

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ПРИ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ РАДИАЦИОННОМ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ РАБОТЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

Назаренко С.Ю.<sup>1</sup>

Научный руководитель: Удод В.А., профессор, д.т.н.

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: svetanz@mail.ru

**APPLICATION OF IMAGE RECOGNITION THEORY IN NON-DESTRUCTIVE RADIATION TESTING OF MATERIALS QUALITY USED IN EXTREME CONDITIONS**

Nazarenko S.Yu.<sup>1</sup>

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Udod V.A.

<sup>1</sup>Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050

E-mail: svetanz@mail.ru

*Для обнаружения дефектов материалов и деталей космических аппаратов используется радиационный метод неразрушающего контроля. Обработка изображений, получаемых этим методом, проводится с помощью специальных алгоритмов. В работе обоснована возможность использования нейросетевого метода и предложен алгоритм на его основе для распознавания образов.*

*The radiation method of nondestructive testing is used for the detection of defects in materials and components of spacecraft. Processing of the images, obtained by this method, is carried out using specialized algorithms. In the paper the possibility of using neural networks method is considered and the algorithm for image recognition based on it is suggested.*

Информация о качестве и техническом состоянии деталей и устройств космических аппаратов может быть получена с помощью методы неразрушающего контроля, среди которых достаточно распространённым является радиационный метод. Данный метод основан на взаимодействии потока ионизирующего излучения с объектом контроля с последующим изменением интенсивности потока. Одним из видов радиационного контроля, используемых для обнаружения дефектов, является радиографический метод. Его сущность заключается в преобразовании радиационного изображения объекта контроля в распределение плотности почернения на рентгеновский пленке (радиографический снимок) [1]. Проходя через исследуемый объект, содержащий дефекты, рентгеновские лучи неравномерно теряют первоначальную интенсивность и вследствие этого проявляются на полученных рентгеновских снимках в виде неоднородной плотности почернения, где темным пятнам соответствуют дефекты объекта. Зачастую визуальный анализ снимков недостаточно эффективен и мало удобен, особенно при большом объеме контрольных операций. Поэтому для обработки рентгеновских снимков используют персональные компьютеры со специальными программами для анализа и обработки изображений. Для выявления дефектов деталей, используемых в авиационно-космической техники, в частности для выявления дефектов сварки, могут быть использованы различные алгоритмы обработки изображений, одним из которых является алгоритм, основанный на нейросетевом методе.

В настоящее время происходит активное внедрение искусственных нейронных сетей в различные области человеческой деятельности. Задачи, которые решаются с помощью нейронных сетей, включают в себя задачи распознавания речи, изображений и рукописного текста, предсказания валютного курса и курса акций, диагностики заболеваний [2, 3]. Искусственные нейронные сети также нашли применение и в неразрушающем контроле. Целями неразрушающего контроля качества материалов и изделий являются как обнаружение дефектов, так и классификация обнаруженных дефектов по различным уровням потенциальной опасности [4]. Задача обнаружения дефектов, равно как и задача распознавания образов, может решаться с использованием нейронных сетей. Тем не менее, нейросетевые технологии, которые

обеспечивают в целом хорошие результаты, имеют и некоторые недостатки, например, обладают свойством ненадежности. Так, в частности, нейронная сеть выдает хорошие результаты, если получает сигналы, которые близки с сигналами обучающей выборки, если же сеть получит сигналы, отличающиеся от обучающейся выборки, то реакция сети будет непредсказуемой [5]. Отсюда следует, что одна из проблем, которую нужно решить при создании алгоритма распознавания дефектов сварки, основанного на нейронных сетях, это создание адекватной обучающей выборки.

Искусственная нейронная сеть является упрощенной моделью биологической нейронной сети. Рассмотрим базовую модель искусственной нейронной сети. Искусственный нейрон, представляющий собой упрощенную модель биологического нейрона и являющийся основой любой искусственной нейронной сети, как правило, состоит из четырех основных элементов [2, 6]:

- Входы, через которые нейрон принимает сигнал.
- Синапсы (связи), которые характеризуются своим весом.
- Сумматор, складывающий входные сигналы, умноженные на соответствующие веса.
- Функция активации, ограничивающая амплитуду выходного сигнала нейрона.

На рис. 1 представлена схема искусственного нейрона [7].

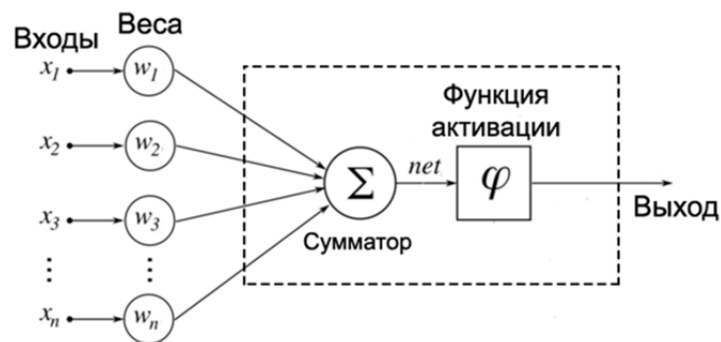


Рис. 1. Схема искусственного нейрона [7]

Одним из важнейших свойств нейронных сетей является их способность к обучению. Существует два вида алгоритмов обучения сети: 1) алгоритм обучения с учителем; 2) алгоритм обучения без учителя. Алгоритм обучения с учителем предполагает, что будет использоваться заранее сформулированная обучающая выборка. Далее, получаемые выходные сигналы нейронной сети сравниваются с требуемые выходными сигналами, затем веса связей изменяются таким образом, чтобы значения получаемых выходных сигналов минимально различались с выходными сигналами обучающей выборки.

В случае обучения без учителя происходит настройка весов связи таким образом, чтобы при получении входных сигналов сеть настраивала веса согласно специальному обучающему алгоритму. Вся обучающая выборка при этом состоит из набора входных сигналов, а настройка связей происходит только на основании состояния нейрона и имеющихся весовых коэффициентах. Обучение без учителя применяется в тех случаях, когда правильные ответы на входные сигналы не известны.

В данной работе при разработке алгоритма, основанного на нейросетевом методе, были рассмотрены два типа дефектов, наиболее характерных для сварных соединений: трещины и поры. При этом для упрощения задачи было принято, что в качестве математических моделей изображений пор и трещин на рентгенограмме соответственно выступают круги и прямоугольники, а основными параметрами для характеристики изображений являются яркость и площадь сегментов изображений.

Сущность предлагаемого алгоритма состоит в обучении сети путем последовательного предъявления входного множества векторов с одновременной подстройкой весов по определенной процедуре. В процессе обучения веса сети постепенно изменяются так, что каждый входной вектор вырабатывал бы выходной вектор.

Алгоритм состоит из следующих этапов [8].

Этап 1. Для заданных входов задается желаемый выход. Начальные значения весов всех нейронов представляются случайными, имеющими малые ненулевые значения.

Этап 2. Вычисляется вектор ошибки  $E$  между реальным и ожидаемым значением выхода.

Этап 3. Вектор весов изменяется по формуле  $W_{n+1} = W_n + \alpha X E^T$ ,

где  $W_n$  и  $W_{n+1}$  – векторы весов до и после очередной итерации;  $X$  – вектор входных сигналов;  $E^T$  – транспонированный вектор ошибки;  $0 < \alpha < 1$  – темп обучения.

Этап 4. Этапы 1 и 2 повторяются до тех пор, пока ошибка не станет достаточно малой.

Этап 5. Если вектор ошибки считается удовлетворительным, то сеть считается обученной.

Таким образом, для выявления дефектов сварных швов в деталях и конструкциях космических аппаратов предложен алгоритм обработки изображений, основанный на нейросетевом методе. Разработанный алгоритм планируется применить для обработки и анализа цифровых изображений при проведении контроля качества сварных соединений узлов ракетно-космической техники.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулешов В.К., Сертаков Ю.И., Ефимов П.В. Физические и экспериментальные основы радиационного контроля и диагностики. Ч. 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 341 с.
2. Спицин В.Г., Цой Ю.Р. Интеллектуальные системы: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 176 с.
3. Богославский С.Н. Область применения нейронных сетей и перспективы их развития // Научный журнал КубГАУ. – 2007. – № 27 (3). – С. 37–41.
4. Воробейчиков С.Э., Фокин В.А., Удод В.А., Темник А.К. Исследование двух алгоритмов распознавания образов для классификации дефектов в объекте контроля по его цифровому изображению // Дефектоскопия. – 2015. – № 10. – С. 54–63.
5. Бархатов В.А. Обнаружение сигналов и их классификация с помощью распознавания образов // Дефектоскопия. – 2006. – № 4. – С. 14–27.
6. Хайкинг С. Нейронные сети. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104 с.
7. Нейронные сети. Учебник по нейронным сетям – (Электронный ресурс: <http://neuralnet.info>). Дата обращения 1.02.2017.
8. Яньков В.Ю. Лабораторный практикум по Маткаду. Модуль 3 Моделирование в Маткаде. – М.: МГУТУ, 2009. – 68 с.