$$j_i = \frac{r_{i+1}}{r_i}\left[\begin{array}{l} 2j_{i+1} - j_{i+2}\dfrac{r_{i+2}}{r_{i+1}} + \\ + \dfrac{eh^2}{e_0}\left(n_0 \exp(ej_{i+1}/kT_e) - n_i\right)\end{array}\right] \quad (1)$$

Потенциал пылевой частицы определялся в процессе решения при достижении радиуса частицы $r=a$.Начальное распределение потенциала может быть произвольным. Для уменьшения количества шагов по времени оно задавалось близкое к реальному по аппроксимирующей формуле:

$$j_i = j_a\left(\frac{r_d - r}{r_d - a}\right)^2\left(\frac{a}{r}\right)^{1,1} \quad (2)$$

Начальная концентрация ионов определялась по (1). Ионы объединялись в крупные частицы числом 200 на интервале h с равномерным распределением по длине интервала. Через каждый интервал времени $t_0=4\cdot10^{-3}(w_i)^{-1}$ (w_i - ионная плазменная частота) в каждом интервале h рождалась новая крупная частица с зарядом $4pr^2hZn_e t_0$ и равномерным случайным расположением по интервалу h. Абсолютная скорость новой частицы и ее угол с радиусом разыгрывались в соответствии с максвелловским распределением с температурой атомов «T». Через время от рождения обратное частоте ион-атомовых столкновений $\tau=1/\nu_i$ разыгрывание скорости иона производилось заново. При достижении радиуса пылевой частицы ион поглощается.

Частота ионизации Z корректировалась на каждом временном шаге для компенсации ухода ионов на пылевую частицу. Движение крупных частиц моделировалось в соответствие с уравнением

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{q}{M}\frac{\partial j}{\partial r} + \frac{u_0^2 \sin^2 J_0^2 r_0^2}{r^3} \quad (3),$$

где индекс нуль соответствует значениям при рождении частицы. Число одновременно находящихся в ячейке крупных частиц достигало $2\cdot10^6$. На рисунке приведено распределение потенциала по радиусу при $a=0,02\cdot\lambda_d$, $r_d=0,6\cdot\lambda_d$ (λ_d – дебаевский электронный радиус). Видно существенное влияние температуры ионов и столкновений даже при малых их значениях.

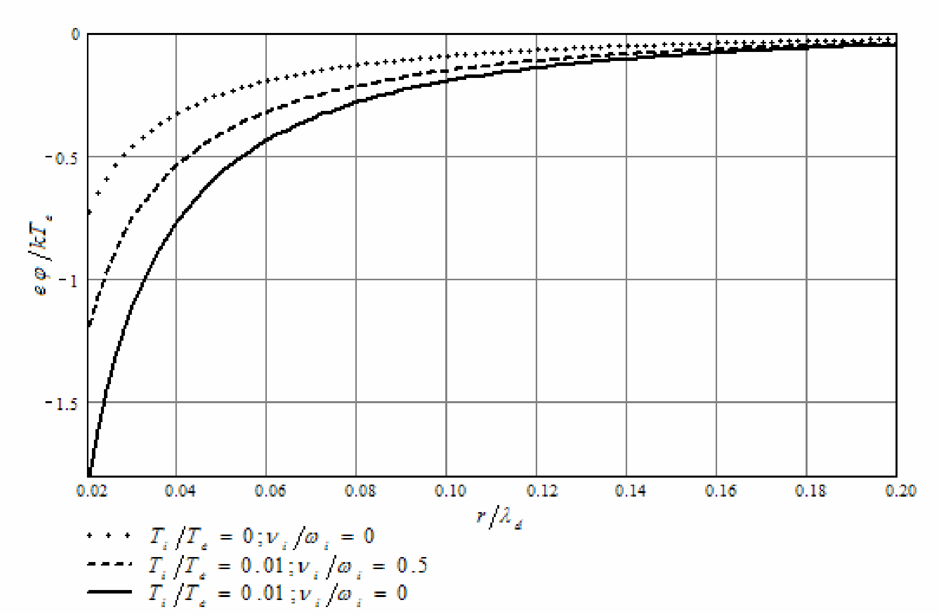

Рисунок 1. Распределение потенциала по радиусу при $a=0,02\cdot\lambda_d$, $r_d=0,6\cdot\lambda_d$

Работа выполнена в рамках проекта PZ-013-02, поддерживаемого совместно Американским фондом гражданских исследований и развития (АФГИР), Министерством образования РФ и правительством Республики Карелия.

МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ ПОСЛЕ ДЕФОЛТА

Тарушкин В.Т., Тарушкина Л.Т., Юрков А.В.
С. Петербургский Государственный Университет, С. Петербург

На основе нечёткой теории вероятностей строятся две модели экономики России после 1998 года: на основе полиномиального распределения и с помощью цепей Маркова.

Пространство исходов X = $\{\omega_1, \omega_2, \omega_1^F, \omega_2^F\}$ для однократного бросания монеты на нечёткую в смысле Л. Заде плоскость [1] для случая экономики России интерпретируется как $\omega_1 = \{(\omega_1, 1), (\omega_2, 0)\}$:" сильный прирост ВВП (валовый внутренний продукт до 20% в год)" ; $\omega_2 = \{(\omega_1, 0), (\omega_2, 1)\}$:" силь ная защита окружающей среды"; $\omega_1^F = \{(\omega_1, F), (\omega_2, 0)\}$:" слабый прирост ВВП (до 10% в год)" ; $\omega_2^F = \{(\omega_1, 0), (\omega_2, F)\}$:" слабая защита окружающей среды". Пространство исходов для развития экономики России за каждый год после дефолта (1999 – 2004 годы) будет $\Omega = X^2 = \{\omega^1, \ldots, \omega^{16}\}$, где $\omega^1 = (\omega_1, \omega_1)$, $\omega^2 = (\omega_1, \omega_2), \ldots, \omega^{16} = (\omega_2^F, \omega_2$

^{F}). Здесь рассмотрен аналог одновременного бросания двух монет на нечёткую плоскость, когда население России разбивается на два множества людей (эти множества могут пересекаться), в результате деятельности которых за год (эксперимент m = 1) реализуется одно из $\omega^{I} \in \Omega$, которые являются независимыми событиями с вероятностями $p(\omega^{1}) = p_1^{2}$, $p(\omega^{2}) = p_1 p_2$, ... , $p(\omega^{16}) = p_4^{2}$ или $1 = \sum p(\omega) = (p_1 + p_2 + p_3 + p_4)^{2} = p_1^{2} + 2 p_1 p_2 + 2 p_1 p_3 + 2 p_1 p_4 + p_2^{2} +$ $\omega\in\Omega$ $+ 2 p_2 p_3 + 2 p_2 p_4 + p_3^{2} + 2 p_3 p_4 + p_4^{2}$, т.е. имеем полиномиальное (мономиальное) распределение [2]. Нас будут интересовать $\omega^{12} = (\omega_2^{F} , \omega_1^{F})$:” слабая борьба за сохранение и очищение окружающей среды и слабый прирост ВВП” и $\omega^{15} = (\omega_1^{F} , \omega_2^{F})$:” слабый прирост ВВП и слабая борьба за сохранение и очищение окружающей среды”. В общей схеме рассмотрения $p(\omega^{12}) = p(\omega^{15}) = p_3 p_4$. Корректное задание вероятностей с точки зрения полиномиального распределения, описывающих ежегодную ситуацию в России в 1999-2004 годах, будет $p_1 = p_2 = 0$, $p_3 = p_4 = 1 / 2$. Вероятность выполнения события $\{\omega^{12}\}+\{\omega^{15}\} = 1 / 2$ (это событие и реализовывалось). Вероятность выполнения события $\omega^{11} = (\omega_1^{F} , \omega_1^{F})$:” слабый прирост ВВП и нет деятельности по улучшению и охране окружающей среды” будет 1 / 4 . Вероятность события $\omega^{16} = (\omega_2^{F} , \omega_2^{F})$:” нет прироста ВВП и слабая борьба за сохранение и улучшение окружающей среды” будет 1 / 4. С увеличением числа экспериментов (m = 1, ..., 6) число интересующих нас нечётких событий будет уменьшаться (соответственно уменьшится их вероятность) . Например , для m = 6 при $p_1= p_2 = 0$,$p_3 = p_4 = 1 / 2$ из выражения для $(p_3 + p_4)^{12}$ найдём $(12! / 6! 6!) p_3^{6} p_4^{6} = 924 p_3^{6} p_4^{6} = 0.2$. Введём новые обозначения для нечётких случайных событий, удобные для построения цепей Маркова: $D_{11} = \varnothing$, $D_{21} = \omega_1^{F}$, $D_{31} = \omega_1$ (первая последовательность случайных событий для описания ВВП), $D_{12} = \varnothing$, $D_{22} = \omega_2^{F}$, $D_{32} = \omega_2$ (последовательность для описания окружающей среды) . Эти две последовательности имеют место для каждого $t = t_s$ и I = 1, 2 , образуя D_{1I}^{S}, D_{2I}^{S} , D_{3I}^{S} . Предположим, что рассматриваемые последовательности образуют цепи Маркова, тогда для $t = t_{S+1}$ вероятность осуществиться одному из D_{1I}^{S+1} , D_{2I}^{S+1} , D_{3I}^{S+1} зависит только от исходов для $t = t_S$ и не зависит от исходов для более ранних моментов времени. Вероятности переходов $p_{Ij}^{S+1} = p (D_j k^{S+1} / D_{Ik}^{S})$ образуют стохастические матрицы π_{S+1}^{1} для ВВП и π_{S+1}^{2} для окружающей среды вида

$$\begin{matrix} p_{11}^{S+1} & p_{12}^{S+1} & p_{13}^{S+1} \\ p_{21}^{S+1} & p_{22}^{S+1} & p_{23}^{S+1} \\ p_{31}^{S+1} & p_{32}^{S+1} & p_{33}^{S+1} \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$

Здесь приводится общий вид матриц в буквах и конкретное значение этих матриц, используемое в модели экономики. Прямые уравнения Колмогорова – Чепмена [2]

$$p_{2005}^{I} = p_0^{I} \pi_{1999}^{I} \ldots\ldots \pi_{2004}^{I} \qquad (I = 1, 2)$$

дают возможность по начальному распределению $p_0^{I} = (0\ 1\ 0)$ (для I = 1 означающее с вероятностью 1 слабый прирост ВВП, для I = 2 означающее с вероятностью 1 слабую борьбу с загрязнением окружающей среды) вычислить $p_{2005}^{I} = (0\ 1\ 0)$, показывающее, что в данной модели при данном значении стохастических матриц в 2005 году ожидается с вероятностью 1 слабый прирост ВВП и слабая борьба с загрязнением окружающей среды.

Аналогично рассматриваются и подмножества ВВП (валовый продукт промышленности , сельского хозяйства и т..д.). Эти показатели, которые можно описать 0 = нет , F = малый, 1 = сильный , входящие в состав ВВП , потребуют в формулах только увеличения индекса (I = 3 , 4 , . . .). Другие показатели, например такой: регулирование отраслей, близких к необратимым изменениям, требующие для своего описания значений нет, слабый, сильный , критический, максимальный приведут к стохастическим матрицам размерности 5х5 и соответственно к вектор – строкам p_0^{I}, p_{2005}^{I} размерности 5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарушкин В.Т. Алгебра Гейтинга нечётких случайных событий. Обозрение прикладной и промышленной математики, т. 11 , в. 2. М: Ред. жур. “ОП и РМ”, 2004.
2. Ширяев А.Н. Вероятность – 1. М: Изд. МЦНМО, 2004.

Химические науки

РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ В ПИРРОЛОАКРИДОНАХ С УЧАСТИЕМ СЛАБЫХ ЭЛЕКТРОФИЛОВ

Алябьева Т.М.
Университет потребительской кооперации, Белгород

Ранее нами синтезирована новая гетероциклическая система пирролоакридона по реакции Ульмана, где в качестве аминосоставляющей был применен индолин и его производные. Биохимический аспект подобного рода конденсированных систем представляет определенный интерес, поскольку в живых организмах π-элект-роноизбыточная система пиррола участвует в процессах, связанных с передачей нервных импульсов и деятельностью центральной нервной системы; некоторые π-элект-ронодефецитные гетероциклы, в том числе и акридин, обладают своеобразным мутагенным действием, что предопределяет поиск среди них противоопухолевых препаратов. Синтезированная система пирролоакридона показала различные виды биологической активности, в связи с чем нами продолжен синтез производных этой гете-