

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДИФФУЗИИ В ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ДВУМЕРНОМ КЛЕТОЧНОМ АВТОМАТЕ С ОКРЕСТНОСТЬЮ МАРГОЛУСА

А.Е. Кулагин^{1,2}, А.В. Шаповалов^{3,4}

¹Томский политехнический университет, Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, 30,
E-mail: kek8@tpu.ru;

²Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Россия, 634055, Томск, пл.
Академика Зуева, 1;

³Томский государственный университет, Россия, 634050, Томск, пл. Новособорная, 1,
Телефон: (3822) 529843, E-mail: shpv@phys.tsu.ru;

⁴Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, 634050, Томск, пр. Ленина 40, Телефон: (3822) 418913.

Клеточные автоматы (КА) являются мощным инструментом для моделирования процессов переноса вещества. Этому способствует то, что они естественным образом описываются с помощью параллельных алгоритмов, которые успешно реализуются на таких современных системах как, например, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) и графические карты.

Одним из основных механизмов переноса вещества является диффузия. С точки зрения технической реализации наиболее интересны синхронные КА. Простейшим синхронным КА, описывающим диффузию в газах, является КА с окрестностью Марголуca [1]. Хотя численными экспериментами было эмпирически доказано, что данный тип автомата действительно описывает диффузионные процессы, для его применения к моделированию реальных процессов необходимо знать макроскопические характеристики диффузионного процесса, описываемого КА с заданными параметрами.

В нашей работе [2] мы предлагаем точное аналитическое описание процесса диффузии в обобщенном однопараметрическом КА с окрестностью Марголуca, основанное на описании движения одиночной «частицы» в автомате. Задача сведена к двумерной Марковской цепочке, для которой удалось найти точное решение. На основании найденных решений было получено точное значение коэффициента диффузии как в классическом варианте с фиксированной вероятностью поворота блоков, так и в обобщенном случае, когда данная вероятность является параметром КА. Данные результаты уточняют известные численные результаты и обобщают их.

Литература

1. Toffoli T., Margolus N. Cellular Automata Machines: A New Environment for Modeling. – Cambridge: MIT Press, 1987. 259 pages.
2. Kulagin A. E., Shapovalov A. V. Analytical description of the diffusion in a cellular automaton with the Margolus neighbourhood in terms of the two-dimensional Markov chain. – doi.org/10.48550/arXiv.2208.03014.