

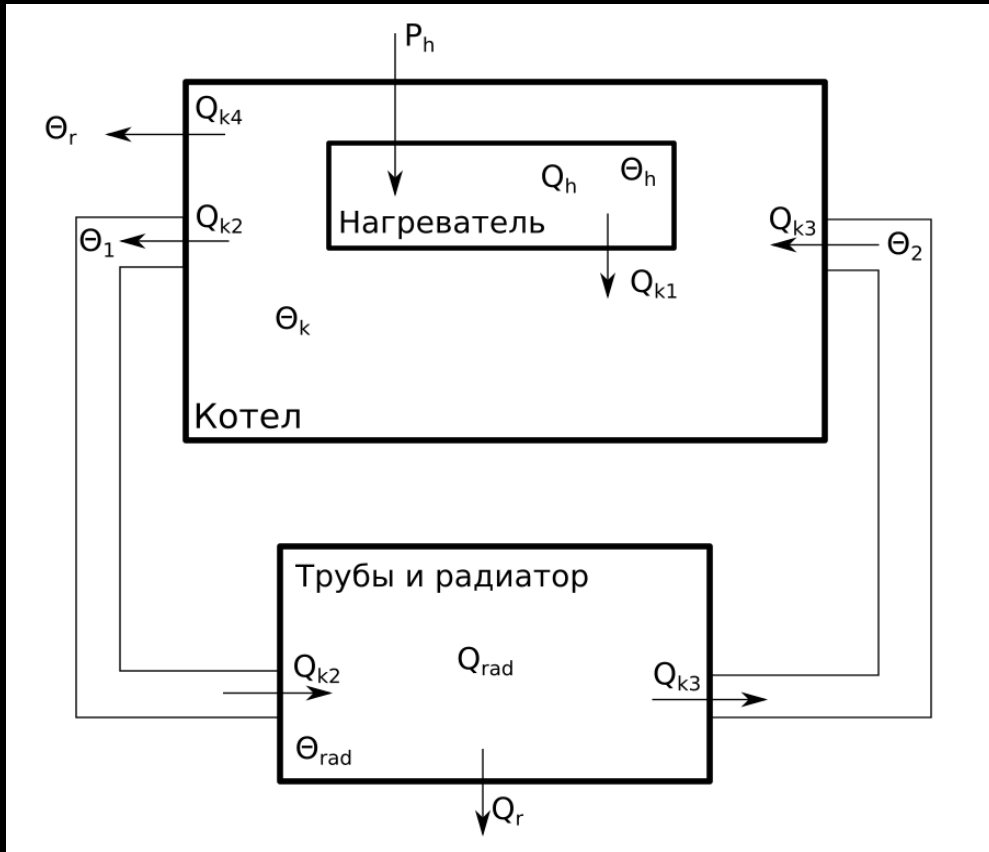
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Диагностирование неисправностей на базе LSTM нейронных сетей

А.М. Сеница, amsinitca@etu.ru,
К.Д. Викторов, Anderson_kir.dmt@mail.ru

Санкт-Петербург
2017

Объект диагностирования



$$dQ_{k1} = (\theta_h - \theta_1) * K_{hk}$$

$$dQ_{k2} = \theta_1 * K_{kt}$$

$$dQ_{k3} = \theta_{rad} * K_{kt}$$

$$dQ_{k4} = K_{kr} * (\theta_1 - \theta_r)$$

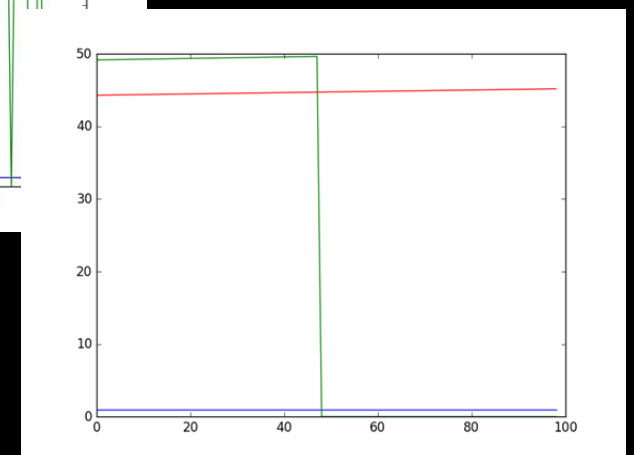
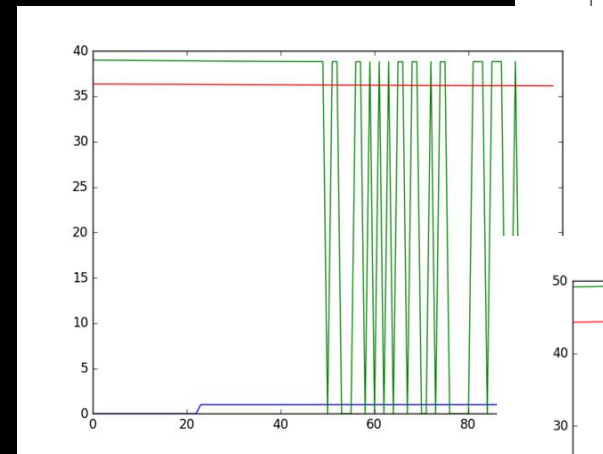
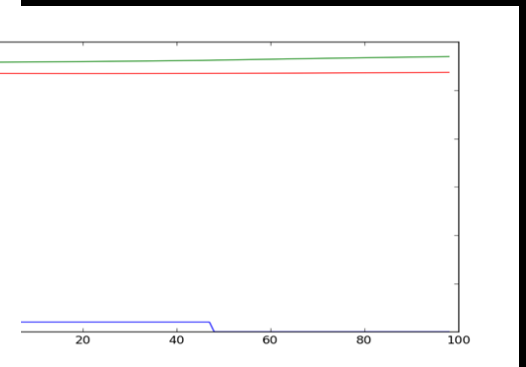
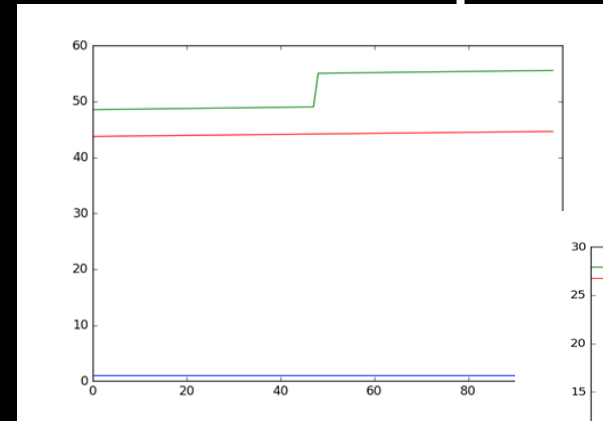
$$d\theta_h = (u * P_h - dQ_{k1}) / C_h$$

$$d\theta_1 = \frac{(dQ_{k1} - dQ_{k2} + dQ_{k3} - dQ_{k4})}{(C_w * V_k)}$$

$$d\theta_{rad} = \frac{(dQ_{k2} - \theta_{rad} * K_{kt} - K_{tr} * (\theta_{rad} - \theta_r))}{(C_w * V_t)}$$

Рассматриваемые неисправности

- Скачкообразная ошибка на одном из датчиков температуры
- Нарастающая ошибка на одном из датчиков температуры
- Ошибки датчиков температуры стохастической природы (дребезг контакта)
- Выход из строя датчика температуры



Система диагностирования

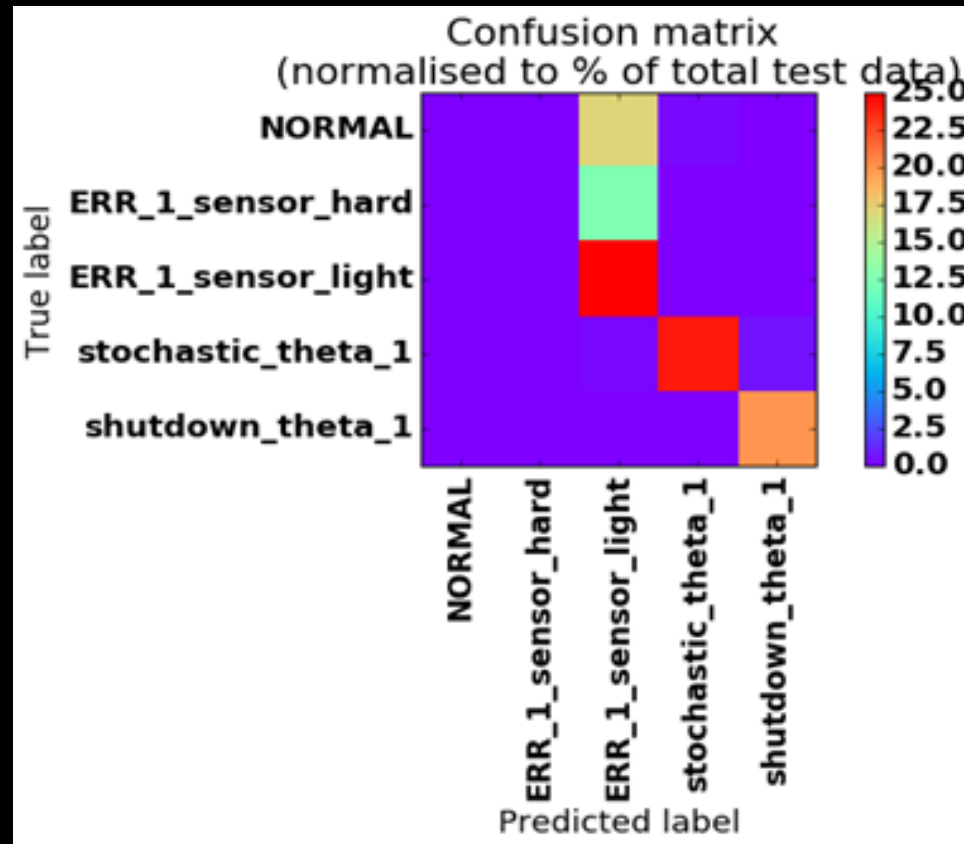
1. Нейронная сеть прямого распространения
2. Рекуррентная нейронная сеть
3. LSTM-нейронная сеть

Обучающая выборка

- Длина выборки для обучения должна составлять 100 отсчетов, что соответствует памяти в 100 секунд;
- Решение сети должно соответствовать состоянию системы на момент окончания выборки;
- Неисправность системы должна определяться в течении 50 секунд после наступления;
- Распределение количества выборок с результатами должно быть близко к равномерному.

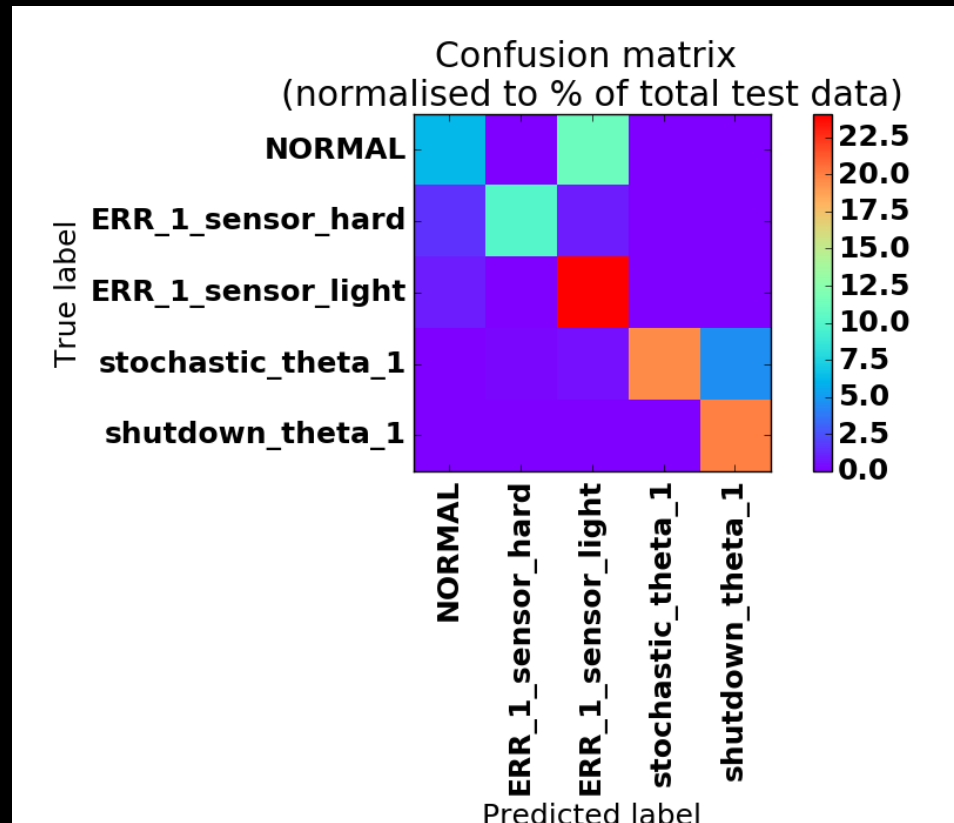
Нейронная сеть прямого распространения

- Максимально достигнутая точность — 69%



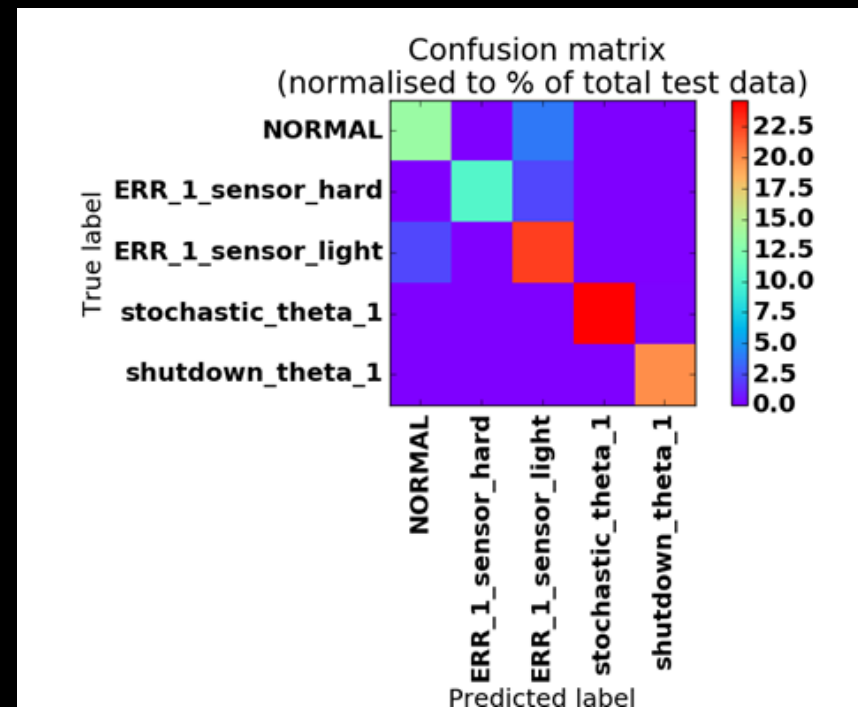
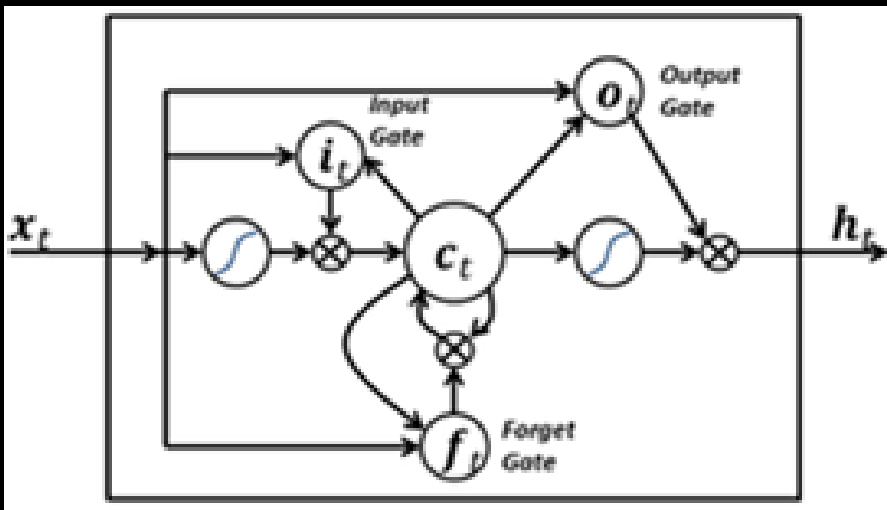
Рекуррентная нейронная сеть

- Максимально достигнутая точность — 80%



LSTM-сети (Long short-term memory)

- Максимально достигнутая точность — 69%



Заключение

- LSTM-сети имеют значительное преимущество перед сетями прямого распространения
- LSTM-сети имеют качественное преимущество в следствие природы «памяти»
- Результаты обучения LSTM-сети на сложных наборах классов стабильнее, чем обучение рекуррентных сетей

