

*В.А. Мальцев, Д.А. Мурзагулов, А.В. Замятин (Национальный исследовательский Томский государственный университет)*

### **Обнаружение аномалий в технологических сигналах с применением нейросетевой архитектуры типа автоэнкодер**

*Исследована задача обнаружения аномалий в технологических сигналах. Представлен подход к обнаружению аномалий, основанный на нейронной сети с архитектурой автоэнкодер, позволяющей учитывать контекст изменений сигнала. Показано, что применение архитектуры автоэнкодера для LSTM сетей за счет механизма долгой-краткосрочной памяти решает проблему долговременных зависимостей в сигнале и позволяет выявлять аномалии с учетом временного контекста изменений сигнала. Представлено формальное описание подхода на основе автоэнкодера и проведен численный эксперимент на модельных данных. На основе анализа экспериментальных результатов приведена методика подбора обучающего порога, что позволяет работать в адаптивном режиме без априорной информации об аномалиях и самом сигнале [2].*

*Ключевые слова:* аномалия, технологический сигнал, автоэнкодер, нейронная сеть, АСУТП, предиктивная аналитика, мониторинг оборудования.

*Мальцев Вячеслав Андреевич – программист Improvado.io, техник лаборатории программно-аппаратных средств автоматизации ТГУ,*

*Мурзагулов Дамир Альбертович – главный аналитик Improvado.io, ассистент,*

*Замятин Александр Владимирович – д-р техн. наук, доцент, директор института прикладной математики и компьютерных наук, заведующий кафедрой теоретических основ информатики ТГУ.*

### **Список литературы**

1. Замятин А.В., Тренькаев В.Н., Острасть П.М., Телицын Е. А. и др. Высокопроизводительный сервер истории системы диспетчерского управления и сбора данных//Промышленные АСУ и контроллеры. — 2017. — № 9. — С. 20-28.
2. Gavrin S. Detection of Change Point in Process Signals by Cascade Classification / Gavrin S., Murzagulov D., Zamyatin A. // 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon 2018). – 2018. – Vol. 1–2. – P. 515-518.
3. Мурзагулов Д.А., Замятин А.В. Адаптивные алгоритмы машинного обучения в управлении технологическими процессами // Автоматизация. Современные технологии. 2018. № 8. С. 354-361.
4. Ивченко Р.А., Купин А.И. Исследование и разработка актуальных приемов, технологий и методик, применяемых при решении прикладных задач машинного обучения в целях предиктивного анализа // Системні технології (“System technologies”). – 2020. – №2 (127). – С. 55-79.
5. Series Pankaj Malhotra, Lovekesh Vig, Gautam Shroff, Puneet Agarwal. Long Short Term Memory Networks for Anomaly Detection in Time// ESANN 2015 proceedings, European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning. Bruges (Belgium), April 2015.
6. Baihong Jin, Yingshui Tan, Alexander Nettekoven, Yuxin Chen. Encoder-Decoder Based Approach for Anomaly Detection with Application in Additive Manufacturing// <https://arxiv.org/pdf/1907.11778.pdf>.
7. Yong Shean Chong, Yong Haur Tay. Abnormal Event Detection in Videos Using Spatiotemporal Autoencoder// International Symposium on Neural Networks. Advances in Neural Networks - ISNN 2017 pp 189-196.
8. Нечахин В.А., Пиццик Б.Н. Применение методов глубокого обучения для обнаружения вторжений // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии, 2019.
9. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory// Neural Computation. — 1997. — Vol. 9, no. 8. — P. 1735-1780.

10. Simon Fong, Anke Meyer-Baese. Multi-stage optimization of a deep model: A case study on ground motion modeling// PLoS One, 2018, doi:10.1371/journal.pone.0203829.
11. Гаврин С.В. Алгоритмическое обеспечение для обнаружения аномалий в многомерных технологических сигналах методом градиентного бустинга: маг. дис. [Электронный ресурс] / Гаврин С.В. – Электрон. дан. – Томск: [б.и.], 2019. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vital:9875> (дата обращения: 27.02.2020). – Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
12. Мальцев В.А., Мурзагулов Д.А., Замятин А.В. Применение неконтролируемой классификации в задаче обнаружения аномалий в технологических сигналах// Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук : Тр. V международной науч.-практич. конф. (школы-семинара) молодых ученых. – Тольятти. 2019. – С. 408-412.

**Maltsev V.A., Murzagulov D.A., Zamyatin A.V.** Detection of anomalies in process signals with the help of autoencoder-type neural network architecture

*Anomalies detection in process signals are investigated. The paper presents an approach to anomalies detection based on a neural network with autoencoder architecture which allows for the context of signal changes. It shows that the autoencoder architecture overcomes the challenge of long-term relationships in the signal owing to the long short-term memory mechanism. Formal description of the autoencoder-based approach is presented, a numerical example is included. Based on the analysis of experimental data, a learning threshold selection procedure is developed that enables the operation in adaptive mode without any a priori information about either anomalies or the signal itself*

*Keywords: anomaly, process signal, neural network, process control system, predictive analytics, equipment monitoring.*