

## АНАЛИЗ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПАТТЕРНОВ В МОДЕЛЯХ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ

Колениченко А.П.<sup>1</sup>, Ряшко Л.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия  
E-mail: [kolinichenko.ale@gmail.com](mailto:kolinichenko.ale@gmail.com)

## STOCHASTIC SENSITIVITY ANALYSIS OF PATTERNS IN POPULATION DYNAMICS MODELS

Kolinichenko A.P.<sup>1</sup>, Ryashko L.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

In this work a population dynamics model is considered. In diffusion instability zone the system generates a variety of Turing patterns. The stochastic sensitivity function (SSF) technique is applied to estimate stochastic sensitivity of patterns and analyze self-organization dynamics of the system.

Пространственная самоорганизация в моделях нелинейной динамики вызывает интерес исследователей в разных областях естествознания [1-4]. В частности, подобные процессы изучаются в моделях популяционной динамики. Одним из механизмов самоорганизации является диффузионная неустойчивость, способствующая возникновению устойчивых пространственно-неоднородных структур.

Рассматривая подобные модели, важно учитывать влияние случайных возмущений. Разработка математического аппарата и алгоритмов анализа стохастических феноменов – важная задача современной науки.

В данной работе исследована модель популяционной динамики. Показано, что в параметрической зоне диффузионной неустойчивости система формирует пространственно-неоднородные структуры (паттерны). Модель проявляет мультистабильность, при одних и тех же параметрах может быть получено несколько паттернов. Под влиянием шума наблюдаются стохастические переходы между сосуществующими паттернами. С помощью метода функций стохастической чувствительности (ФСЧ) исследован разброс случайного состояния относительно пространственных паттернов.

Применение метода к анализу процессов самоорганизации в популяционных моделях рассмотрено на примерах.

1. G. Nicolis and I. Prigogine, Self-Organization in Nonequilibrium Systems. NY, Wiley (1977).
2. M. Cross and H. Greenside, Pattern Formation and Dynamics in Nonequilibrium Systems. Cambridge: Cambridge University Press (2009).
3. A. Kolinichenko and L. Ryashko, J. Comput. Nonlinear Dynam. 15, 011007 (2020).

4. A. Kolinichenko, A.N. Pisarchik and L. Ryashko, Phil. Tr. Royal Soc. A 378, 20190252 (2020).

## **ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С МЕХАНИЗМОМ ВНИМАНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ В РАБОТЕ ОБОРУДОВАНИЯ АЭС**

Коцоев К.И.<sup>1</sup>, Кацер Ю.Д.<sup>2,3</sup>, Козицин В.О.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>) МГТУ им. Баумана, Москва, Россия

<sup>2</sup>) Сколтех, Москва, Россия

<sup>3</sup>) ЧУ «Цифрум», Москва, Россия

E-mail: [kotsoevk@mail.ru](mailto:kotsoevk@mail.ru)

## **APPLICATION OF CONVOLUTIONAL RECURRENT NEURAL NETWORKS WITH ATTENTION MECHANISM TO DETECT ANOMALIES IN NPP EQUIPMENT OPERATION**

Kotsoev K.I.<sup>1</sup>, Katser Iu.D.<sup>2,3</sup>, Kozitsin V.O.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>) Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>) Skoltech, Moscow, Russia

<sup>3</sup>) Private Enterprise “Cifrum”, Moscow, Russia

We present the results of numerical experiments with the MSCRED algorithm, based on a convolutional recurrent autoencoder with an attention mechanism, to detect anomalies in the operation of NPP equipment. The results are superior to some of the well-known algorithms used to monitor equipment health

Неисправности и отказы оборудования на АЭС могут привести к катастрофическим последствиям, кроме того, простой оборудования могут приводить к серьезным финансовым потерям и штрафам. В то же время, соблюдение и повышение требований безопасности необходимо выполнять без установки дорогих дополнительных систем диагностики или установки большого числа дополнительных измерительных каналов для сбора дополнительной диагностической информации. Наконец, неисправности оборудования и аномалии в процессах признаются МАГАТЭ как один из текущих вызовов на АЭС.

На сегодняшний день существует большое число работ, посвященных применению методов машинного обучения и анализа данных для диагностирования оборудования АЭС [1,2], так как они способны находить недоступные человеку зависимости и полезную диагностическую информацию в уже собранных данных. Однако во многих областях, типа компьютерного зрения или обработки естественного языка, недавно получившие распространение алгоритмы на ос-