



- данные диагностики по протоколу NetFlow имеют большой объем и обычно хранятся в текстовом формате, что затрудняет их обработку и, соответственно, взаимодействие с данными полученными по SNMP;

– предоставление информации требует приведения к более наглядному виду. Пока решения первой проблемы нет, но и аналогов данного протокола в сети просто нет.

Вторая проблема может быть решена созданием алгоритм архивирования и перевода данных в базу. Алгоритм архивирования данных заключается в комбинации использования текстовых файлов для записи данных за сутки и использовании базы данных MySQL для записи данных за период больше суток. Методика более подробно описана в исследовании от университета в Твенте.

Также к этому необходимо добавить анализ логов с активного сетевого оборудования.

Комбинируя эти подходы к решению проблем в сети, разработан программный комплекс “Lexx”, таково его рабочее название, который обладает следующими достоинствами:

1. Использование протоколов NetFlow, SNMP вместе с анализом логов.
2. Понятное и удобное средство анализа проблем сети.
3. Наглядное представление технических данных сети.
4. Новый алгоритм архивирования данных, уменьшающий затраты на обработку.
5. На основании полученных данных сможет отслеживать возможные причины неисправности.
6. На основании имеющейся базы «Знаний» будет давать рекомендации по оптимизации и модернизации сети

А.А. Кателкин

## НЕЙРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОМ ПУНКТЕ (Пензенский государственный университет)

Газораспределительный пункт (ГРП) является составной частью газового хозяйства ТЭЦ и предназначен для автоматического редуцирования давления газа, стабилизации выходного давления в заданных пределах, автоматического отключения газа при повышении или понижении выходного давления пределов значений на выходе газораспределительного пункта и очистки газа от механических примесей.

В ГРП газ редуцируется до давления  $0,75 - 0,85 \text{ кгс/см}^2$  с помощью регулирующих клапанов, управляемых автоматическими регуляторами давления. С выхода ГРП газ поступает в общий газопровод ТЭС, снабжающий парогенераторы газовым топливом. В ГРП имеются рабочие нитки газопровода, нитки малого расхода и резервная с ручным управлением арматурой. На рабочих нитках и нитках малого расхода устанавливаются автоматические регуляторы давле-



ния, действующие по принципу «после себя», и защитные регуляторы, действующие по тому же принципу. Защитные регуляторы настраиваются на поддержание повышенного давления по сравнению с рабочим и при работе в расчётном диапазоне полностью открыты.

Стабилизация давления газа на выходе ГРП осуществляется в одноканальной системе путём автоматического регулирования проходного сечения на одной из линий узла редуцирования. При изменении нагрузки и перепадах давления на входе ГРП одноканальная система регулирования может потерять управление из-за полного открытия регулирующего клапана. Такой режим работы показан на рисунке 1.

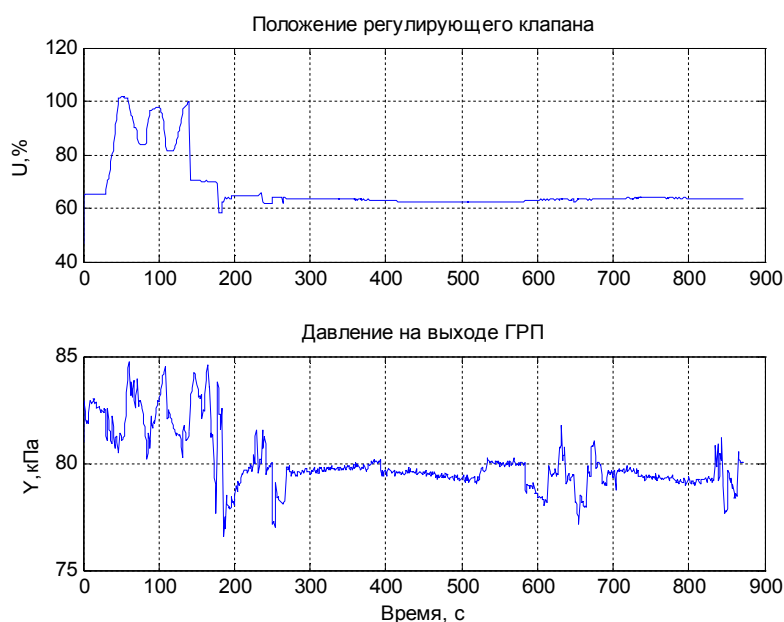


Рис. 1. Входные и выходные тренды ГРП

Для расширения диапазона регулирования предлагается использовать многоканальное регулирование проходного сечения на нескольких линиях узла редуцирования, а для повышения качества регулирования и компенсации перепадов давления на входе ГРП использовать комбинированное управление, обеспечивая инвариантность системы по перепадам внешнего давления.

В качестве автоматического регулятора давления предлагается использовать нейронный регулятор, построенный на базе динамической нейронной сети с использованием инверсной модели объекта.

В результате параметрической идентификации рекуррентным методом наименьших квадратов получена непрерывная передаточная функция объекта управления (ГРП):

$$W(p) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1} = \frac{0,012}{3025s^2 + 90,1s + 1}, \quad (1)$$

где  $k$  — коэффициент усиления,  $T$  — постоянная времени,  $\xi$  — коэффициент затухания, которую перепишем в виде дифференциального уравнения второго порядка:



$$a_0 \frac{d^2 y}{dt^2} + a_1 \frac{dy}{dt} + y = ku, \quad (2)$$

в котором коэффициенты принимают следующие значения:  $a_0 = T^2 = 3025$ ,  $a_1 = 2\xi T = 90,1$ ,  $k = 0,012$ .

Для получения оценки инверсной модели объекта, полученной по его входным и выходным сигналам в режиме нормальной эксплуатации, необходимо сформировать выборку входных и выходных величин объекта  $[u, y]$ . Эта выборка затем используется при обучении нейронной сети [2].

Получение устойчивых и сходящихся оценок инверсной модели объекта может быть достигнуто, если статистические характеристики выборки входной величины достаточно близки к характеристикам белого шума.

На рисунке 2 изображена структурная схема объекта, соответствующая уравнению (2) и реализованная в Simulink ППП MATLAB.

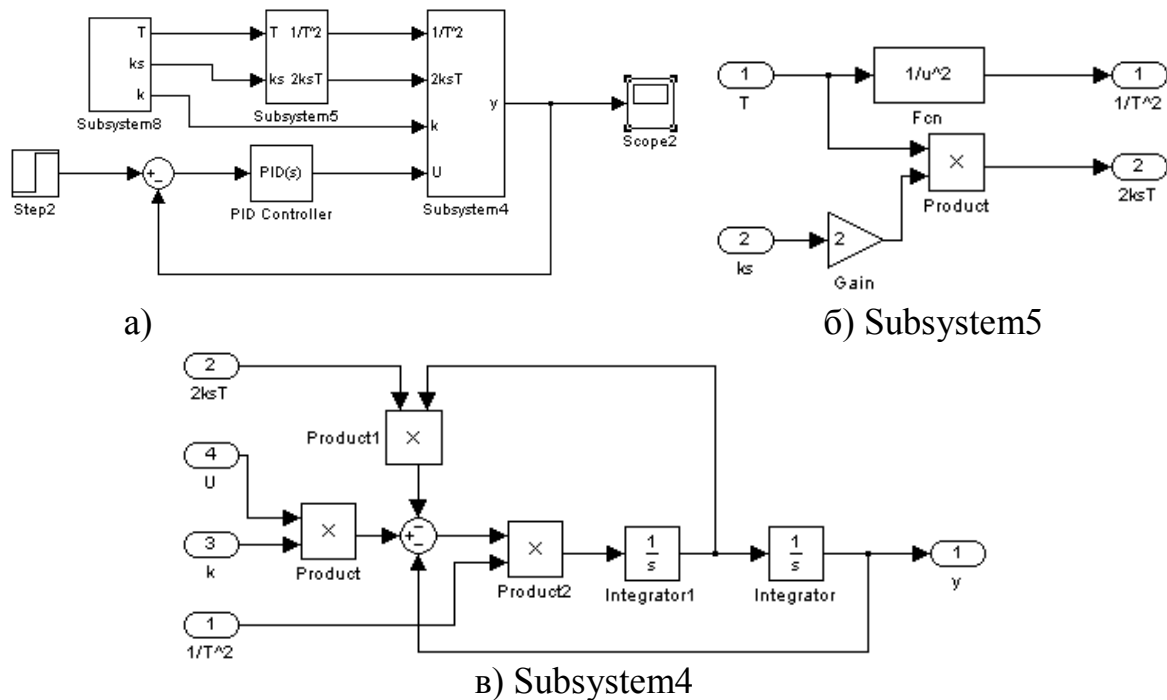


Рис. 2. Структурная схема системы регулирования давления

Формирование обучающих выборок для нейронной сети проводилось с помощью структурной схемы, изображённой на рисунке 3. Для получения несмещённых оценок на вход объекта подавался случайный сигнал с блока Uniform Random Number из пакета Simulink.

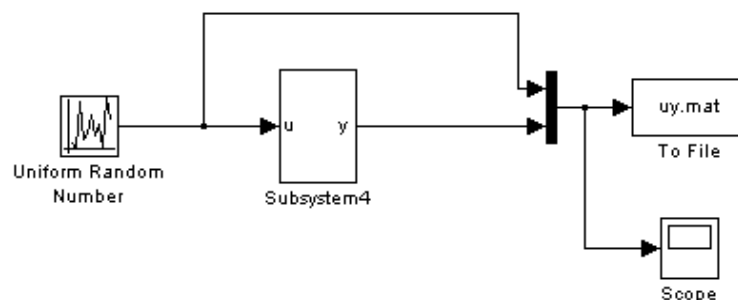


Рис. 3. Схема формирования обучающих выборок



На рисунке 4 представлена осциллограмма обучающей выборки для нейронной сети.

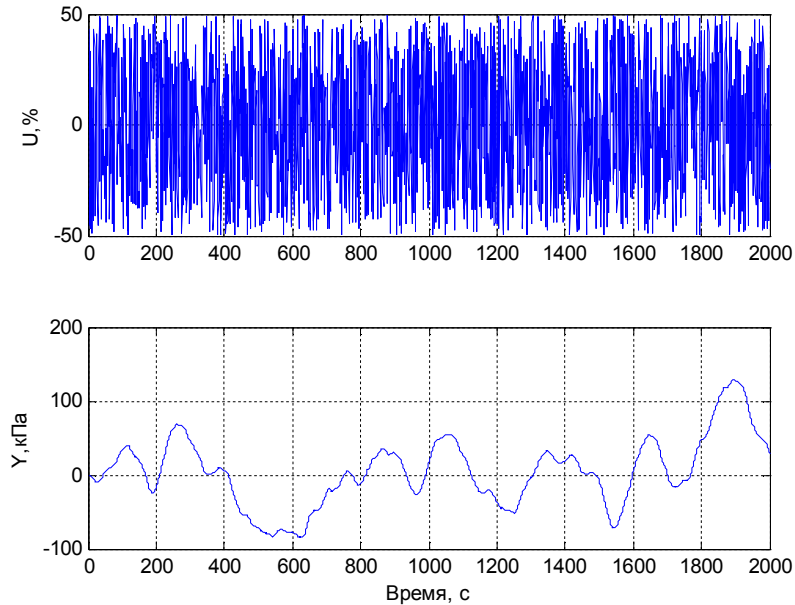


Рис. 4. Осциллограммы обучающей выборки

Выборка использовалась для обучения многомерной динамической нейронной двухслойной сети прямой передачи с запаздыванием. Инверсная модель объекта получена в результате обучения нейронной сети по входному и выходному сигналам ГРП в режиме нормальной эксплуатации. Удовлетворительные результаты обучения получены при использовании в первом слое трёх нейронов с линейными функциями активации, во втором слое — одного нейрона с линейной функцией активации. Обучение проводилось методом Левенберга-Марквардта, дополненного регуляризацией по Байесу [1].

Структурная схема нейронной сети показана на рисунке 5.

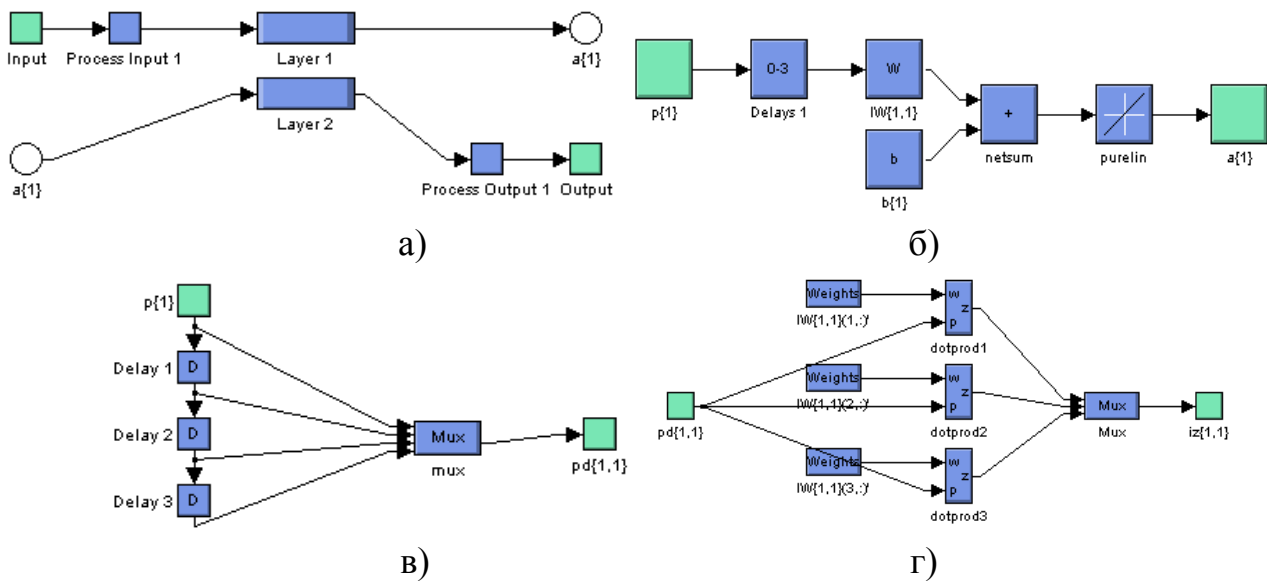


Рис. 5. Структура нейронной сети



Результаты обучения нейронной сети показаны на рисунке 6.

После обучения нейронная сеть включалась в систему регулирования давлением на ГРП (рисунок 8) в качестве регулятора.

Переходные характеристики системы приведены на рисунке 9.

Синтезированный нейронный регулятор в каскадной системе в 1,5 раза повышает быстродействие системы регулирования давления.

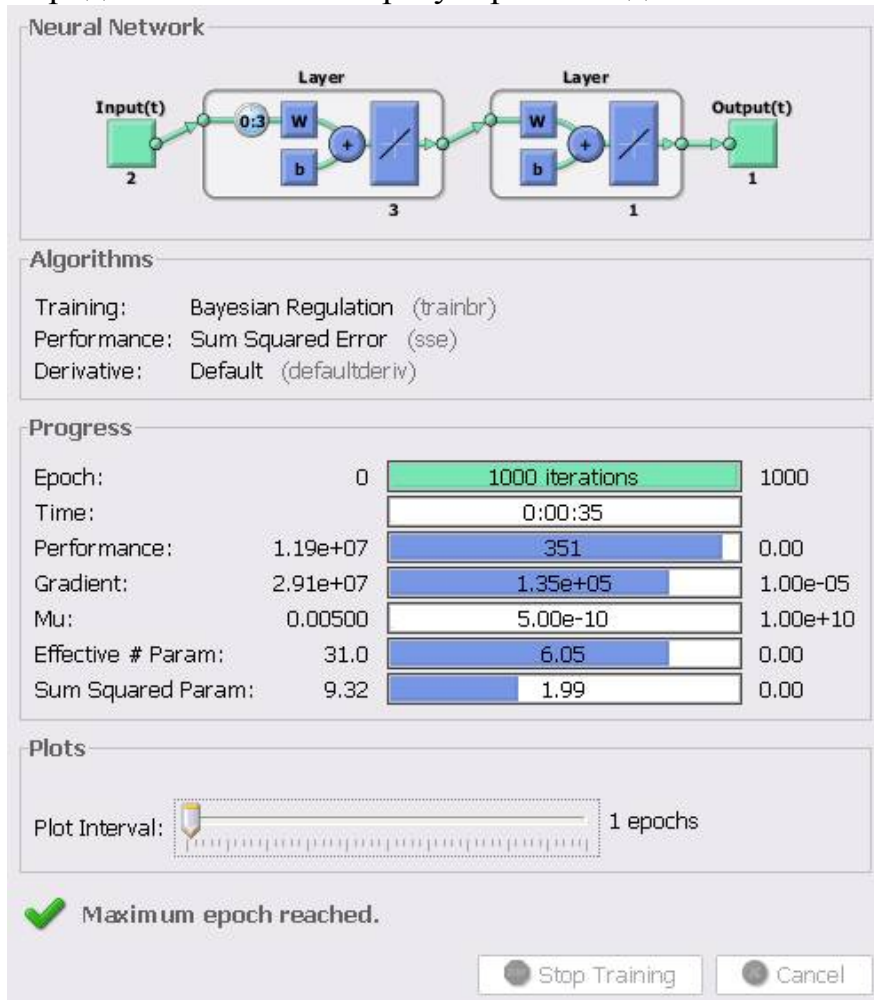


Рис. 6. Процедура обучения нейронной сети

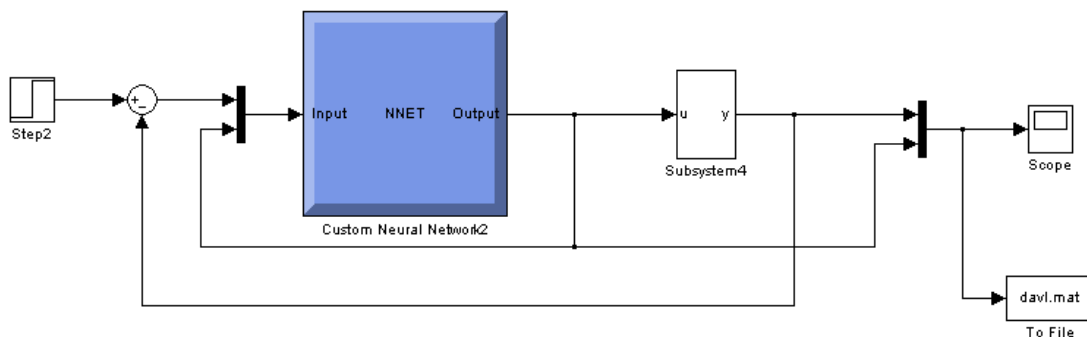


Рис. 8. Система регулирования с нейрорегулятором

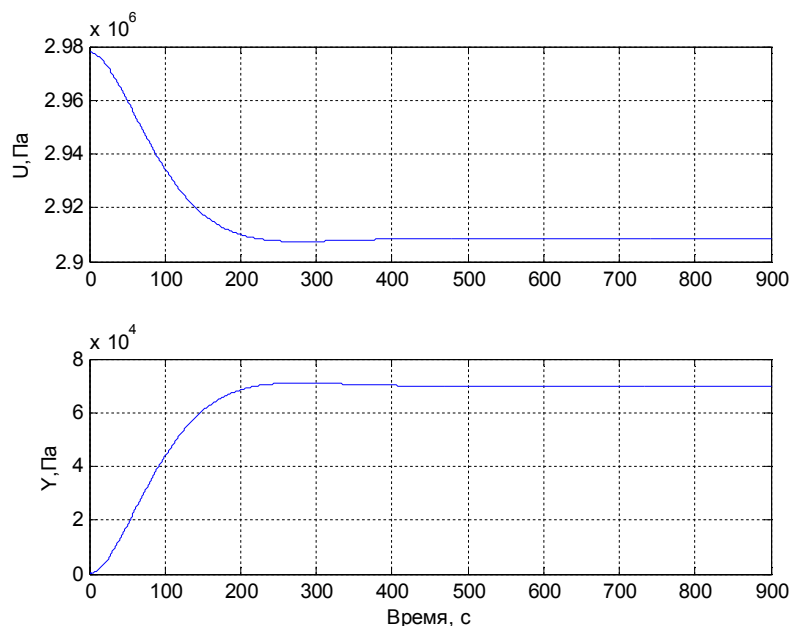


Рис. 9. Переходные характеристики системы регулирования с нейрорегулятором

### Литература

1. Комашинский, В. И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи [Текст] / Владимир Комашинский, Дмитрий Смирнов. — М. : Горячая линия – Телеком, 2003. — 96 с.
2. Медведев, В. С. Нейронные сети. MATLAB 6 [Текст] / В. С. Медведев, В. Г. Потемкина; под. общ. ред. В. Г. Потемкина. — М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. — 490 с.

А.С. Кучеров, А.А. Якищук, В.И. Куренков

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ РЕЛЯЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Для задач технической диагностики характерна неоднозначность в определении возможной причины отказа сложной технической системы (СТС). Например, причинами потери космическим аппаратом (КА) заданной ориентации могут явиться отказы силового гироскопического комплекса, системы сброса кинетического момента, блока определения координат звёзд (БОКЗ) и другие. С другой стороны, отказы, вызванные указанными причинами, могут иметь и другие проявления – например, отсутствует информация о выполнении ориентации КА по сигналам БОКЗ.