

Московский Энергетический Институт
(технический университет)

Кафедра Электротехники и Интроскопии

Магистерская диссертация

Применение нейронных сетей для анализа сигналов от дефектов

Студент:

Мартынов Н. С.

Научный руководитель:

Лунин В. П.

2006 год

- Поиск метода определения класса дефекта и его параметров с учетом необходимости отстройки от мешающих факторов.
- Разработка программного комплекса, реализующего найденный подход и показывающего правомерность его применения.

Снаряд-дефектоскоп

МЭИ



Автономный снаряд-дефектоскоп

Схема обработки данных

МЭИ

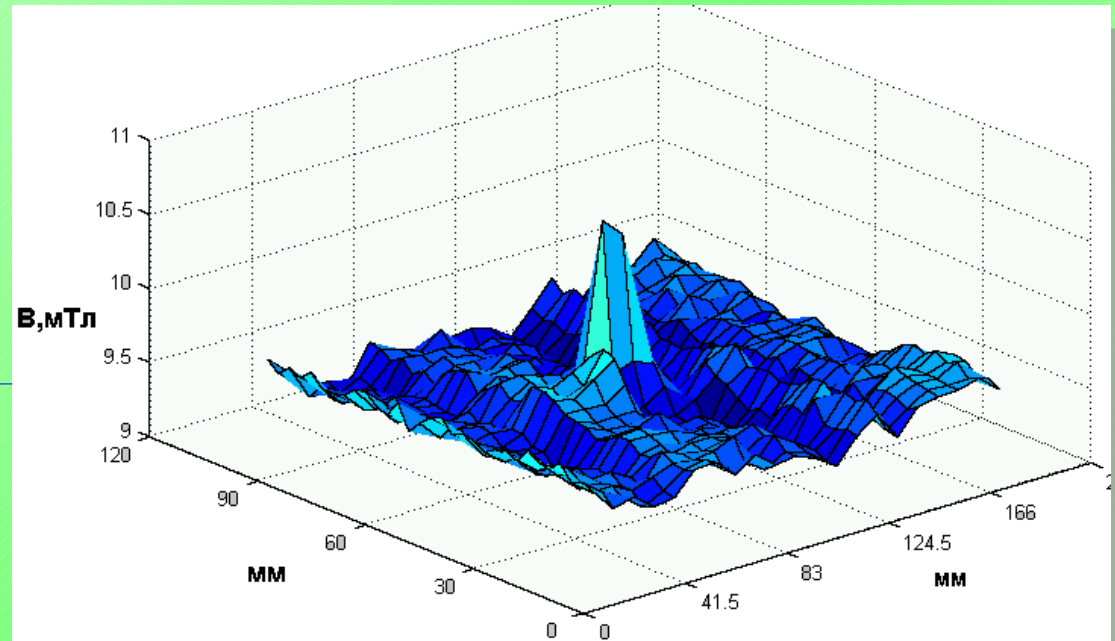


Расшифровка,
предобработка,
кластеризация

Вычисление
признаков
дефектов

Определение
типа и
параметров
дефекта

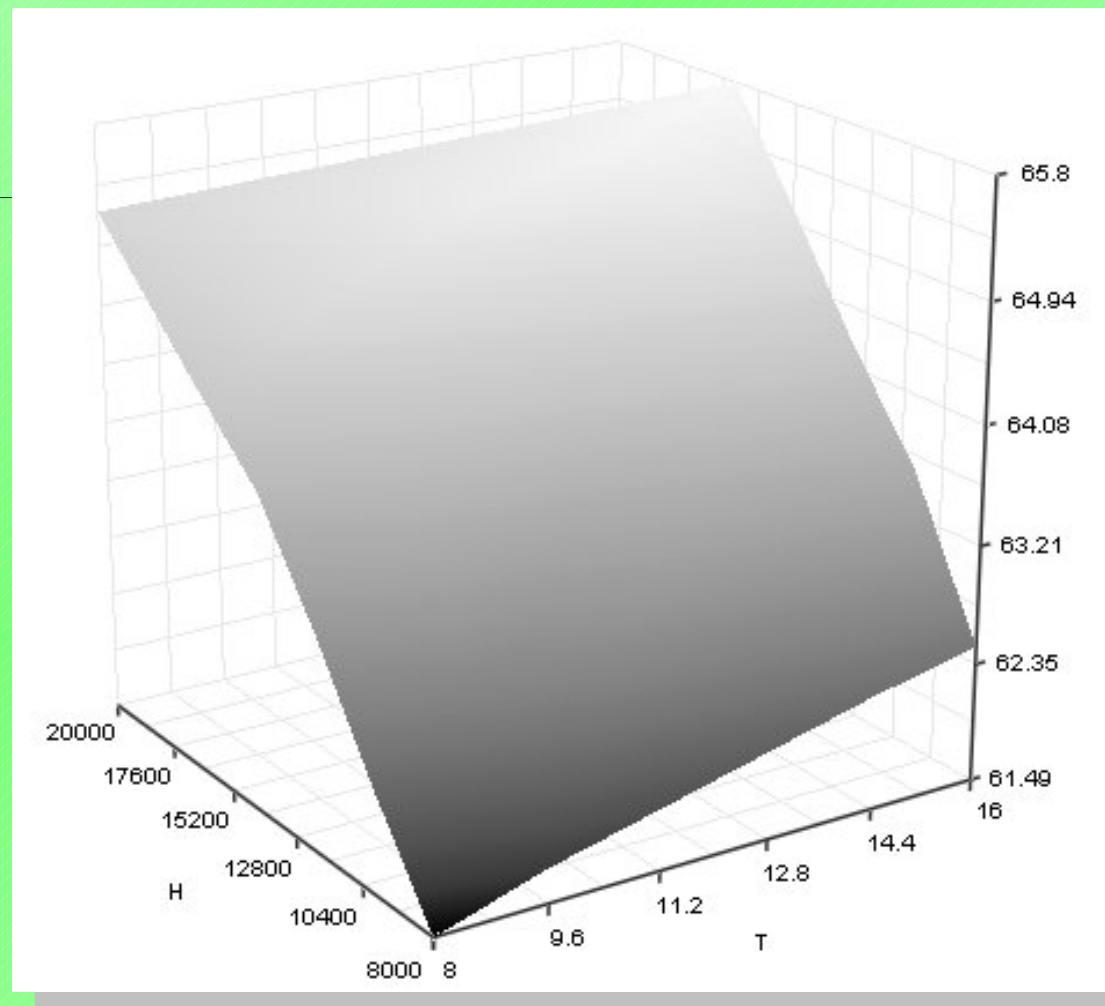
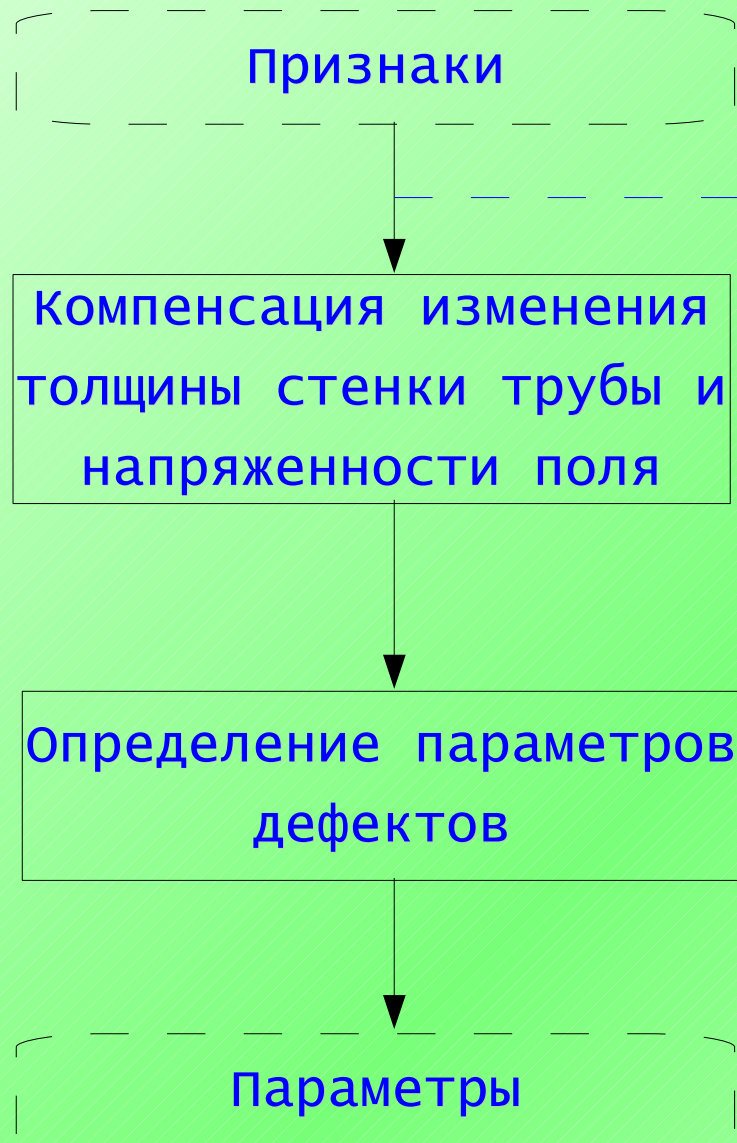
Отчет



Пример сигнала для дефекта типа внутренняя коррозия

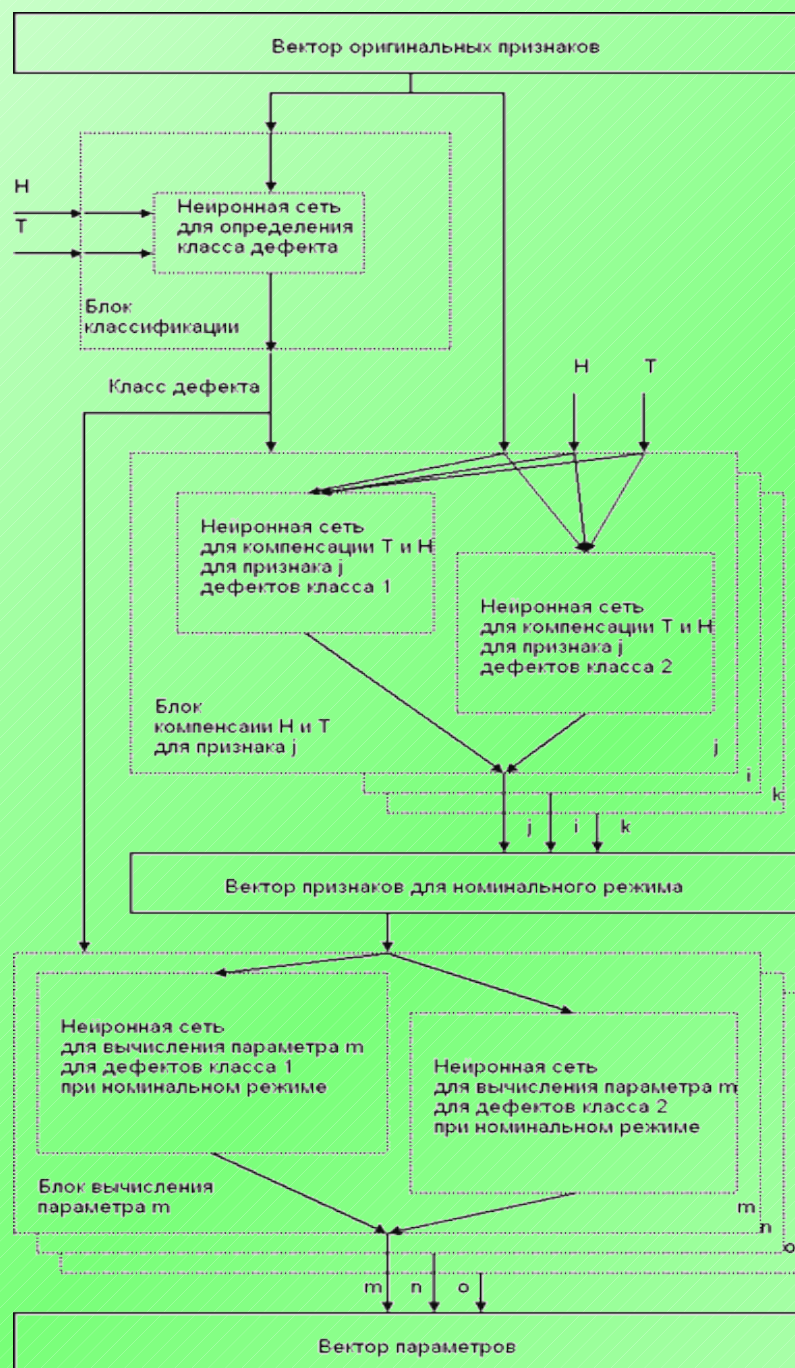
Влияние мешающих факторов

МЭИ



Зависимость от толщины стенки трубы и напряженности поля протяженности сигнала в угловом направлении по уровню 0,6 от максимума для внутренней трещины глубиной 50%, раскрытием 1мм и длиной 60мм

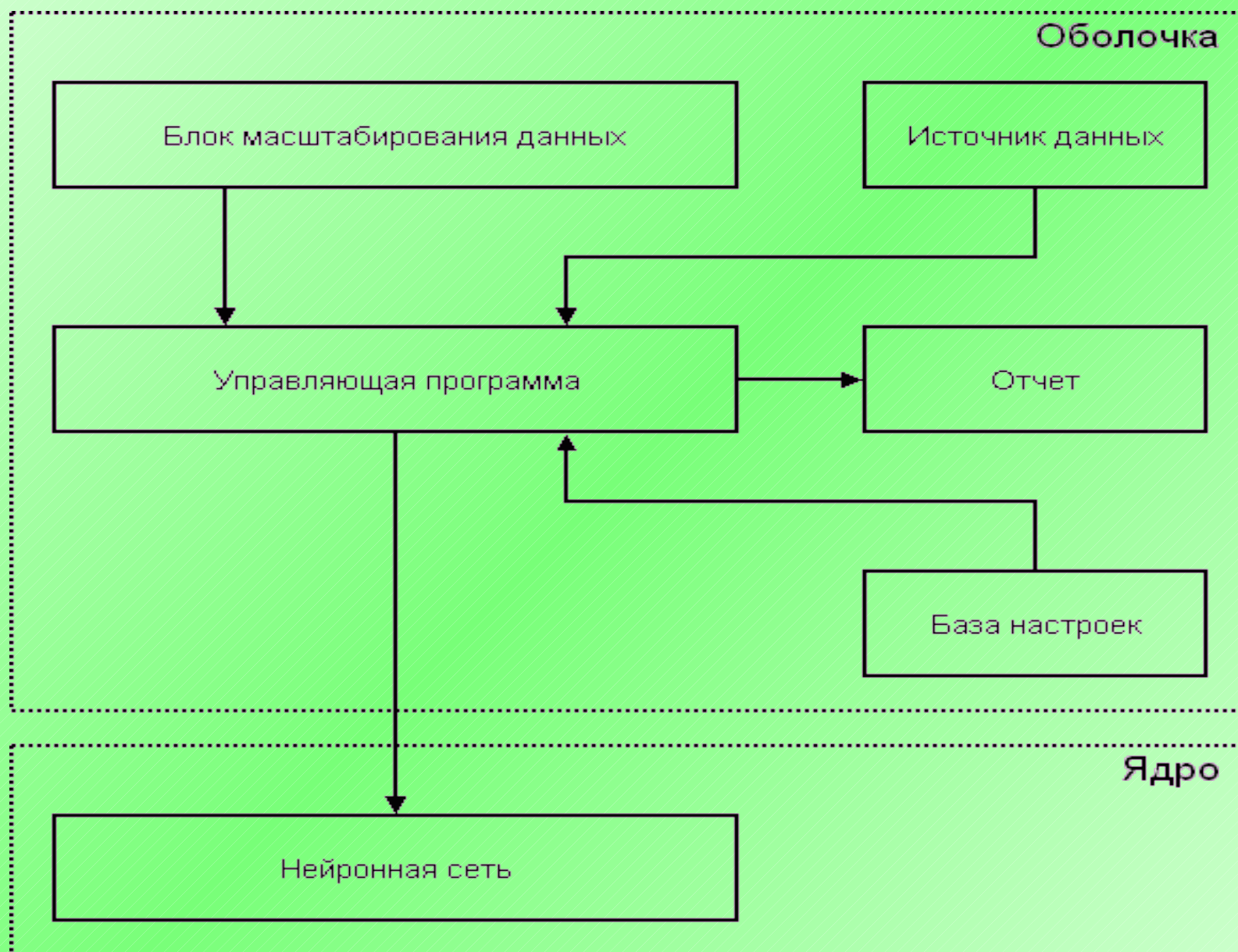
Строение системы анализа



Компенсация изменения
толщины стенки трубы и
напряженности поля

Реализация системы анализа

МЭИ



Настройка системы анализа

МЭИ

ANSYS

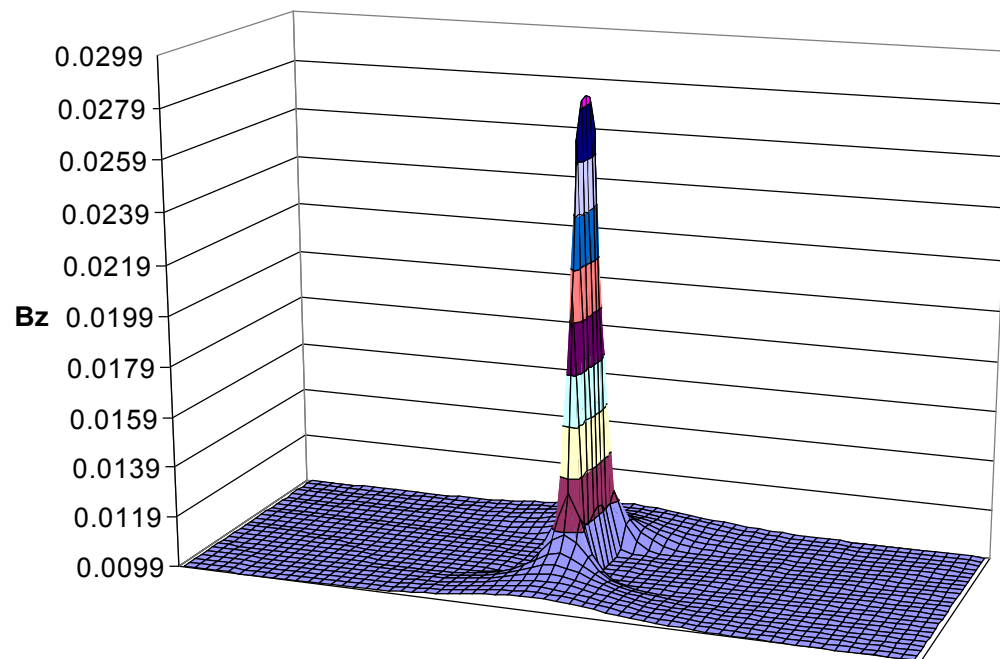
Метод конечных
элементов

База модельных
дефектов

Вычисление признаков
модельных дефектов

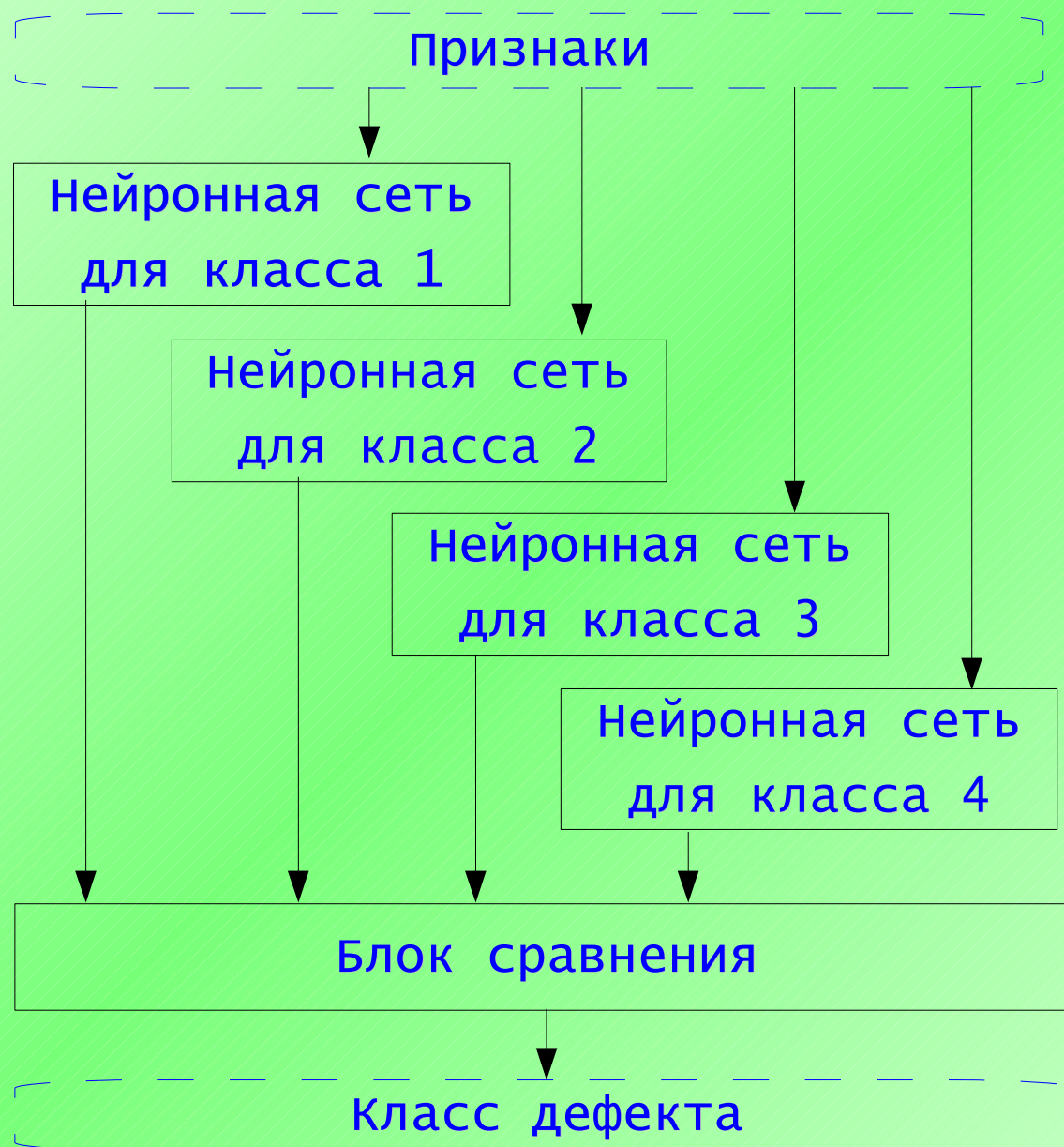
Нейронная сеть

Внутренняя трещина



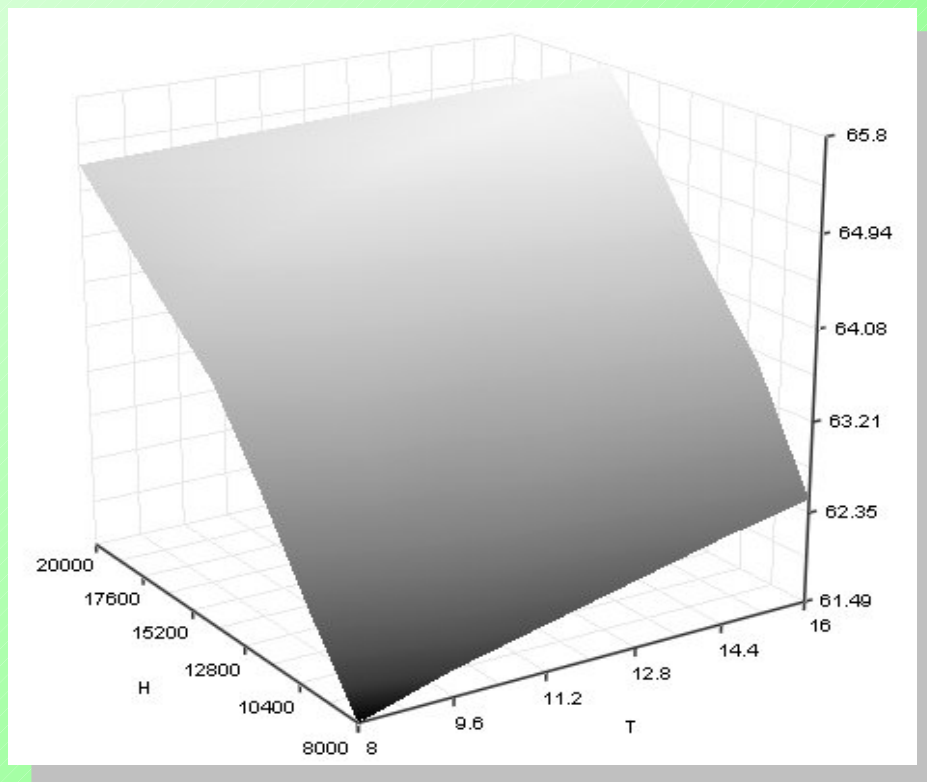
Настройка

Настройка классификатора

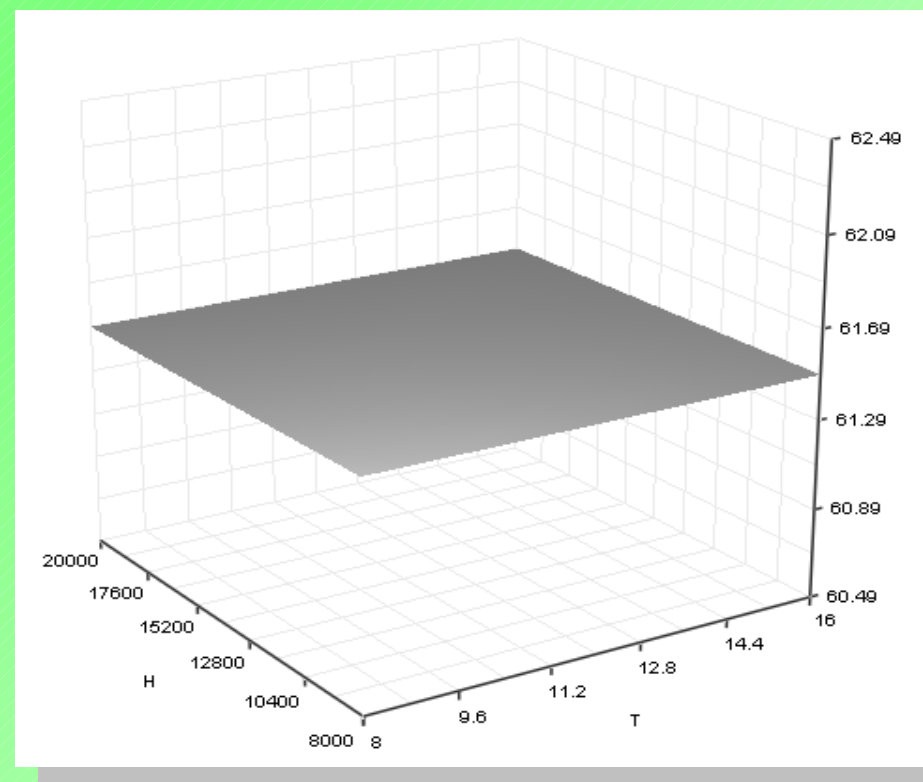


Настройка компенсатора

МЭИ



Зависимость протяженности сигнала в угловом направлении по уровню 0,6 от максимума для внутренней трещины глубиной 50%, раскрытием 1мм и длиной 60мм до и после компенсации

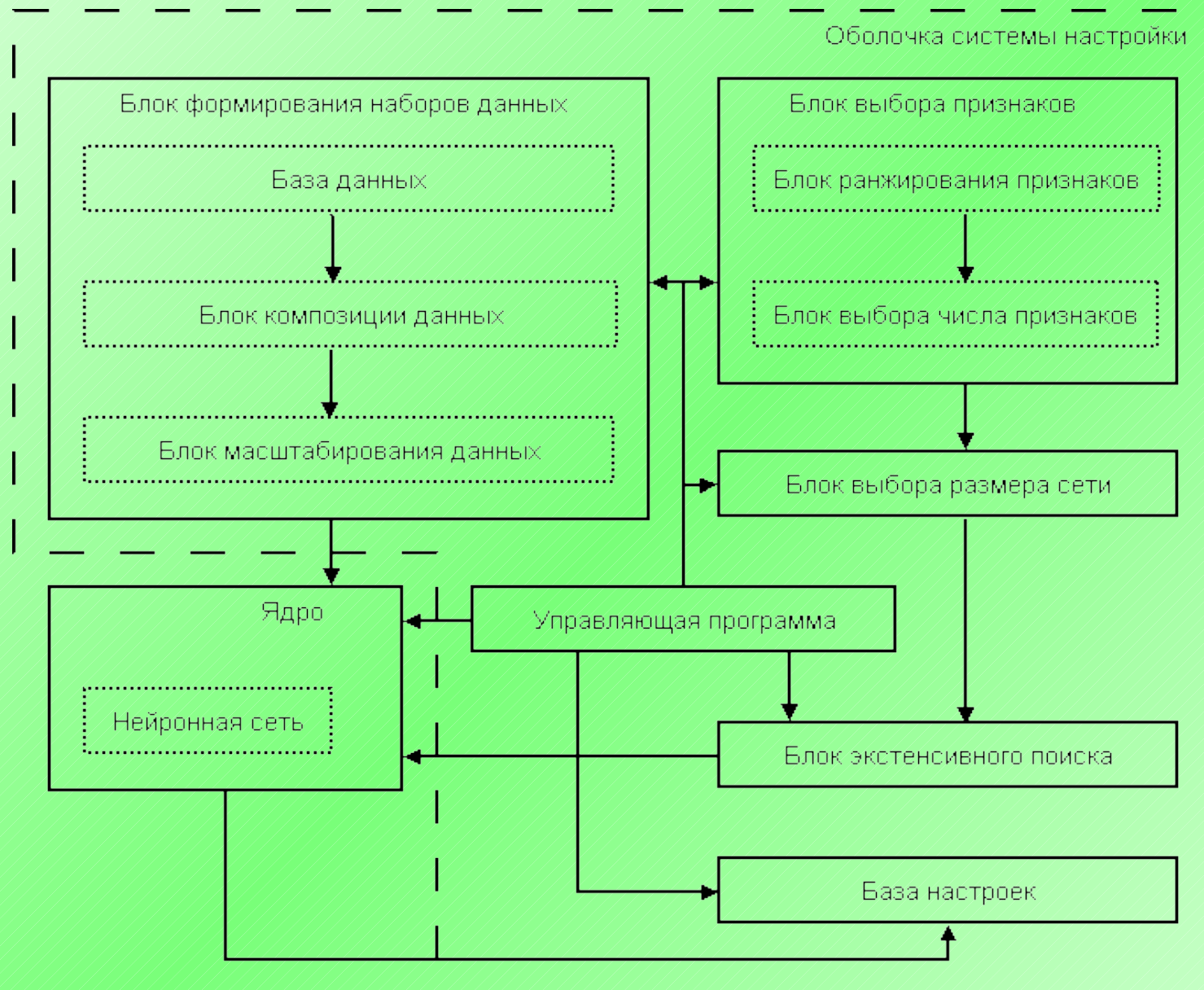


Настройка параметризатора

МЭИ



Настройка нейронных сетей



Настройка весов

МЭИ



Алгоритм обратного
распространения
ошибки

RPROP

Настройка структуры

МЭИ

Используемая структура

k1 слоев по 11 нейронов

k2 слоев по 12 нейронов

k3 слоев по 13 нейронов

Множество тестируемых
структур

ошибка 1

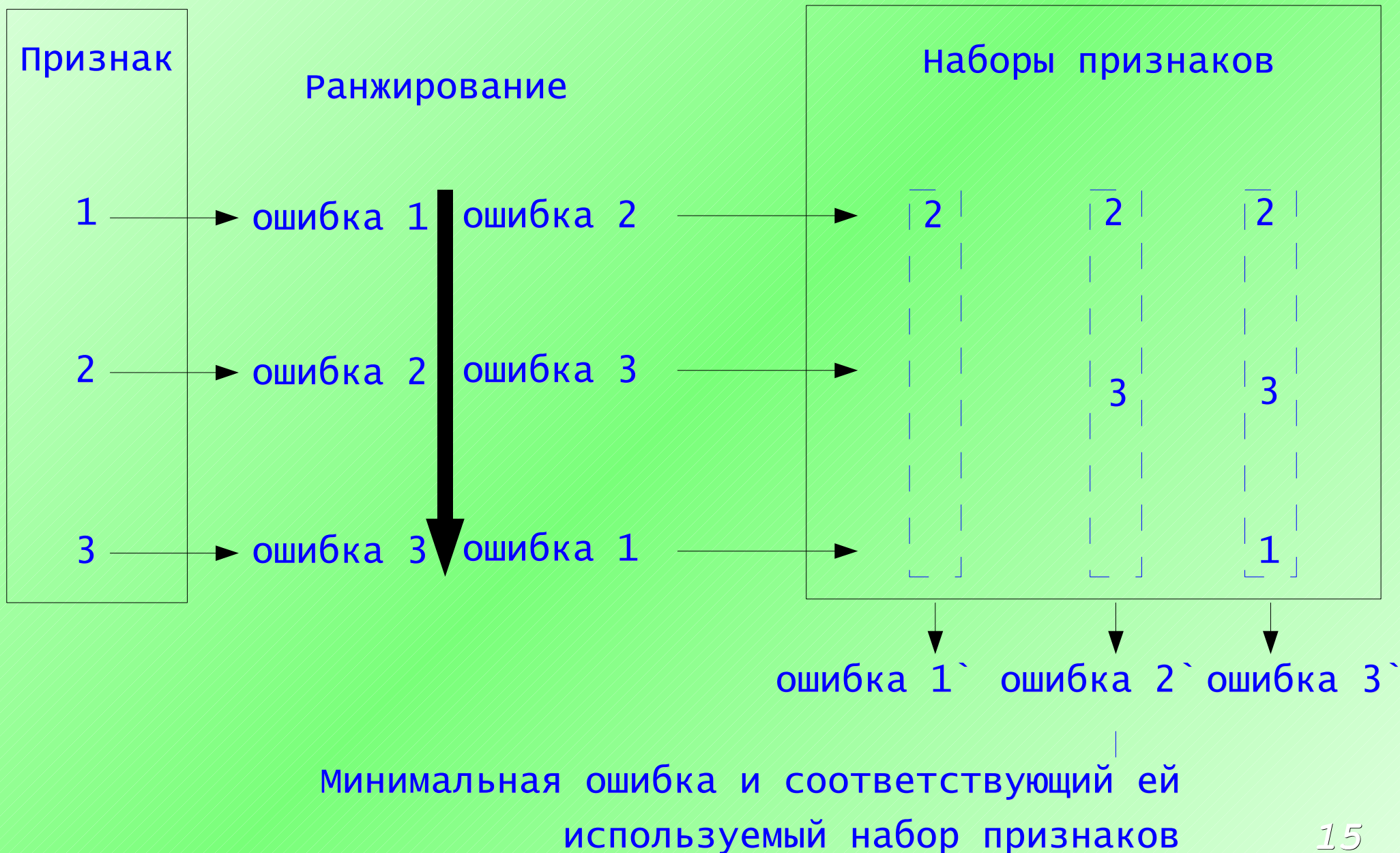
ошибка 2

ошибка 3

Минимальная ошибка

Выбор признаков

МЭИ



<i>Класс дефекта</i>	<i>Признак</i>	<i>Набор признаков</i>	<i>Конфигурация скрытых слоев</i>
Внутренняя трещина	1	1 7 11 6 2 8 3	10 10
Внутренняя трещина	2	2 8 4 7 6 1 5 3	20
Внутренняя трещина	3	3 6 7 8 11 4 1 9 2 5 10	10 10
Внутренняя трещина	4	4 10 7 6 3 1 11	20
Внутренняя трещина	5	5 2 8 3 6 1 10 11 9	20
Внутренняя трещина	6	6 7 9 11 4 1 10 8 5 3	20 20
Внутренняя трещина	7	7 4 2 5 6 3 8 9	5 5
Внутренняя трещина	8	8 6 2 4 11 9 10 1	20 20
Внутренняя трещина	9	9 6 4 8 3 7 1 11	20 20
Внутренняя трещина	10	10 7 4 6 3 1 5 8	10 10
Внутренняя трещина	11	11 7 3 2 1 4 9 10 8 5 6	10 10

Пример результатов настройки для решения задачи компенсации изменения толщины стенки трубы и напряженности поля для дефектов типа внутренняя трещина

Достигнутые результаты

МЭИ

<i>Задача</i>	<i>Погрешность</i>
Классификация	17.2%
Определение протяженности в угловом направлении	18.7мм
Определение протяженности в осевом направлении	7.2мм
Определение глубины	42.4%

Были разработаны:

- методы, улучшающие качество настройки нейронных сетей
- методы автоматической настройки нейронных сетей
- схема каскадной системы определения класса дефекта и его параметров с отстройкой от толщины стенки трубы и режима намагничивания

Был создан программный комплекс, в котором реализованы вышеозначенные методики, и проведены численные эксперименты, показавшие корректность примененных решений и эффективность их использования для поставленной задачи.