

## СВЁРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ЗАДАЧ ВЫЯВЛЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Горчаков В. Н.

Давыдов И. Г. – к.т.н., доцент

В данной работе рассматривается применение свёрточных нейронных сетей для задач выявления и классификации дефектов зубчатых передач.

Зубчатые передачи играют ключевую роль в механических системах передачи энергии и, как ожидается, находятся в непрерывной нагрузке. Любые сбои в работе зубчатых передач могут привести к нежелательному простоям, дорогостоящему ремонту и даже человеческим жертвам. Поэтому существует необходимость выявлять и классифицировать дефекты на начальном этапе. Для отражения технического состояния промышленного оборудования наиболее информативными являются вибрационные сигналы.

Существуют различные методы обнаружения и диагностики дефектов зубчатых передач. Среди них наиболее популярен метод опорных векторов и искусственная нейронная сеть. В последнее время свёрточные нейронные сети успешно применяются для задач классификации различных объектов, но пока они не получили широкого распространения в диагностике дефектов зубчатых передач.

Свёрточная нейронная сеть (рис. 1) состоит из нескольких слоёв: свёрточный слой, слой субдискретизации и полносвязный слой. Слой свёртки и субдискретизации состоят из нескольких «уровней» нейронов, называемых картами признаков. Каждый нейрон такого слоя соединён с небольшим участком предыдущего слоя, называемым рецептивным полем. В слое свёртки каждой карте признаков соответствует одно ядро свёртки. Каждый нейрон в качестве своего выходного значения осуществляет операцию свёртки или взаимной корреляции со своим рецептивным слоем. Слой субдискретизации осуществляет уплотнение карт признаков предыдущего слоя. Каждая карта признаков слоя соединена с соответствующей картой признаков предыдущего слоя, каждый нейрон выполняет «сжатие» своего рецептивного поля посредством какой-либо функции. Полносвязный слой — обычный скрытый слой многослойного персептрона, соединённый со всеми нейронами предыдущего слоя. Таким образом, на вход свёрточной нейронной сети подаётся обработанный сигнал вибрации, а на выходе получается класс, к которому принадлежит сигнал.

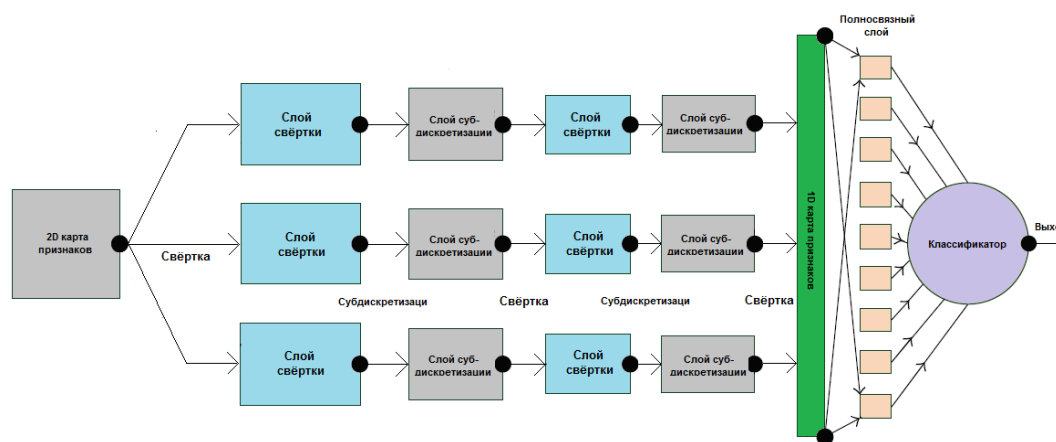


Рис. 1 – Архитектура свёрточной нейронной сети

Методы вибрационной диагностики состоят из двух основных этапов: извлечение информативных признаков и их классификация. Рассматриваются статистические измерения во временной области: стандартное отклонение, асимметрия и эксцесс. В частотной области спектр, полученный с помощью БПФ, делится на несколько полос. Среднеквадратичное значение рассчитывается для каждой полосы. Векторы признаков предварительно обработанного сигнала используются в качестве входных параметров свёрточной нейронной сети.

Список использованных источников:

1. Барков Н. А., Введение в виброакустическую диагностику роторных машин и оборудования.
2. ZhiQiang Chen and Chuan Li. Gearbox Fault Identification and Classification with Convolutional Neural Networks. // Hindawi Publishing Corporation. Shock and Vibration. – 2015.