



ГЛАГОД	Документ зарегистрирован
	« 09 » 10 2020 г.
	Вх. № 41-450/20

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Россия, Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д.1. Тел.: (812) 316-2394, факс: (812) 490-0591,
e-mail: komdep@bstu.spb.su, www.voenmeh.ru
ИНН 7809003047

07.10.2020 № 3/10
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновационному развитию,

канд. техн. наук, доцент

С.А. Матвеев



10 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» на диссертационную работу Петрушевой 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)

Актуальность темы диссертационного исследования

В настоящее время в различных отраслях промышленности и, в частности, в изготовлении изделий радиоэлектроники, внедряются технологии интеллектуализации производства. Несмотря на то, что применяемые на отечественных предприятиях технологии автоматического

монтажа печатных плат непрерывно развиваются, базовый состав оборудования технологической линии сохраняется, что является барьером для внедрения технологий цифрового производства. При этом переход к использованию современных комплектующих предъявляет повышенные требования как к производственному оборудованию, так и к производственным процессам.

Разработке и исследованию инструментов организации цифрового производства радиоэлектроники в условиях существующих ограничений и посвящена диссертационная работа А.А. Петрушевой.

Актуальность исследования подтверждена соответствием выбранной темы Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, предусматривающей совершенствование существующих и создание перспективных средств управления процессами изготовления радиоэлектроники посредством использования систем автоматизированного и интеллектуального управления. Также в качестве значимого направления радиоэлектронной отрасли для импортозамещения в стратегии отмечены системы автоматизированного и интеллектуального управления.

Проведенное Петрушевой А.А. исследование соответствует научным направлениям научно-технологического развития страны, определяемым «Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации», утвержденной указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642, в которой в качестве одного из приоритетов отмечены переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

С учетом изложенного выше тема диссертационного исследования Петрушевой А.А., направленная на повышение результативности процесса цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе разработки

моделей и методик поэтапного внедрения межмашинного взаимодействия является актуальной для отечественных предприятий.

Структура и содержание работы

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

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, уточнены цель и задачи диссертационного исследования, сформулированы основные положения, содержащие научную новизну, приведены научные положения, выносимые на защиту, обосновывается теоретическая и практическая значимость работы.

В первом разделе проанализировано текущее состояние и перспективы развития интеграции технологических инноваций в производственный процесс монтажа изделий радиоэлектроники, представлена общая характеристика и основные особенности внедрения элементов концепции «Индустрия 4.0» на цифровом производстве, проведен анализ текущей ситуации и выявлены направления совершенствования организации радиоэлектронного производства на основе оценки технической документации, выполнения НИОКР и патентной активности, представлено обоснование направления совершенствования производственного процесса изготовления радиоэлектроники за счет внедрения технологических инноваций, выделены особенности организации технологический процесс в условиях внедрения цифрового производства.

Во втором разделе представлены модели и методика повышения результативности производственного процесса изготовления изделий радиоэлектроники в условиях цифровизации производства. Проведена детализация этапов процесса автоматического монтажа радиоэлектроники за счет внедрения технологических инноваций с использованием аппарата марковских цепей. Разработаны: модель повышения вероятности выхода годных изделий радиоэлектроники в технологический процесс при заданных

требуемых значениях, математическая модель структуризации и типизации производственного процесса на основе оценки вероятностей переходов состояний технологической линии при монтаже радиоэлектронных изделий и методика планирования производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий при их поэтапном совершенствовании, формирующая критериальную оценку состояния работоспособности производственной линии.

В третьем разделе разработаны модели и методика обеспечения результативности производственного процесса изготовления изделий радиоэлектроники на основе поэтапного внедрения технологических инноваций. Проведен анализ функционирования технологической линии автоматического монтажа изделий радиоэлектроники при использовании киберфизических систем. Разработаны: методика мониторинга процессов монтажа радиоэлектронных изделий и внедрения технологии межмашинного интеллектуального взаимодействия компонентов оборудования, модель организации производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий на основе многопараметрических нечетких регуляторов и экспериментальная модель производственной цифровой линии с применением программного пакета Plant Simulation Siemens.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы по работе и их соответствие поставленным задачам диссертационного исследования.

Научная новизна полученных результатов

Научной новизной обладают следующие результаты диссертационной работы:

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.

Практическая ценность полученных результатов

Практическая ценность результатов диссертационной работы заключается в следующем:

– повышение результативности монтажа радиоэлектронных изделий за счет уменьшения доли бракованной продукции с 2% до 0,5%.

– разработка математической модели 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.

– разработка методики 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.

– разработка модели организации процесса автоматического монтажа изделий радиоэлектроники и принятия решений посредством применения многопараметрических нечетких регуляторов и базы данных, реализованных в программном комплексе управления.

– семь разработанных и зарегистрированных в Роспатенте в 2018-2019 годах программ для ЭВМ, обеспечивающих практическую реализацию имитационного моделирования предложенных в диссертационном исследовании методик. Три созданных и зарегистрированных в Роспатенте в 2018-2019 годах базы данных, аккумулирующих данные и знания, необходимые для практической реализации разработанных в диссертационном исследовании моделей и методик.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных результатов обусловлена корректностью применяемых математических аппаратов, обоснованием выбранных пакетов имитационного моделирования, строгое соответствие отечественным и зарубежным стандартам, апробацией результатов исследования на предприятиях промышленности.

Рекомендации по использованию полученных результатов

Полученные в диссертационной работе Петрушевской А.А. результаты рекомендуются к использованию при организации цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе внедрения межмашинного взаимодействия.

Соответствие содержания диссертации заявленной научной специальности.

По поставленной цели и задачам исследования, основному содержанию и достигнутым результатам диссертационная работа соответствует паспорту

специальности 05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)». Соответствие выявляется по следующим позициям:

4. «Моделирование и оптимизация организационных структур и производственных процессов, вспомогательных и обслуживающих производств. Экспертные системы в организации производственных процессов»;

5. «Разработка научных, методологических и системотехнических принципов повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем. Повышение качества и конкурентоспособности продукции, системы контроля качества и сертификации продукции. Системы качества и экологичности предприятий»;

7. «Анализ и синтез организационно-технических решений. Стандартизация, унификация и типизация производственных процессов и их элементов. Организация ресурсосберегающих и экологических производственных систем»;

10. «Разработка методов и средств мониторинга производственных и сопутствующих процессов»;

11. «Разработка методов и средств планирования и управления производственными процессами и их результатами».

Общая оценка диссертационной работы. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены результаты исследования, обладающие научной новизной и практической значимостью.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с действующими требованиями, написана математически ясным и четким языком, материал изложен в логической последовательности, сопровождается достаточным количеством иллюстраций, обеспечивающих доступность восприятия полученных результатов.

Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации, содержащей новые результаты теоретических исследований, моделей и методик в виде формализованного описания элементов новшеств и

практических рекомендаций по организации цифрового производства радиоэлектронных изделий.

Замечания по диссертации и автореферату.

1. На достоверность формируемых оценок оказывает влияние погрешности случайного и систематического характера, автором недостаточно подробно описан характер отмеченных погрешностей, а также процедура организации статистического моделирования.

2. Недостаточно подробно описана процедура реализации разработанного автором программного обеспечения на оборудовании линии автоматического монтажа изделий радиоэлектроники на отечественных предприятиях.

3. Отсутствуют рекомендации относительно применения разработанных принципов, моделей и методик при осуществлении других видов производств.

4. Автором не осуществлено закрепление разработанных принципов и рекомендаций в качестве проекта отечественного стандарта при проектировании цифровых производств.

5. Используемый в автореферате автором тезаурус нуждается в дополнительном разъяснении (IoT, M2M, КФС).

Все указанные замечания не снижают ценности проведенных Петрушевской А.А. исследований, не касаются достоверности и значимости основных положений и результатов ее диссертационной работы и не влияют на оценку работу в целом.

Материал диссертации логично и последовательно структурирован, включает как уточнение целей и задач исследования, так и краткое изложение полученных результатов в форме выводов по отдельным главам и общего заключения.

Полученные Петрушевской А.А. новые научные результаты опубликованы в 34 научных работах, 10 статей в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной

комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 8 статей в изданиях, входящих в Международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, получено 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 3 баз данных, 12 публикаций подготовлены Петрушевой А.А. без соавторов, что подтверждает её самостоятельный вклад в получение новых научных результатов.

Материалы диссертационного исследования апробированы на Международных и Всероссийских научно-технических конференциях.

Полученные в диссертации результаты соответствуют областям научной специальности 05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)».

Публикации и апробации.

По теме диссертации автором опубликовано 34 научные работы, в том числе 10 статей в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, 8 статей в изданиях, входящих в Международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, получено 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 3 баз данных. 12 научных работ опубликовано Петрушевой А.А. без соавторов. Научные положения диссертационной работы обсуждались на 8 Международных, 5 Всероссийских научных и научно-практических конференциях.

Заключение по диссертации. Считаю, что по актуальности выбранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, полученных лично автором, их достоверности и научной новизне рецензируемая диссертация «Модели и методики организации цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе внедрения межмашинного взаимодействия» является завершённой научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям, изложенным в п. 9

«Положения о присуждении ученых степеней» к диссертациям на соискание
ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель Петрушевская Анастасия Андреевна заслуживает
присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и
приборостроение)».

Настоящий отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры
«Инжиниринг и менеджмент качества» (протокол № 2 от 07 октября 2020
года).

Заведующий кафедрой
«Инжиниринг и менеджмент качества»,
доктор технических наук, профессор

А.В. Марков

Доцент кафедры
«Инжиниринг и менеджмент качества»,
кандидат технических наук

Н.Ю. Ефремов

Матвеев Станислав Алексеевич
Марков Андрей Валентинович
Ефремов Николай Юрьевич

Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1

тел.: 495-77-18

E-mail: markov_av@voenmeh.ru