

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.415.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТОМСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 26 декабря 2024 г. № 10

О присуждении **Аргунову Дмитрию Пантелеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Программно-аппаратный комплекс автоматизации технологического процесса зондового контроля электрических параметров интегральных схем» по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» принята к защите 22 октября 2024 г. (протокол № 9) диссертационным советом 24.2.415.02, созданным на базе ТУСУРа (634050, г. Томск, пр. Ленина, 40; приказ № 561/нк от 03.06.2021 г.).

Соискатель Аргунов Дмитрий Пантелеевич, 26.09.1994 года рождения, в 2018 году окончил магистратуру ТУСУРа. В 2022 г. соискатель окончил аспирантуру ТУСУРа. В настоящее время работает инженером-программистом в акционерном обществе «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» (АО «НИИПП») и младшим научным сотрудником лаборатории интегральной оптики и радиофотоники кафедры физической электроники (ФЭ) ТУСУРа.

Диссертация выполнена на кафедре ФЭ ТУСУРа и в АО «НИИПП».

**Научный руководитель – Шурыгин Юрий Алексеевич**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой компьютерных систем в управлении и проектировании ТУСУРа.

**Официальные оппоненты:** Горюнов Алексей Германович, д.т.н., доцент, профессор Отделения ядерно-топливного цикла на правах кафедры Инженерной школы ядерных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»; Казанцев Михаил Александрович, к.т.н., начальник отдела АСУП АО «НПП «Радиосвязь», г. Красноярск, дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», в своём *положительном* отзыве, подписанном Остертаком Дмитрием Ивановичем, к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой полупроводниковых приборов и микроэлектроники и Новиковым Ильей Леонидовичем, к.т.н., доцентом кафедры полупроводниковых приборов и микроэлектроники, утверждённом проректором по научной работе и инновациям, к.т.н., Отто Артуром Исааковичем, указала, что диссертация Аргунова Д.П. является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научно-практическая задача разработки и создания программно-аппаратного комплекса зондового контроля интегральных схем, имеющая важное хозяйственное значение. Полученные результаты вносят определенный вклад в развитие систем автоматизации контроля и испытаний.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, все по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК опубликовано 3 работы, 2 статьи в базе данных Web of Science. Общий объем публикаций 3 а.л. из них 1 а.л. за авторством соискателя. Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Аргунов Д. П.** Повышение эффективности алгоритма автоматизированного визуального контроля монолитных интегральных схем / Д. П. Аргунов, Б. В. Ширяев // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС). – 2022. – № 4. – С. 56- 62.

2. **Аргунов Д. П.** Алгоритм автоматического контроля внешнего вида ИС на основе вычисления пиксельного расстояния / Б. В. Ширяев, Д. П. Аргунов, Ю. С. Жидик, А. Ю. Ющенко, И. В. Лаптев // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2024. – Т. 29, № 4. – С. 432-446.

3. **Аргунов Д.П.** Сверхширокополосный электрооптический модулятор с интегрированным источником излучения / И.В. Юнусов, В.С. Арыков, М.В. Степаненко, Г.Г. Жук, Д.П. Аргунов, А.А. Шейнбергер // Доклады ТУСУР. – 2024. – Т. 27, № 3. – С. 25–29.

4. **Argunov D.P.** Algorithm for automated visual inspection of MMIC using a classifier based on neural networks [Электронный ресурс] / B.V. Shiryayev, A.V. Bezruk, D.P. Argunov, A.Yu. Yushenko // ITM Web of Conferences 30, 04012 (2019). – Режим доступа: [https://www.itm-conferences.org/articles/itmconf/pdf/2019/07/itmconf\\_crimico2019\\_04012.pdf](https://www.itm-conferences.org/articles/itmconf/pdf/2019/07/itmconf_crimico2019_04012.pdf) (дата обращения: 26.12.2024).

5. **Argunov D.P.** Design ICCreatech semiconductor wafer accounting and probe measurement automatization software [Электронный ресурс] / D.P. Argunov, B.V. Shiryayev, A.V. Bezruk, A.Yu. Yushenko // ITM Web of Conferences 30, 04012 (2019). – Режим доступа: [https://www.itm-conferences.org/articles/itmconf/pdf/2019/07/itmconf\\_crimico2019\\_04009.pdf](https://www.itm-conferences.org/articles/itmconf/pdf/2019/07/itmconf_crimico2019_04009.pdf) (дата обращения: 26.12.2024).

**На диссертацию и автореферат поступило 7 положительных отзывов.** Отзывы предоставили: **Никонов А.В.**, д.т.н., профессор кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления» Омского государственного технического университета; **Ульянов А.Д.**, к.т.н., доцент кафедры «Управление в технических системах» Братского государственного университета; **Макаров Г.В.**, к.т.н, главный инженер проектов и **Мышляев Л.П.**, д.т.н., директор, ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк; **Курушин А.А.**, к.т.н., старший научный сотрудник Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва; **Широков И.Б.**, д.т.н., профессор кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Севастопольского

государственного университета; **Пляскин М.Ю.**, к.т.н., доцент кафедры «Средства связи и информационная безопасность» Омского государственного технического университета; **Ганигин С.Ю.**, д.т.н., заведующий кафедрой «Радиотехнические устройства» Самарского государственного технического университета.

В отзывах на диссертацию и автореферат указаны следующие основные замечания: представлен новый способ коррекции отклонения позиционирования, который позволил повысить точность позиционирования зондов, однако из текста непонятно, как алгоритм будет учитывать механический износ системы с изменением её параметров; необходимо более подробно объяснить, за счет чего предложенная методика программной юстировки исполнительных механизмов системы перемещения полупроводниковой пластины позволяет повысить точность позиционирования зонда не менее, чем в 5 раз; сравнение снижения трудозатрат выполнено с ручным проведением выходного контроля готовых приборов следовало проводить в сравнении с аналогичными системами импортного производства; совместим ли с имеющимися импортными зондовыми станциями разработанный программно-аппаратный комплекс; не хватает обсуждения результатов комплексных испытаний предложенных технических решений; представлены блок-схема алгоритма выравнивания пластины и последовательность операций технологического процесса, но не даны математические операции, выполняемые в некоторых блоках рисунков; не приведены доказательства достижения критериев оптимальности структурной оптимизации для модульной системы сбора.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.т.н. Горюнов А.Г. является признанным специалистом в области автоматизации технологических процессов, микропроцессорной техники и её применения в АСУ ТП; к.т.н., Казанцев М.А. является специалистом и руководителем отдела в области автоматизации технологических процессов. У оппонентов имеются публикации, близкие по тематике с тематикой диссертации.

Выбор Новосибирского государственного технического университета в качестве ведущей организации обоснован тем, что в нем имеются квалифицированные специалисты в области автоматизации технологических процессов, вычислительных машин, комплексов, систем и сетей.

Официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации имеют достаточный объем публикаций по тематике диссертации в ведущих изданиях и способны аргументированно оценить и обосновать научную и практическую значимость диссертационной работы.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- предложена методика программной юстировки исполнительных механизмов системы перемещения полупроводниковой пластины в плоскости XY, отличающаяся от существующих тем, что корректировочные коэффициенты извлекаются из изображения эталонного фотошаблона при помощи алгоритмов цифровой обработки изображений;

- предложена схема математического преобразования результатов измерения электрических параметров, отличающаяся применением принципов визуального программирования для задания процедуры преобразования данных оператором зондовой станции;

- разработан программно-аппаратный комплекс, отличающийся применённым комплексом оригинальных алгоритмов работы АСУТП зондового контроля электрических параметров интегральных схем, позволяющий обеспечить выполнение всех этапов жизненного цикла автоматизированного технологического процесса зондового контроля электрических параметров интегральных схем.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- предложены подходы к обработке массивов выходных данных технологического процесса зондового контроля с применением методов групповой визуализации данных, графического анализа и использованием элементов визуального программирования для задания потока обработки данных и получения карты годности интегральных схем на пластине.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

- разработан программно-аппаратный комплекс автоматизированного зондового контроля интегральных схем. Его программная часть имеет модульную архитектуру, позволяющую расширять функционал под специфику производства. Аппаратная часть комплекса представляет собой установку зондового контроля с числовым программным управлением и набором средств измерения;

- результаты диссертации использованы в производственном цикле АО «НИИПП» при проведении автоматизированного зондового контроля СВЧ монокристаллических интегральных схем;

- разработана полуавтоматическая зондовая станция для проведения контроля электрических параметров и визуального контроля, которая успешно прошла испытания в составе с разработанным программным комплексом;

- результаты диссертационного исследования использованы в научно-исследовательских работах АО «НИИПП» и ТУСУР.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- строгость используемых математических методов статистической обработки данных обеспечивает достоверность результатов экспериментального применения предложенного метода юстировки зондовой установки;

- реализуемость предложенных алгоритмов и методов подтверждается разработанным программным обеспечением и его практическим применением в АСУТП.

**Личный вклад соискателя** состоит в выполнении теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, включая разработку и отладку алгоритмов и программного обеспечения автоматизированной системы управления технологическим процессом зондового контроля электрических параметров интегральных схем на неразделённых полупроводниковых пластинах.

**В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:**

1. В докладе недостаточно отражена структура предложенного языка для математических вычислений.

2. Отсутствует сравнение предложенной соискателем схемы задания математических вычислений с другими графическими инструментами.

3. Не приведена информация количестве используемых СВЧ зондов при проводимых тестовых измерениях элементов на полупроводниковой пластине, а также о процессе позиционирования СВЧ зондов при обходе измеряемой пластины.

4. Отсутствует сравнение разработанной АСУТП зондового контроля электрических параметров ИС на неразделённых полупроводниковых пластинах с аналогичными системами импортного производства.

**Соискатель Аргунов Д.П. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и сделанные замечания и привел собственную аргументацию.**

На заседании 26 декабря 2024 г. диссертационный совет принял следующее заключение: за решение научной задачи разработки программно-аппаратного комплекса зондового контроля электрических параметров интегральных схем, имеющего важное экономическое значение, присудить Аргунову Дмитрию Пантелеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



 А.А. Шелупанов

 Т.Н. Зайченко

27.12.2024 г.