущем, возможно, сложатся строгие и адекватные определения абсолютных стабильности и согласованности множества целей. Например, подсчет шансов в перспективной ситуации не обеспечивает еще преимуществ, однако способствует выбору стратегии поведения. Работа такого рода приносит существенную пользу.

Стабильность бизнеса достигается не только эффективными регулирующими воздействиями на объект управления, но и способностью бизнеса как системы управления к устойчивости и поддержанию равновесных состояний. Этим условием задаются уже специфические конструктивные параметры и структуры систем управления. Это необходимые и достаточные условия достижения стабильности поведения. Применительно к потребителям услуг, работ и товаров, производимых системами бизнеса, или его клиентам полезно и желательно их нахождение в состоянии неустойчивого равновесия. Переход из этого состояния в состояние относительной устойчивости осуществляется при минимизации возмущения, которым является решение о выборе позиции, направления, интенсивности исполнения вариантов делового предложения. Это минимальное отличие бизнеса от сугубо технических систем управления.

Определим модели развития двух организаций бизнеса, находящихся в динамическом соперничестве, для чего предварительно введем условные предположения.

1. В конкурентных отношениях каждая организация стремится наращивать свое преимущество через товарные предложение и спрос пропорционально размеру бизнеса других организаций.

2. Действующий и объективно существующий потенциал организации ограничивает интенсивность ее развития на величину, пропорциональную размеру существующего потенциала организации.

3. Государственный подход нацелен на рост возможностей организации, несмотря на многогранное конкурентное противодействие внешней среды.

Если обозначить мгновенный уровень потенциальных возможностей каждой из этих организаций как $N_1(t)$ и $N_2(t)$, соответственно, а через t - текущее время, то перечисленные условия складываются последующими соотношениями в модель Люиса Ричардсона (Richardson L.F. Statistics of Deadly Quarrels. Quadrangle, Chicago, 1960)

$$\frac{dN_1}{dt} = kN_2 - \alpha N_1 + g; \qquad \frac{dN_2}{dt} = \ell N_1 - bN_2 + h,$$

где k, α, g, ℓ, b, h - положительные константы, причем k, ℓ - коэффициенты реакции или противодействия; α, b - коэффициенты затрат или потерь темпа; g, h - коэффициенты взаимных претензий (если g, h признаны коэффициентами взаимопомощи, то они принимают отрицательные значения).

В модели конкуренции равновесие имеет место тогда, когда устанавливается устойчивое состояние при постоянном уровне затрат. Устойчивость достигается при выдерживании следующего соотношения: произведение коэффициентов $k \cdot \ell$ реакции на действие противоположной стороны меньше, чем произведение коэффициентов $\alpha \cdot b$ соответствующих затрат на развитие, то есть $k \cdot \ell \prec \alpha \cdot b$.

Неустойчивое равновесие по соотношению противоположного вида $\alpha \cdot b \prec k \cdot \ell$ свидетельствует о преобладании противодействия и саморазвития в организациях.

Введем параметры A и B, обозначающие, соответственно, расходы организаций на развитие, а также A_0 и B_0, соответствующие совместным их затратам. Далее определим, что $N_1 = A - A_0$, а $N_2 = B - B_0$ и введем условие, что $k = \ell$, а $\alpha = b$. Подставив эти выражения в модель Л.Ричардсона и произведя сложение, получим уравнение

$$\frac{d(A+B)}{dt} = (k-\alpha)\cdot[A+B-(A_0+B_0-\frac{g+h}{k-\alpha})],$$

показывающее, что скорость изменения совокупных расходов $\frac{d(A+B)}{dt}$ на развитие двух организаций линейно зависит от размера $(A+B)$ этих расходов (рис. 2).

$$\frac{\Delta(\mathrm{A}+\mathrm{B})}{\Delta t}$$

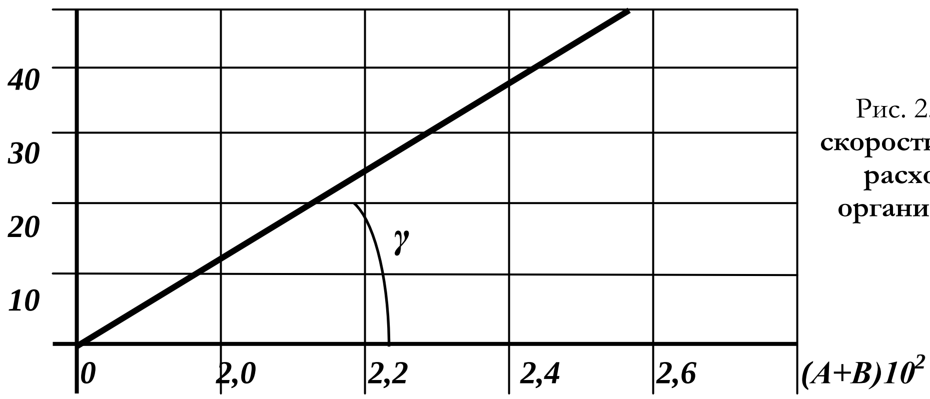


Рис. 2. **График зависимости скорости изменения совокупных расходов на развитие двух организаций от размеров этих расходов:**
$\gamma = arctg(k-\alpha)$

Условием определенности уравнения является положительность множителя пропорциональности $k-\alpha \succ 0$ или $k \succ \alpha$. Это показывает объективность тенденции к развитию организаций и характеризует нахождение этих организаций в состоянии непрерывной неустойчивости.

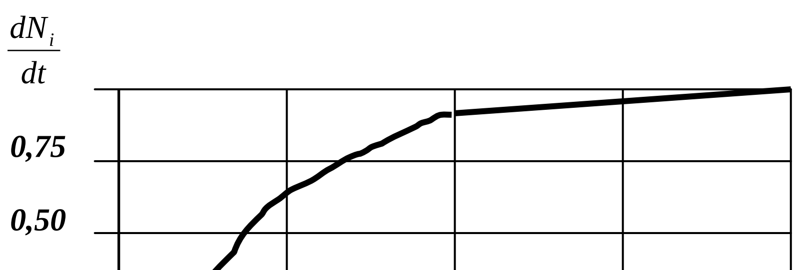
Каждая организация имеет экономические ограничения в развитии. Так, если обозначить через M стоимость содержания единицы существующего бизнеса, а через C - ресурсы на развитие, то затраты на последующие мероприятия совершенствования и модернизации составят $C-MN_1$. Допустимо определить планируемые годовые ресурсы на развитие через $D=\alpha(k\dfrac{N_2}{\alpha}-N_1+\dfrac{g}{\alpha})$, где отношение $\dfrac{1}{\alpha}=T_П$ есть период времени, установленный планами и собственной организационной оценкой для достижения желаемого уровня развития (α - вводимая в процесс интенсивность развития). С учетом введенного обозначения имеем следующее выражение для планируемых годовых ресурсов на развитие, выраженных в абсолютных затратах в единицу времени $D=\dfrac{1}{T_П}(kN_2T_П-N_1+gT_П)$.

С учетом степени p важности для организации расходов на развитие имеем $\dfrac{dN_1}{dt}=(C_1-M_1N_1)(1-e^{-p_1D_1})$ и $\dfrac{dN_2}{dt}=(C_2-M_2N_2)(1-e^{-p_2D_2})$, где после разложения параметра $e^{-p_iD_i}$ в ряд до членов первого порядка, если $M_iN_i \prec\prec C_i$ выходит $\dfrac{dN_1}{dt}\approx C_1p_1D_1$ и $\dfrac{dN_2}{dt}\approx C_2p_2D_2$.

Для обеспечения устойчивости функционирования организации необходимо отказаться от динамических процессов и стабилизировать скорость изменения потенциальных возможностей N_1 и N_2 организации, что выдерживается при условиях $C_i-M_iN_i=0$ или $1-e^{-p_iD_i}=0$. Из последнего условия вытекает, что $D_i=0$ и ресурсы на развитие отсутствуют.

Для примера положим, что $p_1=\alpha_1=p_2=\alpha_2=1$; $g_1=g_2=0$; $C_1=C_2$; $M_1=M_2=0{,}5$; $N_1(0)=N_2(0)=0{,}01C$; $\dfrac{k_1}{\alpha_1}=\dfrac{k_2}{\alpha_2}=2$. Тогда $\dfrac{dN_i}{dt}=(1-0{,}005)(1-e^{-0{,}2})\approx\dfrac{1}{e^{0{,}2}}$. Применяя параметр D в качестве аргумента данной функции $\dfrac{dN_i}{dt}$, имеем (рис. 3) монотонную показательную зависимость интенсивности $\dfrac{dN_i}{dt}$ смены уровня потенциала организации от объема $\boldsymbol{D}$ годовых ресурсов на развитие.

Рис. 3. **Характер интенсивности $\dfrac{dN_i}{dt}$ смены уровня потенциала организации от объема**



$$\frac{dN_i}{dt} \approx \frac{1}{e^D}$$

0 **1** **2** **3** **D**

Независимо от объема годовых ресурсов, вкладываемых в потенциал фирмы, интенсивность изменения этого потенциала имеет предел в условиях конкретных функциональных и ситуационных отношений. Изменения абсолютной величины этого предела, к которому вновь будет стремиться функция $\frac{dN_i}{dt}(D)$ интенсивности смены потенциала, допустимо регламентировать через решение новых задач и установление их обеспечения по содержанию существующего бизнеса M, объему C инвестиций в сферу производства, переоценке уровня p важности расходов на развитие и их необходимого и достаточного периодического (годового) уровня. Подобные обобщения объясняют объективный и своевременный переход экономической системы на кластерное управление.

В кластере объединяются мелкие предприятия, а их $N_1(t)$ с крупными, количество которых $N_2(t)$. Причем размер кластера с течением времени t непрерывно меняется.

Практика показывает (рис. 4), что если количество N_2 незначительно, то количество N_1 нарастает, а последнее влечет за собой соответствующий и естественный прирост N_2, которые поглощают N_1 посредством их усреднения или вовлечения в крупные предприятия. Следующее за этим уменьшение N_1 влечет за собой уменьшение и количества N_2. Эти процедуры в экономике цикличны, непрерывны и повсеместны. Число возможных взаимоотношений организаций двух видов через их сопряженные состояния пропорционально $N_1 \cdot N_2$.

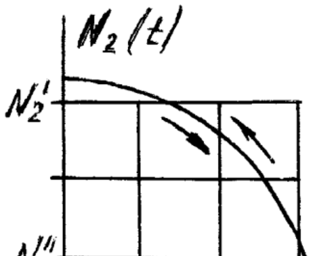
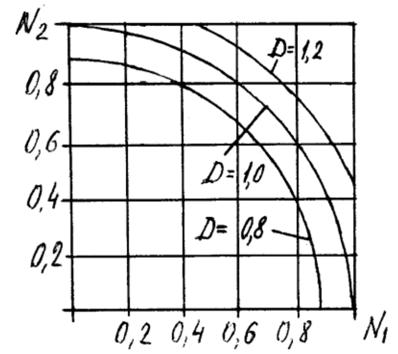


Рис. 4. **Функциональная модель циклических количественных преобразований в кластере и условия поведения цикла: $N_1^1 \prec N_1^2$ и $N_2^1 \succ N_2^2$**

Если учесть отмеченную тенденцию влияния прироста количественного уровня одного из видов организаций на формирование пониженного (повышенного) количественного уровня другого вида, то имеют место соотношения $\frac{dN_1}{dt} = \alpha N_1 - bN_1N_2$ и $\frac{dN_2}{dt} = -cN_2 + dN_1N_2$,



где α ... нстанты, имеющ... корости) измене... N_1, N_2, средне... акторов относи... нижения количе... вующих видов с...

Раз... второе и проинтегрируем результат. Тогда с учетом следующих подстановок $N_1 = x + \frac{c}{d} = x + p$ и $N_2 = y + \frac{\alpha}{b} = y + q$ получим уравнение $c\ell og(x+p) + \alpha\ell og(y+q) - dx - by = C$, где C есть постоянная интегрирования.

Разложим результат в ряд около начала координат системы $x(y)$ и, пренебрегая членами более высокого порядка, получим уравнение функции, описывающее периодические колебания в параметрах

$N_2(N_1)$. Эти функции задаются соотношением вида $\dfrac{cx^2}{p^2}+\dfrac{\alpha y^2}{q^2}=D$ ($sx^2+vy^2=D$), где $D=$const, $s=\dfrac{c}{p^2}$, $v=\dfrac{\alpha}{q^2}$.

Период колебаний вблизи начала координат равен $\dfrac{2\pi}{(\alpha c)^{1/2}}$. Размерность периода определяется размерностью коэффициентов α и c.

а)

б)

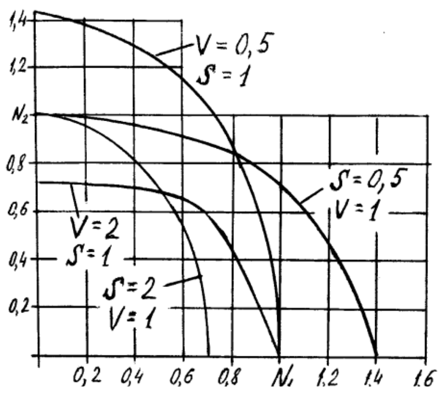


Рис. 5. **Виды колебаний системы $N_2(N_1)$ по дугам окружностей (а) и по эллипсам (б)**

Вводим исходные данные, являющиеся первоначально безотносительными: $D=1$, $c=\alpha=1$, $p=\dfrac{c}{d}=1$, $q=\dfrac{\alpha}{b}=1$, тогда $s=v=1$. Результаты расчета соотношения $y(x)$ показаны для варианта $D=0{,}8;1{,}0;1{,}2$ при $s=v=1$ на рис. 5а, а для вариантов $s=0{,}5$, $v=1$, $D=1{,}0$ и $s=1$ $v=2$, $D=1{,}0$ на рис. 5б.

Теперь наглядно видна пропорция циклического изменения (увеличения или сокращения) количества N_2 крупных предприятий при противоположном изменении (сокращении или увеличении) количества N_1, связанных с первыми, мелких предприятий.

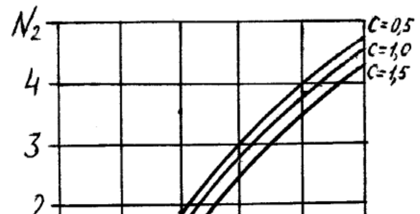
Алгоритмическая логика циклического диалектического развития кластера следующая.

Если $N_2(t)$ $\rightarrow$ (*стремится к*) $\min_1$, то $N_1(t)$ $\rightarrow$ $\max_1$, и это приводит к поглощению $N_1(t)$ кластером, в результате чего $N_1(t)\rightarrow \min_2$, а $N_2(t)$ $\rightarrow \max_2$. Результат действия алгоритма показан ранее на рис. 4, у которого выдерживаются условия $N_1^1 \prec N_1^2$ и $N_2^1 \succ N_2^2$.

Полные наборы конкретного количества N_1 и N_2 и условия их достижения образуют уже справочник и могут определять поведение менеджера в практическом управлении организацией.

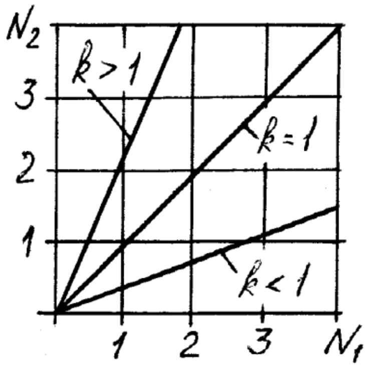
Если каждое из предприятий обладает потенциалом α и β, соответственно, то интенсивности сокращений каждого вида предприятий от их взаимодействий есть $\dfrac{dN_1}{dt}=k\beta N_2$ и $\dfrac{dN_2}{dt}=k\alpha N_1$, где k – положительная константа. Далее имеем $\dfrac{1}{N_2}\dfrac{dN_1}{dt}=k\beta$ и $\dfrac{1}{N_1}\dfrac{dN_2}{dt}=k\alpha$. В мгновенный момент времени может выдерживаться следующее условие $\dfrac{1}{N_2}\dfrac{dN_1}{dt}$ = $\dfrac{1}{N_1}\dfrac{dN_2}{dt}$. При делении уравнений друг на друга и последующего интегрирования результата получаем $\alpha N_1^2-\beta N_2^2=c$. Для варианта с условиями $c=0$ и $\alpha N_1^2=\beta N_2^2$ очевидно, что потенциал кластера пропорционален потенциалу малого редприятия, умноженному на квадрат числа этих предприятий.

При условиях $\alpha=\beta=1$ и $c=0;1$ имеем следующие графические иллюстрации (рис. 6).



а)

1 2 3 4 N1



б)

Рис. 6. **Графики взаимосвязи $N_2(N_1)$ при $c \succ 0$ (а) и $c = 0$ (б)**

В итоге следует отметить, что крупные предприятия кластера способны вовлекать в свою деятельность вполне определенное количество мелких предприятий, и на уровне отмеченной способности сказывается потенциал и крупного, и каждого мелкого предприятия вместе взятых, естественно, с их количественными показателями.

Более понятными становятся результаты моделирования, если выдерживается основное условие кластерного управления: $\alpha \prec\prec \beta$. Так, для группы исходных данных $\alpha = 0{,}1$, $\beta = 1{,}0$, $c = 1{,}0$ графическое соотношение вида $N_2(N_1)$ показано на рис. 7. Результат моделирования при последующем дополнении преобразуется в алгоритм управленческих действий менеджера предприятия, которому предписываются систематические рассылки указаний исполнителям крупных и мелких предприятий для исполнения целевых операций сопряжения элементов кластера.

Следующий шаг синтеза экономического кластера требует моделирования процессов, гарантирующих устойчивое поведение кластера. В таком стратегическом расчете требуется удовлетворить необходимые и достаточные условия: поддержание независимости управляемых параметров поведения кластера от возмущающих воздействий и возвращение этих же параметров к исходному значению при снятии возмущений. Моделирование устойчивости поведения кластера, необходимое для задания качественного его функционирования, начинается с анализа динамики его поведения $\frac{dX}{dt} = AX$, где $X(t) = (\begin{matrix} x \\ y \end{matrix})$; $A = (\begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix})$.

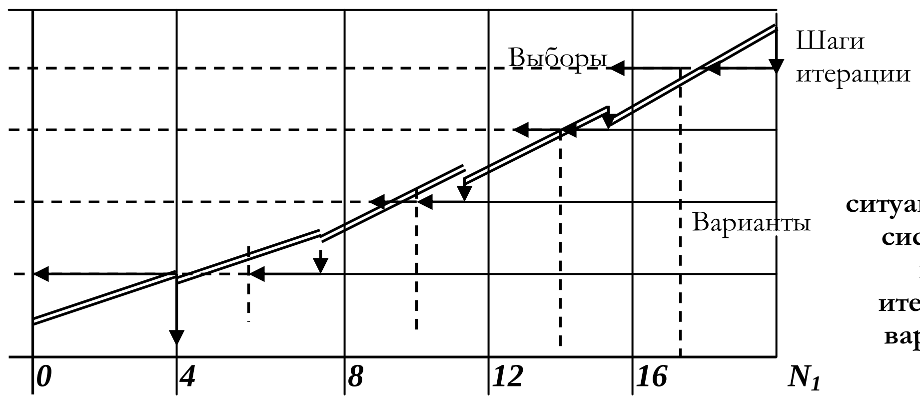


Рис. 7. **Схема ситуационного поведения системы управления кластера через итерационные шаги, варианты и выборы**

Характеристическое уравнение данного дифференциального уравнения есть $\dot{x} - \lambda x = 0$ и далее $px(p) - x(0) - \lambda x(p) = 0$, что при $x(0) = 0$ приводит к результату $px(p) - \lambda x(p) = 0$ и далее $x(p)(p - \lambda) = 0$, $p - \lambda = 0$ и $p = -\lambda$. Здесь λ есть корень характеристического уравнения, и его отрицательное значение определяет устойчивость поведения системы при действии на нее возмущений.

Существует единственное решение $x(t)$ данной системы уравнений, удовлетворяющее начальным условиям $x(t_0) = x_0$ и $y(t_0) = y_0$. Это решение определяет характеристическую кривую с непрерывно вращающейся касательной. Причем $x(t - \bar{t})$ и $y(t - \bar{t})$ также являются решениями для любого t и соответствуют той же характеристике, следовательно, относятся более чем к одному решению. Важно установить условия, при которых характеристики остаются вблизи точек равновесия или стремятся к ним при $t \to \infty$.

Если решением системы оказывается одна точка и через нее не проходит ни одна характеристика, то она есть сингулярность (центр равновесия) системы. При этом в любой регулярной точке имеются ненулевые компоненты двух производных, характеризующие движение. Характеристические кривые включают в себя совокупности регулярных точек поведения кластера. Следовательно, точки, указывающие на наличие движения, являются позициями нарушения равновесия в отношениях точек, в которых оба выражения в правых частях уравнений обращаются в нуль и которые являются критическими или точками равновесия.

В общем случае, если корни $\lambda_{1,2}$ характеристических уравнений, которыми описывается кластер, являются комплексными сопряженными числами вида $\lambda_{1,2} = \alpha \pm \beta j$, то система решается следующим образом: $x = e^{\alpha t} \cdot \cos\beta t$, $y = e^{\alpha t} \cdot \sin\beta t$. Вариациями коэффициентов получаются семейства траекторий устойчивого или неустойчивого поведения кластера. В зависимости от значения корней $\lambda_{1,2}$ и в диапазоне $-\infty \prec t \prec +\infty$ эти траектории в области, близкой к началу координат, ведут себя следующим образом (рис. 8).

1. При условии, что λ_1 и λ_2 действительные числа, и если:

а) $\lambda_1 \prec \lambda_2 \prec 0$, то все траектории сходятся к началу координат, образуя там устойчивый узел (рис. 8а);

б) $0 \prec \lambda_1 \prec \lambda_2$, то начало координат является неустойчивой узловой точкой, поскольку траектории от него удаляются (рис. 8б);

в) $\lambda_1 \prec 0 \prec \lambda_2$, то траектории асимптотически стремятся к осям, а начало координат образует седловую точку. Каждая ось в таком случае является разделяющей, поскольку она делит плоскость на области происхождения траекторий.

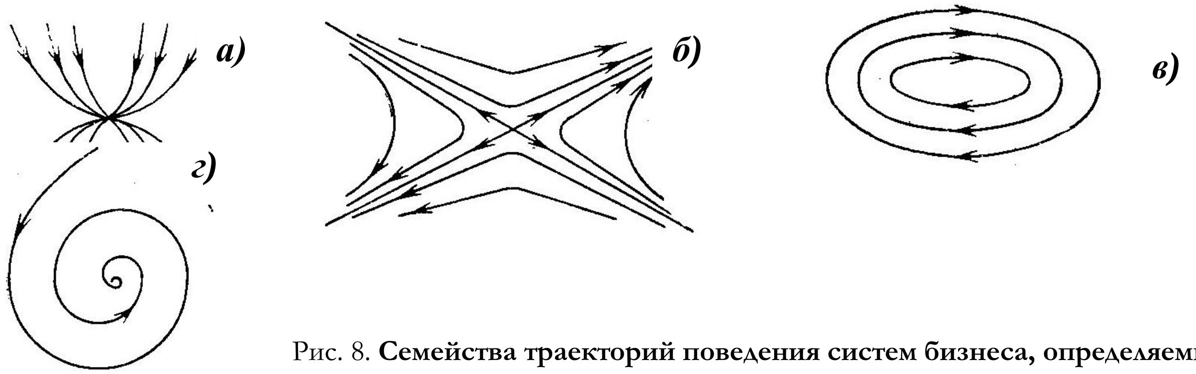


Рис. 8. **Семейства траекторий поведения систем бизнеса, определяемые значениями корней характеристических уравнений: а – все корни действительные и отрицательные; б - все корни действительные и положительные; в - все корни мнимые величины; г - все корни комплексные**

2. Если корни мнимые ($\lambda_{1,2} = \pm\beta j$), то $\alpha = 0$, $x = \cos\beta t$, $y = \sin\beta t$ и траектории образуют эллипсы (в частном варианте окружности) с центром в начале координат. При этом начало координат как центр движения есть устойчивая сингулярность (рис. 8в).

3. Если $\lambda_{1,2} = \alpha \pm \beta j$, то при $\alpha, \beta \neq 0$ и $\alpha \prec 0$ траектории образуют спирали, закрученные вокруг начала координат и направленные к нему. Центр является

фокальной точкой (рис. 8г). Если $\alpha \succ 0$, то спирали раскручиваются и движутся противоположно от фокуса, который является центром неустойчивости.

Поэтому устойчивым поведение кластера будет при нулевых или отрицательных действительных частях корней характеристических уравнений, которыми описываются кластеры в динамике.

Наборы аналитических моделей способствуют пониманию объективного естественного, научно обоснованного или мнемоничного перспективного развития экономических систем, влияния аналогов и прототипов внешней среды на их поведение, эволюцию или то и другое вместе, последствий им

пульсного воздействия на систему через изучение характера дальнейшего инерционного существования, выраженного в явлениях затухания или усиления активности. Показанные варианты органично входят в единую кибернетическую концепцию познания систем.

Январь 2011 г.