

Исх. № 1445-10-2025 от 28.10.2025

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Коробкова Максима Андреевича на тему «Разработка метода оценки выхода годных печатных плат по их конструктивно-технологическим параметрам», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.9. «Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры (технические науки)»

Постоянно растущая необходимость в увеличении количества производимой электронной продукции обуславливает необходимость повышения качества ее изготовления. Проектирование и производство печатных плат требуют совокупного учета широкого спектра технологических и конструктивных параметров, поэтому зачастую отсутствующая прямая связь между конструкторами и технологами делает затруднительным обеспечение необходимого качества изделий, в результате чего увеличиваются сроки и бюджет выпуска электронных изделий.

Обеспечить необходимый уровень качества печатной платы, как и любого другого изделия — важная научно-производственная задача. Метод, предложенный автором диссертации, позволяет оценить возможность выполнения данной задачи аналитически, опираясь на сформированный перечень конструктивных параметров печатной платы и характеристики операций технологического процесса ее изготовления. Необходимость внедрения такого метода прогнозной оценки выхода годных печатных плат на производства определяет **актуальность** выбранной темы диссертации Коробкова М.А.

Исходя из материалов автореферата, к **научным результатам**, определяющим научную новизну работы, можно отнести:

- математическую модель оценки вероятности выхода годных печатных плат, учитывающую влияние критически значимых технологических операций фотолитографии, травления, совмещения и сверления.
- метод оценки выхода годной печатной платы, основанный на применении разработанной математической модели и обеспечивающий автоматизацию определения вероятности выхода годной заготовки;
- методику определения конструктивно-технологических параметров печатной платы, позволяющую сформировать наборы параметров, удовлетворяющих заданной целевой вероятности выхода годных;
- методику определения параметров каплевидной контактной площадки сквозного металлизированного отверстия, обеспечивающую уменьшение размеров контактной площадки или снижение требований к точности оборудования для сверления.

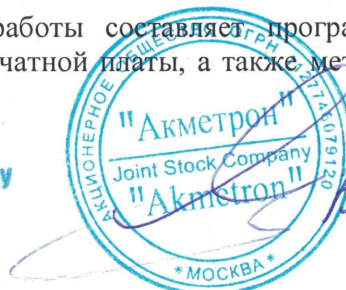
Теоретическая значимость результатов исследования заключается в развитии методов статистического управления процессами применительно к производству печатных плат. Разработанный метод оценки вероятности выхода годной печатной платы закладывает научные основы для количественной оценки качества проектирования печатных плат, используя их для создания систем автоматического проектирования печатных плат с нечеткой логикой.

Основную часть **практической значимости** работы составляет программное обеспечение для расчета вероятности выхода годной печатной платы, а также методика,

*Подпись руки
Рябожук А.С.
заверяю*



БРЯНСКАЯ А.А.
ДИРЕКТОР ПО ПЕРСОНАЛУ
ДОВЕРЕННОСТЬ № 7
ОТ 01.01.25



Рябожук А.С.

адрес, тел, e-mail

позволяющая определить рекомендуемые значения параметров конструкции печатной платы под требования конкретного производства или наоборот — определить необходимые технологические возможности производства предприятия-изготовителя под уже существующий проект печатной платы. Также практически полезными являются: методика расчета параметров каплевидной контактной площадки, обеспечивающая увеличение вероятности выхода годного изделия; алгоритм совмещения шаблона и заготовки на основе конечно-элементной сетки, компенсирующий систематическую составляющую погрешности операции на уровне каждого переходного отверстия в отдельности.

Достоверность и обоснованность результатов работы подтверждается использованием известных методов математического моделирования, статистической обработки результатов эксперимента, успешной экспериментальной апробацией результатов, полученных аналитическим путем с помощью применения компонентов предлагаемого метода, а также внедрением результатов работы в АО «НИЦЭВТ» и АО «АВЭКС».

Диссертационная работа не лишена **недостатков**:

- недостаточно полно рассмотрено применение метода для многослойных печатных плат, в которых используются дополнительные технологические операции (например, прессование и металлизация) и, как следствие, новые факторы;
- при описании экспериментальной составляющей работы не всегда представлены количественные оценки погрешностей средств измерений: например, непонятна причина погрешностей совмещения, приведенных на рисунках 9в и 9г;
- практические рекомендации в работе в основном касаются отдельных технологических операций, а не организации процесса производства печатных плат в целом;
- выбранная автором индексация обозначений затрудняет понимание содержания.

При этом, следует отметить, что отмеченные недостатки не снижают высокий научный уровень работы.

В целом, содержание автореферата позволяет считать, что диссертация Коробкова М.А. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и соответствующей требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор работы Коробков Максим Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.9 «Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры».

Коммерческий директор
АО «Акметрон», к.т.н.

Рябокуль Артем Сергеевич

*Подпись руки
Рябокуль А.С.*

БРЯНСКАЯ А.А.
ДИРЕКТОР ПО ПЕРСОНАЛУ
ДОВЕРЕННОСТЬ № 7
ОТ 01.01.25



Рябокуль А.С.

*заверено
Адрес: 109544, г. Москва
ул. Рабочая, д. 93, стр. 2
Тел.: +7-495-789-68-35*

e-mail: info.site@akmetron.ru

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ **МАИ**

29.10.2025