

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Щеглова Дмитрия Константиновича

на диссертацию Зайцева Петра Сергеевича на тему «Модели и методики обеспечения качества предпроизводственных этапов жизненного цикла радиоэлектронной продукции», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

Актуальность темы диссертации

Современное развитие радиоэлектронной промышленности характеризуется усложнением изделий при одновременной миниатюризации компонентов, ростом плотности компоновки и повышением требований к надежности и качеству. Эти тенденции усиливают значение предпроизводственных этапов жизненного цикла, включающих разработку, конструкторско-технологическую подготовку производства и обеспечение электронной компонентной базой (ЭКБ).

В условиях динамично изменяющегося рынка ЭКБ традиционные подходы к управлению качеством демонстрируют ограниченную эффективность, что требует разработки новых моделей и методик, обеспечивающих цифровизацию и повышение адаптивности производственных процессов.

Диссертационное исследование П.С. Зайцева направлено на решение актуальной научно-практической задачи по формированию научно-методического аппарата обеспечения качества предпроизводственных этапов жизненного цикла радиоэлектронной продукции (РЭП).

Разработанный в диссертационном исследовании научно-методический аппарат направлен на преодоление противоречия между необходимостью повышения технических характеристик и качества продукции и одновременно сокращением сроков разработки и подготовки производства.

Практическая значимость работы определяется ориентацией на снижение трудоемкости предпроизводственных операций, сокращение сроков адаптации к рыночным изменениям и повышение управляемости качеством.

Научная новизна исследования подтверждается разработкой комплексного методического подхода к цифровизации процессов обеспечения качества, что создает основу для технологического развития отечественной радиоэлектронной промышленности в соответствии с современными тенденциями цифровой трансформации.

Таким образом, рецензируемая диссертация, посвященная разработке моделей, методов и инструментов обеспечения качества предпроизводственных этапов жизненного цикла РЭП, является актуальной и соответствует приоритетным направлениям развития промышленности Российской Федерации.

Структура и содержание работы

Структура и содержание диссертации соответствуют поставленной цели исследования. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, содержащего 115 источников, а также тринадцати приложений.

Основной материал изложен на 150 страницах машинописного текста, включая 22 таблицы и 55 рисунков.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, приведены положения, выносимые на защиту, обозначены научная новизна и практическая значимость, а также отражены результаты апробации.

В первом разделе представлен всесторонний анализ современного состояния и тенденций развития процессов предпроизводственной подготовки в условиях перехода к контрактной модели производства. Автор отмечает общемировую тенденцию к цифровизации и автоматизации данных процессов, однако выявляет, что ряд операций остается трудноформализуемым и подверженным человеческому фактору. Особое

внимание уделено российской специфике, где при активном развитии контрактного производства сохраняется недостаточная интеграция между этапами разработки и изготовления, что снижает эффективность межконтрагентного взаимодействия.

Результатом проведенного анализа является выявление комплекса ключевых проблемных вопросов, характерных для предпроизводственного этапа, включая высокую трудоемкость, длительность технологической подготовки, субъективность оценок и отсутствие единой цифровой среды управления жизненным циклом изделия. Автор обоснованно делает вывод о необходимости целенаправленной цифровизации предпроизводственных процессов, что и определяет цель диссертации.

Во втором разделе математическая модель оценки вероятности несоответствий на этапе технологической подготовки производства электроники, основанная на использовании δ -функций для описания распределения дискретных случайных величин. Это позволяет количественно оценивать риски, связанные с выбором комплектующих и прогнозировать вероятность несоответствий на ранних стадиях проектирования.

Здесь же предложена оригинальная вероятностная модель оценивания качества сборки РЭП на основе рекуррентного знакопеременного ряда, позволяющая учитывать каскадное влияние дефектов и прогнозировать выходной брак по контрольным точкам. Приведенные результаты расчетов подтверждают результативность разработанных моделей и их практическую применимость, в частности – возможность снижения уровня брака в паяных соединениях за счет оптимизации контрольных операций.

В третьем разделе диссертационной работы автором разработан комплекс методик, направленных на цифровизацию ключевых процессов предпроизводственной подготовки:

- предложена методика автоматизации трудноформализуемых операций в САМ-системах на основе алгоритмической обработки топологии печатных плат;

- разработана методика автоматизированного формирования параметров компонентов РЭП через интеграцию с технологическими базами данных, исключая ошибки ручного ввода;

- создана методика автоматического пополнения базы параметров компонентов с использованием открытых сетевых ресурсов, обеспечивающая актуальность данных и минимизацию ошибок анализа ЭКБ.

Предложенные методики отличаются научной новизной и практической ценностью, способствуют снижению числа несоответствий и сокращению сроков технологической подготовки производства.

В заключении подведены итоги исследования, сформулированы основные выводы, полностью соответствующие поставленным задачам. Работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к кандидатским диссертациям.

Каждый раздел работы содержит значимые научные результаты, подтвержденные выводами по разделу. Оформление работы соответствует установленным требованиям к кандидатским диссертациям.

Научная новизна

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке моделей и методик совершенствования процессов предпроизводственной подготовки РЭП на основе интеграции математического аппарата, алгоритмизации технологических операций и динамической корректировки параметров качества.

К числу основных результатов, обладающих новизной, относятся:

1) модифицированная математическая модель оценки качества процессов комплектования ЭКБ, учитывающая вероятностные характеристики несоответствий поставок и совместимости компонентов, что обеспечивает повышение точности контроля входных материалов;

2) рекурсивная модель оценки качества процессов производства РЭП, позволяющая прогнозировать дефекты с более высокой точностью за счёт адаптивной коррекции вероятностных характеристик;

3) методика автоматизации трудноформализуемых операций предпроизводственной подготовки в САМ-системах, обеспечивающая снижение числа несоответствий и соответствие требованиям стандартов качества;

4) методика автоматизированного формирования параметров компонентов РЭП на основе интеграции с базами технологических данных, обеспечивающая стандартизацию процессов предпроизводственной подготовки.

5) методика автоматического определения параметров ЭКБ с использованием сетевых ресурсов, обеспечивающая цифровизацию анализа монтажа печатных плат и повышение точности предпроизводственной подготовки.

Полученные результаты соответствуют пунктам 3, 8, 9, 15 паспорта научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Практическая значимость

Практическая значимость работы заключается во внедрении разработанных моделей и методик в производственные процессы предприятий радиоэлектронной промышленности, что обеспечивает эффективную цифровизацию систем управления качеством на предпроизводственных этапах.

Практическую значимость и ценность диссертации подтверждают документы о внедрении и результаты апробации в ООО «ПАНТЕС», АО «НИИ «Масштаб», ООО «НПФ «Торэкс». Результаты исследования также внедрены в образовательный процесс ФГАОУ ВО «ГУАП».

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов исследования обеспечена корректным выбором методов, обоснованным использованием математического аппарата, логичностью полученных зависимостей и подтверждается практической реализацией предложенных методик. Теоретическая база опирается на современные достижения в области управления качеством, стандартизации и организации производства.

Результаты апробированы на международных и всероссийских конференциях, форумах и семинарах. По материалам исследования опубликовано 20 научных работ, включая 9 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, и одну статью в журнале, индексируемом в базе Scopus.

Соответствие автореферата диссертации

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Замечания по диссертации

Несмотря на высокий научный и практический уровень, в работе имеются отдельные замечания:

1) Формулировка противоречия нуждается в уточнении с точки зрения взаимосвязи понятия *«обеспечение качества предпроизводственных этапов жизненного цикла»* (С. 4) с требованиями миниатюризации ЭКБ и *«трансформацией логистических связей»*.

2) Предмет исследования (С. 7), на мой взгляд, определен не вполне корректно. Он сформулирован как объект исследования. При этом следует отметить, что согласно ГОСТ 7.0.11-2011 предмет и объект исследования не являются обязательными атрибутами диссертации и автореферата диссертации.

3) В диссертации подробно рассмотрены нормативно-технические документы, регламентирующие производство РЭП, однако не в полной мере отражены документы, регламентирующие именно *«предпроизводственные этапы»*.

4) Разработанные в диссертации методики ориентированы в основном на контрактную модель кооперации (С. 14) и их адаптация к единому производственному циклу требует дополнительного рассмотрения.

5) Модели оценки качества процессов комплектования изделий (С. 66-74) целесообразно апробировать на ретроспективных производственных данных для подтверждения прогнозной точности.

6) Модель оценивания качества процессов производства РЭП (С. 75-79) носит аналитический характер, однако не содержит встроенных механизмов формирования управленческих решений по устранению выявленных причин брака в автоматическом режиме.

7) Алгоритм программы автоматизированного определения параметров ЭКБ ориентирован на работу с международными каталогами элементной базы (С. 103-105), что ограничивает его применение в условиях импортозамещения и обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации.

Отмеченные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей высокой оценки работы, не затрагивают научной новизны и практической значимости полученных результатов.

Заключение

Диссертационное исследование П.С. Зайцева является актуальной завершённой научно-квалификационной работой, в котором решена актуальная задача повышения качества и результативности предпроизводственных процессов радиоэлектронной продукции путем разработки и внедрения математических моделей и цифровых методик управления качеством.

Разработанные решения обладают научной новизной, практической и теоретической ценностью, внедрены в реальную производственную практику работы предприятий радиоэлектронной промышленности.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Таким образом, диссертационная работа Зайцева П.С. соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. №842. Автор работы, *Зайцев Петр Сергеевич*, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Официальный оппонент

научный руководитель расчетно-исследовательского отдела

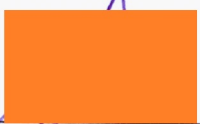
Акционерного общества «Научно-производственное объединение «Северо-Западный региональный центр Концерна ВКО «Алмаз – Антей» – Обуховский завод» (АО «НПО «Обуховский завод»),

член корреспондент РАЕН и РАКЦ,

кандидат технических наук, доцент,

почетный машиностроитель,

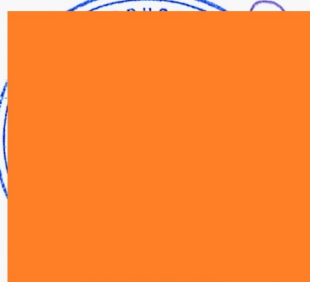
тел.: (921) 448-59-58, email: _dk@bk.ru

 / Д.К. Щеглов /
«07» 11 2025 г.

Подпись Щеглова Д.К. заверяю:

Заместитель генерального директора – генеральный конструктор

АО «Научно-производственное объединение «Северо-Западный региональный центр Концерна ВКО «Алмаз – Антей» – Обуховский завод»

 /А.В. Васильев/