УДК 004.42:621.396.6

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Дроздов Н.А., Трутнев Н.А., Быстров М.Ю.

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

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – к. т.. н., доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В статье рассматривается применение искусственного интеллекта для оптимизации проектирования печатных плат. Описаны этапы взаимодействия с ИИ при анализе и модификации компоновки элементов. Особое внимание уделено практическому примеру: сравнивается исходная компоновка платы и предложенное ИИ решение, направленное на снижение тепловой нагрузки, повышение износостойкости и уменьшение колебаний платы. Также анализируются современные методы автоматического проектирования и внедрения ИИ в *CAD*-системы. Сделаны выводы о перспективах использования ИИ как инструмента инженерного проектирования нового поколения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, печатная плата, оптимизация, проектирование, компоновка, автоматизация, нейросети, инженерия.

Введение. Сборка печатных плат (ПП) − это процесс, который включает в себя установку электронных компонентов на печатные платы и их последующее соединение для создания функционального устройства или системы. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в эту область открывает новые перспективы для оптимизации всего цикла проектирования и производства. ИИ способен не только автоматизировать рутинные операции, но и предложить инновационные решения для сложных инженерных задач, таких как оптимальная компоновка компонентов, прогнозирование тепловых режимов, анализ электромагнитной совместимости [1].

Искусственный интеллект (ИИ) – это не инструмент или программа, а отдельное направление компьютерных наук. ИИ использует алгоритмы, которые позволяют компьютеру обрабатывать большие объёмы данных и находить в них закономерности. На основе этих закономерностей он может делать выводы, предсказывать события или принимать решения [2].

Основная часть. Для использования искусственного интеллекта в проектировании печатных плат необходимо выполнить следующие шаги.

1 Подготовка и сбор данных о печатной плате.

2 Отправление данных о плате искусственному интеллекту и объяснение интересующих нас задач.

3 Проверка достоверности ответов искусственного интеллекта.

4 Использование ответов ИИ на практике и оценка результата.

Проектирование печатных плат является одной из ключевых стадий в разработке электронных устройств. Сложность данной задачи обусловлена необходимостью размещения большого количества компонентов на ограниченном пространстве при соблюдении технических и электрических требований, таких как минимизация помех, соблюдение правил трассировки, тепловой анализ платы и электромагнитная совместимость. Традиционные методы проектирования зачастую требуют значительных временных и человеческих ресурсов, особенно на этапе трассировки и проверки схемы. В связи с этим актуализируется применение методов искусственного интеллекта для оптимизации процессов проектирования печатных плат [3].

Одним из наиболее перспективных направлений является применение ИИ для автоматической расстановки компонентов, обнаружение дефектов и предсказания платы

отказов. Алгоритмы обучения с подкреплением позволяют моделировать процесс размещения элементов как задачу поиска оптимального решения в условиях ограничений [4].

С целью демонстрации применения ИИ в оптимизации проектирования, мы прикрепили фото компоновки существующей платы, изображенной на рисунке 1, и попросили поменять компоновку, чтобы повысить износостойкость, уменьшить температуру платы в рабочем режиме и понизить колебания платы. На что получили следующий ответ в соответствии с рисунком 2.

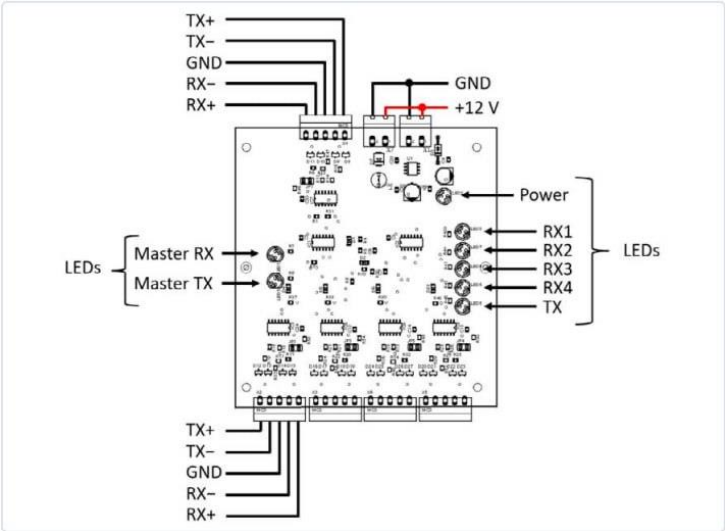

Рисунок 1 – Вид компоновки существующей платы

Уменьшение температуры:

- Распредели микросхемы и светодиоды равномерно с зазором 2 мм.
- Перемести разъём питания ближе к центру (X: 30,5 мм, Y: 6,6 мм).
- Добавь тепловые площадки на нижней стороне для отвода тепла.

Повышение износостойкости:

- Добавь монтажные отверстия рядом с разъёмами (X: 5 мм, Y: 18 мм; X: 56 мм, Y: 18 мм).
- Увеличь зазор между пассивными компонентами до 1,5 мм.
- Нанеси защитное покрытие на плату.

Снижение колебаний:

- Добавь два монтажных отверстия в центре длинных сторон (X: 30,5 мм, Y: 3 мм; X: 30,5 мм, Y: 33 мм).
- Распредели разъёмы равномерно (например, RX1-RX4 ближе к центру).
- Увеличь толщину платы до 2 мм и используй демпфирующие прокладки.

Рисунок 2 – Рекомендации ИИ по оптимизации работы печатной платы

ИИ позволяет существенно упростить этап трассировки печатных соединений, а применение генеративного дизайна позволяет сформировать топологию платы на основе заданных параметров и ограничений, используя, например, генетические алгоритмы.

Современные *CAD*-системы всё чаще интегрируют ИИ-инструменты. Так, программное обеспечение *Altium Designer* включает модули анализа компоновки с элементами машинного обучения, а в *Autodesk Fusion 360* реализована поддержка генеративного проектирования [5].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение ИИ в проектирование печатных плат сопряжено с рядом трудностей [6]. Необходимость наличия больших массивов обучающих данных, ограниченная интерпретируемость некоторых моделей, а также

необходимость экспертной валидации выходных решений остаются сдерживающими факторами. Тем не менее, в перспективе ожидается появление облачных платформ, которые позволят автоматически проектировать, проверять и оптимизировать платы с минимальным участием человека, обеспечивая высокую точность и надёжность результата.

Таким образом, применение ИИ в проектировании печатных плат открывает новые горизонты в области электроники. Развитие интеллектуальных систем позволяет не только ускорить проектирование, но и повысить его качество.

В перспективе можно предположить дальнейшего развития ИИ в области инженерии. Под развитием мы понимаем усиление знаний искусственного интеллекта в области РЭС или специально обученный ИИ, который специализируется на радиоэлектронике. Также можно ожидать внедрение ИИ ассистентов в популярные САПР такие как *SolidWorks*, *AutoCAD, AutoDesk Inventor* и другие.

Заключение. Искусственный интеллект уже сегодня кардинально меняет подходы к проектированию печатных плат, открывая новые горизонты в автоматизации, оптимизации и прогнозировании. Но это только начало масштабной трансформации, которая полностью изменит индустрию в ближайшем будущем. Интеллектуальные системы смогут анализировать тысячи параметров для оптимального подбора материалов и компонентов, учитывая не только технические характеристики, но и экономические факторы, экологичность и доступность ресурсов. Совместная работа человека и ИИ приведет к созданию принципиально новых методологий проектирования, где творческий потенциал инженера будет усилен вычислительной мощью и аналитическими способностями искусственного интеллекта.

Список литературы

1. *Революция в мире технологий: как искусственный интеллект меняет дизайн печатных плат … [Electronic resource]. – Date of access: March 23, 2025.* – https://www.rowsum.com/ru/.

2. *Искусственный интеллект: понятие, области применения … [Electronic resource]. – Date of access: March 23, 2025.* – https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-iskusstvennyi-intellekt/.

3. *Автоматизация проектирования печатных плат / Кузнецов А.В., Савин В.В – Радио и связь, 2017.*

4. *Применение искусственного интеллекта в производстве электроники … [Electronic resource]. – Date of access: March 24, 2025.* – https://necompany.ru/poleznaya-informatsiya/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-proizvodstve-elektroniki/.

5. *Altium Designer… [Electronic resource]. – Date of access: March 24, 2025.* – https://www.altium.com/ru/.

6. *Интеграция ИИ в электронику и электронные компоненты … [Electronic resource]. – Date of access: March 24, 2025.* – https://kimkit.ru/company/news/integratsiya_iskusstvennogo_intellekta_v_elektroniku_i_elektronnye_komponenty/.

UDC 004.42:621.396.6

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO OPTIMIZE THE DESIGN OF PRINTED CIRCUIT BOARDS

Drozdov N.A., Trutnev N.A., Bystrov M.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk Republic of Belarus

Alexseev V.F. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The article discusses the use of artificial intelligence to optimize the design of printed circuit boards. The stages of interaction with AI in the analysis and modification of the layout of elements are described. Special attention is paid to a practical example: the initial layout of the board is compared with the proposed AI solution aimed at reducing heat load, increasing wear resistance and reducing board fluctuations. Modern methods of automatic design and implementation of AI in CAD systems are also analyzed. Conclusions are drawn about the prospects of using AI as a new generation engineering design tool.

Keywords: artificial intelligence, printed circuit board, optimization, design, layout, automation, neural networks, engineering.