

Результатом выполнения данных этапов для всех правил является n нечетких значений для выхода Z [2].

Схематично реализованный алгоритм представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Предложенный алгоритм детектирования аномалий

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В качестве тестовых данных использовались данные производительности нефтяных вышек. Данные разбиваются на несколько независимых друг от друга выборок по имени вышки, на которой происходили замеры.

В цикле проверяется флаг аномальности и отбираются все значения, принятые онтологией за аномальные с учетом функции принадлежности (рис.3).

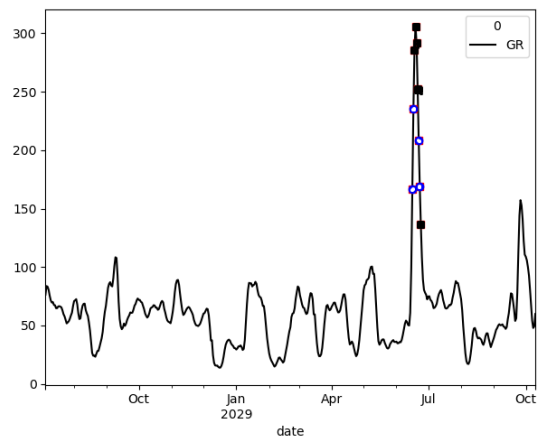


Рис. 3. Результаты работы системы

Точки с пустотой в центре - это значения, подтвержденные правилами онтологии и действительно являющиеся аномалиями. Чёрные точки - это аномалии, найденные с помощью нейронной сети, и имеющие значение функции принадлежности, отличную от 1. Таким образом пользователю предлагается в процессе принятия решений обратить внимание на данные значения и самостоятельно решить, насколько подобные результаты являются аномальными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанный подход поиска аномалий расширяет возможности анализа временных рядов посредством качественной оценки значений с учетом особенностей предметной области и позволяет не потерять результаты детектирования аномалий при принятии решений. Данная возможность была достигнута благодаря интеграции алгоритмов поиска аномалий с использованием LSTM-сетей с онтологией, содержащим нечеткие правила вывода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Malhotra, P. Long Short Term Memory Networks for Anomaly Detection in Time Series / P. Malhotra, L. Vig, G. M. Shroff, P. Agarwal // European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning. – 2015.
- [2] Zhong, C. Anomaly Detection and Sampling Cost Control via Hierarchical GANs / C. Zhong, M. C. Gursoy, S. Velipasalar // GLOBECOM 2020-2020 IEEE Global Communications Conference. – 2020. – P. 1-6.
- [3] Гасанов, В.И. Выявление аномалий в сетевом трафике на основе нейросетевого моделирования динамики изменения объемов IP-пакетов / В. И. Гасанов // MMC. – 2018. – Т.2.
- [4] Зуев, В.Н. Обнаружение аномалий сетевого трафика методом глубокого обучения / В. Н. Зуев // Программные продукты и системы. – 2021. – Т.1. – С. 91-97.
- [5] Курило, Д.С. Разработка системы гибридного детектирования аномалий временных рядов / Д. С. Курило, В.С. Мошкин // В сборнике: Гибридные и синергетические интеллектуальные системы. Материалы VI Всероссийской Пospelовской конференции с международным участием. Калининград. – 2022. – С. 178-183.
- [6] Линдигрин, А.Н. Анализ специфики и проблематики процессов поиска аномалий в сетевых данных / А. Н. Линдигрин // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2021. – Т. 5. – С.304-309
- [7] Мошкин, В.С., Ярушкина, Н.Г. Особенности интеграции механизмов логического вывода в онтологическую модель представления знаний с помощью SWRL-правил / В.С. Мошкин, Н. Г. Ярушкина // XIV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием. – 2014. – Т.1. – С. 173-181.