



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СМОЛЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СмолГУ)

Пржевальского ул., д. 4, Смоленск, 214000, телефон: (4812) 70-02-01, (4812) 38-31-57
факс: (4812) 38-31-57, e-mail: rectorat@smolgu.ru, https://smolgu.ru,
ОКПО 02080084, ОГРН 1026701447123, ИНН 6730015219, КПП 673001001

25.11.2024 № 1316



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВО

«Смоленский государственный университет»

канд.ист.н., доц. Артеменков М.Н.

« 21 » ноября 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Шевниной Юлии Сергеевны на тему
«ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ
ДЛЯ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ»,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы

При решении задач повышения эффективности принятия оперативных и стратегических решений при управлении производством в микро- и нанoeлектронике возникает необходимость совокупной обработки измеряемой информации о состоянии производственной среды, исполнительных механизмов и оборудования, персонала. К сожалению, существующие математические модели и методы обработки измеряемой информации о совокупности параметров производственного процесса пока не позволяют с требуемой точностью оценить состояние управляемого процесса и, следовательно, принимать эффективные управленческие решения.

Таким образом, в связи с тем, что совершенствование производственных процессов в микро- и нанoeлектронике является стратегически важным, весьма актуальной становится задача разработки новых моделей состояния, прогнозирования поведения управляемого процесса, новых методов принятия решения для построения эффективных информационно-измерительных и управляющих систем (ИИУС), сочетающих преимущества различных подходов, в том числе нелинейной динамики, повышающих устойчивость и управляемость ИИУС, чему и посвящена рассматриваемая диссертационная работа.

Автор диссертационной работы пошел по перспективному пути, используя для решения поставленной задачи аппарат нелинейной динамики, теории хаоса, фракталов, нечеткой логики и объектно-ориентированную парадигму.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, грамотно и логично обоснованы автором, а также нашли применение в учебном процессе и научной деятельности НИУ МИЭТ, а также в АО «Микрон», ООО «НМ-Тех», ООО «ИММЕРС», ООО «ЭВМКомплект», ООО «Просенсор Сервис», НОЧУ ВО МУППИ.

Научная новизна полученных результатов диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложены новые теоретические подходы к техническим решениям создания ИИУС, отличающиеся научно обоснованным иерархическим построением компонентов системы как объектов управления с заданными граничными условиями, определением связей между ними и управляющих воздействий.

2. Разработана новая обобщенная математическая модель ИИУС на основе формального аппарата теории хаоса в приложении к состоянию процесса управления в терминах объектно-ориентированной парадигмы, которая отличается тем, что позволяет определять динамику поведения системы в любой момент времени.

3. Получен алгоритм управления устойчивостью ИИУС с предварительным анализом характеристик системы для инициации детерминированного хаоса с целью достижения состояния устойчивого, значительно повышающего управляемость системы.

4. Разработана математическая модель граничных состояний ИИУС, условий их наступления и динамики изменения состояния системы при внешнем управляющем воздействии, позволяющая оценить управляемость и наблюдаемость ИИУС как в целом, так и покомпонентно.

5. Предложен алгоритм анализа и прогнозирования изменения состояния ИИУС, отличающийся наличием условий формирования и корректировки управляющего воздействия, предусматривающий сопоставление текущих характеристик ИИУС с накопленными ранее характеристиками наблюдаемого или референтного процесса.

6. Впервые разработан алгоритм принятия решения в условиях неопределенности внешней среды с учетом внутренних характеристик и целей ИИУС, который позволяет уменьшить количество альтернатив, снизить неопределенность и значительно повысить управляемость ИИУС.

7. На основе предложенных моделей и алгоритмов разработана методика построения ИИУС, отличающаяся учетом специфики конкретной ИИУС, а именно назначения, ограничений и нелинейности, что позволяет значительно упростить исследования характеристических свойств ИИУС.

8. Предложено новое техническое решение с применением методов нелинейной динамики на основе разработанных в диссертации моделей, алгоритмов и методики в виде смарт-компонента, входящего в состав ИИУС, отличающееся тем, что обеспечивает повышение управляемости системы, визуализацию характеристик и компонентов для оценки состояния системы и прогноза ее динамики.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается соответствием теоретических и практических результатов работы: все выводы имеют строгое теоретическое обоснование. В диссертации разработаны теоретические положения, направленные на повышение управляемости ИИУС для микро- и наноэлектроники за счет высокой точности оценки состояния ИИУС и прогноза ее поведения на основе формального аппарата нелинейной динамики.

Постановка задач диссертации, а также пути их решения в приложении к конкретным объектам свидетельствует о самостоятельном подходе автора к существующей проблеме. В частности, разработанный набор моделей, методов и алгоритмов пригоден к использованию для различных систем, имеющих нелинейный характер.

Практическая и теоретическая значимость диссертационной работы Шевниной Ю.С. подтверждается тем, что основные положения, выводы и рекомендации ориентированы на широкое применение предложенных моделей, алгоритмов и методики построения ИИУС для микро- и наноэлектроники: для создания цифровых двойников, разработки интеллектуальных систем прогнозирования, рекомендаций и принятия решений в различных предметных областях. Кроме того, значимость результатов диссертации заключается в улучшении технических и функциональных характеристик современных ИИУС при решении практических задач с использованием представленных в работе моделей и алгоритмов на основе формального аппарата нелинейной динамики и принятия решений в условиях неопределенности.

Исследования доведены до конкретной методики, обеспечивающей повышение эффективности разработки и исследования характеристических свойств ИИУС в 2 раза, а также до конкретной программной реализации. Результаты анализа научного эксперимента подтверждают повышение управляемости ИИУС, в состав которой по сравнению с традиционными входит смарт-компонент, учитывающий назначение, нелинейность и внутренние связи ИИУС.

Разработанные алгоритмы интегрированы в визуальный прототип ИИУС при реализации облика отечественного нанолитографа (НИР «Разработка установки безмасочной рентгеновской нанолитографии на основе МЭМС динамической маски для формирования наноструктур с размерами от 13 нм и ниже на базе синхротронного и/или плазменного источника»), благодаря чему управляемость совмещения и экспонирования элементов изделия возросла на 48%, а управляемость процессом на 36%. Разработанные модели и алгоритмы обеспечивают оценку состояния ИИУС и прогноз динамику ее поведения с точностью более 90%. Полученные результаты позволяют на 50% эффективнее традиционных способов разрабатывать ИИУС с требуемыми характеристиками для различных предметных областей.

Важно также отметить, что диссертация служит хорошей научной базой для инженеров, технологов и других специалистов, занятых в области информационно-измерительных и управляющих систем. Полученные в диссертационной работе результаты и выводы могут быть использованы при разработке информационно-измерительных и управляющих систем с высокой устойчивостью и управляемостью для различных предметных областей. В применении полученных в диссертации практических результатов могут быть заинтересованы академические, научно-исследовательские и промышленные организации, занимающиеся исследованиями и разработками в таких ключевых областях науки и производства как вычислительная математика; математическая физика; микро- и наноэлектроника и полупроводниковые технологии; материаловедение; физика твердого тела; автоматизация и робототехника; информационные технологии и компьютерное зрение; метрология и контроль качества. Результаты диссертационной работы могут быть внедрены в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской Академии наук, Институте программных систем им. А.К. Айламазяна Российской Академии наук, АО «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», АО «Научно-исследовательский институт точного машиностроения», АО «Ангстрем», ООО «Крокус Наноэлектроника (КНЭ)», РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова», НПК «Технологический центр», АО «НПП «Исток» им. Шокина», АО «Новосибирский завод полупроводниковых приборов Восток», ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, АО «НПП «Пульсар», АО Российские космические системы, Холдинг «Росэлектроника», АО «Светлана-Электронприбор», АО «НИИПП», АО «Центральное Конструкторское Бюро Автоматики», ADGEX, АО «ОКБ-Планета» и др.

Результаты экспериментальных исследований воспроизводимы с помощью приведенных в диссертации методик, алгоритмов, листингов и представленных описаний моделей.

Все главы диссертации взаимосвязаны, материал изложен логично, описания разработки методов, моделей и алгоритмов проведены последовательно и корректно, сделанные выводы обоснованы. Оформление иллюстративного материала и приложений способствует пониманию основных положений. В целом работа представляет собой самостоятельный и законченный научный труд.

Основные результаты представленной диссертации опубликованы в 79 печатных работах и апробированы на 30 научно-практических конференциях. Автореферат и публикации в полной мере отражают основное содержание диссертации.

Замечания по диссертации и автореферату:

1. В автореферате недостаточно полно отражено описание получения оценки состояния ИИУС производственными процессами для микро- и наноэлектроники.

2. В работе не представлены результаты исследования существующих методов прогнозирования изменения состояния ИИУС производственными процессами для микро- и наноэлектроники.

3. В работе не приводятся примеров обеспечивающих, управляющих, основных и развивающих компонентов ИИУС производственными процессами для микро- и наноэлектроники.

Указанные замечания не снижают ценности диссертационной работы. Научный уровень представленной диссертации и результаты внедрения позволяют сделать вывод, что автор является зрелым научным работником, способным не только самостоятельно вести научные исследования в области информационно-измерительных и управляющих систем, но и руководить таковыми, определяя первоочередные направления научных изысканий.

В целом диссертационная работа Шевниной Ю.С. «Информационно-измерительные и управляющие системы производственными процессами для микро- и наноэлектроники», отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации, а соискатель заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы.

Диссертационная работа и автореферат рассмотрены, отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры математического анализа ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», протокол № 4 от «19» ноября 2024 г.

Отзыв подготовил
заведующий кафедрой
математического анализа СмолГУ



д.ф.-м.н., профессор,
Расулов К.М.

Подпись Расулова К.М.
удостоверяю. Нач.отдела кадров СмолГУ

