

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ КОНКУРЕНЦИИ

Настин А.А., Гришин О.П., Исаев Ю.М.

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия

Ульяновск, Россия

isurmi@yandex.ru

Пусть  $y(t)$  - интенсивность выпуска продукции некоторого предприятия. Предположим, что весь выпущенный предприятием товар будет продан, а также цену товара  $p(y)$  будем считать убывающей функцией. Чтобы увеличить интенсивность выпуска  $y(t)$ , необходимо, чтобы чистые инвестиции  $I(t)$  были больше нуля. Таким образом, скорость увеличения интенсивности выпуска продукции является возрастающей функцией от  $I$ . Пусть эта зависимость выражается прямой пропорциональностью.

$$y' = mI \quad (m = \text{const}), \quad (1)$$

где  $1/m$  – норма акселерации. Пусть  $I$  - норма чистых инвестиций, т.е. часть дохода  $p(y) \cdot y$ , которая тратится на чистые инвестиции, тогда  $I = I_p y$ .

Уравнение (1) запишется  $y' = kp(y) \cdot y$ , где  $k = mI$ .

Примем  $p(y) = k(a - by) = r - by$ , где  $r = ka$ ,  $b = kb$ . Тогда  $y' = (r - by) \cdot y$ . (2)

Рассмотрим ситуацию, когда два предприятия выпускают один и тот же товар. Динамика объемов, выпускаемого товара каждым предприятием, определяется следующей системой

$$\begin{cases} y_1' = y_1(r_1 - b_1 y_1 - a_2 y_2) \\ y_2' = y_2(r_2 - b_2 y_2 - a_1 y_1) \end{cases} \quad (3)$$

Здесь  $y_i$  – количество, выпускаемого товара  $i$ -ым предприятием,  $r_i$  — коэффициент прироста выпускаемого товара  $i$ -ым предприятием,  $b_i$  — коэффициент, описывающий влияние на интенсивность выпуска продукции в самом предприятии,  $a_i$  — коэффициент, описывающий влияние со стороны другого предприятия. Все коэффициенты положительны. Из уравнений (3) следует, что система имеет следующие особые точки

1.  $y_1 = 0, y_2 = 0$ , 2.  $y_1 = 0, y_2 = r_2/b_2$ ,

3.  $y_1 = r_1/b_1, y_2 = 0$ , 4.  $y_1 = \frac{r_2 a_2 - b_2 r_1}{a_1 a_2 - b_1 b_2}, y_2 = \frac{r_1 a_1 - b_1 r_2}{a_1 a_2 - b_1 b_2}$ .

Например для значений  $r_1 = 3; r_2 = -1,8; b_1 = b_2 = 0,09; a_1 = -1; a_2 = 2$ . Наблюдается устойчивое состояние рис. 1,2.

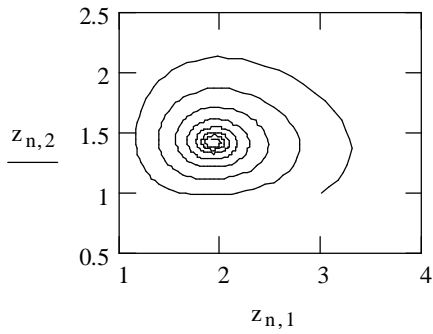


Рис.1

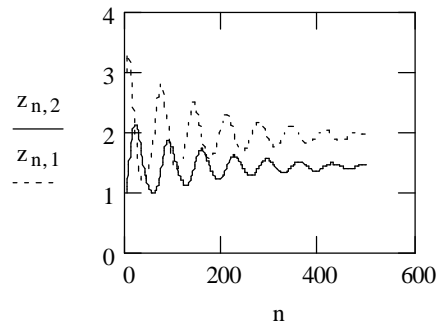


Рис. 2

Для значений  $r_1 = 0,1$ ;  $r_2 = 0,5$ ;  $b_1 = 0,05$ ;  $b_2 = 0,1$ ;  $a_i = 0,03$ ;  $a_i = 0,01$  наблюдается состояние рис. 3,4.

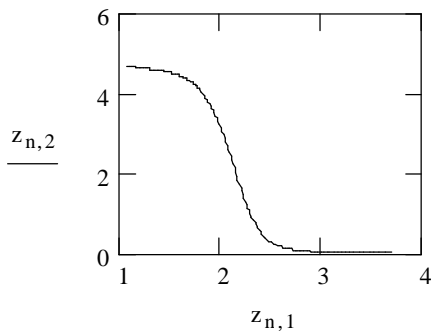


Рис.3

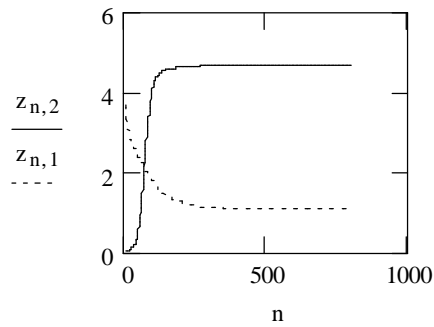


Рис. 4

Исследуя систему можно сделать вывод, что при определенных условиях, если в системе в начальный момент времени существовали оба предприятия, то при любом соотношении их интенсивностей с течением времени второе предприятие полностью разорится и останется только первое со стационарным объемом  $r_1 / b_1$ .

В зависимости от соотношения начальных объемов в системе выживает одно из предприятий. Ситуация, когда в системе сосуществуют оба предприятия с постоянными интенсивностями, является теоретически возможной, но практически крайне маловероятной.

При различных соотношениях параметров, если особая точка 4 – устойчивый узел, а особые точки 2,3 – седла, то в системе устанавливается устойчивое стационарное состояние, при котором оба предприятия сосуществуют.