



ИННОВАТИКА-2023



**XIX Международная школа-конференция студентов,
аспирантов и молодых ученых**

*21–22 апреля 2023 г.
г. Томск, Россия*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Болгарская Академия наук

Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова

Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов

ГК «Геоскан»

ИННОВАТИКА-2023

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**XIX Международной школы-конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых**

21–22 апреля 2023 г.

г. Томск, Россия

Scientific & Technical Translations



**ИЗДАТЕЛЬСТВО
Томск – 2023**

УДК 332.1:025.4
ББК 32.9+65.2
И66

И66 **Иноватика-2023:** сб. материалов XIX Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (21–22 апреля 2023 г.) / под ред. С.Л. Минькова. – Томск : СТТ, 2023. – 510 с.

ISBN 978-5-93629-695-6

Представлены материалы XIX Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Иноватика-2023», на которой были рассмотрены актуальные проблемы в области иноватики. В издание включены материалы докладов секций «Инновационные технологии и проекты», «Информационные технологии цифрового общества», «Управление качеством», «Инновационная деятельность: единство образования, науки и практики».

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Иноватика», «Управление качеством», «Прикладная информатика», а также аспирантов, научных работников, преподавателей и всех, кто интересуется современными проблемами инновационного развития России и за рубежом.

УДК 332.1:025.4
ББК 32.9+65.2

Программный комитет

д.т.н., Шидловский С.В.; д.ф.н., акад. Саботинов Н.В.; д.псх.н., проф. Галажинский Э.В.; д.ф.-м.н., проф. Соснин Э.А.; д.т.н., проф. Шелупанов А.А.; д.ф.-м.н., к.т.н. Казьмин Г.П.; д.т.н., проф. Сыряжкин В.И.; к.ф.-м.н., ст.н.с. Миньков С.Л.; к.т.н., доц. Костина М.А.; к.ф.-м.н., доц. Нариманова Г.Н.

Материалы публикуются в авторской редакции.
Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного Оргкомитетом,
с минимальным издательским редактированием

ISBN 978-5-93629-695-6

© Авторы, 2023

**MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**National Research Tomsk State University
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
Bulgarian Academy of Sciences
Academy of Engineering Sciences named after A.M. Prokhorov
All-Russian Society of Inventors and Rationalizers
Geoscan Group**

INNOVATION-2023

PROCEEDINGS

**The XIX International School-Conference of Students,
Graduate Students and Young Scientists
April 21-22, 2023
Tomsk, Russia**

Scientific & Technical Translations



**PUBLISHING
Tomsk – 2023**

UDC 332.1:025.4
LBC 32.9+65.2
I66

I66 **Innovation-2023**: Proc. of XIX International school-conference of students, graduate students and young scientists (April 21-22, 2023) / edited by S.L. Minkov. – Tomsk : STT, 2023. – 510 pp.

ISBN 978-5-93629-695-6

Proceedings of the XIX International School-Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Innovatika-2023" are presented, at which topical problems in the field of innovation were considered. The publication includes materials from the reports of the sections "Innovative Technologies and Projects", "Information Technologies of Digital Society", "Quality Management", "Innovation Activity: The Unity of Education, Science and Practice".

For students studying in the areas of training "Innovation", "Quality Management", "Applied Computer Science", as well as graduate students, researchers, teachers and anyone interested in contemporary problems of innovative development in Russia and abroad.

UDC 332.1:025.4
LBC 32.9+65.2

Program committee

prof. Shidlovsky S.V., acad. Sabotinov N.V.; prof. Galazhinsky E.V.; prof. Sosnin E.A.; prof. Shelupanov A.A.; assoc.prof. Kazmin G.P.; prof. Syryamkin V.I.; assoc.prof. Minkov S.L.; assoc.prof. Kostina M.A.; assoc.prof. Narimanova G.N.

Materials are published in the author's edition.
Printed from the ready-made file provided by the Program Committee.

ISBN 978-5-93629-695-6

Copyright © Authors, 2023

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ПОВЕРХНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ НЕЙРОСЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ

В.И. Левкевич, Б.П. Иваненко, С.А. Клестов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
645105@bk.ru*

CLASSIFICATION OF PRINTED CIRCUIT BOARD SURFACE DEFECTS BY NEURAL NETWORK METHODS

V.I. Levkevich, B.P. Ivanenko, S.A. Klestov

National Research Tomsk State University

Relevant is the creation of specialized software based on neural network technologies for solving the problems of forensic flaw detection and diagnostics of printed circuit boards.

Keywords: X-ray flaw detection, neural networks, classification.

Нейросетевая постановка задачи, как правило, состоит из нескольких этапов:

- первый этап – физическая постановка задачи с целью построения обучающих выборок;
- второй этап – предобработка исходных данных;
- третий этап – построение обучающих выборок;
- четвертый этап – выбор архитектуры сети и алгоритма ее обучения;
- пятый этап – получение и анализ результатов.

Для решения задачи дефектоскопии радиоэлектронных устройств необходимо разработать специализированные программы, основанные на нейросетевых технологиях. Эти программы должны быть обучены на изображениях дефектов проводящего слоя печатной платы, чтобы в дальнейшем определять их на других изображениях. Классификация объектов осуществляется на основе информации о классах и описании объекта, который необходимо классифицировать. Нейронная сеть должна установить принадлежность объекта к определенному классу на основе имеющейся информации, используя методы машинного обучения и статистического анализа данных. Такой подход позволяет повысить точность определения дефектов и ускорить процесс дефектоскопии, что является важным фактором в производственной деятельности [1–3].

В данной работе использовались цифровые модели печатной платы (рис. 1) с 6 основными дефектами, которые были решены с помощью

многослойного персептрона, обученного методом обратного распространения ошибки. В число дефектов входят: выступ, вырыв, островок, разрыв, короткое замыкание (КЗ), прокол [3–5].

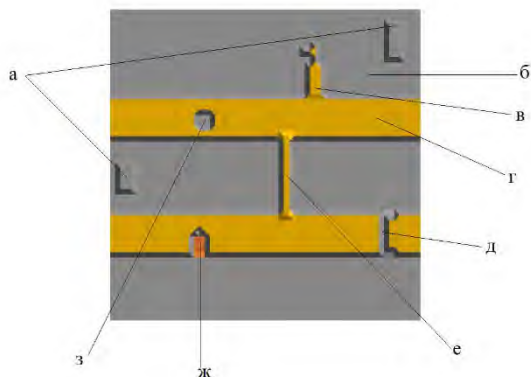


Рис. 1. Цифровая модель печатной платы: а – остров; б – плата; в – выступ; г – дорожка; д – разрыв; е – КЗ; ж – вырыв; з – прокол

Полями обучающей выборки являются: координаты модели, значение интенсивности сигнала, эталонные значения интенсивности, отклонение интенсивности от эталонных значений и класс дефекта. В таблице 1 выборочно приведены полученные результаты.

Т а б л и ц а 1

Результаты работы многослойного персептрона			
Класс1:	Плата	Правильно:	612 (100%)
		Неуверенно:	0 (0%)
		Неправильно:	0 (0%)
		Всего:	612
Класс2:	Дорожка	Правильно:	361 (100%)
		Неуверенно:	0 (0%)
		Неправильно:	0 (0%)
		Всего:	361
Класс3:	Выступ	Правильно:	7 (100%)
		Неуверенно:	0 (0%)
		Неправильно:	0 (0%)
		Всего:	7
Класс4:	Вырыв	Правильно:	7 (100%)
		Неуверенно:	0 (0%)
		Неправильно:	0 (0%)

		Всего:	7
Класс5:	Островок	Правильно:	5 (100%)
		Неуверенно:	0 (0%)
		Неправильно:	0 (0%)
		Всего:	5
Класс6:	Разрыв	Правильно:	12 (100%)
		Неуверенно:	0 (0%)
		Неправильно:	0 (0%)
		Всего:	12
Класс7:	Короткое замыкание	Правильно:	16 (100%)
		Неуверенно:	0 (0%)
		Неправильно:	0 (0%)
		Всего:	16
Класс8:	Прокол	Правильно:	4 (100%)
		Неуверенно:	0 (0%)
		Неправильно:	0 (0%)
		Всего:	4

Работа требует дальнейшего изучения и проработки методики с последующим переходом на более крупные участки печатных плат. Полученные результаты в таблице свидетельствуют об эффективности выбранной методики.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-19-00389, <https://rscf.ru/project/22-19-00389>.

Литература

1. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. – Новосибирск : Наука, 1996. – 276 с.
2. Нейроинформатика / А.Н. Горбань, В.Л. Дунин-Барковский, А.Н. Кирдин и др. – Новосибирск : Наука, 1998. – 296 с.
3. Иваненко Б.П. Нейросетевое имитационное моделирование при решении задач рентгеновской дефектоскопии радиоэлектронных устройств // Интеллектуальные системы 4-й промышленной революции : сборник материалов V Международного форума, Томск, 24–25 ноября 2022 года / под ред. В.И. Сырямкина. – Томск : STT, 2023. – С. 31–33.
4. Syryamkin V.I., Klestov S.A., Suntsov S.B. Design of 3D X-ray Microtomograph based on its digital twin // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2022. – Vol. 58, No. 11. – P. 1041–1049.
5. Сырямкин В.И., Иваненко Б.П., Клеостов С.А. Разработка нейроимитатора для обработки данных рентгеновской дефектоскопии // Телекоммуникации. – 2023. – № 3. – С. 9–16. – doi: 10.31044/1684-2588-2023-0-3-9-16.