

«УТВЕРЖДАЮ»

Врио ректора Федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»  
д.э.н., профессор, А.А. Артемьев

« 02 » 03 2026 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Фрасын Павла Геннадьевича  
«Разработка методов управления программной средой автоматизированных  
систем управления технологическими процессами», представленную к защите на  
соискание ученой степени кандидата технических наук  
по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами (технические науки)

#### Актуальность темы исследования

В интегрированных автоматизированных системах управления (ИАСУ) нижний уровень связан с управлением технологическими процессами и формированием оперативной информации о ходе производства. На данном уровне функционируют автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), в составе которых диспетчерская подсистема реализуется средствами SCADA-систем. Они обеспечивают мониторинг состояния технологического процесса, визуализацию параметров, регистрацию и архивирование данных, обработку событий и поддержку операторского управления.

Функционирование диспетчерского уровня АСУТП определяется состоянием его программной среды, включающей совокупность программных компонентов, их конфигурационные параметры и механизмы взаимодействия. В процессе длительной эксплуатации состав и параметры программной среды могут

изменяться вследствие обновления программных компонентов, изменения параметров настройки и эксплуатационных вмешательств, что может приводить к возникновению отклонений фактической конфигурации от нормативного описания. Наличие таких конфигурационных отклонений усложняет выполнение эксплуатационных процедур сопровождения программных средств и увеличивает трудоемкость диагностики и восстановления параметров среды.

В связи с этим разработка методов формализованной организации и автоматизированного сопровождения конфигурации программной среды диспетчерского уровня АСУТП представляет собой актуальную научно-техническую задачу, направленную на повышение эффективности эксплуатационного сопровождения программных средств систем управления технологическими процессами.

### **Основное содержание работы**

Диссертационная работа включает введение, четыре главы, заключение, список терминов, список литературы из 158 наименований, и 8 приложений. Объем работы – 159 страниц, включая 77 рисунков и 6 таблиц. Каждая из глав завершается выводами, в которых обобщены полученные результаты.

Во **введении** (стр. 6-13) обоснована актуальность темы диссертационной работы, отражены ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Сформулированы цель и задачи исследования.

В **первой главе** (стр. 14-34) рассмотрены архитектура программной среды диспетчерского уровня АСУТП и особенности ее эксплуатационного сопровождения. Показано, что функционирование данной подсистемы, реализуемой средствами SCADA-систем, определяется состоянием программных компонентов и их конфигурационных параметров.

Выполнен анализ существующих подходов к эксплуатационному сопровождению программной среды АСУТП. Установлено, что контроль ее состояния в значительной степени основывается на экспертной оценке функциональных и эксплуатационных признаков работы системы, тогда как

формализованные средства сопоставления фактической конфигурации с нормативным описанием применяются ограниченно.

Показано, что рост сложности программной среды и отсутствие формализованных средств контроля конфигурационного состояния приводят к увеличению трудоемкости эксплуатационного сопровождения. На основании проведенного анализа сформулирована научно-техническая задача разработки методов управления конфигурацией программной среды диспетчерского уровня АСУТП.

Во **второй главе** (стр. 35-65) разработаны методологические основы организации управления и автоматизации задач сопровождения.

Предложена модель фактической конфигурации программной среды, формируемая на основе воспроизведения ее состояния по эксплуатационно доступным данным.

Существенным результатом главы является разработка двух взаимосвязанных методов управления конфигурацией – императивного и декларативного, обеспечивающих формирование и выполнение процедур сопровождения.

Обоснована необходимость стандартизации среды исполнения программных компонентов. Показано, что применение технологий виртуализации и контейнеризации позволяет формировать изолированные среды исполнения и обеспечивает более достоверное формирование параметров фактической конфигурации.

Разработана модель автоматизации сопровождения программной среды, реализующая замкнутый контур конфигурационного контроля, включающий фиксацию нормативной конфигурации, сопоставление фактического и нормативного состояний и формирование проекта корректирующих воздействий.

**Третья глава** (стр. 66-108) посвящена практической реализации разработанных методов сопровождения программной среды диспетчерского уровня АСУТП и формированию экспериментальной программно-технической базы для их последующей верификации.

В качестве объекта внедрения результатов исследования использован водозаборный узел, обеспечивающий водоснабжение крупного подмосковного микрорайона. В рамках модернизации диспетчерской системы разработана и внедрена новая программная среда диспетчерского уровня, реализованная на основе компонентной архитектуры и использованная в качестве экспериментальной платформы для верификации предложенных методов.

В главе представлены механизмы параметризации нормативной конфигурации программных компонентов, основанные на предложенной во второй главе модели конфигурационного представления, а также выполнена программная автоматизация процедур управления конфигурацией, обеспечивающая контроль фактического конфигурационного состояния и формирование корректирующих воздействий.

В **четвертой главе** выполнена экспериментальная верификация и анализ эффективности разработанной системы сопровождения.

Проведена экспериментальная проверка корректности функционирования предложенных методов управления. Показано, что при отсутствии конфигурационных отклонений система сопровождения функционирует корректно и не формирует избыточных управляющих воздействий, а при возникновении расхождений между фактической и нормативной конфигурациями обеспечивает их автоматизированное выявление и формирование проекта корректирующих воздействий.

Экспериментально подтверждена работоспособность разработанного механизма управления конфигурацией. Выполнена количественная оценка эффективности внедрения системы сопровождения на основе данных промышленной эксплуатации. Показано, что внедрение системы обеспечивает существенное снижение трудоемкости эксплуатационных работ. Среднемесячная трудоемкость сопровождения снизилась с 13,75 чел./ч в 2022 году и 11,67 чел./ч в 2023 году до 3-4 чел./ч после внедрения системы с последующей стабилизацией на уровне около 3,25 чел./ч. Полученные результаты подтверждают практическую

эффективность и применимость разработанной системы сопровождения программной среды.

В **заключении** диссертации приведены выводы по работе и намечены перспективы ее практического использования.

**Научная новизна** диссертационной работы состоит в том, что:

1. Разработана модель формализованного представления конфигурации программной среды диспетчерского уровня АСУТП, которая ориентирована на задачи эксплуатационного сопровождения и обеспечивает сопоставимость фактической и нормативной конфигураций за счет их представления в едином параметрическом виде;

2. Разработаны модели управления конфигурацией программной среды АСУТП, включающие модель формирования регламентных корректирующих воздействий на основе сопоставления фактической и нормативной конфигураций и модель их исполнительного выполнения в условиях эксплуатации;

3. Разработаны методы автоматизированного сопровождения программной среды диспетчерского уровня АСУТП, основанные на формализованном конфигурационном описании программных компонентов и разработанных моделях управления конфигурацией, обеспечивающие поддержание согласованности их состава и параметров в процессе эксплуатации;

4. Разработан метод архитектурной организации централизованного сопровождения программной среды АСУТП, основанный на вынесении функций сопровождения в специализированный контур, функционально независимый от прикладных программных компонентов.

**Теоретическая значимость** диссертационной работы заключается в развитии научных основ построения и сопровождения программной среды автоматизированных систем управления технологическими процессами. В работе сформулированы и обоснованы теоретические положения, направленные на формализацию представления конфигурации программной среды и процессов ее приведения и поддержания в процессе эксплуатации, что расширяет

теоретическую базу проектирования архитектур и организации сопровождения сложных программных комплексов автоматизированных систем управления.

**Практическая значимость** заключается в возможности применения разработанных методов и программного комплекса при эксплуатации программной среды диспетчерского уровня АСУТП для формализованного контроля ее конфигурационного состояния. Реализация предложенных решений обеспечивает автоматизированное выявление конфигурационных отклонений, формирование проекта корректирующих воздействий и поддержку процедур восстановления нормативной конфигурации в регламентированных условиях эксплуатации. Использование системы позволяет снизить трудоемкость контрольно-диагностических и восстановительных операций, а также уменьшить риск накопления скрытых конфигурационных расхождений.

**Обоснованность и достоверность научных положений, результатов и выводов диссертации** обеспечиваются использованием положений системного анализа, алгоритмических методов и элементов теории множеств, а также методов структурно-функционального и архитектурного анализа. Достоверность полученных результатов подтверждается экспериментальной верификацией разработанных методов и их апробацией в условиях промышленной эксплуатации диспетчерской системы водозаборного узла. Результаты исследования внедрены на промышленном объекте водоснабжения и подтверждены актами внедрения, опубликованы в рецензируемых научных изданиях, а также апробированы на научно-практических конференциях. Полученные результаты согласуются с представленными экспериментальными данными и не вызывают сомнений в корректности сформулированных научных положений и выводов.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 2 статьи в журналах, индексируемых в международной базе данных научного цитирования Scopus, и 4 статьи в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени

кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Получено 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

### **Замечания и рекомендации**

1. В разделе 2.2 при описании декларативного метода управления конфигурацией программной среды (стр. 42-46) механизм сопоставления параметров конфигурации и формирования корректирующих воздействий для сложных, иерархически организованных конфигураций программной среды раскрыт преимущественно на концептуальном уровне. Более детальная формализация процедур сопоставления параметров и синтеза корректирующих воздействий позволила бы повысить завершенность изложения предложенного метода.

2. В работе, в частности во второй главе, в качестве технологической основы автоматизации процедур сопровождения используется программная платформа GitLab, что создает впечатление тесной привязки предложенной методологии сопровождения к конкретной программной платформе. Представлялось бы полезным более явно подчеркнуть платформенную независимость разработанной методологии и возможность ее реализации с использованием альтернативных средств автоматизации конфигурационного управления.

3. В диссертации обосновано применение контейнерной модели среды исполнения программных компонентов. Вместе с тем вопросы практической реализации контейнеризированной среды для компонентов диспетчерского уровня, включая особенности функционирования графических приложений автоматизированных рабочих мест операторов, раскрыты недостаточно подробно.

4. Экспериментальная верификация, представленная в главе 4 (стр. 108-117), подтверждает работоспособность предложенных методов управления конфигурацией на примерах типовых конфигурационных расхождений, однако, очень поверхностно рассмотрены случаи одновременного изменения нескольких параметров программной среды и нарушения межкомпонентных зависимостей.

Расширение набора экспериментальных сценариев позволило бы усилить доказательность полученных результатов.

Все приведенные замечания носят частный характер, не снижают научной ценности полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

### **Заключение**

Диссертация Фрасын Павла Геннадьевича на тему: «Разработка методов управления программной средой автоматизированных систем управления технологическими процессами» является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение научной задачи, имеющей значение для развития методов конфигурационного управления программной средой АСУТП и повышения надежности функционирования диспетчерского уровня автоматизированных систем управления технологическими процессами.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует Паспорту специальности научных работников 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (Технические науки) в части пунктов:

п. 11. Методы создания, эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включая базы данных и методы их оптимизации, промышленный интернет вещей, облачные сервисы, удаленную диагностику и мониторинг технологического оборудования, информационное сопровождение жизненного цикла изделия;

п. 13. Методы планирования, оптимизации, отладки, сопровождения, модификации и эксплуатации задач функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включающие задачи управления качеством, финансами и персоналом;

п. 15. Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностирования (определения работоспособности, поиск неисправностей и прогнозирования) АСУТП, АСУЦ, АСТПП и др.

Диссертация Фрасын Павла Геннадьевича на тему: «Разработка методов управления программной средой автоматизированных систем управления технологическими процессами» отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД».

Автор диссертации, Фрасын Павел Геннадьевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Диссертация, автореферат и отзыв были рассмотрены и одобрены на расширенном заседании кафедры «Радиотехнические информационные системы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный технический университет», протокол № 6 от 20.02.2026 года.

Профессор кафедры  
«Радиотехнические информационные системы»  
д.т.н., профессор

Богатиков В.Н.

Подпись Богатикова В.Н. заверяю  
Ученый секретарь ученого совета ТвГТУ  
д.т.н., профессор



Болотов А.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет» (ФГБОУ ВО ТвГТУ)  
Адрес: 170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22  
Телефон (рабочий): +7(4822) 785-261  
Адрес электронной почты: common@tstu.tver.ru  
Адрес официального сайта: сети Интернет <http://www.tstu.tver.ru>