

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации Майстренко Андрея Васильевича «Методы и алгоритмы цифрового дифференцирования сигналов, их реализация и применение в автоматизированных системах управления технологическими процессами», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

В Указе Президента РФ от 07.05.2024 N 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» установлены целевые показатели и задачи, выполнение которых характеризует достижение национальной цели «Технологическое лидерство», в том числе: «обеспечить технологическую независимость и формирование новых рынков по таким направлениям, как ... средства производства и автоматизации, ..., экономика данных и цифровая трансформация и др.». Решению именно таких задач посвящена данная работа, что и доказывает ее актуальность.

Цифровая трансформация государства должна проходить путем внедрения цифровых моделей предприятий, разработки и внедрения цифровых двойников. Цифровой двойник в промышленности представляет собой виртуальную модель физического объекта или процесса, созданную с целью не только детального анализа и оптимизации, но и управления производственными операциями. Эта концепция основывается на сборе и интеграции данных из различных источников, включая IoT-устройства, датчики и системы управления производством, для формирования полноценного цифрового отображения реального объекта. Применение цифровых двойников позволяет достичь повышения эффективности производственных процессов за счёт предиктивного анализа и мониторинга состояния оборудования, что ведёт к снижению непредвиденных простоев и оптимизации расходования ресурсов. Кроме того, использование цифровых двойников способствует ускорению процесса разработки новых продуктов, поскольку позволяет проводить испытания и модификации в виртуальной среде до запуска серийного производства.

При создании систем управления динамическими процессами и объектами невозможно обойтись без алгоритмов дифференцирования сигналов, а разработка новых методов и алгоритмов цифрового дифференцирования сигналов (ЦДС) позволяет открывать новые возможности автоматизированного управления различными технологическими процессами (ТП), объектами и системами путем обеспечения максимального быстродействия и повышения робастных свойств цифровых дифференциаторов в условиях, когда измеряемые сигналы содержат существенные ошибки.

В данной работе решена важная научная проблема разработки методологии, методов и алгоритмов ЦДС, которые бы обладали высокими точностными характеристиками, были устойчивы к помехам и имели высокое быстродействие в режиме реального времени. Данная проблема относится к классу некорректных задач, а это, в свою очередь, значительно усложняет процесс создания методов и алгоритмов ЦДС, которые бы в наиболее полной мере удовлетворяли описанным требованиям. Методология разработки алгоритмов ЦДС, функционирующих в реальном масштабе времени, методы исследования и методики их практической реализации в виде различных цифровых регуляторов в данной работе были успешно решены.

В работе также решен еще целый ряд важных задач, а именно: разработан оригинальный способ регуляризации на примере метода ЦДС, основанного на использовании интегральных уравнений В. Вольтерра; синтезированы два метода структурной регуляризации плохо обусловленных СЛАУ; синтезирован и программно реализован метод ЦДС, основанный на применении многоточечного оценивания неизвестных величин по результатам их экспериментальных измерений; в качестве элементов математического обеспечения АСУТП, разработаны: модифицированный метод дихотомии, обладающий более высокой скоростью сходимости вычисляемых решений к их истинным решениям; модифицированный алгоритм Грама-Шмидта, позволяющий снизить неустойчивость решения по отношению

к ошибкам задания ортонормируемых векторов и ошибкам вычисления решений и позволяющий обрабатывать значения входных переменных последовательно; модифицированный метод обращения малых вещественных чисел, основанный на применении математики «длинных чисел», позволяющий получить характеристики матриц Гильберта, до сотого порядка и выше, ее применение позволяет тестировать алгоритмы матричных вычислений; для АСУТП магистральными трубопроводами, синтезирован метод и алгоритм автоматизированного определения интервалов стационарности процессов, основанный на применении алгоритма ЦДС позволяющий оператору АСУТП самостоятельно выбирать доверительные интервалы стационарности; синтезирован оригинальный ПИД-регулятор на базе алгоритма ЦДС, обладающий существенными преимуществами по сравнению с «классическими» регуляторами; для автоматического регулирования объектов, синтезирован метод, основанный на концепции обратных задач динамики и разностных уравнениях, описывающих связи между значениями регулируемой переменной объекта управления и управляющих воздействий, формируемых регулятором.

Наиболее значимым практическим результатом диссертации можно считать возможность создания цифровых регуляторов, имеющих высокую устойчивость к помехам в измеряемых сигналах и высокое быстродействие. Это открывает новые возможности при создании сложных АСУ ТП функционирующих в управлении технологическими объектами и процессами в теплоэнергетике, металлургии, нефтехимии и т.п. в соответствии с заданными режимами и с достаточно высокой точностью.

В качестве пожеланий можно отметить следующее:

1) Иллюстрация результатов аналитических исследований предлагаемого в главе 3 нового метода ЦДС, основанного на использовании многоточечного оценивания неизвестных величин по их экспериментальным измерениям, приводится только в виде числовых значений, что затрудняет их восприятие и анализ. Наглядней было бы проиллюстрировать преимущества этого метода в виде графических зависимостей.

2) Алгоритмы и программы, полученные автором, явно имеют коммерческую ценность, но, к сожалению, в работе отсутствуют свидетельства о их регистрации.

Считаю, что диссертационная работа Майстренко Андрея Васильевича «Методы и алгоритмы цифрового дифференцирования сигналов, их реализация и применение в автоматизированных системах управления технологическими процессами» отвечает требованиям Положения ВАК, соответствует паспорту специальности 2.3.3 — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, а её автор – Майстренко Андрей Васильевич – заслуживает присуждения ему степени доктора технических наук.

С обработкой персональных данных согласен.

Научный руководитель кафедры информатики
Санкт-Петербургского государственного экономического университета,
Заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор

В.В. Трофимов

Россия, 191023, город Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32,
тел. +7 (812) 458-97-30 (добавочный 3312)
e-mail: tww@mail.ru

