УДК 624.21

**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ ДЕТАЛЕЙ В ОТРАСЛИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO SOLVE THE PROBLEMS OF CLASSIFICATION OF DEFECTS OF PARTS IN THE INDUSTRY OF INSTRUMENTATION**

Кашаев Рустам Султанхамитович, д.т.н., профессор, кафедры «ПМ» ФГБОУ ВО «КГЭУ» г. Казань, kashaev2007@efndex.ru, Овсеенко Галина Анатольевна, аспирант кафедры «ПМ» ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, galinka.ovseenko@mail.ru.

Kashaev Rustam Sultankhamitovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of PM, Kazan , galinka.ovseenko@mail.ru

В статье исследовано направление применения искусственных нейронных сетей для решения задач классификации дефектов деталей отрасли приборостроения на примере сотовых панелей. Описан алгоритм построения и принцип действия системы классификации дефектов на основе многослойного персептрона.

 The article investigates the direction of using artificial neural networks to solve the problems of classifying defects in parts of the instrumentation industry using the example of honeycomb panels. An algorithm for constructing and operating a defect classification system based on a multilayer perceptron is described.

Ключевые слова: нейронная сеть, сотовые панели, система классификации дефектов.

Key words: neural network, honeycomb panels, defect classification system.

В последние десятилетия бурно развивается новая прикладная область математики, специализирующаяся на искусственных нейронных сетях (ИНС). Актуальность исследований в этом направлении подтверждается многообразием приложений НС. Цель данной статьи – исследование использования Нейронных сетей в приборостроении в аспектах мониторинга дефектов в деталях.

Для построения нейросетевого классификатора дефектов в различных деталях отрасли приборостроения была выбрана нейронная сеть «Многослойный персептрон» [1]. Многослойная нейронная сеть (персептрон) — это нейронная сеть, состоящая из входного, выходного и расположенных между ними одного (или нескольких) скрытых слоев нейронов. Эта модель нейронной сети легко реализуется с применением современных программных и аппаратных средств.

Для решения различных технологических задач целесообразно использовать пакет MatLab и систему NeuroSolutions, так как пакет MatLab позволяет решать самые разнообразные задачи и строить сложные системы, а система NeuroSolutions дает возможность быстро и легко строить и учить нейронную сеть, чтобы решить любую сложную проблему.

К сожалению, на сегодняшний день нейронные сети практически не используются в приборостроении при прототипировании деталей приборов, а именно - при анализе 3D моделей и улучшении преобразования их формы в управляющие команды для оборудования с ЧПУ (3D принтеров). Поэтому предлагается на основе использования методологии искусственных нейронных сетей создать систему, которая анализирует 3D модель и разбивает ее на структурные единицы (для детали типа «вал» условными единицами будут ее степени). Разработка программного обеспечения системы классификации состояния объектов контроля выполнялась в программном пакете NI LabVIEW 2009. Использование этой среды программирования позволило разработать многофункциональную систему контроля композиционных материалов. Большой набор встроенных математических преобразований, легкость подключения внешних компонентов, набор инструментов для создания графического интерфейса пользователя позволили быстро получить многофункциональный программный продукт. В предлагаемой тематике исследования применение нейронных сетей рассматривается на примере алгоритма изготовления детали «вал».

Для исследования разработанной системы классификации были использованы экспериментальные данные, полученные при проведении контроля образцов сотовых панелей методом низкоскоростного удара [3]. Апробация разработанной системы проводилась с использованием двух диагностических признаков: амплитуды и длительности импульса информационного сигнала полученного методом низкоскоростного удара. Экспериментально исследовалось несколько архитектур многослойного персептрона с разным количеством нейронов на первом и втором скрытых слоях. Достоверность контроля при применении многослойного персептрона для классификации дефектных участков различных типов составляет от 96 до 98%, достоверность определения бездефектного участка составляет 100%. Поэтому данный тип нейронной сети может точно выделить, непригоден ли к дальнейшей эксплуатации объект контроля. Также следует отметить, что достоверность результатов неразрушающего контроля с применением многослойного персептрона с количеством нейронов в скрытых слоях превышает 60 не влечет к значительному повышению показателя достоверности, но существенно снижает быстродействие системы и повышает потребность в дополнительных ресурсах компьютера, поэтому их применение для решения поставленных задач является нецелесообразным.

Разработанная нейронная сеть позволяет выполнять нелинейное разделение и классификацию объектов по набору диагностических признаков, выделять сложную зависимость между степенью поврежденности объекта контроля и значениями информативных параметров. Во время учебы нейронная сеть может автоматически изменять собственные параметры, достигая при этом наиболее высокой достоверности контроля. К недостаткам системы можно отнести необходимость для обучения многослойного персептрона существования обучающей выборки, содержащей информацию о возможных дефектах. Внесение информации о новом типе дефекта сопровождается полным переобучением сети. Решить данный недостаток возможно использованием гибридных нейронных сетей, или комбинации многослойного персептрона с другими сетями, обучающихся без учителя и имеющих способность изменять свои параметры в процессе работы и приспосабливаться к изменению входных данных. Система классификации на базе многослойного персептрона имеет высокую достоверность контроля. Полученные результаты показали перспективность применения нейронных сетей при проведении неразрушающего контроля и классификации дефектов.

Использование искусственных нейронных сетей, решающих задачу изменения внутренней структуры 3D-модели деталей при их проектировании, позволит повысить качество полученных деталей за счет обеспечения необходимой им жесткости при минимальных расходах обрабатываемого материала. В результате проведенной работы была разработана система классификации технического состояния сотовых панелей, которая позволяет определить дефектные участки объекта контроля и провести их классификацию по степени поврежденности. Применение аппарата искусственных нейронных сетей для обработки полученных экспериментальных данных дает возможность автоматизировать этот процесс и процесс принятия решений по результатам неразрушающего контроля.

**Список литературы**

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

2. Еременко В.С. Обнаружение ударных повреждений сотовых панелей методом низкоскоростного удара / В.С. Еременко, В.М. Мокийчук, А.М. Овсянкин // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2007. – № 1. – C. 24 - 27.

3. Иванько А.Ф., Иванько М.А., Сизова Ю.А. Нейронные сети: общие технологические характеристики // Научное обозрение. Технические науки. – 2019.

4. Кононов А. А. Использование метода нейронных сетей хопфилда для решения задачи маршрутизации в сети // Московский экономический журнал. 2019. №9.