

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»  
д-р экон. наук, проф. Силаков А.В.



« 30 »

2025 года

## Заключение

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования

«Российский государственный университет  
им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»  
(ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»)

Диссертация Фрасын Павла Геннадьевича «Разработка методов управления программной средой автоматизированных систем управления технологическими процессами» выполнена на кафедре Автоматики и промышленной электроники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»).

В 2020 году Фрасын П.Г. окончил ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (бакалавриат). В 2022 году окончил магистратуру ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств». В 2025 году окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

В настоящее время Фрасын П.Г. работает в должности системного инженера в ООО «Аксит», г. Москва.

Научный руководитель – Рыжкова Елена Александровна – доктор технических наук по научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (легкая промышленность), доцент, работает в должности профессора кафедры Автоматики и промышленной электроники федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»).

По итогам рассмотрения диссертации «Разработка методов управления программной средой автоматизированных систем управления технологическими процессами» принято следующее заключение:

#### **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 функционирует автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП), в составе которой диспетчерская подсистема реализуется средствами SCADA-систем. Они обеспечивают мониторинг состояния технологического процесса, визуализацию параметров, регистрацию и архивирование данных, обработку событий и передачу команд на уровень управления оборудованием.

Корректность функционирования SCADA-систем в значительной степени определяется согласованностью средств программной среды диспетчерского уровня АСУТП и характером их взаимодействия. Нарушения в работе программной среды приводят к искажению информационной модели технологического процесса, увеличению времени реагирования на отклонения, снижению эффективности операторского контроля и формированию условий, повышающих вероятность технологических и информационных рисков.

Фактическая конфигурация программной среды определяется текущим составом программных компонентов, их версиями, параметрами настройки и условиями межкомпонентного взаимодействия. Длительное функционирование системы сопряжено с воздействием дестабилизирующих факторов, связанных с аппаратными отказами, эксплуатационными вмешательствами и неявными дефектами программного обеспечения. Под влиянием указанных факторов в процессе эксплуатации возможно отклонение фактических параметров программной среды от нормативного конфигурационного описания при сохранении внешней работоспособности системы.

Эксплуатационное сопровождение программной среды ориентировано преимущественно на обеспечение работоспособности системы и контроль функциональных и эксплуатационных признаков ее функционирования, наблюдаемых в процессе эксплуатации. Указанные процедуры направлены на подтверждение выполнения системой заданных функций и, как правило, не предполагают регулярного детального сопоставления фактической конфигурации программной среды с ее нормативным описанием. Вследствие этого отдельные конфигурационные расхождения, не проявляющиеся на уровне функциональных признаков, могут сохраняться на ранних этапах эксплуатации и выявляться лишь при дальнейшем развитии нарушения, что сопровождается ростом неопределенности при диагностике и увеличением трудоемкости восстановительных процедур.

Указанные обстоятельства обуславливают актуальность научно-технической

задачи по разработке методов формализованной организации и автоматизации сопровождения программной среды обеспечивающих подсистем диспетчерского уровня АСУТП. Предлагаемые решения ориентированы на контроль соответствия фактической конфигурации нормативному описанию в процессе эксплуатации, что позволяет повысить эффективность эксплуатационных процедур и обеспечить снижение трудоемкости контрольно-диагностических операций.

**Целью диссертационного исследования** является разработка методов автоматизированного сопровождения конфигурации программной среды диспетчерского уровня АСУТП, обеспечивающих ее соответствие нормативному описанию в процессе эксплуатации.

**Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:**

- Сформулировать и обосновать постановку задачи управления конфигурацией программной среды диспетчерского уровня АСУТП в условиях промышленной эксплуатации;
- Разработать модель формализованного представления фактической конфигурации программной среды диспетчерского уровня АСУТП, обеспечивающую получение параметрического представления на основе эксплуатационно доступных данных, пригодного для сопоставления с нормативным конфигурационным описанием;
- Разработать методы автоматизированного управления конфигурацией программной среды АСУТП, обеспечивающие выявление конфигурационных отклонений, формирование корректирующих воздействий и поддержание нормативной конфигурации в процессе эксплуатации в рамках регламентированных процедур сопровождения;
- Разработать систему автоматизированного сопровождения программной среды диспетчерского уровня АСУТП, обеспечивающую практическую реализацию разработанных моделей и методов управления конфигурацией и их интеграцию в процессы промышленной эксплуатации;
- Провести экспериментальную верификацию разработанных методов и системы сопровождения на промышленной программной среде диспетчерского уровня АСУТП водозаборного узла.

**Личный вклад автора.** Представленные в данной диссертационной работе исследования, разработки и эксперименты являются результатами работы, проведенной лично автором диссертации.

**Достоверность результатов** подтверждается согласованностью теоретических положений и экспериментальных данных, их широкой апробацией на международных и всероссийских научно-практических конференциях, а также внедрением результатов работы на промышленном технологическом объекте.

**Научная новизна** диссертационного исследования находит отражение в следующих позициях:

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** 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. Практическая значимость работы подтверждается 6 свидетельствами Российской Федерации о государственной регистрации программ для ЭВМ.

#### **Ценность научных работ соискателя.**

Результаты работы были доложены на *Международных научных конференциях*: XXV Международном научно-практическом форуме «SMARTEX» (Иваново, 2022), 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов ВГТУ (Витебск, 2023), XV Международной интернет-

конференции «Инновационные технологии: теория, инструменты, практика» (InnoTech 2023, Пермь), IV Международной научно-практической конференции «Цифровая трансформация социальных и экономических систем» – DIGITAL2025 (Москва, 2024); **Всероссийских научных конференциях**: Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием «Инновационное развитие техники и технологий в промышленности» (ИНТЕКС-2023, Москва), научно-практической конференции имени профессора Я.В. Мильмана (Москва, 2023, 2024), III Междисциплинарной студенческой научно-практической конференции «Студенческая научно-исследовательская лаборатория: современное состояние и перспективы» (Краснодар, 2024).

Основные положения диссертации опубликованы в 16 печатных работах, 4 из которых – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России; 2 статьи в изданиях, входящих в международную базу Scopus.

## **ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Публикации в научных рецензируемых изданиях, индексируемых в международных базах данных научного цитирования:*

1. Фрасын П.Г. Автоматизация процесса развертывания программных технических средств систем мониторинга состояния оборудования текстильного отделочного производства и его диспетчеризации / П.Г. Фрасын, С.Л. Власов, Е.А. Рыжкова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 5 (413). – С. 191-197. (Scopus).
2. Иванов М.С. Технические решения оптимального управления сложными многомерными динамическими объектами технологического оборудования / М.С. Иванов, П.Г. Фрасын, Ю.С. Комбаров // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 4 (412). – С. 185-189. (Scopus).

*Публикации в научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:*

1. Никитин Н.В., Фрасын П.Г., Масанов Д.В. Анализ методов интеграции моделей машинного обучения в SCADA-системы // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 6. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2025/10143](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2025/10143)
2. Фрасын П.Г. Математическая модель управления конфигурацией программных средств в автоматизированных системах управления технологическими процессами // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/9924](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/9924)
3. Фрасын П.Г., Никитин Н.В. Методологические основания выбора средств автоматизации сопровождения программной среды верхнего уровня автоматизированных систем управления технологическими объектами // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 7. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2025/10190](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2025/10190)

4. Фрасын П.Г., Никитин Н.В., Масанов Д.В., Рыжкова Е.А. Методологические основы работы с протоколом Modbus TCP с примером на высокоуровневом языке программирования Python // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 11. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2023/8785](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2023/8785)

### *Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ*

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025614299 Российская Федерация. ГеоРепорт : заявл. 12.02.2025 : опубл. 20.02.2025 / П.Г. Фрасын, Н.В. Никитин, Е.А. Рыжкова, С.Л. Власов ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина».
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025614303 Российская Федерация. ОператорХаб : заявл. 12.02.2025 : опубл. 20.02.2025 / П.Г. Фрасын, Н.В. Никитин, Е.А. Рыжкова, С.Л. Власов ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина».
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025614578 Российская Федерация. Modus Reader : заявл. 12.02.2025 : опубл. 24.02.2025 / П.Г. Фрасын, Н.В. Никитин, Е.А. Рыжкова, С.Л. Власов ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина».
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025614580 Российская Федерация. ТопикЭкспортер : заявл. 12.02.2025 : опубл. 24.02.2025 / П.Г. Фрасын, Н.В. Никитин, Е.А. Рыжкова, С.Л. Власов ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина».
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024615327 Российская Федерация. Pсаріра: № 2023683619 : заявл. 09.11.2023 : опубл. 05.03.2024 / П.Г. Фрасын, Н.В. Никитин, Е.А. Рыжкова, Д.В. Масанов ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина».
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022663490 Российская Федерация. Система централизованного сбора данных в сложном технологическом процессе : № 2022662651 : заявл. 06.07.2022 : опубл. 15.07.2022 / П.Г. Фрасын, Д.В. Масанов ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина».

*Публичные доклады на международных и всероссийских научных мероприятиях:*

1. Фрасын П.Г. Автоконфигурирование систем опроса технических средств в области промышленной автоматизации / П.Г. Фрасын, Н.В. Никитин // Второй Международный молодежный конкурс научных проектов «Стираем границы»: сборник материалов, Москва, 20 – 22 февраля 2024 года. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. – С. 254-257.
2. Фрасын П.Г. Методология развертки CI/CD систем на примере Gitlab / П.Г. Фрасын, Е.А. Рьжкова // Материалы докладов всероссийской научно-практической конференции им. Я.В. Мильмана: Материалы докладов, Москва, 19 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. – С. 126-133.
3. Фрасын П.Г. Концепция клиент-серверной архитектуры при разработке современной системы диспетчеризации и мониторинга параметров технологического процесса / П.Г. Фрасын, Ю.С. Комбаров // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. – 2024. – Т. 1. – С. 290-296.
4. Фрасын П.Г. Мониторинг и диспетчеризация водозаборного узла на базе современных цифровых технологий / П.Г. Фрасын // Цифровая трансформация социальных и экономических систем – DIGITAL2025: Материалы IV международной научно-практической конференции, Москва, 31 января 2025 года. – Москва: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2025. – С. 618-626.
5. Фрасын П.Г. Анализ данных в реальном времени и обнаружение аномалий для промышленной автоматизации / П.Г. Фрасын // Студенческая научно-исследовательская лаборатория: современное состояние и перспективы: сборник научных статей III Международной студенческой междисциплинарной научно-практической конференции, Краснодар, 17 – 18 декабря 2024 года. – Краснодар: Академия маркетинга и социально-информационных технологий – ИМСИТ, 2024. – С. 907-911.
6. Никитин Н.В. Исследование эффективности работы систем обезжелезивания воды: анализ данных и выявление закономерностей / Н.В. Никитин, П.Г. Фрасын, Д.В. Масанов // Сборник научных трудов кафедры автоматики и промышленной электроники Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина: Сборник статей. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2025. – С. 164-172.
7. Постолаки Е.С. Анализ применения различных типов электродвигателей в многодвигательных системах / Е.С. Постолаки, Д.В. Масанов, П.Г. Фрасын // Сборник научных трудов кафедры автоматики и промышленной электроники Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина: Сборник научных трудов. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. – С. 116-120.
8. Фрасын П.Г. Применение MQTT сервера в качестве агрегатора данных между компонентами системы мониторинга и диспетчеризации / П.Г. Фрасын, С.Л. Власов, Н.В. Никитин [и др.] // Сборник научных трудов кафедры автоматики и

промышленной электроники Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина: Сборник научных трудов. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. – С. 80-84.

9. Фрасын П.Г. Исследование и применение недокументированных возможностей устройств умного дома / П.Г. Фрасын, С.Л. Власов, Е.А. Рыжкова // Сборник научных трудов кафедры автоматизации и промышленной электроники Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина: Сборник статей. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2023. – С. 59-62.
10. Фрасын П.Г. Проксирование запросов к Rcon-консоли через http / П.Г. Фрасын, Н.В. Никитин, Е.А. Рыжкова // Сборник научных трудов кафедры автоматизации и промышленной электроники Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина: Сборник статей. – Москва: Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2025. – С. 29-32.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами в части:

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, АСУП, АСТПП и др.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация «Разработка методов управления программной средой автоматизированных систем управления технологическими процессами» Фрасын Павла Геннадьевича соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09. 2013 г. № 842) и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры Автоматики и промышленной электроники. Присутствовало на заседании 17 человек.  
Результаты голосования: "за" – 17 человек, "против" – нет, "воздержалось" – нет, протокол № 17 от "29" мая 2025 г.

Председательствующий на  
расширенном заседании кафедры,  
заведующий кафедрой Автоматики и  
промышленной электроники,  
канд. техн. наук, доцент



Д.В. Масанов

Секретарь заседания,  
канд. техн. наук, доцент



О.М. Власенко