



А.О. Архипов

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ)

В современных условиях к электронным средствам (ЭС) предъявляются высочайшие требования по надежности, в особенности в области космоса и авиации, где предполагается долгосрочный период использования устройств в тяжелых условиях внешних воздействий, в том числе электромагнитного характера [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Неотъемлемыми элементами ЭС являются печатные платы (ПП), состоящие из пластины-основания (диэлектрического слоя) и проводящего рисунка, который соединяет элементы платы. При этом, большая часть выходов из строя ЭС происходит из-за дефектов ПП, которые появляются из-за погрешностей производства и несовершенстве технологии изготовления.

Целью данной работы является анализ возможности применения нейронной сети для автоматизированного анализа ПП на наличие дефектов.

Для обнаружения и минимизации технологических дефектов ПП используют автоматизированные информационные системы (АИС), позволяющие проводить контроль в режиме реального времени и диагностирование изделия на всех технологических этапах его производства. Задачей любой АИС является выявление таких серьезных дефектов, которые могут привести к отказу ЭС. Если визуальный оптический контроль проводящего слоя ПП проводится человеком, высока вероятность пропуска дефектов из-за субъективности контроля. Поэтому актуальной является задача уменьшения роли человеческого фактора на основе автоматизированного анализа дефектов с помощью нейронных сетей.

Применение методов распознавания образов на основе нейронных сетей в оптическом контроле является одним из наиболее приемлемых методов для выявления дефектов ПП. Распознавание образов – это отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные, из общей массы несущественных данных [7]. Для наиболее наглядного представления возможности использования нейронных сетей была создана графическая нотация по методологии IDEF. Ниже представлена диаграмма IDEF0 и ее декомпозиция (рис. 1, 2, 3, 4).

Созданная нейронная сеть должна иметь возможность выявлять следующие типы дефектов печатных плат [8]: перемычка; раковина; заужение; выступ; трещина; разрыв проводников; расширение; вырыв.

Примеры данных дефектов представлены на рис. 5.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – математическая модель, и ее программная реализация, которая создана на основе функционирования живых нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма [9]. Данное понятие было открыто при изучении процессов, которые протекают в мозге живого ор-



ганизма. Далее были разработаны алгоритмы, моделирующие данные процессы. Разработав алгоритмы обучения, получаемые модели начали использовать в практических целях: в задачах управления, прогнозирования и для распознавания образов.

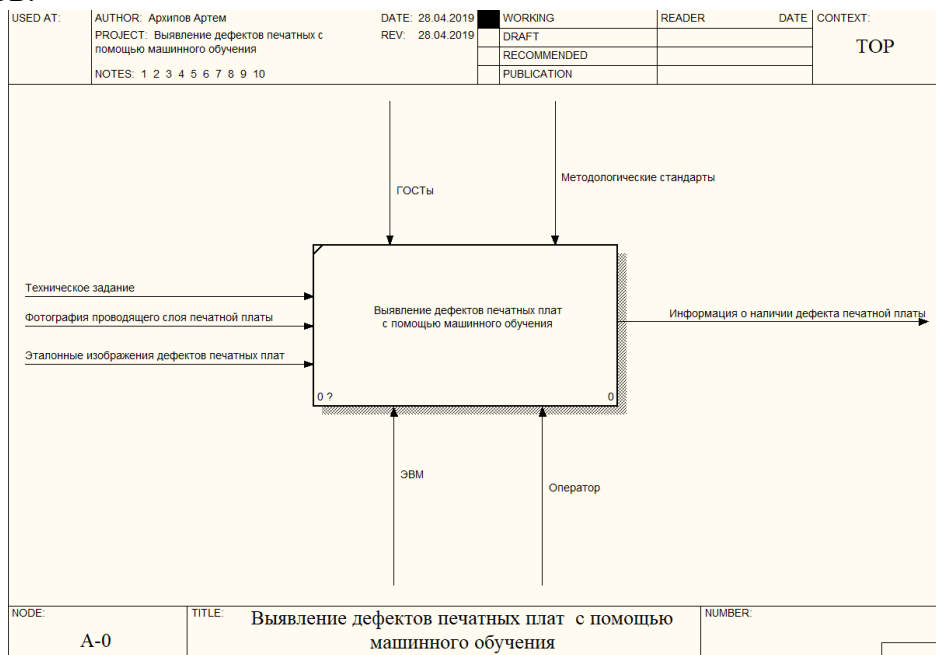


Рис. 1. Диаграмма IDEF A-0

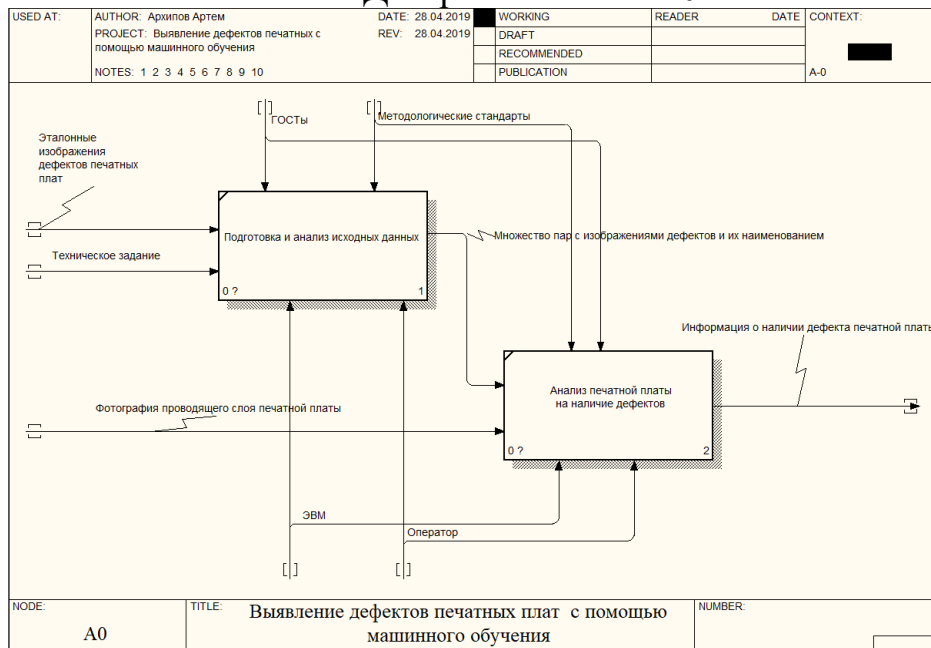


Рис. 2. Диаграмма IDEF A0

ИНС является системой простых процессоров, называемых искусственными нейронами, которые соединены и взаимодействуют между собой. Такие процессоры обычно очень просты (особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах). Каждый процессор данной сети периодически получает сигналы и отправляет сигналы другим процессорам. Но будучи соединенным в большую сеть с взаимодействием между нейронами способны выполнять очень сложные задачи. Одним из типов задач решаемых обучением нейронной сети является задача распознавания образов.

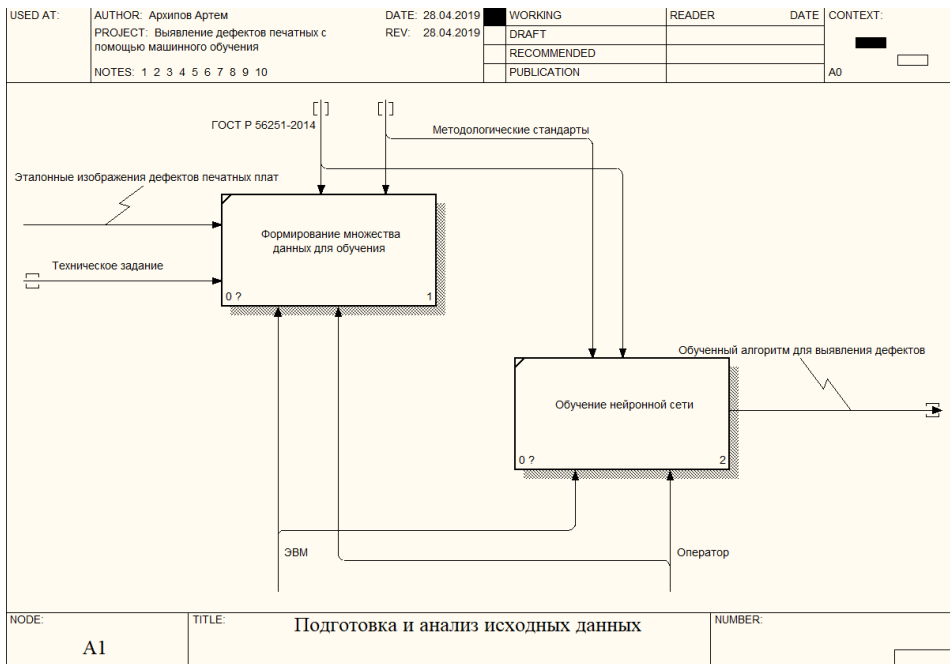


Рис. 3. Диаграмма IDEF A1

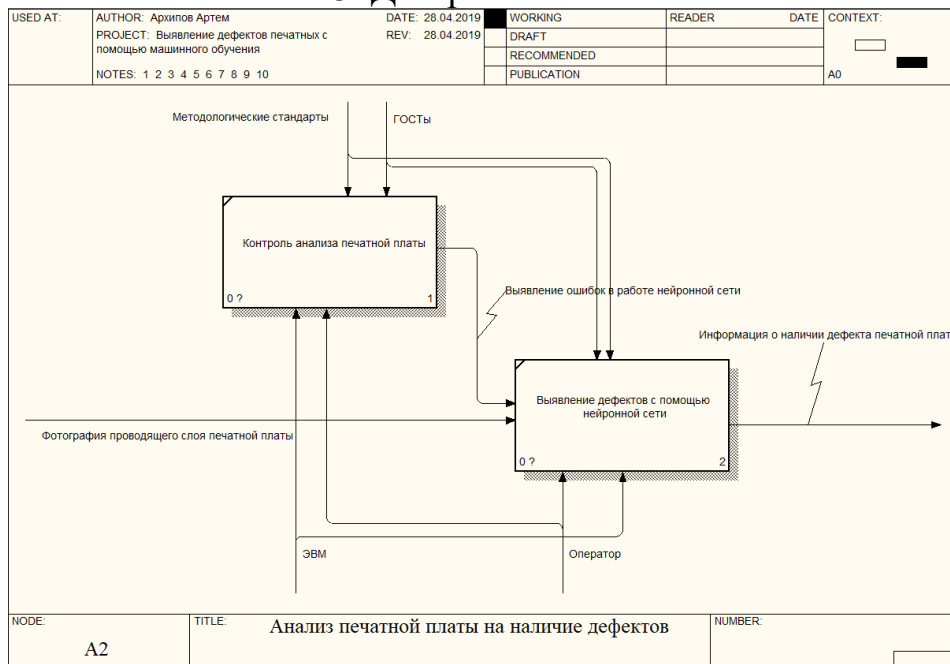


Рис. 4. Диаграмма IDEF A2



Рис.5. Виды дефектов ПП



Классическая постановка задачи распознавания образов с помощью нейронной сети: дано множество объектов. Проводится классификация относительно этих объектов. Множество состоит из подмножеств, которые именуют классами. Заданы: информация о классах, описание всего множества и описание информации об объекте, принадлежность которого к определенному классу неизвестна. Требуется по имеющейся информации о классах и описании объекта установить – к какому классу относится этот объект [10]. Исходными данными для обучения нейронной сети являются входные параметры x_1, x_2, \dots, x_n , которыми являются изображения дефектов проводящего слоя печатной платы и фотографиями печатных плат, на основе которых и будет обучаться нейронная сеть для последующего выявления дефектов. Результатирующими данными является информация о наличии дефекта на ПП.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение нейронных сетей для выявления дефектов является отличным вариантом для снижения роли человеческого фактора при проектировании ПП.

Литература

1. Медведев А. Мир электроники. Технология производства печатных плат. – М.: Техносфера, 2005. – 323 с.
2. Гизатуллин З.М. Электромагнитная совместимость электронно-вычислительных средств при воздействии электростатического разряда // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2009. – №1-2. – С. 104-112.
3. Гизатуллин З.М. Анализ электромагнитной обстановки внутри зданий при воздействии разряда молнии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – №1-2. – С. 38-47.
4. Гизатуллин З.М. Технология прогнозирования и повышения электромагнитной совместимости цифровых электронных средств при внешних высокочастотных импульсных электромагнитных воздействиях // Технологии электромагнитной совместимости. – 2010. – №3. – С. 22-29.
5. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г. Методика физического моделирования воздействия разряда молнии на летательные аппараты // Известия вузов. Авиационная техника. – 2016. – №2. – С. 3-6.
6. Гизатуллин Р.М., Гизатуллин З.М. Помехоустойчивость и информационная безопасность вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания: монография. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 142 с.
7. Галушкин А. И. Синтез многослойных систем распознавания образов. – М.: Энергия, 1974. – 368 с.
8. ГОСТ Р 56251-2014. Платы печатные. Классификация дефектов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 103 с.
9. Калацкая Л. В., Новиков В. А., Садов В.С. Организация и обучение искусственных нейронных сетей. – Минск: Изд-во БГУ, 2003. – 72 с.
10. Бонгард М.М. Проблемы узнавания. – М.: Физматгиз, 1967. – 247 с.