



ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу **Петрушевской Анастасии Андреевны**
МОДЕЛИ И МЕТОДИКИ ОРГАНИЗАЦИИ ЦИФРОВОГО
ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ
ВНЕДРЕНИЯ МЕЖМАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.02.22 – Организация производства
(радиоэлектроника и приборостроение)

Технологический передел сборки радиоэлектронных изделий, каким мы знаем его сегодня, принципиально не менялся с середины 80-х годов прошлого века, когда широкое распространение получил автоматизированный поверхностный монтаж. Конечно, неизменный тренд на миниатюризацию электронных компонентов с одновременным увеличением их функционала и, как следствием, повышением плотности выводов многовыводных компонентов и появлением микросхем с шариковыми выводами, повлиял и на технологии производства радиоэлектронной аппаратуры, но перечень типовых операций все тот же: нанесение припойной пасты, установка компонентов, оплавление и контроль.

В условиях, когда технология общедоступна и неизменна на протяжении длительного времени (в сравнении, например, с проектными нормами микроэлектроники, меняющимися каждый год), а потому не может быть секретом производства, единственным драйвером роста производительности труда и точкой сосредоточения усилий контрактных производителей электроники в конкурентной борьбе стало бескомпромиссное повышение эффективности на всех этапах производства, от закупки комплектующих до отгрузки заказчику.

Погоня за повышением эффективности приводит к необходимости наделения производственного оборудования функциями не только автоматизации, но и интеллектуализации в вопросах сбора, обработки, анализа

и корректировки управляющих решений. В этих условиях актуальной задачей представляется разработка моделей и методик, направленных на оптимизацию производственных процессов изготовления электронных изделий с помощью применения инструментов цифровизации.

Управление бизнес-процессами любого предприятия предполагает выстраивание единого информационного пространства, включающего в себя комплексную программно-аппаратную телекоммуникационную среду, обеспечивающую непрерывный обмен данными и объединяющую все информационные ресурсы предприятия. Сложность выстраивания и управления бизнес-процессами на сегодняшний день находится далеко за пределами так называемого ручного труда, а функции анализа и расчета всех параметров производства и управления перемещены в сферу информационных технологий.

С учетом изложенного может быть сделан вывод о безусловной актуальности темы диссертационной работы А.А. Петрушевой «Модели и методики организации цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе внедрения межмашинного взаимодействия» для повышения результативности процесса цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе разработки моделей и методик поэтапного внедрения межмашинного взаимодействия.

Исходя из сформулированной цели диссертантом, в работе были поставлены и решены следующие задачи исследований:

1. Разработка математической модели структуризации и типизации производственного процесса на основе оценки вероятностей переходов состояний технологической линии при монтаже радиоэлектронных изделий.

2. Разработка методики планирования производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий при их поэтапном совершенствовании, формирующая критериальную оценку состояния работоспособности производственной линии.

3. Разработка методики мониторинга процессов монтажа радиоэлектронных изделий и внедрения технологии межмашинного интеллектуального взаимодействия компонентов оборудования.

4. Разработка модели организации производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий на основе многопараметрических нечетких регуляторов с возможностью формирования базы данных.

Основные научные результаты исследований

Решение поставленных задач позволило добиться достижения цели исследований и вынести на защиту следующие результаты:

1. Математическая модель структуризации и типизации производственного процесса на основе оценки вероятностей переходов состояний технологической линии при монтаже радиоэлектронных изделий.

2. Методика планирования производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий при их поэтапном совершенствовании, формирующая критериальную оценку состояния работоспособности производственной линии.

3. Методика мониторинга процессов монтажа радиоэлектронных изделий и внедрения технологии межмашинного интеллектуального взаимодействия компонентов оборудования.

4. Модель организации производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий на основе многопараметрических нечетких регуляторов с возможностью формирования базы данных.

Научной новизной обладают следующие результаты исследований:

1. Математическая модель структуризации и типизации производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий, отличающаяся от существующих сокращением числа операций при вычислении вероятностей выпуска годных изделий и последующей корректировкой требований к минимальным вероятностям перехода состояний.

2. Методика планирования производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий при внедрении технологических инноваций, отличающаяся от известных проведением анализа параметров технологического процесса и формированием критериальной оценки работоспособности производственной линии.

3. Методика мониторинга монтажа радиоэлектронных изделий, отличающаяся от известных внедрением новых программно-аппаратных технологий межмашинного интеллектуального взаимодействия компонентов оборудования и адаптируемая в соответствии с характеристиками производственного процесса.

4. Модель организации производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий на основе многопараметрических нечетких регуляторов, отличающаяся от существующих процедурой принятия решений, реализованной в программной экспертной системе.

Практическую ценность обеспечивают следующие результаты исследований:

1. За счет внедряемых технических решений обеспечивается результативность монтажа радиоэлектронных изделий за счет уменьшения доли бракованной продукции с 2% до 0,5%.

2. Разработана математическая модель производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий, обеспечивающая определение вероятностей выполнения технологических операций при заданных объемах производимой партии и интенсивности загрузки оборудования для формирования критериальной оценки с целью принятия решения об изменении заданных характеристик работы оборудования.

3. Разработана методика мониторинга монтажа радиоэлектронных изделий и внедрения технологии межмашинного интеллектуального взаимодействия компонентов оборудования, обеспечивающая поэтапное уменьшения временных затрат на работу персонала от 1,2 до 3,5 раз за счет сокращения влияния человеческого фактора на технологический процесс.

4. Разработана модель организации процесса автоматического монтажа изделий радиоэлектроники и принятия решений посредством применения многопараметрических нечетких регуляторов и базы данных, реализованных в программном комплексе управления.

5. Разработаны и зарегистрированы в Роспатенте в 2018-2019 годах программы для ЭВМ, обеспечивающие практическую реализацию имитационного моделирования предложенных в диссертационном исследовании методик, а также базы данных, аккумулирующие данные и знания, необходимые для практической реализации разработанных в диссертационном исследовании моделей и методик.

К достоинствам работы следует отнести:

– последовательное и системное применение программных пакетов имитационного моделирования при проектировании производственных линий автоматического монтажа радиоэлектронных изделий.

– Высокую степень детализации этапов производственного процесса на основе большого объема статистической выборки.

– Разработку универсальной базы данных возможных видов дефектов и принятия решений по их устранению, состоящей из 561 правила.

– Грамотное описание особенностей организации технологического процесса и обоснование направления совершенствования производственного процесса радиоэлектронных изделий за счет внедрения киберфизических систем.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Растущие требования к качеству изделий радиоэлектроники, а также реализация политики импортозамещения влекут за собой необходимость разработки инновационных методов и моделей управления цифровыми производствами. Важнейшие функции большинства радиоэлектронных устройств и систем выполняются на основе программируемых электронных компонентов, расположенных на платах печатного монтажа. Внедрение

элементов концепции «Индустрия 4.0» и сокращение влияния «человеческого фактора» определяются задачами повышения результативности производства.

Диссертационное исследование состоит из введения, 3 разделов, заключения, списка использованной литературы, перечня сокращений и обозначений, приложений.

В диссертации последовательно описываются и разрабатываются:

1. Текущее состояние и перспективы развития интеграции технологических инноваций в производственные процессы монтажа радиоэлектронных изделий.

2. Модели и методики повышения результативности технологического процесса изготовления радиоэлектронных изделий в условиях цифровизации производства.

3. Модели и методика обеспечения результативности технологических процессов изготовления радиоэлектронных изделий на основе поэтапного внедрения технологических инноваций.

По поставленной цели и задачам исследования, основному содержанию и полученным результатам диссертационная работа А.А. Петрушевой соответствует заявленной научной специальности, а именно пп. 4, 5, 7, 10, 11 паспорта специальности 05.02.22 – «Организация производства» (радиоэлектроника и приборостроение).

Личное участие автора

Все результаты обработаны автором самостоятельно с помощью методов математического анализа, системного анализа, теории вероятности. Научные исследования и гипотезы прошли экспериментальную проверку посредством математического моделирования.

Автор с целью апробации представленных в диссертационном исследовании моделей и методик поэтапной организации цифрового производства в программе Tecnomatix Plant Simulation (Siemens PLM Software) разработал цифровую модель производственной линии промышленного предприятия изготовления радиоэлектроники, приближенную к реальному

производству. На всех стадиях разработки предложений автор производил эксперименты в процессе встраивания на технологическую линии элементы «Индустрии 4.0».

В диссертационном исследовании разработаны программы для ЭВМ на универсальном языке программирования C++, что обеспечит высокую скорость адаптации и удобство использования данного программного кода при интеграции с другими производственными средами.

Достоверность полученных выводов и результатов исследований

Научные положения, выводы и рекомендации имеют достаточно высокую степень обоснованности. В диссертации изучены и критически анализируются достижения и теоретические положения предшествующих исследователей по организации производства радиоэлектронных изделий на основе внедрения межмашинного взаимодействия.

Обоснованность и достоверность выводов и результатов исследования обеспечиваются опорой на выводы и современные научные достижения в области организации производства, выбором методов и подходов исследования и анализа исходных и промежуточных данных. Вышеперечисленные факторы совместно и применением математического аппарата, формализованностью рассуждений и логичностью выводов, позволяет судить о высокой степени обоснованности полученных научных положений, выводов и рекомендаций.

Полученные в диссертационной работе А.А. Петрушевской, результаты могут быть использованы при разработке и модернизации технологического оборудования, а также за счет поэтапной организации цифрового производства, усовершенствования процессов формирования и принятия управленческих решений путем разработки адаптивного программного комплекса.

Рекомендации по использованию полученных результатов

Результаты диссертационной работы А.А. Петрушевской могут быть рекомендованы для внедрения на предприятиях радиоэлектронной

промышленности, связанных с разработкой и производством изделий радиоэлектроники в процессе внедрения в производственный процесс элементов концепции «Индустрия 4.0», а также технического проектированию линии автоматического монтажа изделий радиоэлектроники.

Повышение результативности цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе разработки моделей и методик поэтапного внедрения межмашинного взаимодействия подтверждено актами об использовании, полученными автором от ООО «ПАНТЕС групп», ООО «ПФ «Элкон», ООО «Альт-Комплект», ООО «РБС:Консалтинг», ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Диссертационная работа не свободна от недостатков:

1. В таблице 2 на странице 54 в возможных причинах появления дефектов нанесения припойной (паяльной) пасты отсутствуют изменения реологических свойств материала по причине нарушений условий его хранения или подготовки перед нанесением.

2. Рисунок 32 на странице 65, иллюстрирующий модель второго уровня монтажа изделия, состоящего из составных частей, следовало бы для наглядности сопроводить схемой деления собираемого изделия.

3. Представленные в Главе 3 имитационные модели автоматизированного монтажа не учитывают возможного отклонения фактических значений температур в многозонной печи оплавления от уставок температурного профиля.

4. По тексту диссертации приведено большое количество аббревиатур и сокращений, заимствованных из зарубежных источников, что впоследствии может привести к увеличению срока практической реализации на отечественных предприятиях.

Приведённые недостатки не отменяют общей положительной оценки диссертационной работы А.А. Петрушевой.

Общая оценка диссертационной работы

Диссертационная работа А.А. Петрушевской «Модели и методики организации цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе внедрения межмашинного взаимодействия» представляет собой завершенной научное исследование, обладающее как научной новизной, так и практической значимостью, направленное на подготовку и переоборудование производственной базы для увеличения объемов и номенклатуры производимой продукции, повышения ее качества.

Автореферат диссертации в достаточном объеме отражает научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе.

Полученные А.А. Петрушевской научные результаты представлены в 32 публикациях, из них 10 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 7 статей, индексируемых в международных базах Scopus и WoS. Вместе с тем автором зарегистрировано в Роспатенте получено 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 2 свидетельства о государственной регистрации в баз данных.

Заключение

Считаю, что по актуальности выбранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, полученных лично автором, их достоверности и научной новизне диссертационная работа «Модели и методики организации цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе внедрения межмашинного взаимодействия» является завершенной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020).

На основании вышеизложенного полагаю, что Петрушевская Анастасия Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических

наук по специальности 05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)».

Руководитель направления «Системы-в-корпусе»

АО «ДжиЭс-Нанотех»

кандидат технических наук 05.10.2020


_____ **Дзюбаненко Сергей Владимирович**

Контактные данные.

ФИО: Дзюбаненко Сергей Владимирович



Почтовый адрес: 238052, Россия, Калининградская область, г. Гусев,
ул. Индустриальная, 11

Телефон: + 7 40143 36801

e-mail: dzyubanenko@hotmail.com

Подпись Дзюбаненко С.В. заверяю

М.П.

Генеральный директор
АО «ДжиЭс-Нанотех»


С.В.