МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СТОИМОСТИ КОМПАНИИ

Обгадзе Т.А., Гоголадзе В.Р., Биченова Н.М.
Грузинский Технический Университет

Резюме

С целью исследования динамики стоимости компании строится математическая модель и изучаются частные случай построенной модели, которые показывают широту охвата процессов различной сложности. На основе регрессионного анализа, строятся функции для определяющих параметров модели, изучается динамика данного (гипотетического) временного ряда данных изменения стоимости компании с течением времени.

Ключевые слова: стоимость компании. Динамика. Рыночная стоимость. Дебет.

1. Построение математической модели экономической динамики стоимости компании

Стоимость компании складывается из двух компонент: текущая рыночная стоимость чистых активов и текущая стоимость долговых обязательств[1-11].

Мы будем считать стоимостью чистых активов: выручку минус расходы (в том числе, на покрытие налогов) за год вместе с фондом развития компании, оборотным капиталом и стоимостью средств производства.

Стоимость долга (дебет), это текущая сумма долговых обязательств по всем видам задолженности компании за данный отчётный промежуток времени.

Представим стоимость компании в виде разности стоимости чистых активов и долга:

$$X(t) = A(t) - D(t)\,, \tag{1}$$

где

$A(t)$ - стоимость чистых активов компании;

$D(t)$ - стоимость долга (дебет).

Стоимость чистых активов компании записываем в виде:

$$A(t) = \beta(t) \cdot \dot{X}(t)\,, \tag{2}$$

где, $\beta(t)$ - функция пропорциональности, определяемая на основе регрессионного анализа данных.

Стоимость долга представляем в виде:

$$D(t) = \int_0^t e^{-\delta\tau} F\left[X(t-\tau)\right] d\tau\,, \tag{3}$$

где зависимость $F[X(t-\tau)]$ определяется на основе регрессионного анализа данных. Подставляя соотношения (2) и (3) в уравнение (1), получаем интегро-дифференциальное уравнение экономической динамики стоимости компании (4):

$$X(t) = \beta(t)\cdot \dot{X}(t) - \int_0^t e^{-\delta\tau} F\left[X(t-\tau)\right] d\tau \,. \quad (4)$$

Чтобы упростить интеграл в правой части уравнения (4), производим замену переменных по формуле $t - \tau = s$, тогда:

$$ds = -d\tau, \ \int_0^t e^{-\delta\tau} F[X(t-\tau)]d\tau = e^{-\delta t}\int_0^t e^{\delta s} F[X(s)]ds.$$

Подставляя, полученное выражение интеграла в (4) получаем уравнение стоимостной динамики в виде:

$$X(t) = \beta(\mathrm{t})\cdot \dot{\mathrm{X}}(t) - e^{-\delta t}\int_0^t e^{\delta s} F[X(s)]ds. \quad (5)$$

Умножаем уравнение (5) на $e^{\delta t}$, тогда имеем

$$X(t)\cdot e^{\delta t} = e^{\delta t}\cdot \beta(t)\cdot X\dot{(}t) - \int_0^t e^{\delta s} F[X(s)]ds. \quad (6)$$

Чтобы избавится от интеграла в правой части уравнения (2.6) дифференцируем ее по параметру времени - t, тогда получаем **математическую модель стоимостной динамики** в виде

$$e^{\delta t}\cdot\beta(t)\cdot\ddot{X} + e^{\delta t}\cdot\left(\dot{\beta} + \delta\cdot\beta - 1\right) - e^{\delta t}\cdot F[X(t)] - \delta\cdot e^{\delta t}\cdot X = 0. \quad (7)$$

Если $\beta(t) = 0$, тогда из (2) имеем $A(t) = 0$, т.е. нет чистого капитала, что из (1) дает $X(t) = -D(t)$, иначе говоря, имеем только долг, но это исключается, поскольку, до этого, наступает уровень нежелательного банкротства.

Если же, нас интересует более весомый случай, то допускаем что $\beta(t) \neq 0$ и из (7) получаем **математическую модель стоимостной динамики компании** в виде:

$$\ddot{X}(t) + \frac{\dot{\beta}(t) + \delta\beta - 1}{\beta(t)}\cdot \dot{X}(t) - \frac{F\left[X(t)\right] + \delta\cdot X}{\beta(t)} = 0\,. \quad (8)$$

К уравнению (8) присоединяем начальные условия:

$$X(0) = X_0,\ \dot{\mathrm{X}}(0) = P_0, \quad (9)$$

и получаем задачу Коши для обобщенной обыкновенной математической модели стоимостной динамики (8).

Коэффициент β(t) и функция $F[X(t)]$ являются параметрами управления. Целью управления является стабильное развитие с ***максимизацией стоимости активов и минимизацией стоимости долга***, что отражается в законе изменения стоимости компании X(t), без разрушающих систему резонансных колебаний.

2. Частные случаи математической модели экономической динамики стоимости компании

Рассмотрим некоторые ее частные случай, при различных функциях стоимость активов компании и стоимости долга:

а) рассматриваем случай, когда

$$\beta(t) = \beta(0)e^{-\delta\cdot t} + \frac{1}{\delta}\,, \quad (10)$$

$$F[X(t)] = \left[0.9\cdot\beta(0)e^{-\delta\cdot t} + \frac{0.9}{\delta}\right] - \left[\beta(0)e^{-\delta\cdot t}(\omega^2 + \varepsilon\cos 2t) + \frac{\omega^2+\varepsilon\cos 2t}{\delta} + \delta\right]\cdot X(t). \quad (11)$$

Тогда из уравнения (8) получается уравнение Матье:

$$\ddot{X}(t)+\left(\omega^2+\varepsilon\cdot\cos 2t\right)\cdot X(t)=0.9. \qquad (12)$$

Присоединяем начальные условия:

$$X(0)=1,\ \dot{X}(0)=1. \qquad (13)$$

При $\omega=0.5$ и $\varepsilon=0.2$, на основе MATHCAD Professional получаем решение $S^{\langle 0\rangle}=t, S^{\langle 1\rangle}=X(t)$ и соответствующую картину на фазовой плоскости $\left(X(t),\dot{X}(t)\right)$,где $S^{\langle 2\rangle}=\dot{X}(t)$, (Рис.1), (Рис. 2);

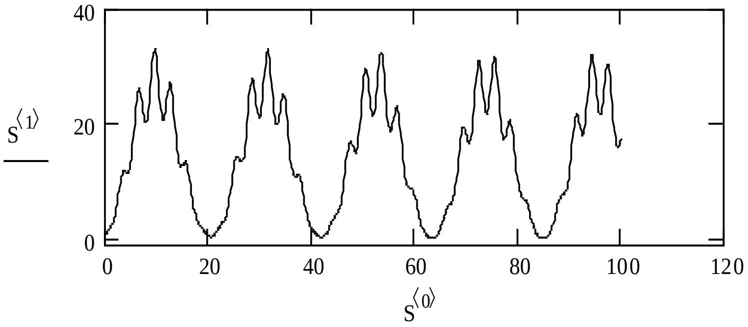

Рис.1. Динамика модели Матье

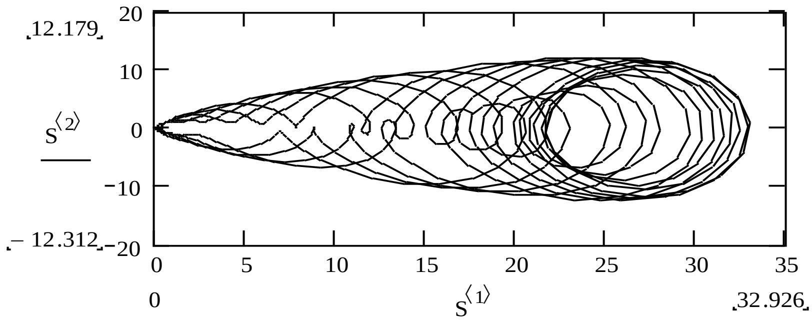

Рис.2. Картина динамики Матье на фазовой плоскости

б) рассматриваем случай, когда

$$\beta(t)=t, \qquad (14)$$

$$F[X(t)]=-\beta(t)\cdot(X^3+A\cos\omega t+0.3)+(\beta-\delta)\cdot X, \qquad (15)$$

где $\omega=const,\ \mathrm{A}=\mathrm{const}$.

Тогда из уравнения (8) получаем уравнение Дюффинга:

$$\ddot{X}(t)+\delta\cdot\dot{X}(t)+X(t)^3-X(t)-A\cdot\cos\omega t-0.3=0 \qquad (16)$$

Присоединяем начальные условия:

$$X(0)=1,\ \dot{X}(0)=1.$$

При $\delta = 0.2$, $A = 0.25$ и $\omega = 1$, на основе MATHCAD 2001 professional, получаем решение для национального дохода $S^{\langle 0\rangle} = t, S^{\langle 1\rangle} = X(t)$, и соответствующую картину на фазовой плоскости $\left(X(t), \dot{X}(t) \right)$, где $S^{\langle 2\rangle} = \dot{X}(t)$ (Рис. 3, 4).

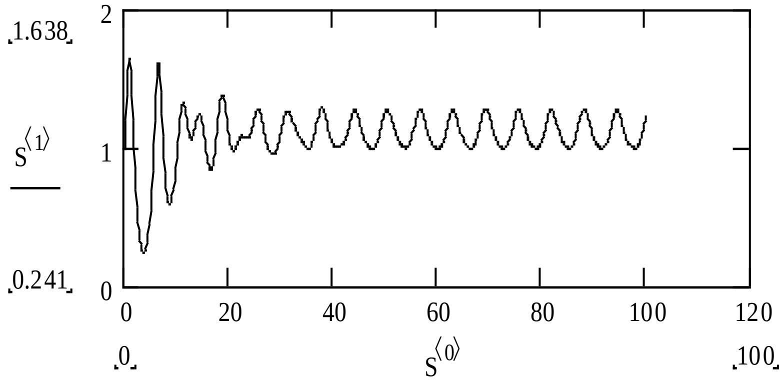

Рис.3. Динамика модели Дюффинга

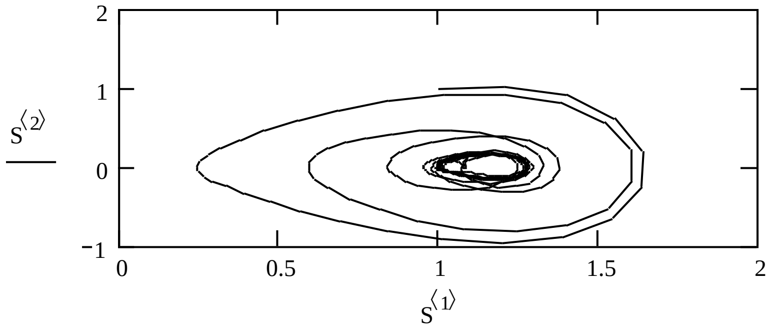

Рис.4. Картина динамики Дюффинга на фазовой плоскости

Таким образом, мы проверили, что построенная в работе математическая модель стоимостной динамики компании, в частных случаях, может превращаться в модель Матье, модель Дюффинга и.т.д. Это означает, что предложенная математическая модель имеет достаточно широкий спектр охвата различных режимов динамики.

Что самое главное, предложенная математическая модель дает возможность, в случае нахождения **соответствующей функции стоимости чистых активов и функции дебета**, изучить экономическую динамику стоимости компании.

3. Методика подбора функции стоимости чистых активов и функции дебета для математической модели стоимостной динамики

Предложенная математическая модель стоимостной динамики компании можно применять на практике, лишь, если будут определены методы нахождения конкретного вида функции чистых активов и долга, для данного временного ряда данных. Поэтому, займемся решением этой задачи.

3.1. Регрессионный анализ временных данных стоимостной динамики для определения функциональной зависимости чистых активов от стоимости компании

Для нахождения *конкретного вида функциональной зависимости чистых активов* $A(t)$, *от стоимости компании* $X(t)$, нужно использовать известные данные о распределении стоимостей данной компании за прошедшие моменты времени:

$$\{A(t_i)\}_{i=0}^{n}; \quad \{X_i\}_{i=0}^{n}; \tag{17}$$

и на основе регрессионного анализа данных, определить вид функции $\beta(t)$ в зависимости (2).

Для решения этой задачи, зависимость (2) переписываем в виде:

$$A(t_i) = \beta(t_i) \cdot \frac{X_{i+1} - X_{i-1}}{2 \cdot h}, \tag{18}$$

где h-шаг по времени, а $X_{i+1} = X(t_{i+1})$ и $\beta(t_i)$ - функция пропорциональности, которую нужно определить.

Пусть нам известны значения стоимостей компании и активов в определённые моменты времени: $\{A(t_i)\}_{i=0}^{n}$; $\{X_i\}_{i=0}^{n}$, тогда очевидно, что можем найти соответствующие значения $\beta(t_i)$. Действительно,

$$\beta(t_i) = \frac{2 \cdot h \cdot A(t_i)}{X_{i+1} - X_{i-1}}, i = \overline{2, n-1},\ \beta(t_1) = \beta(t_2),\ \beta(t_n) = \beta(t_{n-1}). \tag{19}$$

В соотношении (19) предполагается, что $X_{i+1} - X_{i-1} \neq 0$, h=1. Иначе, мы будем пользоваться соотношением (18). В таком случае, получаем, что соответствующее значение $A(t_i)$ =0. В этом случае, значение $\beta(t_i)$ может быть произвольным числом. Исходя из предполагаемой непрерывности этой функции, будем считать соответствующее значение $\beta(t_i)$, средним арифметическим соседних значений. Иначе говоря, в этих случаях $\beta(t_i) = \frac{\beta_{i+1} + \beta_{i-1}}{2}$. Таким образом, приходим к задаче регрессионного анализа: определить вид функции $\beta(t)$ по заданным значениям $\beta(t_i)$.

Рассмотрим **числовой пример**: в качестве шага по времени выбираем $h = 1$ месяц.

Таб.1

$A(t_i)$	2000	2100	2500	2000	0	2200	2300	2500	2700	0	2000	1800
X_i	1500	1600	2000	1400	1200	1400	1700	1900	2000	2500	2000	1800
i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

На основе таб.1, можем по формуле (19) составить таб.2

Таб.2

t_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\beta(t_i)$	8	8.4	-25	-5	1.9	8.8	9.2	16.67	9	1.6	-5.714	-5.14

Для решения задачи регрессии, воспользуемся таблицей 2. График функции $y_i = \beta(t_i)$ имеет вид, представленный на рис.5.

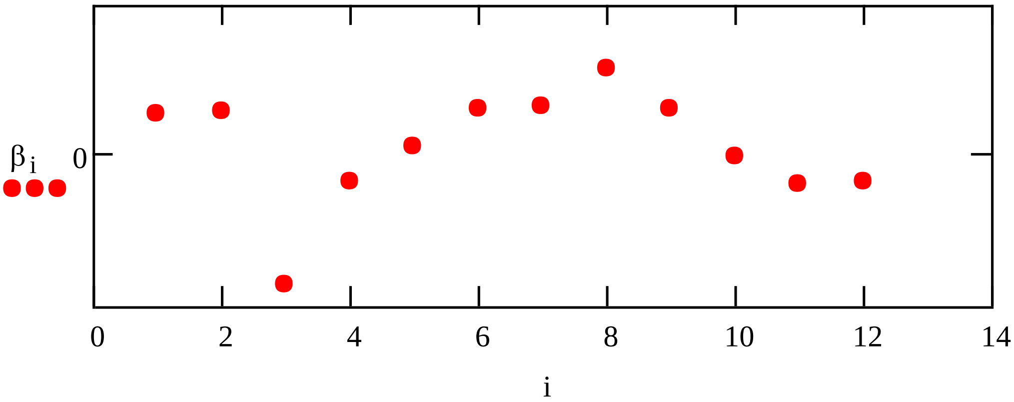

Рис.5. График функции $y_i = \beta(t_i)$

3.2. Задача линейной регрессии

Для начала, будем искать линейное приближение для зависимости $y_i = \beta(t_i)$, т.е. будем искать такую линейную функцию $y = \beta(t) = a \cdot t + b$, которая является наилучшим в смысле Гаусса приближением, для функции $y_i = \beta(t_i)$ заданной таблично таб.2. Иначе говоря, будем искать такие значения для a и b, для которых значение невязки Гаусса

$$G(a, b) = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \beta(t_i)\right)^2 \qquad (20)$$

минимально.

Для нашего примера таб.2, имеем $n = 12$. Тогда, на основе программного пакета ***Mathcad***, составляем программу:

$t_i := i$

$a := \mathrm{slope}(t, \beta)$ $\quad$ $b := \mathrm{intercept}(t, \beta)$

$a = 0.103$ $\quad$ $b = 1.223$

$f(z) := a \cdot z + b$

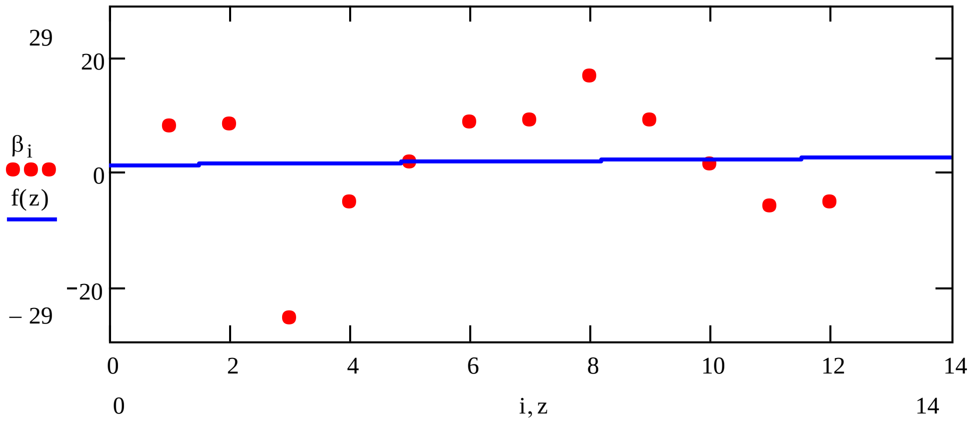

Рис.6. Решение задачи линейной регрессии

Таким образом, получаем что, в случае, линейного приближения данных,

$$\beta(t) = 0.103 \cdot t + 1.223,$$

иначе говоря, для стоимости активов в линейном приближении имеем соотношение:

$$A(t) = (0.103t + 1.223) \cdot \dot{X}(t).$$

Из рис.6 явствует что, линейная регрессия в данном случае неэффективна, действительно, коэффициент корреляции Пирсона для наших данных равен $\mathrm{corr}(t, \beta) = 0.034$. Однако, получаемая функция имеет простейший вид и удобна для дальнейшего исследования.

3.3. Задача обобщённой линейной регрессии

В этом случае, данные приближаются в виде линейной комбинации некоторых выбранных базисных функций, т.е. приближение для зависимости $y_i = \beta(t_i)$ будем искать в виде: $y = \beta(t) = k_1 \cdot \frac{1}{t^2+1} + k_2 \cdot t^2 + k_3 \cdot e^t$. Коэффициенты разложения k_i определяются, по-прежнему, из условия наилучшего приближения Гаусса (20). В этом случае на основе программного пакета ***Mathcad***, составляем программу:

$$F(t) := \begin{bmatrix} t^2 \\ (-t)^3 \\ \frac{-t}{1+t} \end{bmatrix} \qquad j := 1..12 \qquad K := \mathrm{linfit}(t, \beta, F) \qquad g(t) := F(t) \cdot K$$

$$K = \begin{pmatrix} 0.835 \\ 0.068 \\ 11.018 \end{pmatrix}$$

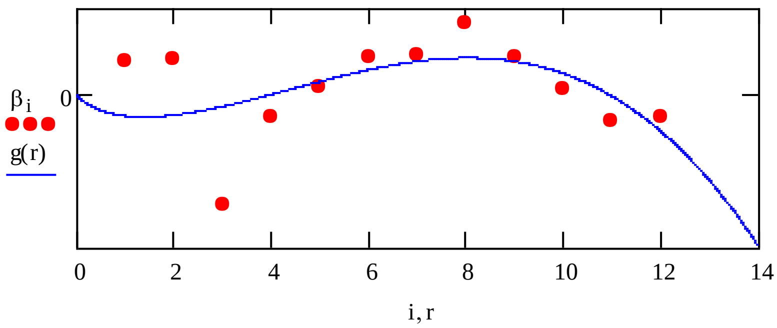

Рис.7. Обобщенная линейная регрессия

Таким образом, получаем что, в случае, обобщенной линейной регрессии данных, получаем приближение в виде:

$$\beta(t) = 0.835 \cdot t^2 - 0.068 \cdot t^3 - \frac{11.018 \cdot t}{1+t},$$

иначе говоря, для стоимости активов в обобщенном линейном приближении имеем соотношение:

$$A(t) = \left(0.835 \cdot t^2 - 0.068 \cdot t^3 - \frac{11.018 \cdot t}{1+t}\right) \cdot \dot{X}(t).$$

Из рис.7 ясно, что обобщенная линейная регрессия дает более точное приближение, чем простая линейная регрессия. В этом методе еще есть запас увеличения точности путём подбора более подходящих базисных функций разложения, хотя, общего метода их подбора пока нет.

3.4. Полиномиальная регрессия

Рассмотрим задачу полиномиальной регрессии для наших данных, т.е. приближение для зависимости $y_i = \beta(t_i)$ будем искать в виде:

$$y = \beta(t) = \sum_{i=0}^{n} a_i \cdot t^i.$$

Коэффициенты полинома будем определять из условия наилучшего приближения Гаусса (20). В этом случае на основе программного пакета ***Mathcad***, составляем программу:

$$data := \begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 2 & 8.4 \\ 3 & -25 \\ 4 & -5 \\ 5 & 1.9 \\ 6 & 8.8 \\ 7 & 9.2 \\ 8 & 16.67 \\ 9 & 9 \\ 10 & 1.6 \\ 11 & -5.714 \\ 12 & -5.14 \end{pmatrix} \qquad k := 3$$

$VX := data^{\langle 0 \rangle}$ $\qquad VY := data^{\langle 1 \rangle}$

$VS := regress(VX, VY, k)$

$f(x) := interp(VS, VX, VY, x)$

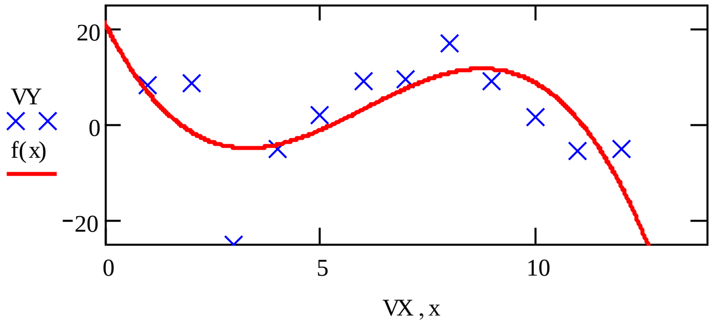

Рис.8. Полиномиальная регрессия

$coeffs := submatrix(VS, k, length(VS) - 1, 0, 0)$

$coeffs^T = (21.369 \ \ -18.167 \ \ 3.74 \ \ -0.205)$

$a := coeffs$

$a = \begin{pmatrix} 21.369 \\ -18.167 \\ 3.74 \\ -0.205 \end{pmatrix}$ Матрица коэффициентов полинома приближения.

$\beta(t) := \sum_{i=0}^{k} \left(a_{k-i} \cdot t^{k-i} \right)$

Проверка приближения рис.8.

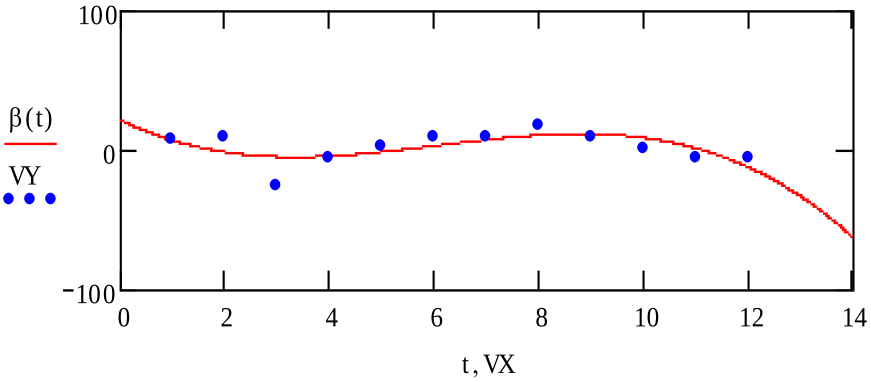

Рис.9. Характер приближения $\beta(t)$ функции полиномами

Таким образом, получаем что, в случае, полиномиальной регрессии данных, получаем приближение в виде:

$$\beta(t) = 21.369 - 18.167 \cdot t^1 + 3.74 \cdot t^2 - 0.205 \cdot t^3,$$

иначе говоря, для стоимости активов в обобщенном линейном приближении, имеем соотношение:

$$A(t) = (21.369 - 18.167 \cdot t^1 + 3.74 \cdot t^2 - 0.205 \cdot t^3) \cdot \dot{X}(t).$$

Из рис.9 явствует, что полиномиальная регрессия более точно приближает рассматриваемые в примере данные, чем предыдущие методы регрессии, однако, полученная функция имеет нули и дает сингулярность в общей модели, поэтому при динамическом анализе, более целесообразным представляется использовать функцию, полученную по линейной регрессии.

3.5. Методика подбора функции дебета для динамического анализа стоимости компании

Стоимость долга вычисляется по формуле (3) $D(t)=\int_0^t e^{-\delta\tau}F\big[X(t-\tau)\big]d\tau$. Произведем замену переменных $t-\tau=s$, в подынтегральной функции. Тогда получаем $d\tau=-ds,\ \tau=t-s$:

$$D(t)=-\int_t^0 e^{-\delta(t-s)}F(s)ds=e^{-\delta\cdot t}\cdot\int_0^t e^{\delta\cdot s}F(s)ds. \qquad (21)$$

Дифференцируя это соотношение, перепишем в виде:

$$\dot{D}(t)=e^{-\delta\cdot t}\cdot F[X(t)]. \qquad (22)$$

Нашей целью является нахождение конкретной функциональной зависимости $F[X(t)]$. Из соотношения (22) имеем, что

$$F[X(t)]=e^{\delta\cdot t}\cdot\dot{D}(t). \qquad (23)$$

Исходя из соотношения (1), $X(t)=A(t)-D(t)$ и пользуясь таб.1, можно составить таблицу 3.

Таб.3

$X(t_i)$	1500	1600	2000	1400	1200	1400	1700	1900	2000	2500	2000	1800
$A(t_i)$	2000	2100	2500	2000	0	2200	2300	2500	2700	0	2000	1800
$D(t_i)$	500	500	500	600	-1200	800	600	600	700	-2500	0	0
$\dot{D}(t_i)$	0	0	50	-850	100	900	-100	50	-1550	-350	1250	1250
F$[X(t_i)]$	0	0	369	-17073	5460	133572	-40343	54832	-4620485	-2836079	27533082	7482677

Считая, что $\delta=1$ из формулы (23) можем заполнить и последнюю строку таблицы 3. Коэффициент корреляции Пирсона для исследуемых массивов

$$X(t_i) \text{ и } F[X(t_i)]$$

равен $\mathrm{corr}(X,F)=0.082$, таким образом, линейная регрессия, в данном случае, не позволит получить соотношение требуемой точностью. Поэтому ***будем пользоваться полиномиальной регрессией.***

Коэффициенты полинома будем определять из условия наилучшего приближения Гаусса (20). В этом случае на основе программного пакета ***Mathcad***, составляем программу:

$$X:=\begin{pmatrix}1500\\1600\\2000\\1400\\1200\\1400\\1700\\1900\\2000\\2500\\2000\\1800\end{pmatrix}\qquad Dd:=\begin{pmatrix}0\\0\\50\\-850\\100\\900\\-100\\50\\-1550\\-350\\1250\\1250\end{pmatrix}\qquad \mathrm{corr}(X,F)=0.082$$

$i := 0..11$

$F_i := Dd_i \cdot e^i$

$$G(a) := \sum_{i=0}^{11} \left[F_i - \left[a_0 + a_1 \cdot X_i + a_2 \cdot (X_i)^2 + a_3 \cdot (X_i)^3\right]\right]^2$$

$$a := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Given

$S := \mathrm{Minimize}(G, a)$

$$S = \begin{pmatrix} 0.25 \\ 0.534 \\ 9.475 \\ -0.004 \end{pmatrix}$$

$a := S$

$P(x) := a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot x^3$

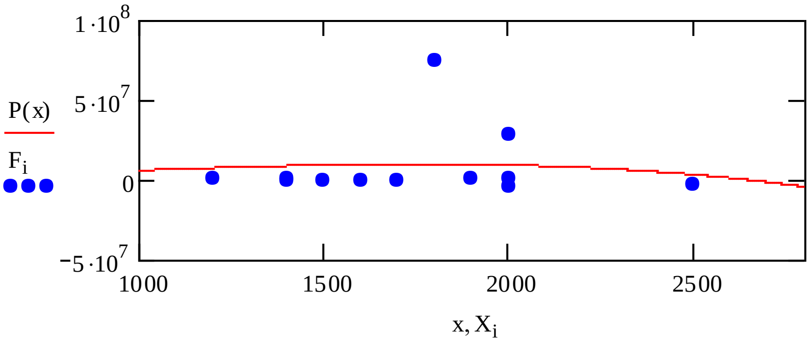

Рис.10. График функции дебета. Характер приближения данных полиномом

Таким образом, для данного примера получаем зависимость дебета от стоимости компании в виде:

$$F[X(t)] = 0.25 + 0.534 \cdot X(t) + 9.475 \cdot (X(t))^2 - 0.004 \cdot (X(t))^3.$$

поэтому, уже возможно, на основе общей модели (8) стоимостной динамики, исследовать изучаемый процесс.

3.6. Определение функции дебета методом Паде-аппроксимации

Для определения функции дебета воспользуемся Паде аппроксимацией, т.е. функцию $F[X(t)]$ будем приближать рациональной функцией:

$$P(t) := \frac{a_0 + a_1 \cdot t}{a_2 + a_3 \cdot t}. \tag{24}$$

Коэффициенты $a_i,\ i = \overline{1,n}$будем определять из условия наилучшего приближения Гаусса (20) (хотя, можно определять их и из формул Паде). В этом случае на основе программного пакета ***Mathcad*** **,** составляем программу:

$$X := \begin{pmatrix} 1500 \\ 1600 \\ 2000 \\ 1400 \\ 1200 \\ 1400 \\ 1700 \\ 1900 \\ 2000 \\ 2500 \\ 2000 \\ 1800 \end{pmatrix} \qquad Dd := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 50 \\ -850 \\ 100 \\ 900 \\ -100 \\ 50 \\ -1550 \\ -350 \\ 1250 \\ 1250 \end{pmatrix} \qquad \mathrm{corr}(X,F) = 0.082$$

$$i := 0..11$$

$$F_i := Dd_i \cdot e^i$$

$$G(a) := \sum_{i=0}^{11} \left[F_i - \left(\frac{a_0 + a_1 \cdot X_i}{a_2 + a_3 \cdot X_i} \right) \right]^2$$

Given

$$S := \mathrm{Minimize}(G, a)$$

$$a := S$$

$$a = \begin{pmatrix} 0.5 \\ 1.5 \\ 0.25 \\ 0.5 \end{pmatrix} \qquad P(t) := \frac{a_0 + a_1 \cdot t}{a_2 + a_3 \cdot t}$$

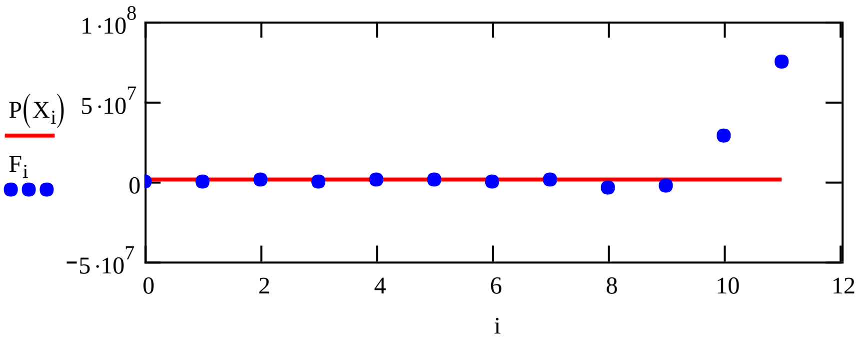

Рис.11. Сравнение графика Паде аппроксимации и динамических данных

Как явствует из рис.11, Паде 1/1 аппроксимация дает достоверные результаты для первых 10 значений гипотетических данных дебета, но значительно расходятся значения данных последних двух месяцев.

4. Анализ данных стоимостной динамики

Рассмотрим математическую модель стоимостной динамики компании (8) с учетом $\delta = 1$ и полученных соотношений $\beta(t)$, $F[X(t)]$:

$$\ddot{X}(t) + \frac{\dot{\beta}(t) + \beta - 1}{\beta(t)} \cdot \dot{X}(t) - \frac{F[X(t)] + X}{\beta(t)} = 0, \qquad (25)$$

$$F[X(t)] = 0.25 + 0.534 \cdot X(t) + 9.475 \cdot (X(t))^2 - 0.004 \cdot (X(t))^3, \qquad (26)$$

$$\beta(t) = 0.103 \cdot t + 1.223, \qquad (27)$$

получаем уже определенную динамическую систему, для временного ряда данных стоимостной динамики выбранной компании.

Вводя соответствующие обозначения, перепишем систему уравнений (25), в нормальном виде:

$$\begin{cases} \dot{X}_0 = X_1 \\ \dot{X}_1 = \frac{1-\beta-\dot{\beta}}{\beta} \cdot X_1 + \frac{F[X_0]+X_0}{\beta} \end{cases}, \qquad (28)$$

к этим уравнениям надо присоединить соотношения (26), (27) и начальные условия (9).

В этом случае на основе программного пакета ***Mathcad***, составляем программу для решения задачи (25),(26),(27),(9):

$$F(X) := 0.25 + 0.534\,X + 9.475\,(X)^2 - 0.004\,(X)^3$$

$$\beta(t) := 0.103\,t + 1.223 \qquad ic := \begin{pmatrix} 2500 \\ 500 \end{pmatrix}$$

$$D(t, X) := \begin{pmatrix} X_1 \\ \dfrac{1 - \beta(t) - \frac{d}{dt}\beta(t)}{\beta(t)} \cdot X_1 + \dfrac{F(X_0) + X_0}{\beta(t)} \end{pmatrix}$$

$$S := \mathrm{Rkadapt}(ic, 0, 100, 300, D)$$

$$i := 0 .. \mathrm{last}\left(S^{\langle 0 \rangle}\right)$$

$$t := S^{\langle 0 \rangle} \qquad X(t) := S^{\langle 1 \rangle}$$

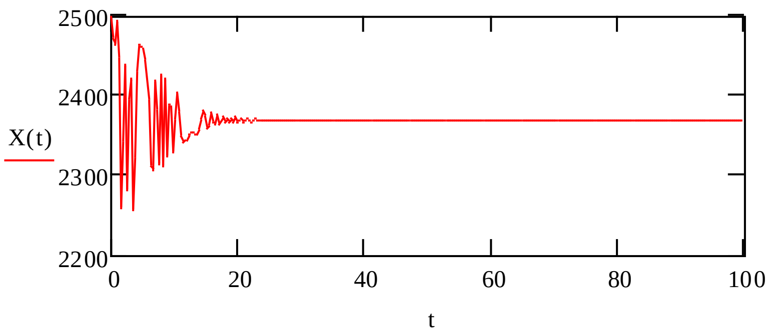

Рис.12. Стоимостная динамика

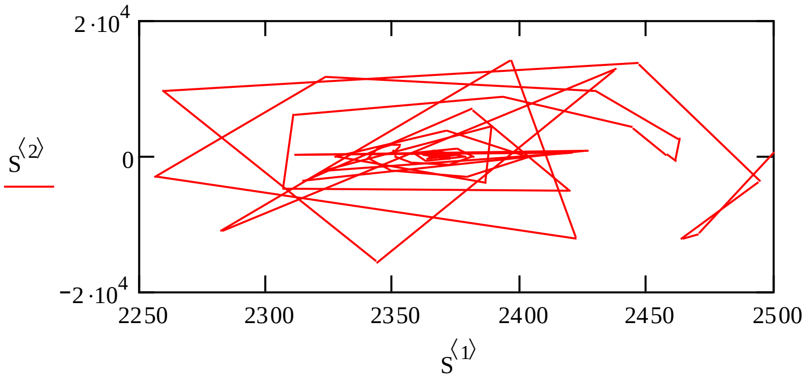

Рис.13. фазовый портрет системы

Как явствует из рис.12 и рис.13, мы имеем устойчивый динамический процесс. Стоимость данной компании, начиная с 2500 единиц, колеблется и устанавливается через 20 месяцев на уровне 2380 единиц.

5. Заключение

Таким образом, мы разработали аналитическую методику динамического анализа изменения стоимости компании, при наличии временного ряда данных чистых активов и долга, или стоимости компании и чистых активов за определенный временной промежуток.

Литература:

1. Обгадзе Т.А., Тушишвили Н.З. (2006). Математическое моделирование экономических циклов, XIV международная конференция, тезисы докл., Математика. Экономика. образование. 29 мая - 5 июня, Новороссийск. стр. 156-157

2. Обгадзе Т.А., Цвераидзе З.Н. (2006). Лабораторные работы по курсу математическое моделирование в экономике, учебное пособие, ГТУ. Тбилиси.

3. Обгадзе Т.А., Тордия Н.П. (2007). Обобщённая математическая модель экономической динамики, в рамках равновесной экономики Кейнса. Материалы 2-ой междун. конф., MMSED. Москва. стр. 56-62

4. Обгадзе Т.А., Обгадзе Л.Т., Тушишвили Н.З., Мчедлишвили Н., Давиташвили И. (2007). Курс математического моделирования (экономикс на основе Mathcad и Matlab). Т.2, ГТУ. Тбилиси.

5. Обгадзе Т.А. (2010). Курс математического моделирования (колебательные процессы). Т.4. ГТУ. Тбилиси.

6. Обгадзе Т.А., Тушишвили Н.З. (2010). Вейвлет-анализ макроэкономических показателей социально-экономической системы Грузии, Сб.научн.тр. АН Грузии Инст. Проблем управления им. А.И. Элиашвили, № 14, Тбилиси. стр. 245-254

7. Обгадзе Т.А.,Тушишвили Н.З.,Яашвили Л. (2010). Анализ макроэкономических показателей Грузии на основе математической модели Прангишвили-Обгадзе, сб.научн. тр. ГТУ, АСУ, №2(9). Тбилиси. стр. 7-18

8. Обгадзе Т.А., Биченова Н.М. (2011). Обобщенная математическая модель экономической динамики, сб.научн. тр. ГТУ, АСУ, №2(11). Тбилиси. стр. 22-27

9. Обгадзе Т.А., Биченова Н.М. (2012). Курс математического моделирования (социально-экономические процессы). Т.5, ГТУ, Тбилиси.

10. Обгадзе Т.А., Гоголадзе В.Р. (2013). Математическое моделирование экономической динамики стоимости строительной компании. Сб. научн. тр. ГТУ, АСУ, № 2(15), Тбилиси. – стр. 164-169

11. Обгадзе Т.А., Гоголадзе В.Р. (2013). Математическая модель экономической динамики стоимости строительной компании. Матер. XXVIII междун. заочной научно-практической конф. 14 августа: «Экономика и современный менеджмент: теория и практика», Новосибирск. стр. 99-107

MATHEMATICAL MODELLING OF DYNAMICS OF COST OF THE COMPANY

Obgadze Tamaz, Gogoladze Ramaz, Bichenovi Nana
Georgian Technical University

Summary

In work, for studying of dynamics cost's of the company, the mathematical model is under construction, and are studied private a case of the constructed model which show the width of coverage of processes of various complexity. On the basis of the regression analysis, functions for the defining model parameters are based, dynamics of this (hypothetical) temporary number of data, changes of cost of the company is studied eventually.

კომპანიის ღირებულების დინამიკის მათემატიკური მოდელირება

თამაზ ობგაძე, რამაზ გოგოლაძე, ნანა ბიჩენოვი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში, კომპანიის ღირებულების დინამიკის შესასწავლად აგებულია მათემატიკური მოდელი, შესწავლილია აგებული მოდელის კერძო შემთხვევები, რომლებიც ადასტურებენ მოდელის მიერ მოცული არეალის სიფართოვეს. რეგრესიული ანალიზის საფუძველზე იგება სისტემის განმსაზღვრელი პარამეტრებისათვის შესაბამისი ფუნქციონალური დამოკიდებულებები. აგებული მოდელის ბაზაზე, შესწავლილია მოცემული ჰიპოთეზური ღირებულებათა დროითი მწკრივის დინამიკა.