

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИИ ДЕФЕКТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Клочков А.Я.¹, Левина Т.А.², Клочкова Д.А.², Клочков Я.М.²

¹ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П. А. Костычева», г. Рязань

²ФГАОУ ВО «Московский Политехнический Университет», г. Москва.

gluhihyak@gmail.com

Ключевые слова: интеллектуальный анализ, электронные компоненты, дефекты, искусственный интеллект.

В настоящее время электронные системы искусственного интеллекта [1] и управления числовыми программными данными станков являются актуальным инструментом управления качеством эффективности работы в специальном машиностроении, в частности аддитивных технологий [2], на этапе наладки и тестирования производства изделий единичного производства [3]. Однако, анализ литературных данных [4], представленных в публикациях [5-13], освещает наличие неоднозначных проблем в области воспроизводимости характеристик деталей [14] для обеспечения достоверной разработки методологии использования подобных систем [15].

Сейчас очень модно применение автоматизированных систем управления изготовления деталей [16] с использованием в дальнейшем искусственного интеллекта (ИИ). Как известно имеется ГОСТ Р 59277-2020 по актуальным характеристикам ИИ, в котором обращено внимание на исходные данные ПО и ее достоверную надежность использования в производстве, но в этом ГОСТе концептуально обозначена проблема дефектности электронного оборудования, на котором и зиждется программное обеспечение (ПО). По нашим данным [5-13] оказалось меняются характеристики электронных компонентов в том числе датчиков [6-10] применяемых в сельскохозяйственных машинах и оборудования, с которых поступает информация для обработки в нейронных сетях в том числе ИИ.

В этой работе предлагается при совершенствовании характеристик ИИ, обозначенных в ГОСТ Р 71476-2024 учитывать дефекты электроники ИИ, которые динамически могут изменяться в процессе эксплуатации ПО ИИ особенно при влиянии внешних воздействующих факторах. Здесь уточняется методика исследования этих дефектов [16] за счет определения параметров электронной заселенности энергетических уровней в элементах ИИ, что позволяет их учитывать при отработке программы работы ИИ и дополнительной корректировки граничных условий применения специального программного обеспечения.

Электронная заселенность энергетических уровней дефектов в электронных системах ИИ определяется электрически активными дефектами, которые приводят к деградации характеристик компонентов нейросетевого взаимодействия.

Изменение электронной заселенности энергетического уровня дефекта можно выразить с помощью следующего кинетического уравнения

$$\frac{dn}{dt} = \frac{dp}{dt} - \frac{dn}{dt} = e_p p_T - c_p p n_T - e_n n_T + c_n n p_T \quad (1)$$

где $e_p = e_p^0 + e_p^t$ и $e_n = e_n^0 + e_n^t$. Внутри области $W - W_0$, где n и p пренебрежимо малы, уравнение (1) преобразуется к виду

$$dn_T / dt = (e_p^0 + e_p^t)(N_{TT} - n_t) - (e_n^0 + e_n^t)n_T \quad (2)$$

При стационарных условиях для электронной заселенности дефекта можно получить

$$\frac{n_T}{N_{TT}} = \frac{e_p^0 + e_p^t}{e_p^0 + e_p^t + e_n^0 + e_n^t} \quad (3)$$

Уравнение (3) показывает, что заселенность в области эффективной генерации перехода полностью определяется эмиссионными процессами, следовательно с помощью переходов с обратным смещением нельзя получить никакой прямой информации о процессах захвата.

Чтобы измерить постоянные захвата, необходимо убрать (или, по крайней мере, уменьшить) смещение на определенный промежуток времени. Обедненный носителями слой тогда сокращается, ибо свободные носители получают возможность участвовать в процессах рекомбинации. Область пространства, где имеют место процессы рекомбинации — это та область, через которую движется обедненный носителями слой. Кинетическое уравнение для процессов захвата задается уравнением (1), которое при низких температурах и в темноте (когда и e_n и e_p гораздо меньше, чем $c_p p$ или $c_n n$) преобразуется к виду $\frac{dn}{dt} = c_n n p_t - c_p p n_t$.

Результирующая заселенность затем может быть исследована с помощью любого перехода с обратным смещением. Кроме того, из уравнения (3) видно, каким образом можно разделить скорости тепловой и оптической миссий, т.к. при низких температурах (когда и e_n^t и e_p^t пренебрежимо малы), заселенность определяется только оптическими процессами, в то время как в темноте n_T/N_{TT} целиком определяется тепловыми процессами.

Приведенный теоретический анализ позволяет объяснить недавние исследования [5-13] и подтвердить достоверное влияние этих дефектов на различные микроэлементы и микросхемы входящие в состав нейронных сетей ИИ что позволяет не только управлять бизнес-процессами в АПК но и осуществлять проектирование адаптивной системы менеджмента качества на машиностроительных предприятиях. Таким образом на сегодняшний день появляется возможность проведения интеллектуального анализа корреляции теории и эксперимента динамических дефектов электронных компонентов, которые влияют на характеристики искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Левина, Т. А. Анализ методов и средств оценки качества поверхностного слоя изделий, получаемых SLM-методом из жаропрочных сплавов / Т. А. Левина, Е. В. Сафонов, М. Х. То // Пром-Инжиниринг: труды VII всероссийской научно-технической конференции, Москва, Челябинск, Новочеркасск, Волгоград, Сочи, 17–21 мая 2021 года. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. – С. 90-96.
2. Levina, T. A. Analysis of Methods and Measuring Instruments Used for Super Alloy Products (Obtained by SLM-Method) Surface Layer Quality Evaluation / T. A. Levina, E. V. Safonov, T. M. Hung // Proceedings of the 7th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2021) : ICIE: International Conference on Industrial Engineering, Sochi, 17–21 мая 2021 г. Vol. 2. – Челябинск: Springer, 2022. – P. 174-186. – DOI 10.1007/978-3-030-85230-6_21.
3. Клочков, А. Я. Нейросетевые методы анализа главных компонент в задачах обработки данных дистанционного зондирования Земли / А. Я. Клочков, Н. А. Бычкова, Н. В. Акинина // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 6-2(51). – С. 69-76.
4. Левина, Т. А. К вопросу о влиянии параметров процесса на механические свойства 3D-печати FDM: комплексный обзор / Т. А. Левина, И. С. Кушнир, Я. М. Глухих, А. Я. Клочков // Вестник РГАТУ. – 2023. – Т.15, №3. – С.123-131.
5. Левина, Т. А. Надежность электронных систем, обеспечивающих нейронные связи искусственного интеллекта в сельскохозяйственном машиностроении / Т. А. Левина, А. В. Шемякин, Я. М. Клочков [и др.] // Вестник РГАТУ. –2024. – Т.16, №3. – С.141-150.
6. Кудряшова, Д. А. Релаксационные процессы технической эксплуатации полупроводниковых материалов и структур в технике / Д. А. Кудряшова, Я. М. Глухих, Т. А. Левина // Инновационные инженерные решения для АПК: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 28 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 200-204. – EDN OSSVTB.

7. Каширин, Д. Е. Анализ точности определения электрических параметров диодов Шоттки, широко применяемых в сельском хозяйстве / Д. Е. Каширин, Т. А. Левина, Я. М. Глухих [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С.83-88.
8. Каширин, Д. Е. Оценка качества датчиков, применяемых в сельскохозяйственной технике / Д. Е. Каширин, А. Я. Клочков, Т. А. Левина [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2023. – Т.15, №1. – С. 136-143.
9. Клочков, А. Я. Совершенствование технологии и средств контроля сенсорных компонентов сельскохозяйственной техники / А. Я. Клочков, А. И. Чернявский, Я. М. Клочков, Д. А. Кудряшова // СМИС-2024. Технологии управления качеством: Материалы Международной научно-технической конференции, Москва, 22–24 мая 2024 года. – Москва: Московский Политех, 2024. – С.420-428. – EDN AXICWL.
10. Глухих, Я. М. Особенности полупроводникового материала повышенной стойкости для датчиков Холла сельскохозяйственной техники / Я. М. Глухих, Д. А. Кудряшова, Т. А. Левина // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань: РГАТУ, 2023. – С.13-14.
11. Глухих, Я. М. Параметры и свойства материалов при низкотемпературном освещении ОКГ интеллектуальных электронных технических систем АПК / Я. М. Глухих, Д. А. Кудряшова, Т. А. Левина // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань: РГАТУ, 2023. – С.15-16.
12. Кудряшова, Д. А. Свойства полупроводникового материала для интеллектуальной системы АПК в далекой инфракрасной области / Д. А. Кудряшова, Я. М. Глухих, Т. А. Левина // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С.31-32.
13. Кудряшова, Д. А. Сенсоры в сельскохозяйственной технике / Д. А. Кудряшова, Я. М. Глухих, Т. А. Левина // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С.33-34.
14. Bavykin, O. Use of fractal analysis to evaluate the surface quality of agricultural machinery parts / O. Bavykin, T. Levina, V. Matrosova [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P.00189.
15. Клочков, А. Я. Дифференциальный метод как один из инструментов функционального анализа сельскохозяйственных технических систем / А. Я. Клочков, Т. А. Левина, В. В. Мартишкин, Я. М. Глухих // Вестник РГАТУ. – 2022. – Т.14, №4. – С.145-153.
16. Клочков, А.Я. Тестирование технологии изготовления кремниевых интегральных микросхем по глубоким центрам с применением тестовой ячейки. // Вестник РГРТА. – Вып. 1. – Рязань. – 1996. – С.93-98.

Сведения об авторах

Клочков Анатолий Яковлевич, к. т. н., доцент кафедры «Электроснабжения», ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. Научный интерес: фотоника.

Левина Татьяна Анатольевна, к. т. н., зав. кафедрой «Стандартизации метрологии и сертификации», ФГАОУ ВО Московский Политехнический Университет. Научный интерес: управление качеством.

Клочкова Дарья Андреевна, студент кафедры «Технологии и управление качеством в полиграфическом и упаковочном производстве». Научный интерес: управление качеством.

Клочков Яков Михайлович, студент кафедры «Материаловедения», ФГАОУ ВО Московский Политехнический Университет. Научный интерес: материаловедение.

**INTELLIGENT ANALYSIS OF THE CORRELATION BETWEEN DEFECTS
IN ELECTRONIC COMPONENTS AND THE CHARACTERISTICS OF ARTIFICIAL
INTELLIGENCE**

A.Ya. Klochkov¹, T.A. Levina², D.A. Klochkova², Ya. M. Klochkov²

¹ RSATU

²Moscow Polytechnic University

This paper examines the impact of defects in electronic components on the performance of artificial intelligence systems. A methodology is proposed for evaluating the occupancy of energy levels associated with such defects, which is essential for adaptive quality management in mechanical engineering and the agro-industrial complex.