



## ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора Юркова Николая Кондратьевича  
на диссертационную работу

**Петрушевской Анастасии Андреевны**

на тему: **«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 работы.**

Стремительное развитие отечественной радиоэлектронной промышленности, запланированное в рамках реализации концепции широкомасштабного импортозамещения элементной микроэлектронной компонентной базы порождает собой сложную и ответственную проблему создания современных промышленных систем, осуществляющих решение целого ряда взаимосвязанных задач переоснащения производственных комплексов, конструкторско-технологической подготовки, материально-технического снабжения и учета затрат, управления производством, инфраструктурой предприятия и сервисного обслуживания, вплоть до утилизации изделия. На сегодняшний день актуальным вопросом отечественной науки и техники является сжатие инновационного цикла: значительное сокращение времени между получением новых знаний и созданием технологий, продуктов и услуг, их выходом на рынок. Необходимо также учитывать резкое увеличение объема научно-технологической информации, возникновение принципиально новых способов работы с ней и изменение форм организации, аппаратных и программных инструментов проведения исследований и разработок.

Проведенное диссертационное исследование Петрушевской Анастасии Андреевны на тему: «Модели и методики организации цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе внедрения межмашинного взаимодействия» соответствует «Стратегии развития электронной

промышленности РФ на период до 2030 г.», утвержденной распоряжением правительства Российской Федерации от 17 января 2020 года №20-р, что подтверждает актуальность исследуемых вопросов.

Цель диссертационного исследования, обозначенная А.А. Петрушевской, связанная с повышением результативности процесса цифрового производства радиоэлектронных изделий на основе разработки моделей и методик поэтапного внедрения межмашинного взаимодействия также является актуальной и имеет ярко выраженную практическую значимость.

Предметом диссертационного исследования являются модели и методики управления технологическими процессами цифрового производства радиоэлектронных изделий.

Для достижения цели диссертационного исследования в работе были поставлены следующие задачи:

- разработана математическая модель структуризации и типизации производственного процесса на основе оценки вероятностей переходов состояний технологической линии при монтаже радиоэлектронных изделий.

- Разработана методика планирования производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий при их поэтапном совершенствовании, формирующая критериальную оценку состояния работоспособности производственной линии.

- Разработана методика мониторинга процессов монтажа радиоэлектронных изделий и внедрения технологии межмашинного интеллектуального взаимодействия компонентов оборудования.

- Разработана модель организации производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий на основе многопараметрических нечетких регуляторов с возможностью формирования базы данных.

### **Научная новизна результатов.**

В ходе проведения диссертационного исследований получены следующие результаты, соответствующие критериям научной новизны:

– 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.

– 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.

– 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.

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

### **Научные положения, выносимые на защиту.**

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

– Методика планирования производственного процесса монтажа радиоэлектронных изделий при их поэтапном совершенствовании,

формирующая критериальную оценку состояния работоспособности производственной линии.

– 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 с возможностью формирования базы данных.

**Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в следующем:**

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

– 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.

– 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.

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

– 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.

### **Обоснованность научных положений.**

Теоретическую и методологическую базу исследования составляют общепризнанные результаты в области теории организации производства, теории управления производственно-технологическими комплексами и системами, а также теории автоматизированного управления, в том числе сложными динамическими объектами, методы системного анализа и синтеза, логического и сравнительного анализа, методы наблюдения и количественного оценивания, аналитические, статистические и прогностические методы.

Следует отметить, что научные положения подтверждены 10 свидетельствами о государственной регистрации в Роспатенте:

– Программа для ЭВМ: «Комплекс моделирования оптимизации и управления производственным процессом монтажа радиоэлектронных изделий на основе многопараметрических нечетких регуляторов» № 2020610584 от 16.01.2020 г.

– Программа для ЭВМ: «Программа мониторинга процессов производства радиоэлектроники на основе межмашинного интеллектуального взаимодействия компонентов оборудования» № 2020610583 от 16.01.2020 г.

– Программа для ЭВМ: «Программа адаптации структуры цифровой линии монтажа электроники компонентами технологических инноваций на основе анализа вероятностей состояний процессов, обеспечивающая оценку результативности производства и качества продукции» № 2019661707 от 05.09.2019 г.

– Программа для ЭВМ: «Программа интеллектуализации производственных процессов изготовления электроники, обеспечивающая критериальную оценку качества продукции» № 2019661474 от 02.09.2019 г.

– Программа для ЭВМ: «Программа управления процессом автоматического монтажа печатных плат на основе введения средств интеллектуального межмашинного взаимодействия компонентов оборудования» № 2019619203 от 12.07.2019 г.

– Программа для ЭВМ: «Программа моделирования этапов цифрового производства электроники для систем мониторинга» № 2018616699 от 06.06.2018 г.

– Программа для ЭВМ: «Программа интеллектуальной системы управления производственным процессом изготовления электронной продукции на этапе Solder Paste Inspection». № 2018663527 от 30.10.2018 г.

– База данных: «Компоненты обеспечения качества технологических процессов изготовления электроники в условиях цифрового производства» № 2018620790 от 01.06.2018 г.

– База данных: «База данных управления процессом автоматического монтажа электроники с применением многопараметрического нечеткого регулятора» №2018621926 от 03.12.2018 г.

– База данных: «Элементная база для изготовления модулей устройств беспроводной передачи данных» № 2018622062 от 17.12.2018 г.

По результатам исследований автором опубликовано 24 научные статьи, в том числе 10 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 7 статей, индексируемых в базе данных Scopus.

Основные результаты исследования докладывались и обсуждались на Международной конференции «Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering» APITECH-2019 (г. Красноярск, 2019 г.), Международной конференции «Conference on Information Technologies in Business and Production» ITBI-2019 (Новосибирск, 2019 г.), Шестой международной научной конференции «Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство» (Казань, 2019 г.), Тринадцатых Всероссийских научных чтениях «Научно-технические проблемы в промышленности: будущее

сильной России в высоких технологиях» (Санкт-Петербург, 2019 г.), XXXVII Международной научной конференции «Перспективные направления развития современной науки» (Москва, 2018 г.), XI International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS Tomsk, 2017 г.), Второй международной научно-практической конференции «Нечеткие системы и мягкие вычисления. Промышленные применения-2018» (Fuzzy Technologies in the Industry – FTI, Ulyanovsk, 2018 г.), Международной научно-практической конференции «САПР и моделирование в современной электронике» (Брянск, 2017 г.), конференции «Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем 2017» (Санкт-Петербург, 2017 г.), 70-й Международной студенческой научной конференции ГУАП (Санкт-Петербург, 2017 г.), Международной научно-практической конференции «Новейшие достижения в науке и образовании» (Смоленск, 2016 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Решение» (Березники, 2016 г.).

#### **Замечания и вопросы по диссертации.**

Диссертационная работа производит хорошее впечатление системностью изложения материалов, подробным описанием разработанных моделей и методик, достаточным изложением теоретического материала, анализом полученных результатов, методиками оптимизации производственно-технологических операций, позволяющих достигать реальных практических результатов.

Работа содержит 3 главы, 6 приложений, список использованных источников из 116 наименований.

В диссертационной работе имеется ряд замечаний по существу представленных материалов.

– В диссертационном исследовании разрабатываются модели и методики для производств, состоящих из 7 этапов производственного процесса. Автору следовало бы уделить большее внимание применению

разрабатываемых методик на производствах с меньшим количеством технологических операций.

– Автором уделяется значительное внимание анализу направлений совершенствования организации радиоэлектронного производства на основе оценки патентной активности (стр. 25-33, рис. 7-15), который носит описательный характер и не имеет существенного влияния для достижения цели работы.

– На страницах 81-82 в таблице 5 представлены результаты проведения FMEA-анализа: возможные причины нежелательных ситуаций, предупреждающие действия, необходимость их принятия и оценка уровня риска их невыполнения. При этом недостаточно подробно сформулирован вывод о необходимости более детальной декомпозиции производственного процесса в результате проведенного FMEA-анализа.

– Рисунок 49 на странице 101, отражающий структурную схему разделения производственного процесса на DFF и DFA, содержит чрезмерно большое количество элементов и по этой причине, несмотря на описание в тексте диссертации, труден для восприятия. Следовало бы рисунок представить в виде двух различных структурных схем отдельно для подходов DFF и DFA.

– При разработке методики мониторинга процессов монтажа радиоэлектронных изделий и внедрения технологии межмашинного интеллектуального взаимодействия компонентов оборудования (стр. 121) стоило бы уделить большее внимание факторам, составляющим неопределенности при осуществлении производственного процесса изготовления радиоэлектроники.

– Ряд иллюстративных материалов в рукописи диссертации из-за выбранного формата надписей сложно прочесть (например, рис. 50, 51, 93, 94 и 98).



## **Заключение.**

Несмотря на указанные выше замечания по своему научному уровню, значимости полученных результатов и общему объему исследований диссертационная работа соответствует критериям 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), а её автор – Петрушевская Анастасия Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)».

Заведующий кафедрой «Конструирование и производство радиоаппаратуры»  
ФГБУ ВО «Пензенский государственный университет»  
доктор технических наук по специальности 05.13.01 Системный анализ,  
управление и обработка информации (связь), профессор  
Заслуженный деятель науки Российской Федерации



**Юрков Николай Кондратьевич**

Контактные данные.

ФИО: Юрков Николай Кондратьевич

Почтовый адрес: 440026, г. Пенза, ул. Красная 40

Телефон: 8 (412) 36-82-12, 8 (412) 56-43-46

e-mail: yurkov\_nk@mail.ru

Ученый секретарь Ученого совета ПГУ,  
к.т.н., доцент



/О. С. Дорофеева/