

## **К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СИНТЕЗИРОВАННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

**С. В. Нусс, аспирант каф. ЭАГП**

Пермский государственный технический университет

*В статье рассматривается вопрос организации экспертной системы диагностики электротехнического оборудования с применением синтезированной искусственной нейронной сети.*

Имеющие место на электрических станциях аварийные ситуации с электротехническим оборудованием наносят достаточно большой экономический ущерб. Снижение количества аварийных режимов возможно при детальном анализе причин их возникновения, а также процессов, связанных с их протеканием. Ввиду этого, в соответствии с приказом РАО «ЕЭС России» № 344 «О создании в РФ специализированной системы мониторинга параметров переходных процессов», электрические станции стали оснащаться современными аппаратами контроля изменения основных технических параметров электротехнического оборудования. Как правило, вся устанавливаемая аппаратура оснащена возможностью записи в электронную базу данных (ЭБД) изменений контролируемых параметров. Этот факт позволяет организовать электронную экспертную систему по определению технического состояния электротехнического оборудования на основе имеющихся записей об изменении соответствующих параметров оборудования.

Рассмотрим принцип построения автоматизированной экспертной системы, позволяющей проводить диагностику

электрооборудования тепловых электрических станций на основе анализа изменения его параметров.

В основу системы целесообразно положить математический аппарат искусственных нейронных сетей. Искусственные нейронные сети представляют большой класс разнообразных вычислительных систем, архитектура которых в некоторой степени имитирует построение и работу нервной ткани живых организмов.

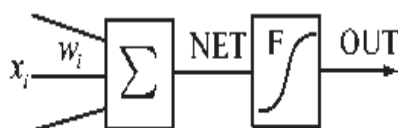


Рис.1. Формальный нейрон

В основе нейронной сети лежит простейший элемент – формальный нейрон [3]. Формальный нейрон (рис. 1) состоит из взвешенного сумматора и нелинейного элемента. Функционирование формального нейрона определяется следующими выражениями:

$$NET = \sum_i w_i \cdot x_i, \quad (1)$$

$$OUT = F(NET - \theta), \quad (2)$$

где  $x_i$  – входные сигналы;

$w_i$  – весовые коэффициенты;

NET – взвешенная сумма входных сигналов, значение NET передается на нелинейный элемент;

$\theta$  – пороговый уровень данного нейрона;

$F$  – нелинейная функция, называемая функцией активации.

В качестве функции активации нейронов целесообразно использовать:

для входного слоя нейронов сети

$$y = \begin{cases} 0 & \text{при } s < T; \\ 1 & \text{при } s > T; \end{cases} \quad (3)$$

для скрытого слоя сети

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}, \quad (4)$$

где  $T$  – некоторая пороговая величина.

Построение системы выполняется в два этапа.

На первом этапе выбирается тип (архитектура) сети, что подразумевает решение следующих вопросов:

- определение конфигурации нейронов (число входов и их передаточные функции);
- определение связей между нейронами в проектируемой сети;
- подготовка обрабатываемой информации.

На втором этапе необходимо провести «обучение» выбранного типа нейронной сети, т.е. подобрать такие значения весовых коэффициентов, чтобы сеть давала на выходе требуемый результат. Для каждой конечной архитектуры сети разработаны собственные методы обучения, алгоритмы их работы рассматриваются во многих научно-технических изданиях.

Для решения поставленной задачи используются следующие архитектуры нейронных сетей (рис. 2, 3):

- для оценки изменения параметров используются многослойные персептроны;
- окончательный сбор, консолидация информации с многослойных персептронов и классификация состояния электро-технического оборудования осуществляются сетью адаптивного резонанса (АРТ).

Сеть АРТ представляет [3] собой векторный классификатор. Входной вектор классифицируется в зависимости от того, на какой из ранее запомненных образов он похож. Свое классификационное решение сеть АРТ выражает в форме возбуждения одного из нейронов распознающего слоя. Если входной вектор не соответствует ни одному из ранее запомненных образов, создается новая категория посредством за-

поименования образа, идентичного новому входному вектору. Структура сети, ввиду сложности графического отображения, представлена в блочном виде (см. рис. 3).

Полученная нейронная архитектура занимает средний уровень автоматизации. Для реализации нейронных архитектур выбраны нейронные микроконтроллеры научно-технического центра «Модуль». Контроллеры данного предприятия позволяют заводить сигнал непосредственно на входной нейронный слой и дополнительно оснащаются 2 Кб кэш-памятью, позволяющей сохранять весовые коэффициенты нейронов.

Алгоритм работы полученной архитектуры делится на следующие два этапа [2] (рис. 4).

На первом этапе из массивов данных ЭБД считывается информация и подается на входные слои соответствующих многослойных персептронов. После поступления вектора входных параметров на входные слои многослойных персептронов многослойный персептрон по ранее усвоенным закономерностям в процессе обучения определяет, к какому состоянию отнести оборудование по изменению контролируемого им параметра (например, изменение фазного тока, появление тока нулевой последовательности). Процесс идентификации заканчивается появлением на выходе многослойного персептрона заранее заданного кода аварийной ситуации и уникального кода самого персептрона.

Второй этап начинается с момента появления на входе слоя сравнения сети адаптивного резонанса вектора  $X$ , основанного на выходах многослойных персептронов, после чего сетью АРТ проводится классификация состояния оборудования по соответствующему алгоритму (см. рис. 4).

Для хранения, дешифрации сигналов с выхода сети АРТ в настоящее время осуществляется разработка АРМ «Диагностика» с применением *Delphi 6.0* под управлением *Inter-Base 6.0*.

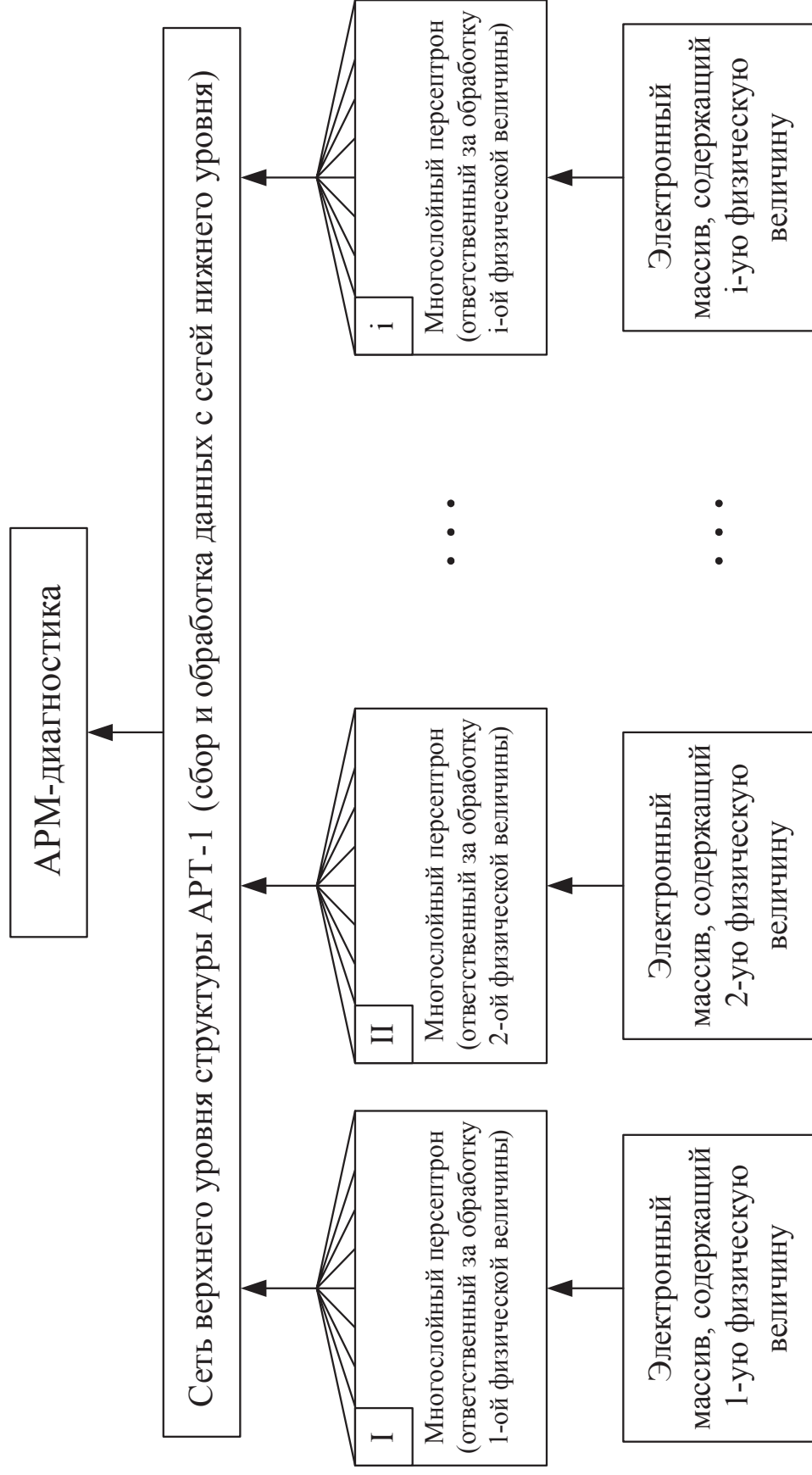


Рис. 2. Структура системы

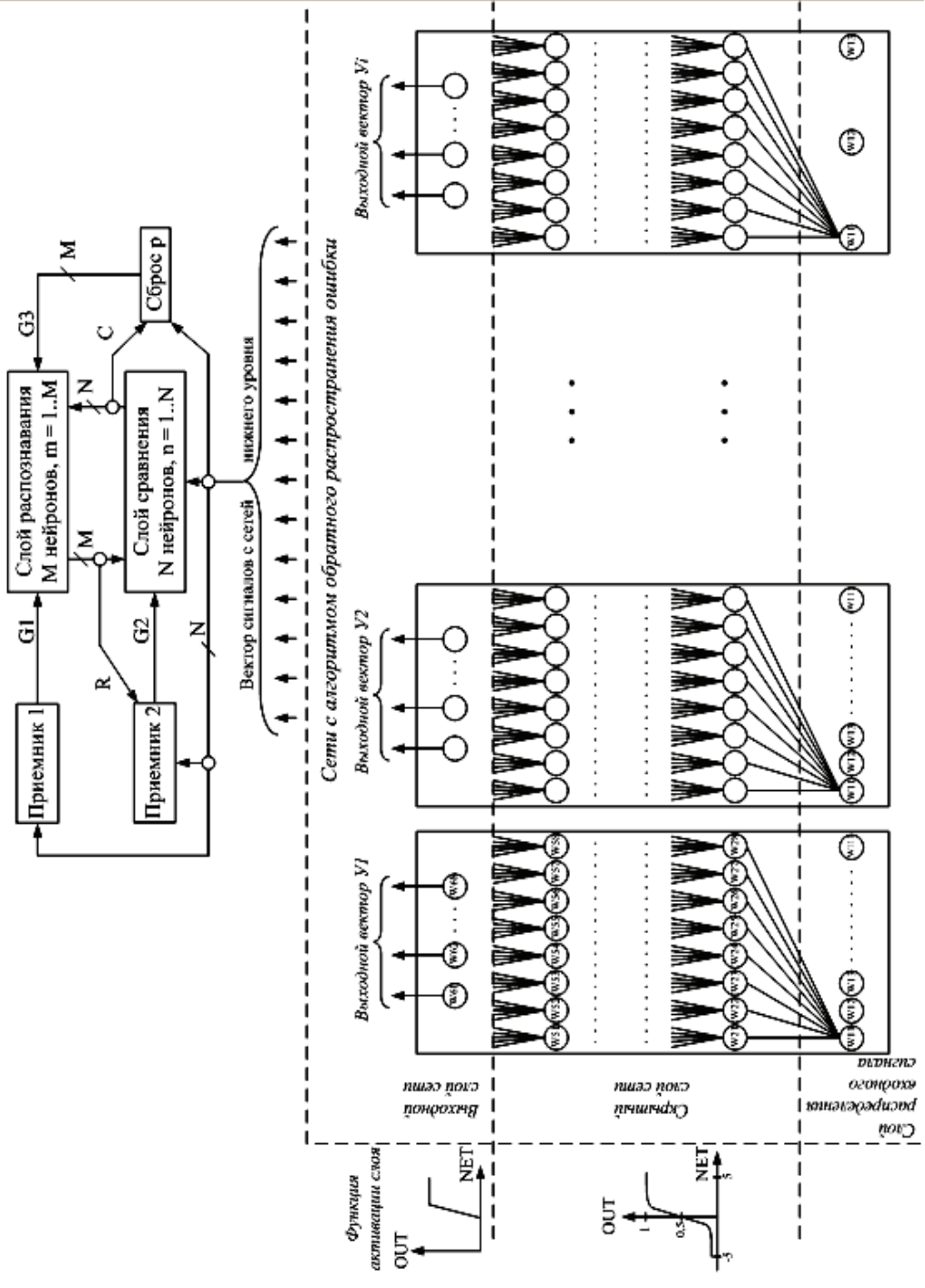
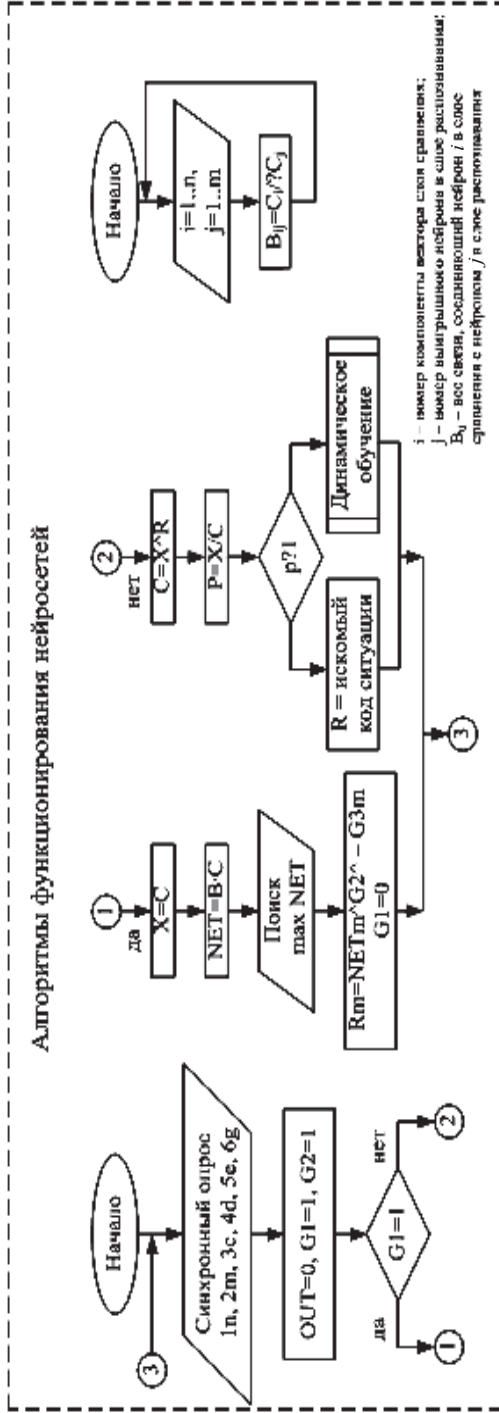
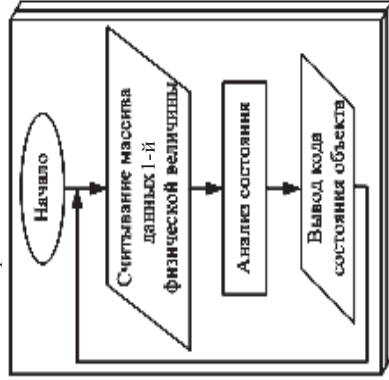


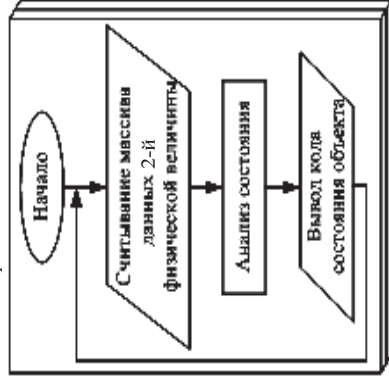
Рис. 3. Нейронная архитектура системы



Нейросеть 1-го типа



Нейросеть 2-го типа



Нейросеть i-го типа

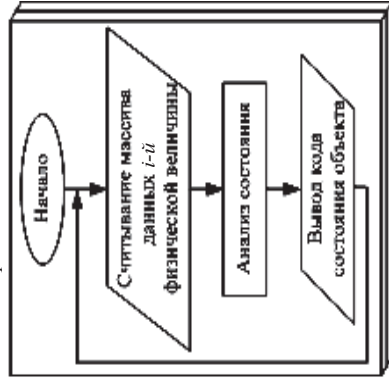


Рис. 4. Алгоритм работы нейронной архитектуры

Построенная система благодаря применению нейронных технологий является эффективным инструментом для организации систем диагностики электрооборудования. Благодаря применению технологии АРТ данная система позволяет изменять количество контролируемых параметров без привлечения усилий программистов для введения новых тегов в алгоритм работы системы, что приносит значительный экономический эффект.

### Список литературы

1. Аузинь П. В., Распознавание состояния объекта по наличию подклассов. Кибернетические методы в диагностике / 2 авт. – Рига: Знание, 1973. – 125 с.
2. Нусс С. В., К вопросу мониторинга состояния систем электроснабжения / 2 авт. // Межвуз. сб. науч. тр; ИПЦ КГТУ. – 2004. – С. 92–100
3. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Ф. Уоссерман; в пер. Ю. А. Зуева, В. А. Точенова. – 1992.

*Получено 08.12.06.*