ПОЛИТЕХ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Технет Национальная технологическая инициатива

ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ ПИШ СПбПУ

НЦМУ ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПОЛИТЕХ Центр Национальной технологической инициативы Новые производственные технологии

CML CompMechLab ЦЕНТР КОМПЬЮТЕРНОГО ИНЖИНИРИНГА СПбПУ

АНАЛИЗ РЫНКА СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И СБОРОМ ДАННЫХ (SCADA-СИСТЕМ) В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

Экспертно-аналитический доклад

АНАЛИЗ РЫНКА СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И СБОРОМ ДАННЫХ (SCADA-СИСТЕМ) В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД

Монография

ПОЛИТЕХ-ПРЕСС
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

Санкт-Петербург
2024

ББК 32.966
А64

Рецензенты:
Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор,
профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого
И. Л. Туккель
Доктор технических наук, доцент,
исполняющий обязанности ректора Тюменского индустриального университета
Ю. С. Клочков

Авторы:
А. И. Боровков, О. И. Рождественский, Е. И. Павлова, И. И. Поняева, А. Х. Кайданова, Е. П. Чхеидзе,
А. А. Старостенко, П. С. Распопина, А. С. Голякевич, С. А. Чварков, Н. М. Луковникова, И. Б. Андреев,
А. О. Ольховик, П. А. Джелали, К. В. Кукушкин, В. П. Шкодырев, В. Н. Хохловский, Е. А. Башкирова,
А. Диб, П. Жан-Зууаи, И. А. Скогликов

Анализ рынка систем диспетчерского управления технологическими процессами и сбором данных (SCADA-систем) в рамках направления «Технет» НТИ. Экспертно-аналитический доклад : монография / А. И. Боровков [и др.] ; под ред. А. И. Боровкова. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 243 с.

В отчете представлены результаты аналитических исследований рынка систем диспетчерского управления технологическими процессами и сбором данных (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA) в рамках направления «Технет» НТИ. Представлен анализ мирового и российского рынка, а именно емкость рынков и темпы роста, характеристики основных игроков и их доли на рынке. Для мирового рынка подробно рассмотрены географические сегменты и факторы развития. Исследованы технологические тенденции развития мирового и российского рынка: рассмотрены перспективные направления использования «сквозных» цифровых технологий в SCADA-системах, рыночные кейсы, а также представлен обзор ключевых научных разработок в РФ по результатам интеллектуальной деятельности. Проведен анализ обновлений функциональных возможностей зарубежных и российских SCADA-систем, релиз которых состоялся в 2024 году. Подробно рассмотрены слияния и поглощения разработчиков SCADA-систем в мире по состоянию на конец 2024 года, проекты кооперации российских разработчиков и планы по развитию систем в России. Рассмотрены новые крупные проекты в области SCADA-систем в России и мире. Проведен анализ нормативно-правового регулирования в России, в том числе анализ государственных программ поддержки по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам. Представлены ключевые барьеры и проблемы развития систем на российском рынке и необходимые действия для преодоления барьеров и решения проблем. Проведен анализ SCADA-систем в соответствии с направлениями развития технологий в 2024 году: проанализированы средства интеграции подсистем на основе концепции микросервисной архитектуры, а также особенности интеграции подсистем, реализующих задачи человеко-машинного интерфейса, разработаны предложения для достижения 6-го уровня готовности технологий, развиваемых в рамках научных исследований. Проведенная работа дает целостное представление о развитии современного рынка систем диспетчерского управления технологическими процессами и сбором данных (SCADA-систем).

Подготовлен Инфраструктурным центром «Технет» (передовые производственные технологии) Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Печатается по решению
Совета по издательской деятельности Ученого совета
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

© Боровков А. И., научное редактирование, 2024
© Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, 2024

ISBN 978-5-7422-8881-7

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК РИСУНКОВ 5

СПИСОК ТАБЛИЦ 7

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 8

ВВЕДЕНИЕ 10

ГЛАВА 1. Анализ мирового и российского рынка 12

1.1. Анализ мирового рынка 12

1.1.1. Емкость рынка, темпы роста рынка 12

1.1.2. Характеристики основных игроков и их доли на рынке 13

1.1.3. Географические сегменты рынка 17

1.1.4. Факторы развития мирового рынка 18

1.2. Анализ российского рынка 19

1.2.1. Емкость рынка, темпы роста рынка 19

1.2.2. Характеристики основных игроков 20

ГЛАВА 2. Технологические тенденции развития мирового и российского рынка 25

2.1. Технологические тренды развития систем. Перспективные направления использования «сквозных» цифровых технологий в системах, составленные на основе тенденций технологического развития, и рыночные кейсы (примеры) 25

2.1.1. Технологии искусственного интеллекта 27

2.1.2. Квантовые технологии 29

2.1.3. Современные и перспективные сети мобильной связи 30

2.1.4. Технологии виртуальной и дополненной реальности 31

2.1.5. Технологии распределенных реестров 31

2.1.6. Технологии больших данных 32

2.1.7. Облачные сервисы, платформизация, инструменты коллаборации, микросервисы 32

2.1.8. Общие выводы 33

2.2. Обзор ключевых научных разработок в России по результатам интеллектуальной деятельности (РИД). Динамика РИД в России по направлению, ед. за период 2017-2024. Качественный анализ ключевых разработок в России в части РИД 33

2.2.1. Динамика РИД в России по направлению, ед. за период 2017-2024 гг. 33

2.2.2. Качественный анализ ключевых разработок в России в части РИД 34

ГЛАВА 3. Анализ релизов обновлений функциональных возможностей систем SCADA в 2024 г. (за период до конца 2024 г.) 38

3.1 Анализ релизов обновлений функциональных возможностей зарубежных систем в 2024 г. 38

3.2. Анализ релизов обновлений функциональных возможностей российских систем в 2024 г. 49

3.3. Заключение о тенденциях и приоритетах развития зарубежных и отечественных систем в 2024 г. 60

ГЛАВА 4. Анализ инвестиций, сделок M&A и проектов кооперации в России и в мире....62

4.1. Слияния и поглощения разработчиков SCADA-систем в мире по состоянию на конец 2024 г. 62

4.2. Проекты кооперации российских разработчиков....65

4.3. Планы по развитию SCADA-систем в России 67

ГЛАВА 5. ГОбзор новых крупных проектов в России и в мире....71

5.1. Проекты в России 71

5.2 Проекты за рубежом....74

ГЛАВА 6. Нормативно-правовое регулирование в России, в т.ч. анализ государственных программ поддержки по НИРам и НИОКРам....76

6.1 Анализ нормативно-правовой базы регулирования в России 76

6.2 Анализ государственных мер поддержки, в т.ч. по НИРам и НИОКРам, сведения о значимых поддержанных проектах....87

ГЛАВА 7. Барьеры и риски, присутствующие на российском рынке.... 121

7.1. Ключевые барьеры и проблемы развития систем на российском рынке 121

7.2. Необходимые действия для преодоления барьеров и решения проблем 124

ГЛАВА 8. Анализ в соответствии с направлениями развития технологий 2024: SCADA-технологии в разрабатываемых аппаратно-программных решениях КФС 128

8.1. Анализ средств интеграции подсистем на основе концепции микросервисной архитектуры 134

8.2. Анализ особенностей интеграции подсистем, реализующих задачи человеко-машинного интерфейса 138

8.3. Разработка предложений для достижения 6-го уровня готовности технологий, развиваемых в рамках научных исследований 145

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 166

Приложение 1. Перечень российских scada-систем 168

ГЛОССАРИЙ 215

БИБЛИОГРАФИЯ 220

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1. Объем мирового рынка и CAGR мирового рынка SCADA, млрд долл. 12

Рисунок 2. Структура мирового рынка диспетчерского управления и сбора данных, доли компаний-лидеров, % 16

Рисунок 3. Прогноз развития российского рынка SCADA, млрд. руб. 20

Рисунок 4. Внедрение технологий ИИ на предприятиях K-Water и Mondelez 29

Рисунок 5. Количество результатов интеллектуальной деятельности по направлению, ед. 34

Рисунок 6. Сопоставление монолитной сервисной архитектуры (a) и микросервисной архитектуры (b) 135

Рисунок 7. Организация доступа к данным 136

Рисунок 8. Главная страница в версии на английском языке 139

Рисунок 9. Страница приложения, посвященная решению задачи прогнозирования потребления ресурсов 140

Рисунок 10. Страница приложения, посвященная решению задачи интеллектуального выбора ресурсов 141

Рисунок 11. Пример системы иерархического многоцелевого управления котельным оборудованием 141

Рисунок 12. Уравнения описания динамики и схема системы 142

Рисунок 13. Графики и гистограмма 143

Рисунок 14. Пример системы многокритериальной оптимизации управления роботом-манипулятором 144

Рисунок 15. Главная страница в версии на русском языке 145

Рисунок 16. Страница, отражающая принципиальные отличия предлагаемой системы 146

Рисунок 17. Пример постановки задачи сбалансированной генерации электроэнергии на предприятии 146

Рисунок 18. Функциональная схема 147

Рисунок 19. Постановка задачи прогнозирования потребности в электроэнергии 147

Рисунок 20. Архитектура системы интеллектуального управления котлоагрегатом 148

Рисунок 21. Классы онтологии котлоагрегата 150

Рисунок 22. Отношения между элементами онтологии 151

Рисунок 23. Визуализация онтологии в виде графа (фрагмент) 153

Рисунок 24. Расход перегретого пара от котла (факт.) и расход мазута в котел (а) 155

Рисунок 25. Расход перегретого пара от котла (факт.) и расход мазута в котел (б) 155

Рисунок 26. Давление мазута на котел и процент непрерывной продувки котла (а) 156

Рисунок 27. Давление мазута на котел и процент непрерывной продувки котла (б) 156

Рисунок 28. Онтология планирования 158

Рисунок 29. Основные классы MASON 161

Рисунок 30. Фрагменты графического представления онтологии сборочного производства 162

Рисунок 31. Состав рассматриваемых классов характеристик SCADA-систем 163

Рисунок 32. Пример списка свойств 163

Рисунок 33. Состав класса «Накопление и предоставление оператору...» как пример иерархического описания в онтологии 164

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Список сокращений и обозначений 8

Таблица 2. Характеристики основных игроков зарубежного рынка SCADA-систем 13

Таблица 3. Характеристики основных игроков российского рынка SCADA-систем 21

Таблица 4. Перспективные направления использования «сквозных» цифровых технологий, составленные на основе тенденций технологического развития, и рыночные кейсы 26

Таблица 5. Ключевые составляющие внедрения ИИ на предприятиях K-Water и Mondelez 29

Таблица 6. Ключевые разработки в России в части РИД в области SCADA-систем 35

Таблица 7. Сведения о релизах обновлений функциональных возможностей зарубежных систем в 2024 г. 38

Таблица 8. Сведения о релизах обновлений функциональных возможностей российских SCADA систем в 2024 г. 50

Таблица 9. Сведения о слияниях и поглощениях разработчиков SCADA-систем в мире по состоянию на конец 2024 г. 62

Таблица 10. Перечень проектов кооперации российских разработчиков 66

Таблица 11. Планы по развитию систем отечественными разработчиками 68

Таблица 12. Обзор крупных проектов в области SCADA-систем в России 71

Таблица 13. Обзор крупных проектов в области SCADA-систем в мире 74

Таблица 14. Обзор основных мер государственной поддержки 87

Таблица 15. Сведения о поддержанных проектах 98

Таблица 16. Перечень барьеров и рисков развития SCADA-систем на отечественном рынке 121

Таблица 17. Перечень барьеров развития SCADA-систем на российском рынке и предлагаемые решения для их преодоления 124

Таблица 18. Пример свойств отношений онтологии 152

Таблица 19. Отношения онтологии 159

Таблица 20. Выгрузка из Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, выполненная 11.10.2024, по классификатору, утвержденному приказом от 22.09.2020 № 486 только по основным ПО. 168

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Таблица 1. Список сокращений и обозначений

Аббревиатура	Расшифровка	Перевод на русский язык
Русскоязычные сокращения и обозначения		
АСУ ТП	Автоматизированные системы управления технологическим процессом	–
ДК	Дорожная карта	–
ИИ	Искусственный интеллект	–
ИТ	Информационные технологии	–
КФС	Киберфизическая система	–
МСП	Малые и средние предприятия	–
НИОКР	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы	–
НТИ	Национальная технологическая инициатива	–
ПО	Программное обеспечение	–
РФ	Российская Федерация	–
УГТ	Уровень готовности технологии	–
ФЗ	Федеральный закон	–
Англоязычные сокращения и обозначения		
AI	Artificial Intelligence	Искусственный интеллект
AR	Augmented Reality	Дополненная реальность
BIM	Building Information Modeling	Информационное моделирование зданий и сооружений
CAGR	Compound Annnual Growth Rate	Среднегодовые темпы роста
CAM	Computer-Aided Manufacturing	Технологическая подготовка производства
CIM	Computer-Integrated Manufacturing	Компьютерно-интегрированное производство
ERP	Enterprise Resource Planning	Планирование ресурсов предприятия
HMI	Human-Machine Interface	Человеко-машинный интерфейс
IIoT, I2oT	Industrial Internet of Things	Промышленный интернет вещей, Промышленный интернет, Индустриальный интернет
IoT	Internet of Things	Интернет вещей

Аббревиатура	Расшифровка	Перевод на русский язык
KPI	Key performance indicators	Ключевые показатели эффективности
M&A	Mergers and Acquisitions	Слияния и поглощения
ML	Machine Learning	Машинное обучение
PDM	Product Data Management	Управление данными о продукте
PLC	Programmable Logic Controllers	Программируемые логические контроллеры
PLM	Product Lifecycle Management	Управление жизненным циклом изделий
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	Диспетчерское управление и сбор данных
VR	Virtual Reality	Виртуальная реальность

ВВЕДЕНИЕ

Экспертно-аналитический доклад, подготовленный Инфраструктурным центром «Технет» СПбПУ, и планируемые результаты его реализации признаны соответствующими целям решения задач обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации в соответствии с Протоколом заседания Экспертного совета при высшем органе управления – Наблюдательном совете автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы» от 30.09.2024 г. № 16[1].

В докладе рассмотрен рынок SCADA-систем (Supervisory Control and Data Acquisition, Автоматизированные системы диспетчерского управления технологическими процессами и сбора данных (АСУ ТП)), которые представляют собой инструменты для разработки или обеспечения работы в режиме реального времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления (например, производственном объекте).

Технологии SCADA появились в 1960х годах, когда нефтегазовые компании искали эффективные способы удаленного мониторинга и контроля трубопроводов. Этот запрос привел к появлению первых автоматизированных систем диспетчерского управления технологическими процессами и сбора данных.

Появление новой технологии было связано с тем, что ручное управление нефте- и газопроводами было трудоемким и неэффективным, а также были не исключены ошибки. Первые технологические решения в этой области позволяли осуществлять мониторинг критичных технологических параметров, таких как температура, давление и скорость потока, при этом мониторинг осуществлялся удаленно, а данные поступали в реальном времени, что привело к революционным изменениям в нефтегазовой сфере, росту операционной эффективности и безопасности. Эти системы преимущественно были аналоговыми [1].

Дальнейший этап развития АСУ ТП начался в 1970 годы с появлением микропроцессоров, а также локальных сетей, что позволило расширить как сферы применения профильных решений, так и сделать их более гибкими, а также повысить эффективность процессов мониторинга и контроля.

SCADA-системы стали более технологичными и мощными в 1980-1990х годах, в частности, появились такие модули как логирование информации, а также расширились возможности удаленного доступа. С развитием Интернет-технологий и переходом от локальных сетей к глобальной сети появились возможности управлять АСУ ТП из любой точки мира [2].

Ключевыми технологическим трендами развития SCADA-технологий в XXI века стали следующие изменения:

1. Развитие периферийных вычислений, которые предполагают обработку данных на периферии сети, ближе к источнику данных, что обеспечивает сокращение времени задержки и повышение эффективности SCADA.

---

[1] Ключевые термины и определения, использованные в настоящем докладе, включая понятие технологического суверенитета, приведены в Глоссарии

2. Расширение использования инструментария машинного обучения для развития SCADA-систем, что позволяет расширять инструментарий предиктивной аналитики и оптимизировать производственные процессы.
3. Использование облачных вычислений в SCADA-системах позволяет обеспечить большую вычислительную мощность и емкость хранения данных и решать более сложные задачи.
4. Фокус на кибербезопасности – с выходом SCADA-систем в глобальную сеть и интеграцию с другими цифровыми системами растут и требования к безопасности сбора, передачи и хранения данных [2].

Экспертно-аналитический доклад посвящен анализу рынка SCADA-систем (Supervisory Control And Data Acquisition, системы диспетчерского управления технологическими процессами и сбором данных) и систем (платформ) промышленного интернета вещей в мире и в России. В частности, изучены тренды, барьеры и риски сферы, оценены объем и перспективы развития рынка, в том числе в географическом разрезе. Рассмотрены ключевые компании и проекты, проведена оценка перспективных проектов и разработок, исследована нормативная правовая база и определены ключевые меры государственной поддержки для субъектов рынка.

Результаты аналитических исследований будут содействовать развитию технологий и использованы в ходе расширения SCADA функциональных возможностей аппаратно-программных решений киберфизических систем как технологической платформы гибридной информационно-управляющей среды промышленной автоматизации и управления в части подсистемы оперативного прогнозирования хода технологического процесса в реальном времени и подсистемы оптимизации с учетом ограничений по вычислительным ресурсам, включая проверку работоспособности интегрированной интеллектуальной системы оперативного управления технологическим процессом.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ МИРОВОГО И РОССИЙСКОГО РЫНКА

В данной главе представлен анализ мирового и российского рынков систем класса SCADA. Исследование включает оценку объема рынка, представлен прогноз динамики роста рынка, а также характеристика ключевых команий разработчиков и их долей на рынке. Для зарубежного рынка также рассматриваются географические сегменты рынка и основные факторы, влияющие на развитие анализируемых технологий. Анализ российского рынка позволяет сделать заключение о текущем состоянии и потенциале развития SCADA-систем.

SCADA-системы представляют собой комплекс программно-технических компонентов, которые сочетают в себе следующие функциональные возможности:

- управление производственными процессами локально и удаленно;
- мониторинг, сбор и обработка данных в режиме реального времени;
- непосредственное взаимодействие с удаленными устройствами сбора информации (датчики, клапаны, насосы и т.д.) через программное обеспечение HMI [3].

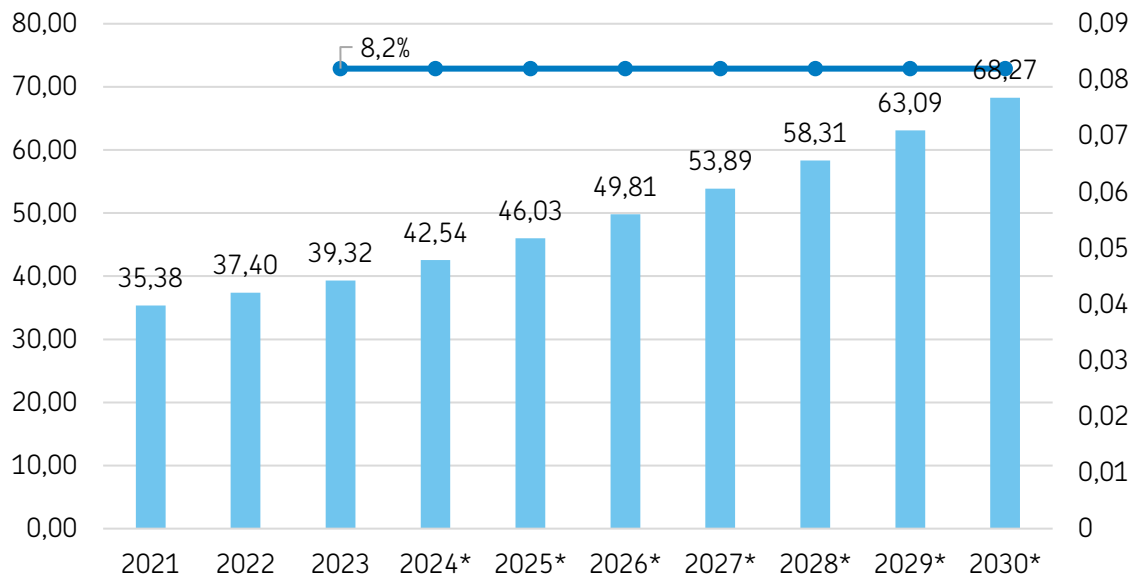
1.1. Анализ мирового рынка

1.1.1. Емкость рынка, темпы роста рынка

По данным компании Fortune Business Insights [4], объем рынка SCADA-систем составил 39,32 млрд долл. за 2023 г. со среднегодовым темпом роста (CAGR) в 8,2% в период 2024 – 2030 гг. График с объемом мирового рынка и CAGR мирового рынка SCADA-систем приведен на Рисунке 1.

Рисунок 1. Объем мирового рынка и CAGR мирового рынка SCADA, млрд долл.

* прогноз на основе CAGR



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным Fortune Business Insights, 2024 г.

Альтернативные оценки объема рынка SCADA-решений:

- По данным компании IMARC Group [5], глобальный рынок SCADA достиг значения 51,0 млрд долл. в 2023 г.
- По данным другого источника, компании IMARC Group [6], объем мирового рынка SCADA достиг 21,0 млрд долл. в 2023 г. Ожидается, что к 2032 г. объем рынка достигнет 30,8 млрд долл., продемонстрировав среднегодовой темп роста (CAGR) 4,2% в период 2024 – 2032 гг.
- По данным компании MAXIMIZE MARKET RESEARCH [7], рынок SCADA в 2023 г. оценивался в 14,36 млрд долл., ожидается, что рынок будет расти с среднегодовыми темпами в 6,4% в период с 2024 г. по 2030 г. и достигнет почти 22,17 млрд долл.

1.1.2. Характеристики основных игроков и их доли на рынке

По данным компании IMARC [5], основными компаниями разработчиками рынка SCADA-систем являются:

- ABB.
- Emerson Electric.
- Rockwell Automation.
- Schneider Electric.
- Siemens.
- Alstom.
- General Electric.
- Honeywell International.
- Omron Corporation.
- Yokogawa Electric Corporation.
- Iconics.
- Elnyx Technologies.
- Enbase.
- Globalogix.
- Inductive Automation.

Помимо перечисленных выше, аналитики компании Maximize Market Research [7] в числе ключевых представителей рынка выделяют следующие компании: IBM Corporation, Cisco Systems, Deagital Sas, Mitsubishi Electric, Hitachi, JFE Engineering Corporation, Partita IVA, Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corporation.

В Таблице 2 представлены сведения об объемах выручки основных представителей рынка систем диспетчерского управления и сбора данных. Перечень основных компаний сформирован на основе консолидации позиций из указанных выше источников.

Таблица 2. Характеристики основных игроков зарубежного рынка SCADA-систем

№	Название компании	Выручка 2023, млн долл.	Ссылка на сайт компании
1	Hitachi	70510,00 [8]	https://www.hitachi.com/
		96200,00 [9]	
2	Siemens	78620,00 [10]	https://www.siemens.com/global/en.html
		83890,00 [11]	
3	General Electric	60000,00 [12]	https://www.ge.com/
		64565,00 [13]	
		67950,00 [14]	
4	Honeywell International	36660,00 [15]	https://www.honeywell.com/us/en
		36662,00 [16]	
		37330,00 [17]	
5	ABB	32200,00 [18]	https://global.abb/group/en
		32230,00 [19]	
		32320,00 [20]	
6	Schneider Electric	35902,00 [21]	https://www.se.com/kz/ru/
		36440,00 [22]	
		39680,00 [23]	
7	JFE Engineering Corporation	36860,00 [24]	https://www.jfe-eng.co.jp/en/
8	Mitsubishi Electric	33362,49 [26]	https://www.mitsubishielectric.com/en/index.html (по данной компании выручка представлена в евро)
		36860,00 [27]	
9	Emerson Electric	15900,00 [29]	https://www.emerson.com/en-us
		16960,00 [30]	
10	Rockwell Automation	8790,00 [31]	https://www.rockwellautomation.com/en-us.html
		9130,00 [32]	
11	Omron Corporation	5980,00 [33]	https://www.omron.com/global/en/
		7991,20 [34]	
12	Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corporation	Общую выручку оценивают в 25 400,00, а долю Infrastructure Sys. & Sol. Corp. примерно в 20% 4526,35 [35] [36]	https://www.global.toshiba/ww/company/infrastructure.html
		Общая по корпорации 23530,00 [37]	
13		3623,42 [38]	https://www.yokogawa.com/

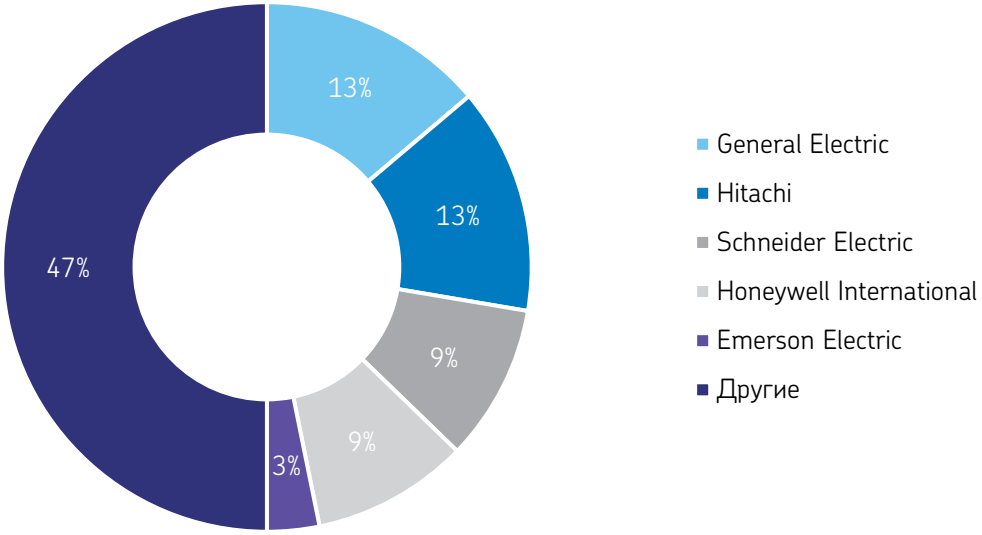
№	Название компании	Выручка 2023, млн долл.	Ссылка на сайт компании
	Yokogawa Electric Corporation	5504,30 [39]	
14	Iconics	31,30 [40]	https://iconics.com/en-us/
15	Alstom	17,62 [41]	https://www.alstom.com/
		17,62 [42]	
16	Inductive Automation	10,00 [43]	https://inductiveautomation.com/
17	Globalogix	1,00 [44]	https://www.globlx.com/
18	IBM Corporation	Н/Д	https://www.ibm.com/us-en

Источник: данные из открытых источников

Примечания к таблице 1:

- В отношении выручки ABB существуют различные сведения, полученные из разных источников. По данным официального сайта компании [18], выручка составляет 32200 млн долл. Согласно имеющимся другим данным из источника компании Companies Marketcap [20], выручка данного игрока составляет 32230 млн долл., по мнению компании Fusion Media Limited 32330 млн долл. [19].
- Выручка игрока Emerson Electric Co. оценивается компанией TradingView [29] в 15160 млн долл., по данным компании Companies Marketcap [29] 15900 млн долл., по данным компании Fusion Media Limited [30] выручка оценивается 16960 млн долл.
- Выручка компании Rockwell Automation оценивается 8790 млн долл., согласно информации компании Fusion Media Limited [31]. Выручка составляет 9130 млн долл. по данным компании Companies Marketcap [32].
- У компании Alstom выручка оценивается по данным самой компании [41] в 17,62 млн долл. По данным компании Fusion Media Limited [42], выручка составляет также 17,62 млн долл.
- Выручка Omron Corporation оценивается 5980 млн долл. по данным Companies Marketcap [33] и 7991,20 млн долл. по данным Fusion Media Limited [34].
- У игрока Schneider Electric по данным разных источников выручка следующая: 35902 млн долл. по данным с официального сайта [21], 36440 млн долл. у Fusion Media Limited [22] и 39680 млн долл. по мнению Companies Marketcap [23].

Рисунок 2. Структура мирового рынка диспетчерского управления и сбора данных, доли компаний-лидеров, %



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным о прибыли компаний вендоров, 2024 г.

Оценка долей ключевых игроков на мировом рынке SCADA приведена на Рисунке 2 на основе данных экспертной оценки. Рассмотрим представителей мирового рынка SCADA с наиболее высокой рыночной долей подробнее.

Компания General Electric – является одним из мировых лидеров по разработке технологий генерации и распределения энергии, также сфера деятельности компании охватывает выпуск различных видов техники, включая локомотивы, энергетические установки, газовые турбины, авиационные двигатели, медицинское оборудование, изготовляет также осветительную технику, пластмассы и герметики. GE [45].

Компания является разработчиком решения «iFIX», которое является высокопроизводительной SCADA-системой и человеко-машинным интерфейсом (HMI) [46].

Компания Hitachi производит и поставляет широкий спектр деловых и потребительских продуктов, услуг и решений [47]. Компания разрабатывает следующие SCADA-системы: «MicroSCADA X», «MicroSCADA X DMS600», «MicroSCADA X SYS600», «MicroSCADA X Historian».

- «MicroSCADA X» – единая модульная система для контроля системы распределения электроэнергии в любом месте и в любое время.[48].
- «MicroSCADA X DMS600» – управление процессами электропитания для управления сетью и распределением[49].
- «MicroSCADA X SYS600» – предназначен для связи и подключения[50].

Schneider Electric – мировой эксперт в управлении энергией и промышленной автоматизации –

является ведущим разработчиком и поставщиком комплексных энергоэффективных решений для энергетики и инфраструктуры, промышленных предприятий, объектов гражданского и жилищного строительства, а также центров обработки данных[51].

Компания является разработчиком следующих SCADA-систем: «EcoStruxure Geo SCADA», «EcoStruxure Power SCADA Operation», «Vijeo XL».

«EcoStruxure Geo SCADA Expert» – это открытая программная платформа, которая предоставляет мощные функции для управления критической инфраструктурой удаленных операций. Сигналы тревоги и исторические данные собираются серверами на больших расстояниях и предоставляются локальным и удаленным пользователям через интегрированные клиенты и внешние приложения управления данными[52].

«EcoStruxure Power SCADA» Operation представляет собой систему SCADA, которая специально разработана для того, чтобы использоваться на таких объектах, как центры обработки данных, больницы, промышленные предприятия, аэропорты и электроинтенсивные операции, а также максимизировать время безотказной работы[53].

«Vijeo XL» – программное обеспечение для разработки проектов HMI, SCADA и OEE/Dashboard, предназначенных для приложений «Line Management» и «Lite Supervision», работающих на промышленном ПК «Magelis», который также разработаны компанией «Schneider Electric».

Honeywell International – американская передовая технологическая компания, которая производит аэрокосмическую и автомобильную продукцию; бытовые, коммерческие и промышленные системы управления; специальные химикаты и пластмассы; и конструкционные материалы[54].

Компания является разработчиком масштабируемой программной платформы «Saia PCD Supervisor», которая обеспечивает мониторинг и управление простыми системами HVAC, а также централизованные станции управления крупных комплексов зданий или инфраструктурных объектов. Открытые коммуникационные стандарты обеспечивают интеграцию внешних систем[55]

Компания Emerson Electric предлагает технологии, объединенные с инженерными разработками для промышленных, коммерческих и торговых предприятий. Портфолио компании включает: системы питания, управление процессами, автоматизацию промышленных операций, климатическое оборудование, а также бытовую технику и инструменты[29].

Компания является разработчиком продукта «Zedi SaaS SCADA»[56].

1.1.3. Географические сегменты рынка

По данным компании MAXIMIZE MARKET RESEARCH [7] от 2023 г., Азиатско-Тихоокеанский регион будет лидировать на мировом рынке SCADA в прогнозируемый период 2024 – 2029 гг. благодаря увеличению инвестиций в автоматизацию со стороны правительств и предприятий в различных отраслях.

Лидирующее положение на рынке можно объяснить растущим внедрением автоматизации и Интернета вещей (IOT) для доступа к данным из удаленных мест с помощью мобильных устройств, а также растущим спросом на модернизированную версию SCADA. Ожидается, что

правительственные инициативы по внедрению SCADA в энергетике, а также в системах водоснабжения и водоотведения будут стимулировать рынок SCADA в этом регионе.

Благодаря стабильному и улучшенному управлению электроэнергией, а также огромным инвестициям в технологии, Северная Америка имеет наибольшую долю рынка. Ожидается, что Северная Америка сохранит свое доминирующее положение в течение прогнозируемого периода 2024 – 2029 гг. Из-за растущего спроса на методы автоматизации в нефтегазовом секторе, Европа, как ожидается, станет вторым по величине рынком в течение прогнозируемого периода 2024 – 2029 гг.

Аналитики компании IMARC [6] считают, что Азиатско-Тихоокеанский регион демонстрирует явное доминирование на рынке.

Азиатско-Тихоокеанском регионе находятся страны с одними из самых быстрорастущих экономик мира, включая Китай, Индию и страны Юго-Восточной Азии. Быстрый экономический рост стимулировал индустриализацию в различных секторах и сферах производства, включая энергетику, автомобилестроение и электронику. По мере расширения отраслей значительно возрастает спрос на передовые решения в области автоматизации и управления, включая системы SCADA. Согласно отчету IFR от марта 2022 г., Япония является мировым лидером по производству промышленных роботов, обеспечивая 45% мирового предложения роботов. Ожидается, что подобные примеры будут стимулировать спрос на автоматизацию, что приведет к внедрению решений SCADA в регионе. Аналогичным образом, в апреле 2023 г. компания Rockwell Automation объявила о своем намерении заключить партнерство с Doosan Robotics, известным мировым производителем робототехники. Церемония подписания проходила в присутствии представителей обеих организаций и министра торговли, промышленности и энергетики Южной Кореи Ли Чан-Янга.

Также, по мнению компании Marketsandmarkets [57], ожидается, что Азиатско-Тихоокеанский регион будет занимать наибольшую долю рынка SCADA в прогнозируемый период 2024 – 2029 гг.

Азиатско-Тихоокеанский регион становится быстрорастущим рынком для SCADA, чему способствует быстрое развитие его экономики и растущее внедрение SCADA-систем в различных секторах, включая энергетику, электроэнергетику, автоматизацию процессов и связь. В Азиатско-Тихоокеанском регионе наблюдается резкий рост создания производственных предприятий в таких отраслях как автомобилестроение, текстильная промышленность, энергетика и фармацевтика, что еще больше усиливает спрос на решения в области автоматизации. Эта тенденция обусловлена растущим вниманием к автоматизации для удовлетворения растущего спроса на высококачественную продукцию и увеличения темпов производства в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Кроме того, стремительное развитие нефтегазового сектора в регионе привело к значительному росту спроса на автоматизированные продукты, что способствует ожидаемому росту рынка SCADA-систем в течение прогнозируемого периода 2024 – 2029 гг.

1.1.4. Факторы развития мирового рынка

Согласно анализу IMARC Group [5], ведущие компании по разработке систем сбора и обработки данных (SCADA) сосредоточены на постоянном технологическом развитии для повышения возможностей своих решений. Они инвестируют в исследования и разработки для создания более

надежных, безопасных и удобных в использовании SCADA- систем. Это включает в себя интеграцию таких передовых функций как аналитика данных в реальном времени, предиктивное обслуживание, облачные решения и мобильный доступ. Кроме того, в связи с растущем уровнем опасений относительно киберугроз и атак на критическую инфраструктуру, поставщики SCADA уделяют приоритетное внимание укреплению кибербезопасности своих систем. Они внедряют надежные протоколы безопасности, механизмы шифрования и системы обнаружения вторжений для защиты сетей SCADA от потенциальных киберугроз. Это включает в себя регулярные обновления программного обеспечения, оценку уязвимостей и программы обучения для информирования пользователей о лучших методах безопасной эксплуатации. Кроме того, ключевые игроки на рынке SCADA признали разнообразие требований различных отраслей и разработали отраслевые решения. Они предлагают настраиваемые системы SCADA, адаптированные к уникальным потребностям таких секторов как нефтегазовая промышленность, водоснабжение и водоотведение, электроэнергетика и транспорт. Такая настройка позволяет организациям оптимизировать свои операции, повышать эффективность и обеспечивать соответствие нормативным требованиям. Более того, поставщики SCADA оценили потенциал Интернета вещей (IoT) и аналитики больших данных. Они интегрировали системы SCADA с устройствами, датчиками и сетями IoT в целях мониторинга и управления широким спектром активов и процессов в реальном времени. Такая интеграция позволяет улучшить сбор, анализ и принятие решений, что приводит к повышению операционной эффективности и экономии средств.

1.2. Анализ российского рынка

1.2.1. Емкость рынка, темпы роста рынка

В российской практике оценки рынка АСУ ТП принято относить к этому классу SCADA, HMI, RTU, PLC.

По данным, представленным в отчете J'son & Partners Consulting, объем российского рынка автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и производственного планирования (MES) по итогам 2021 года достиг 541 млн долл. (около 40 млрд руб.), прогнозировался годовой темп прироста российского рынка классов АСУ ТП и MES на уровне 8%. По оценке экспертов Ассоциации интернета вещей из-за ухода основных зарубежных компаний Siemens и GE рынок сократился на 18–20%. Потенциал рынка импортозамещения АСУ ТП составляет несколько десятков миллиардов рублей. По прогнозу аналитического агентства J'son & Partners, объем российского рынка АСУ ТП с 2022 по 2025 гг. вырастет в 3 раза и достигнет отметки 200 млрд руб.

По данным аналитической компании TelecomDaily рынок промышленного интернета вещей (IIoT) в России по итогам 2023 года оценен в 144,4 млрд руб. и увеличился на 5%. Аналитики прогнозируют дальнейший рост до 188,9 млрд руб. к 2026 году. Основными тенденциями в IIoT стали импортозамещение и цифровизация промышленности [58].

На основе экспертной оценки, объем российского рынка АСУ ТП в 2023 г. составил 1,69 млрд долл., ожидаемый темп роста рынка (CAGR) составил 9% с 2023 г. по 2028 г.

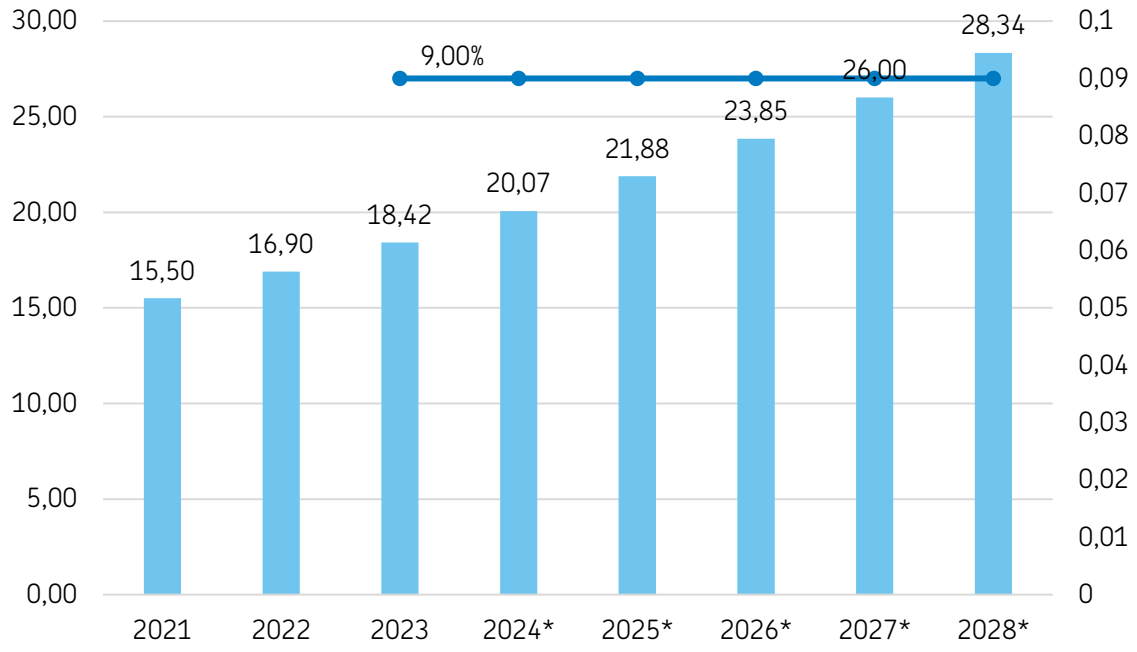
Рынок SCADA-систем составил в 2021 г. 0,21 млрд долл., в 2022 г. 0,25 млрд долл., в 2023 г.

0,22 млрд долл., что в рублях составило (см. Рисунок 3):

- В 2021 году составил 15,50 млрд руб.
- В 2022 году составил 16,90 млрд руб.
- В 2023 г. составил 18,42 млрд руб.

Рисунок 3. Прогноз развития российского рынка SCADA, млрд. руб.

* прогноз на основе CAGR



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ

Для построения графика, приведенного на рисунке 3, был использован средневзвешенный курс доллара: 2021 г. – 73,65 руб., 2022 г. – 78,55 руб., 2023 г. – 85,25 руб. Далее прогноз для 2024 – 2028 гг. построен на основании данных за 2023 г. и с учетом прогнозируемого CAGR.

1.2.2. Характеристики основных игроков

Среди российских разработчиков и вендоров SCADA-систем можно выделить АО «Монитор электрик», ООО «Новые программные технологии», ООО «Компания ДЭП», АО «Атомик софт», АО «ЭлеСи» и другие. Основные представители российского рынка SCADA-систем и их выручка в 2023 году приведены в Таблице 3 (расположены в алфавитном порядке). В качестве тенденции, наблюдаемой на российском рынке, можно отметить наличие нескольких юридических лиц, объединенных одним брендом (в таблице представлены последовательно).

Таблица 3. Характеристики основных игроков российского рынка SCADA-систем

№	Название компании	Выручка 2023[2], млн руб.	Ссылка на сайт компании
1	АО «АТОМИК СОФТ»	1122,02	https://automiq.ru/
2	АО «МОНИТОР ЭЛЕКТРИК»	2161,50	https://monitel.ru/
3	АО «СИСОФТ»	73,38	https://www.csoft.ru/
4	АО «СИСОФТ РАЗРАБОТКА»	691,41	https://www.csoft.ru/soft/industrics/industrics-4.0.html
5	ООО «СИСОФТ ЦИФРОВИЗАЦИЯ»	9,13	https://www.csoft.ru/vendors/cs-digital.html
6	АО «ЭлеСи»	169,74	https://elesy.ru/
7	ООО «ГК ИНФОПРО»	290,74	https://www.info-pro.ru/
8	ООО «Компания ДЭП»	966,13	http://dep.ru/
9	ООО «НОВЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	82,53	https://npt.spb.ru/
10	ООО «СИМП ЛАЙТ»	9,24	https://simplight.ru/
11	ООО «Энергокруг»	30,01	https://www.energokrug.ru/

Источник: данные из открытых источников

Полный перечень российских разработчиков SCADA-систем по данным Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, на 11.10.2024 г. по классификатору, утвержденному приказом Минцифры России от 22.09.2020 г. № 486 (только по основному классу ПО), представлен в Приложении 1.

Компания АО «Монитор электрик» – один из крупнейших российских производителей программных решений в области оперативно-технологического управления для электроэнергетики [59].

Компания разработала оперативно-информационный комплекс «СК-2007», который является высокопроизводительной масштабируемой системой SCADA/HIS, поставляющейся с набором приложений для различных применений [60]. Функциональность пакета SCADA-приложений «СК-2007» включает как стандартные функции централизованного управления и сбора данных, так и большое число дополнительных возможностей, расширяющих горизонты применения комплекса и позволяют использовать его для решения задач, которые не под силу стандартным SCADA-

2 Представлена выручка компаний за 2023 г.

системам [61].

Компания ООО «Новые программные технологии» занимается разработкой программного обеспечения и технических средств для автоматизации энергетических и промышленных объектов: генерирующих компаний, магистральных и распределительных сетей, промышленных предприятий[62].

Компания разрабатывает систему управления и сбора данных «SCADA NPT Compact», которая предназначена для обеспечения задач сбора, обработки, представления, хранения и передачи информации, а также для управления технологическими процессами в энергетике и промышленности. Основные функциональные характеристики системы:

- Сбор данных с микропроцессорных устройств нижнего уровня по протоколам: МЭК 61850-8-1 (MMS), МЭК 60870-5-104/103/101, Modbus TCP/RTU, SNMP, DNP3 и др.
- Логическая обработка данных.
- Отображение данных.
- Управление оборудованием и мониторинг его состояния.
- Архивирование данных с использованием встроенной базы данных или различных СУБД.
- Регистрация пользователей в системе с возможностью назначения ролей и выбором перечня полномочий.
- Гибкая поддержка создания и отображения мнемосхем.
- Сбор и выгрузка аварийных осциллограмм.
- Создание шаблонов для генерации отчетов.
- Гибкие настройки аварийной сигнализации.

Также, ООО «Новые программные технологии» разрабатывает продукт «SCADA NPT Expert», который является диспетчерского управления и мониторинга технологических процессов в реальном времени с уникальными возможностями по интеграции микропроцессорных устройств. Основные функциональные характеристики системы, следующие:

- Позволяет производить сбор и регистрацию в реальном масштабе времени информации об аварийных и установившихся процессах.
- Позволяет производить комплексную обработку информации.
- Позволяет архивировать информацию.
- Позволяет отображать информацию в различных графических формах.
- Позволяет осуществлять функции управления энергетическим объектом.
- Позволяет производить анализ установившихся режимов и аварийных процессов.
- Создавать различные отчетные документы и ведомости по состоянию энергообъекта и прочее.

Еще один продукт компании ООО «Новые программные технологии» – «SCADA Studio», которая также является системой автоматизированного проектирования и конфигурирования, предназначенная для проектирования и наладки систем автоматизации различной сложности: от системы телемеханики комплектной трансформаторной подстанции до системы диспетчерского управления

энерго-района. Основными функциональными характеристиками системы являются:

- Проектирование подстанций на базе стандарта МЭК 61850-6 SCL.
- Редактирование базы данных ПТК SCADA NPT Expert.
- Проектирование систем логической обработки на базе стандарта МЭК 61131-3.
- Параметрирование многофункциональных контроллеров NPT и контроллеров многофункциональных интеллектуальных Compact RTU.
- Параметрирование ПО станционного контроллера связи и управления (СКСУ, сервер ТМ)[62].

ООО «Компания ДЭП» занимается внедрением систем и средств промышленной автоматизации на базе современных высокотехнологичных импортозамещающих программно-технических средств собственной разработки. Компания ДЭП объединяет группу отечественных предприятий, включающих разработчиков, производителей, проектировщиков, а также подразделения монтажно-наладочного характера[63]

Компания является разработчиком «SCADA-система SyTrack» – многозадачного, многопользовательского пакета программного обеспечения, который предназначен для проектирования, технологического программирования и реализации исполнения программ управления АСУ ТП в реальном времени. В зависимости от решаемых задач, «SyTrack» предполагает различные варианты лицензирования, которые могут комбинироваться между собой[64]

АО «Атомик Софт» – российский разработчик программного обеспечения для автоматизации технологических и производственных процессов[65]

Компания является разработчиком следующих продуктов: «Alpha.One», «Alpha.One+», «Alpha.SCADA», «Alpha.Platform». Каждый продукт представляет собой комплект компонентов, ориентирован на решение определенных задач, и поставляется отдельным дистрибутивом, позволяя наращивать функциональные возможности установленных Alpha-продуктов, используя дополнительные наборы лицензий.

«Alpha.One» – комплект компонентов, функциональность которых позволяет разрабатывать системы локального мониторинга и управления оборудованием непосредственно по месту расположения объекта автоматизации[66]

«Alpha.One+» – комплект компонентов, функциональность которых позволяет разрабатывать системы мониторинга, контроля и управления производством или эксплуатации зданий и сооружений. Это готовое однопользовательское решение для автоматизации небольших объектов[67].

«Alpha.SCADA» – комплект компонентов, функциональность которых позволяет разрабатывать системы мониторинга, контроля и управления производством или эксплуатации зданий и сооружений. Благодаря использованию резервированных серверов и выделенных рабочих мест, с помощью «Alpha.SCADA» можно автоматизировать процессы, требующие постоянного контроля и доступа[68].

«Alpha.Platform» – комплект компонентов, функциональность которых позволяет разрабатывать высоконадежные системы для крупных территориально-распределенных предприятий. Благодаря встроенной возможности масштабирования, с помощью «Alpha.Platform» можно строить

центральные диспетчерские пункты для контроля и управления группой объектов[69].

Компания АО «ЭлеСи» является производителем технологичного оборудования и конструкторским бюро, которое осуществляет комплектную разработку изделий, от печатанных плат до отдельных конструктивных элементов и корпусов оборудования[70].

Компания является разработчиком следующих SCADA-систем: «SCADA Infinity» и «Integrity SCADA».

«SCADA Infinity» – это программно-инструментальный комплекс для реализации автоматизированных систем управления технологическими процессами. Основные возможности системы, следующие:

- Архивирование технологических данных.
- Визуализация технологических процессов.
- Оповещение о событиях.
- Анализ данных и отчетность[71].

«Integrity SCADA» – это отечественный высокотехнологичный кроссплатформенный программно-инструментальный комплекс для реализации систем управления технологическими процессами на базе свободного программного обеспечения[72].

ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО И РОССИЙСКОГО РЫНКА

Настоящий раздел посвящен анализу технологических тенденций развития мирового и российского рынка средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) по блокам (подразделам):

- Технологические тренды развития систем. Перспективные направления использования «сквозных» цифровых технологий в системах, составленные на основе тенденций технологического развития, и рыночные кейсы (примеры).
- Обзор ключевых научных разработок в России по результатам интеллектуальной деятельности (РИД). Динамика РИД в России по направлению, ед. за период 2017-2024 гг. Качественный анализ ключевых разработок в России в части РИД.

2.1. Технологические тренды развития систем. Перспективные направления использования «сквозных» цифровых технологий в системах, составленные на основе тенденций технологического развития, и рыночные кейсы (примеры)

Структура мировой экономики на фоне затяжной экономической рецессии и поступательного падения доходности, растущих требований потребителей к скорости производства и индивидуализации производимой продукции, а также постковидных шоков и эффектов, связанных с нарастающей геополитической неопределенностью, претерпевает значительные изменения. В новых условиях растет актуальность разработки и внедрения технологий, способных оказать влияние на развитие совокупности отраслей за счет обеспечения создания инновационных продуктов и сервисов и (или) способствующих формированию новых рынков. К таким технологиям (технологическим направлениям) относятся: искусственный интеллект, в т.ч. генеративный искусственный интеллект, распространение No-Code/ Low-Code подходов; облачные технологии и сервисы; комплексные платформенные решения и гибкие модульные системы во всех областях (см., в частности, отчеты и материалы таких международных консалтинговых компаний как McKinsey [73] и Deloitte [74]).

В контексте Российской Федерации обозначенные выше технологии считаются «сквозными», и их развитие является одним из необходимых условий для обеспечения технологического суверенитета. Актуальный скорректированный перечень «сквозных» технологий закреплен в Концепции технологического развития до 2030 г. и включает технологии обработки и передачи данных (в т.ч. искусственный интеллект, большие данные, технологии распределенных реестров, квантовые коммуникации и др.), технологии в сфере энергетики, новые производственные технологии, биотехнологии и технологии живых систем, технологии снижения антропогенного воздействия и перспективные космические системы и сервисы [75].

Применительно к инженерному программному обеспечению наиболее актуальными являются такие «сквозные» технологии как:

- Искусственный интеллект.
- Квантовые технологии.
- Современные и перспективные сети мобильной связи.

- Технологии виртуальной и дополненной реальности.
- Технологии больших данных.
- Технологии распределенного реестра.
- Облачные сервисы, платформизация, инструменты коллаборации, микросервисы.

При этом перспективы использования вышеуказанных групп технологий имеют определенную специфику в зависимости от класса ПО. В таблице ниже представлена ключевая информация о перспективных направлениях использования «сквозных» цифровых технологий, составленная на основе тенденций технологического развития, а также приведен ряд конкретных рыночных кейсов в разрезе класса «средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)» (Таблица 4).

Таблица 4. Перспективные направления использования «сквозных» цифровых технологий, составленные на основе тенденций технологического развития, и рыночные кейсы

№	Сквозные / Цифровые технологии	Основные перспективные направление использования в разрезе класса	Примеры кейсов использования
1	Искусственный интеллект	Интеллектуальное управление производственным циклом на основе ИИ	Умные системы управления производством с автоматической оптимизацией и интеллектуальным устранением неисправностей компаний Mondelez и K Water
2	Квантовые технологии	Квантовые технологии находятся на относительно ранней стадии своего развития о непосредственном внедрении их в промышленность – особенно в столь давно освоенные технологии как SCADA, говорить пока рано	–
3	Современные и перспективные сети мобильной связи	Интеграция IIoT и SCADA, агрегирование данных различных систем, формирование единой платформы SCADA / MES / IIoT. Расширение спектра применения подключенных устройств за счет внедрения 5G наряду со стандартами NB-IoT, LTE-M, LoRa и Sigfox. Обеспечение внутренней логистики, работы автономных транспортных средств и коллаборативных роботов. Отслеживание состояния оборудования в режиме реального времени, оптимизация его работы. Отслеживание неполадок, оперативная реакция на сбои и неисправности. Сбор данных, необходимых для	Nokia и Rockwell Automation: частная сеть 5G, которая может служить базой для формирования единой платформы SCADA / MES / IIoT. Siemens: частная сеть 5G, обеспечивающая координацию автономных средств и коботов на производственной площадке MF-K

№	Сквозные / Цифровые технологии	Основные перспективные направление использования в разрезе класса	Примеры кейсов использования
		формирования предиктивных моделей	
4	Технологии Виртуальной и дополненной реальности	Технологии смешанной реальности для объединения технологического оборудования с его данными автоматизации SCADA [76]	Использование компанией VTScada устройства для смешанной реальности Microsoft HoloLens в сочетании с собственным программным обеспечением для создания решений в области дополненной реальности (AR), которые могут значительно улучшить работу операторов и менеджеров на промышленных объектах [77]
5	Технологии больших данных	Создание предиктивной аналитики	Siemens Predictive Analytics создает аналитику, в т.ч. предиктивно обслуживания оборудования, на основе больших данных [78]
6	Технологии распределенного реестра	Технологии распределенного реестра не применяются в сфере SCADA сколь-нибудь широко	–
7	Облачные сервисы, платформизация, инструменты коллаборации, микросервисы	Обеспечение доступа к функционалу искусственного интеллекта	Новая версия AVEVA InTouch Unlimited может использовать гибридно-облачную архитектуру для легкой интеграции функций искусственного интеллекта [79]

Источник: данные из открытых источников

2.1.1. Технологии искусственного интеллекта

Сочетание искусственного интеллекта (ИИ) и систем диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA) может быть весьма полезным в различных областях промышленности. SCADA обычно используется для мониторинга и управления промышленными процессами, такими как производство энергии, производство, водоснабжение и т. д. Внедрение искусственного интеллекта в системы SCADA позволяет получить дополнительные преимущества, а также значительно повысить эффективность, предиктивное обслуживание и принятие решений.

Среди возможностей, предоставляемых внедрением ИИ в системы SCADA, можно отметить следующие:

- Развитие предиктивной аналитики: ИИ может анализировать исторические данные, собранные системой SCADA, для прогнозирования потенциальных отказов или

проблем оборудования.

- Оптимизация процессов: алгоритмы машинного обучения могут анализировать данные системы SCADA в режиме реального времени для оптимизации промышленных процессов. Это включает в себя автоматическую настройку параметров для достижения максимальной эффективности и минимизации отходов.
- Обнаружение аномалий: ИИ может выявлять аномальные закономерности в данных SCADA, помогая обнаружить потенциальные проблемы или вторжения в систему.
- Расширенная автоматизация: Искусственный интеллект может расширить возможности автоматизации в промышленных средах, обеспечив автономное принятие решений.
- Улучшенный пользовательский интерфейс: ИИ может улучшить пользовательский интерфейс систем SCADA, обеспечивая более интуитивно понятные визуализации, настраиваемые отчеты и расширенный анализ для облегчения принятия решений персоналом [80].

Кейс компаний Mondelez и K-Water

Экспертами мирового экономического форма в качестве передовых практик использования ИИ на уровне непосредственного производства выделяются кейсы компаний Mondelez и K-Water [81].

Компания Mondelez, мировой производитель закусок с производством в Пекине, построила цех по производству теста с ИИ-центром управления, управляющим пятью автоматизированными производственными линиями, четырьмя логистическими роботами и девятью ингредиентами в цепочке поставок. ИИ-центр оптимизирует процесс брожения теста, анализирует его консистенцию, а также повышает производительность и скорость всей производственной линии и соответствующих цепочек поставок.

В условиях нестабильности водоснабжения, южнокорейская компания K-Water, управляющая водным хозяйством, внедрила «операционную систему искусственного интеллекта», контролирующую такие процессы, как смешивание и отстаивание. Это помогло увеличить объем производства на 31% всего за два года.

В обоих случаях управление с применением ИИ осуществляется централизованно, поверх всех технологических процессов. Mondelez и K-Water вышли за рамки применения ИИ на отдельных этапах технологического процесса и используют возможности ИИ сквозным образом во всей производственной системе. Эти решения позволяют принимать более сложные и оперативные решения, например, при появлении новой информации о нехватке материалов, поступлении особого приоритетного заказа или при воздействии на источник энергии, требующем быстрой перебалансировки линии.

Общая схема внедрения технологий ИИ на предприятиях K-Water и Mondelez представлена на Рисунке 4.

Рисунок 4. Внедрение технологий ИИ на предприятиях K-Water и Mondelez

Источник: McKinsey and Company, How manufacturing's Lighthouses are capturing the full value of AI, 2024 г. [81]

Ключевые составляющие внедрения ИИ на предприятиях K-Water и Mondelez могут быть представлены следующим образом (Таблица 5).

Таблица 5. Ключевые составляющие внедрения ИИ на предприятиях K-Water и Mondelez

Ключевые составляющие	K Water	Mondele
Оптимизация этапов процесса	Локальные модели искусственного интеллекта для оптимального управления насосом и пиковой мощностью на 14 этапах технологического процесса	Локальные модели искусственного интеллекта для всех 9 этапов процесса приготовления теста, для обеспечения постоянства текстуры изделия
Центр управления Комплексными операциями	Автономная работа искусственного интеллекта на всех этапах процесса водоподготовки	Цифровая система управления бережливым производством контролирует все этапы приготовления теста
Интеллектуальное Устранение неисправностей	Автономный анализ данных датчиков для планирования оптимального режима работы оборудования (например, в процессах фильтрации и дезинфекции)	Самостоятельная настройка 50+ критических параметров, относящихся к 20 возможным типам дефектов при производстве изделий

Источник: WEF, Global Lighthouse Network Adopting AI at Speed and Scale, 2023 г. [82].

2.1.2. Квантовые технологии

На данный момент непосредственно квантовые технологии находятся на ранней стадии развития и решения на их основе еще не внедряются в сферу SCADA.

2.1.3. Современные и перспективные сети мобильной связи

Ключевым элементом, обеспечивающим функционирование современных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA), являются современные и перспективные сети мобильной связи, которые также служат основой индустриального интернета вещей (IIoT). Скорость развития соответствующих технологий напрямую связана с уровнем развития сенсорного оборудования и сетей связи.

Кейс Nokia и Rockwell Automation: частная сеть 5G

Компании Nokia и Rockwell Automation разработали решение, использующее спектр CBRS (совместно используемый беспроводной спектр в диапазоне 3,5 ГГц, позволяющий предприятиям создавать собственные частные сети 4G/5G) для обеспечения промышленного управления в режиме реального времени с использованием протоколов EtherNet/ IP. Сочетание технологий 4G LTE и 5G от Nokia и опыта Rockwell позволяет обеспечить высокоскоростное и надежное соединение для промышленной автоматизации. Эта система поддерживает несколько устройств с одним беспроводным маршрутизатором, устраняя необходимость в сложном туннелировании или дополнительном оборудовании, обычно требуемом для промышленных протоколов Ethernet.

Совместное решение может впоследствии послужить базой для формирования единой платформы SCADA / MES / IIoT и использоваться для:

- Передачи данных в режиме реального времени (в т.ч. – от периферийных устройств в облако) для расширенной аналитики и работы сервисов на базе искусственного интеллекта.
- Поддержки AR/VR-инструментов и функционирования цифровых двойников (за счет пропускной способности сети).
- Обеспечения работы промышленных роботов и автономных транспортных средств, используемых на предприятиях.
- Полного замещения потребности в проводных соединениях и обеспечения большей гибкости в управлении активами [83].

Nokia Corporation – финская транснациональная компания, производитель телекоммуникационного оборудования для мобильных, фиксированных, широкополосных и IP-сетей.

Rockwell Automation – американский поставщик промышленной автоматизации и информационных продуктов, входит в число мировых лидеров на рынках MES и SCADA.

Кейс Siemens: частная сеть 5G на производственной площадке MF-K

Площадка «Siemens MF-K» в городе Карлсруэ (Германия) производит аппаратные компоненты для развертывания частной сети 5G и при этом использует частную сеть 5G для передачи данных при управлении технологическими процессами. В частности, сеть 5G используется при координации автономных транспортных средств и организации логистики на территории площадки, а также для управления коллаборативными роботами [84].

Siemens – одна из крупнейших и самых влиятельных компаний в мире в области электроники, электротехники и промышленного ПО.

2.1.4. Технологии виртуальной и дополненной реальности

Развитие технологий виртуальной и дополненной реальности предоставляет новые возможности для систем SCADA, за счет увеличения возможностей персонала промышленных предприятий по анализу состояния промышленных объектов и оперативному реагированию на непредвиденные ситуации.

Кейс VTScada

Компания VTScada использует Microsoft HoloLens в сочетании с собственным программным обеспечением для создания решений в области дополненной реальности (AR), которые могут значительно улучшить работу операторов и менеджеров на промышленных объектах. VTScada продемонстрировала, как статус системы SCADA, сообщения о критических ситуациях и тренды могут отображаться в виде голограмм, которые размещаются над оборудованием, предоставляя операторам доступ к информации в реальном времени. Это решение меняет подход к управлению и мониторингу производственных процессов, позволяя оператору более эффективно взаимодействовать с оборудованием и принимать решения на основе актуальных данных [85].

Кейс Festo

В 2024 г. разработана система SCADA в среде AR, позволяющая пользователям отслеживать и контролировать промышленные процессы через иммерсивный и интерактивный интерфейс. Система предназначена для распределительной станции модульной производственной системы (MPS) компании Festo [86], модульной и гибкой производственной линии, широко используемой для образовательных и учебных целей в области промышленной автоматизации. AR-система использует возможности AR-очков Meta 2 – передового носимого устройства, позволяющего органично сочетать цифровой контент с физическим миром. Благодаря установлению связи между AR-приложением и программируемым логическим контроллером (ПЛК) Siemens S7-1200, управляющим станцией MPS, данные и информация о процессе в реальном времени визуализируются непосредственно в поле зрения пользователя. Такой иммерсивный подход способствует более глубокому пониманию производственных процессов и принятию более обоснованных решений.

Ключевым аспектом AR-системы являются возможности интерактивного управления, которые позволяют пользователям управлять виртуальными панелями управления, переключателями и интерфейсами с помощью дополненной реальности и 73 интуитивных жестов руками или голосовых команд для повышения удобства и функциональности. Интеграция протокола MQTT, легкого стандарта обмена сообщениями, широко распространенного в сфере Интернета вещей (IoT) и промышленной автоматизации, обеспечивает эффективный обмен данными в реальном времени между AR-приложением, ПЛК и другими подключенными устройствами [87].

2.1.5. Технологии распределенных реестров

Технологии распределенных реестров, выполняющие преимущественно задачи обеспечения безопасности и достоверности данных, не относятся к числу активно применяемых в сфере SCADA. Тем не менее, проблема обеспечения кибербезопасности на промышленных предприятиях ставит вопрос о поиске новых технологий для безопасного производства – особенно в зоне критически

важной инфраструктуры. Вопросы совместного использования технологии распределенных реестров (блокчейна) и SCADA-систем активно обсуждаются на страницах профессиональных изданий [88, 89], однако на сегодняшний день не приходится говорить о существовании успешных кейсов внедрения промышленности.

2.1.6. Технологии больших данных

Развитие современных систем SCADA постепенно приобретает вид промышленного Интернета вещей (IIoT), характеризуемого резким увеличением количества собираемых данных. Постоянное увеличение объема собираемых данных означает, что современные системы SCADA должны обрабатывать в тысячи раз больше данных, чем традиционные системы SCADA десятилетней или двухлетней давности. В таких условиях встает вопрос о внедрении методов работы с большими данными на уровне предприятий [90].

Кейс Siemens

Использование системы Siemens Predictive Analytics позволяет сокращать незапланированные простои и затраты на техническое обслуживание за счет аналитики больших данных и искусственного интеллекта. Информация представляется в интуитивно понятном графическом пользовательском интерфейсе для удобства использования операторами завода, инженерами-технологами и обслуживающим персоналом. Кроме того, приложение предлагает возможности анализа данных, включая предварительную обработку наборов данных, обучение на данных и обновление модели агрегата. Благодаря встроенному модулю диагностики Siemens Predictive Analytics хранит всю соответствующую диагностическую информацию, введенную пользователями, и предлагает комплексную библиотеку знаний, которая позволяет лучше анализировать первопричины. Раннее обнаружение изменений в поведении оборудования и процесса помогает улучшить производительность производства, доступность завода и качество конечного продукта, что приводит к повышению общей эффективности оборудования [78, 91].

2.1.7. Облачные сервисы, платформизация, инструменты коллаборации, микросервисы

С точки зрения многих экспертов, открытые системы SCADA, размещаемые на облачных ресурсах, являются наиболее перспективным направлением развития для этого класса систем. Архитектура SCADA требует обработки данных в режиме реального времени в любом масштабе, реального разделения между производителями и потребителями данных (независимо от того, какой API используют эти приложения) и открытых интерфейсов для интеграции с любыми другими приложениями, такими как MES, ERP, облачные сервисы и т. д. [92].

Использование облачных сервисов, помимо прочего, должно стать инструментом обеспечения масштабируемости для систем SCADA. Ключевой проблемой в реализации этого направления является обеспечение надежности функционирования систем и мер обеспечения безопасности [93].

Кейс AVEVA

Новая версия AVEVA InTouch Unlimited, компонент более широкого портфеля программного

обеспечения AVEVA Operations Control, может использовать гибридно-облачную архитектуру для легкой интеграции функций искусственного интеллекта, таких как прогнозирование качества, пропускной способности и энергоэффективности, в традиционные приложения HMI/ SCADA. Сопряжение AVEVA Operations Control с CONNECT позволяет разработчикам консолидировать операционные данные с различных производственных линий, заводов и цепочек создания стоимости. Это обеспечивает централизованное представление операций и позволяет системе масштабироваться по мере роста бизнеса без необходимости переделывать приложения [94].

2.1.8. Общие выводы

К наиболее важным технологическим тенденциям, имеющим отношение к развитию средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA), следует отнести технологии искусственного интеллекта, а также виртуальной и дополненной реальности. Технологии искусственного интеллекта представляют собой линейное развитие промышленной автоматизации и находятся на стадии промышленного внедрения, особенно в странах АТР, рассматривающих внедрение ИИ в промышленности как приоритет государственной политики. Развитие технологий виртуальной и дополненной реальности находится на несколько менее продвинутом этапе, но тем не менее сочетание глобального кризиса рабочей силы и общего прогресса в сфере AR/VR придает заметное ускорение росту этого направления.

2.2. Обзор ключевых научных разработок в России по результатам интеллектуальной деятельности (РИД). Динамика РИД в России по направлению, ед. за период 2017-2024. Качественный анализ ключевых разработок в России в части РИД

В рамках настоящего раздела проводится количественный и качественный анализ ключевых научных разработок в России по результатам интеллектуальной деятельности (РИД) в области средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) по блокам (подразделам):

- Динамика РИД в России по направлению, ед., за период 2017 – 2024 гг.
- Качественный анализ ключевых разработок в России в части РИД.

В ходе анализа рассматриваются программы для ЭВМ, зарегистрированные в системе Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС) [95] по следующим ключевым словам: «SCADA software», «SCADA system», «Supervisory control and data acquisition», «Distributed Control System Electronic Software», «Emergency Shutdown Valve», «Programmable Logic Controllers», «Programmable Logic Controllers», «Средства управления технологическими процессами», «SCADA», «АСУ ТП». Кроме того, в рамках работы учитываются актуальные программные продукты, включенные в реестр российского программного обеспечения [96].

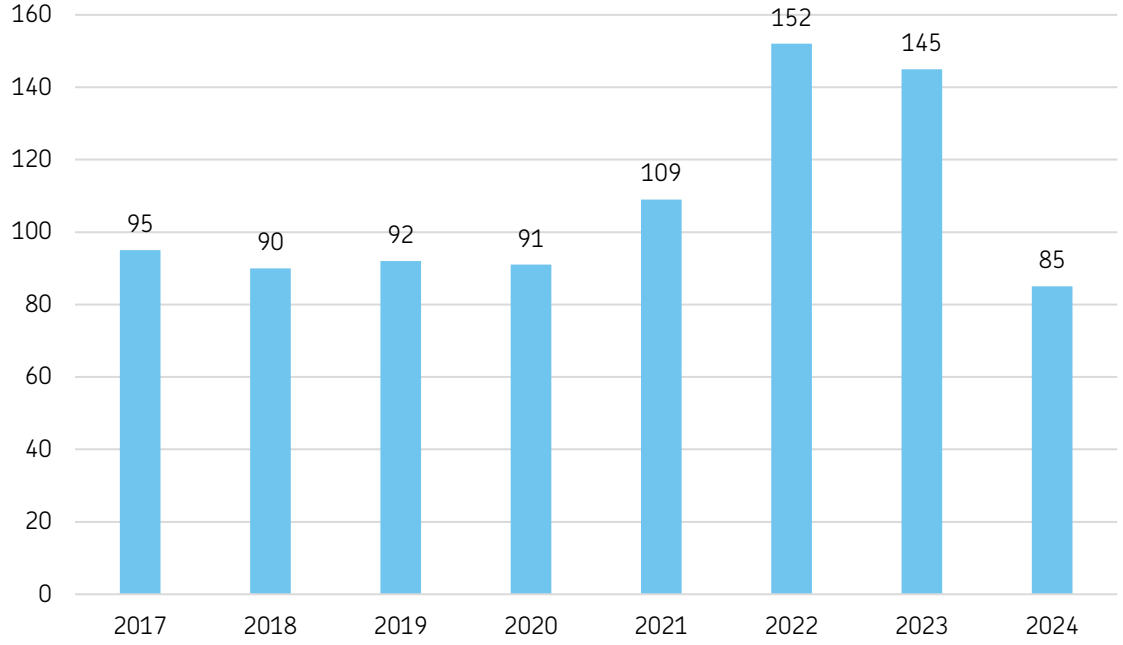
2.2.1. Динамика РИД в России по направлению, ед. за период 2017-2024 гг.

Ключевым источником информации для анализа динамики РИД в России по направлению

«средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)» является система Федерального института промышленной собственности [95]. В рамках настоящего подраздела была проанализирована динамика регистрации SCADA-систем в ФИПС с 2017 по 2024 гг., приведена на Рисунке 5.

Рисунок 5. Количество результатов интеллектуальной деятельности по направлению, ед.

* данные по состоянию на 24.08.2024



Источник: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» [95].

В 2017 – 2024 гг. количество регистраций не имело стабильной тенденции к росту или падению. При этом пик регистраций пришелся на 2022 г. – резкий рост регистраций SCADA-систем со 109 до 152 по сравнению с предыдущим годом, что может быть связано с требованиями к обеспечению технологического суверенитета и нарастающим санкционным давлением. К 2023 г. число новых зарегистрированных разработок в рассматриваемой области сократилось на 5% (по сравнению с 2022 г.), однако, по-прежнему остается достаточно высоким, в полтора раза превышая среднее значение числа зарегистрированных программ для ЭВМ в 2017 – 2021 гг. Необходимо отметить при этом, что снижение количества зарегистрированных разработок в текущем 2024 г. может быть связано с тем, что в рамках настоящего подраздела учитываются данные по состоянию на 9 месяцев 2024 г.

2.2.2. Качественный анализ ключевых разработок в России в части РИД

В качестве ключевых научных разработок в области средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) в рамках настоящего подраздела рассматриваются ТОП-10 последних актуальных программных продуктов, включенных в реестр российского программного обеспечения

[96], относящихся к классу программного обеспечения по классификатору, утвержденному приказом от 22.09.2020 г. № 486 [97] «09.04 Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)» и зарегистрированных в системе Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» [95] (Таблица 6).

Таблица 6. Ключевые разработки в России в части РИД в области SCADA-систем

№	Дата регистрации в базе ФИПС	Дата регистрации в реестре российского ПО	Название	Правообладатели	Краткое описание
1	13.03.2024 г.	06.06.2024 г.	«OZNA SCADA»	ООО «ОЗНА-Диджитал солюшнс»	ПО для мониторинга и управления технологическим процессом. Программа может использоваться в производственных предприятиях для автоматизации как локальных, так и крупных технологических объектов
2	24.11.2023 г.	24.05.2024 г.	«СКАДИ-ВЕБ» («SCADIWEB»)	ООО «СКАДИ»	ПО для построения систем мониторинга и моделирования в части АСУТП и диагностики. Применяется для проектирования систем, работающих в режиме онлайн и реализующих функции получения, обработки, моделирования и представления текущих и архивных данных оператору
3	09.11.2023 г.	08.02.2024 г.	«TOPAZ REPORTS»	ООО «Энергософт»	ПО для формирования отчетов на основе предопределенных шаблонов
4	12.10.2023 г.	30.01.2024 г.	«DevelSCADA»	Физ.лицо Давыдов Д.С.	ПО обеспечивает управление, мониторинг и диспетчеризацию систем автоматического управления технологическими процессами
5	11.10.2023 г.	14.05.2024 г.	Клиент МЭК 61850	ООО «Системы телемеханики и	ПО для организации информационного взаимодействия систем

№	Дата регистрации в базе ФИПС	Дата регистрации в реестре российского ПО	Название	Правообладатели	Краткое описание
				автоматизации»	верхнего уровня системы автоматизации с. интеллектуальными электронными устройствами (ИЭУ), соответствующими стандарту МЭК 61850
6	03.10.2023 г.	20.02.2024 г.	Система обработки багажа. Программный комплекс «Reksoft SCADA»	ООО «Рексофт»	ПО для мониторинга, управления и контроля автоматизированной системой обработки багажа в аэропортах
7	26.09.2023 г.	15.07.2024 г.	«SCADA-R. Программный модуль расчета и отображения топологической модели электрической сети»	АО «Росатом Автоматизированные системы управления»	ПО для представления физических и информационных связей между объектами сети для последующего использования в информационно-аналитических и расчетных функциях SCADA-систем
8	26.09.2023 г.	14.06.2024 г.	«SCADA-R. Программный модуль для работы с геоинформационной системой»	АО «Росатом Автоматизированные системы управления»	ПО для сбора, обработки, моделирования и анализа пространственных данных об объектах электрической сети для последующего применения в SCADA-системах. Обеспечивает визуальное представление на географической карте информации о размещении объектов сети с. возможностью мониторинга основных параметров и текущего состояния оборудования
9	21.08.2023 г.	14.06.2024 г.	«SCADA-R. Сервис обмена информационной моделью в соответствии с группой	АО «Росатом Автоматизированные системы управления»	ПО предоставляет возможность интеграции разнородных автоматизированных систем и обеспечение унифицированного способа

№	Дата регистрации в базе ФИПС	Дата регистрации в реестре российского ПО	Название	Правообладатели	Краткое описание
			стандартов CIM (IEC 61970, IEC 61968)»		управления энергетическими объектами вне зависимости от технологических, функциональных особенностей и производителя
10	09.08.2023 г.	28.06.2024 г.	«Tornado-N-SW-L»	ООО «Модульные Системы Торнадо»	ПО для обеспечения функций программно-технического комплекса «TORNADO-N» во всех режимах его работы. Совместно с аппаратными средствами применяется как комплексное решение для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности

Источник: Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [96], Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» [95]

Ключевые актуальные разработки в России в части РИД в области средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) также регистрируются правообладателями в реестре российского программного обеспечения [96], то есть позиционируются как полноценные рыночные продукты, соответствующие стандартам Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. При этом необходимо отметить резкий рост зарегистрированных РИД по рассматриваемому направлению в 2022 г. (на 39% по сравнению с 2021 г.), что может быть связано с требованиями к обеспечению технологического суверенитета и нарастающим санкционным давлением.

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ РЕЛИЗОВ ОБНОВЛЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ SCADA В 2024 Г. (ЗА ПЕРИОД ДО КОНЦА 2024 Г.)

В данной главе представлен анализ обновлений, реализованных в SCADA-системах в течение 2024 года, а также выявление основных тенденций их развития. Исследование сосредоточено на следующих аспектах:

- Обновления функциональных возможностей зарубежных SCADA-систем, включая усовершенствование интерфейсов управления, интеграцию с IoT-устройствами, повышение уровня кибербезопасности и адаптацию к требованиям глобальных стандартов.
- Изменения в российских SCADA-системах, акцентирующие внимание на развитие отечественных технологий, обеспечение импортонезависимости и удовлетворение потребностей национальных отраслей промышленности и энергетики.
- Итоговый анализ выявленных тенденций и приоритетов, определяющий ключевые направления развития SCADA-систем в 2024 году.

3.1 Анализ релизов обновлений функциональных возможностей зарубежных систем в 2024 г.

В разделе представлен краткий обзор ключевых функциональных возможностей зарубежных систем, обновление и доработка которых состоялась в 2024 году. Для анализа были отобраны ведущие игроки рынка, в числе которых Rockwell Automation, GE Vernova, ICONICS, Siemens, Schneider Electric (AVEVA), Trihedral Engineering, ABB, Schneider Electric и др.

Результаты представлены в Таблице 7, которая содержит наименования разработчиков, дату выпуска и описание обновлений. Эта информация предназначена для предоставления актуальной информации о новых релизах и ознакомления с новыми возможностями, предлагаемыми зарубежными системами для решения соответствующих задач.

Таблица 7. Сведения о релизах обновлений функциональных возможностей зарубежных систем в 2024 г.

№	Компания	Дата релиза	Описание обновленных функциональных возможностей (при наличии)
1	GE Vernova	Ноябрь 2024 г.	**Программный продукт: iFIX** – инструмент построения системы диспетчерского управления в режиме реального времени (высокопроизводительная SCADA-система и человеко-машинный интерфейс (HMI)) [46]. **Версия: 2024** [98, 99] 1. Производительность и пропускная способность сетевых сигналов тревоги были значительно увеличены, в т.ч. за счет реорганизации распределения и сжатия сигналов. Увеличены максимальные размеры очереди сигналов тревоги и значения по умолчанию. 2. Введены дополнительные счетчики для

			отложенных и не отложенных тревог. Новые счетчики организованы по приоритету тревог и др. **Программный продукт: CIMPLICITY –** программное обеспечение, масштабируемое от человеко-машинного интерфейса до полностью сетевой SCADA-системы [100]. **Версия: 2024** [101] 1. Добавлено распознавание сигналов тревоги и управление устранением неисправностей, мониторинг работоспособности контура ПИД-регулирования, шаблоны AI/ ML. 2. Разработан интерфейс HTML5 HMI «Proficy Operations Hub» – обновленное отслеживание тенденций, дополнительные анимации для визуального восприятия оператора. 3. Появилась поддержка нескольких менеджеров событий. 4. Добавлена возможность удаленного запуска и остановки проекта с использованием интерфейса с цифровой подписью. 5. Выполнено обновление конфигурации с использованием избыточности «CIMPLICITY», внесение изменений в сборку работающего проекта без перерывов в работе. 6. Появилось централизованное лицензирование – управление распределением лицензий между серверами и клиентами, а также распределением тегов между серверами. 7. в разных подсистемах системы автоматизации с помощью современных панелей мониторинга, отображения ключевых показателей эффективности и управления сигналами тревоги с использованием интегрированной аналитики данных. 8. Имеется возможность сокращения времени получения результата с помощью инструментов быстрой разработки приложений, включая собственный HTML5, «Configuration Hub», облако, объектно -ориентированное проектирование и др.
2	ICONICS	Февраль 2024 г.	**Программный продукт: ICONICS –** программный комплекс для автоматизации производства (SCADA / HMI) [102]. **Версия: 10.97.3** [102] 1. Добавлена поддержка электронной подписи. 2. Введен инструмент «SAML 2.0 Single Logout» – единый выход, позволяющий пользователю завершать несколько сеансов аутентификации одновременно.

			3. Обновленный инструмент «ReportWorX» поддерживает рабочие процессы утверждения и интегрированные журналы аудита. 4. Имеется возможность назначения лимита отправляемых SMS-сообщений или писем с использованием фильтра подписки на уведомления в системе «AlertWorX». 5. Добавлен режим восстановления лицензии программного обеспечения: если лицензия будет утрачена (например, из-за изменения оборудования или виртуальной машины), ее действие автоматически продлевается на 30 дней. 6. Сервер «OPC DeviceXPlorer» добавлены веб-управление, улучшенная производительность и новые протоколы. 7. Реализовано подключение периферийных устройств к облаку через «IoTWorX». 8. В систему добавлен быстрый архиватор данных «Hyper Historian». 9. Введен инструмент для анализа данных «AnalytiX».
3	Siemens	Июнь 2024 г.	**Программный продукт: SIMATIC HMI WinCC –** система диспетчерского управления и сбора данных и человеко-машинного интерфейса[103]. **Версия: V8.0 Update 5** [103] 1. Снято максимальное ограничение символов в поле «Выражение/ формула». 2. Увеличено количество возможных цветов центральной цветовой палитры. 3. Значения текстовых и графических списков перенесенных проектов отображаются в экземплярах лицевой панели. 4. Теги с типом данных «Дата/ время» отображается с одинаковыми настройками времени и часового пояса в поле ввода-вывода и в «WinCC Configuration Studio». 5. Значки «Первая страница», «Предыдущая страница», «Следующая страница» и «Последняя страница» остаются работоспособными и отображают полный список страниц. 6. Опция «Цикл в тревоге» остается включенной после обновления, импортированного в виде сообщений. 7. Редактор «Ведение журнала тревог»: параметр «Справка» остается включенным после обновления, импортированного в виде сообщений. 8. Пользовательские архивные данные с типом

			данных «Строка» выводятся в отчете в полном объеме. 9. Функция «OpenPrevPicture» может выполняться более одного раза во вложенных графических окнах. 10. Появилась электронная подпись: диалоговое окно для аутентификации пользователя открывается на главном экране. 11. Появилось сенсорное управление: в пользовательских объектах (UDO) запускает соответствующее действие). 12. Расширилась библиотека символов «Siemens HMI» и возможно отображение объектов SVG. 13. В «WinCC OPC UA Server» появилось отображение отфильтрованных сигналов OPC UA во время выполнения и др.
4	Schneider Electric (AVEVA)	Январь – Июнь 2024 г.	**Программный продукт: AVEVA Edge –** единая среда разработки для развертывания масштабируемых, гибких решений HMI / SCADA [104]. **Версия: 2023 R2 (Январь 2024 г.)** [105] 1. Поддержка сценариев Python для представления IoT (среда выполнения Linux), SCADA (среда выполнения Windows) и IDE (редактор). 2. Обновления в представлении IoT: • Поддержка стандартных драйверов. • Поддержка интеграции тегов для драйверов и OPC. • Повышена производительность мобильного доступа (открытого экрана на устройствах с небольшим размером). 3. Поддержка иерархической структуры для устройств MQTT Sparkplug (передача сообщений в ненадежных сетях). 4. Шифрование драйвера COSYS и управление сертификатами. 5. Автоматическое ведение журнала трендов. 6. Оптимизирована производительность объекта сетки с новой поддержкой разбиения на страницы. **Программный продукт: «AVEVA InTouch HMI» –** программное обеспечение для человеко-машинного интерфейса (HMI), предназначенное для визуализации и управления промышленными процессами [106]. **Версия: Unlimited** [107] – Июнь 2024 г. 1. Обновление «InTouch Unlimited», который в

			новой версии представляет собой комплексный пакет лицензирования, доступный в бессрочной и подписной моделях с неограниченным количеством тегов, клиентов и масштабируемостью. 2. Модернизированные инструменты разработки доступны бесплатно и включают готовые шаблоны для ускорения производительности проектирования, а также упрощенный рабочий процесс разработки тегов и приложений, использующий стандартные отраслевые протоколы, такие как OPC-UA и MQTT. 3. Как компонент более широкого портфеля программного обеспечения «AVEVA Operations Control», «InTouch Unlimited» может использовать гибридную облачную архитектуру для легкой интеграции функций ИИ, таких как прогнозируемое качество, пропускная способность и энергоэффективность, в традиционные приложения HMI/ SCADA. Объединяя «AVEVA Operations Control» с «CONNECT», разработчики могут консолидировать данные об операциях с различных производственных линий, заводов и цепочек создания стоимости. Это обеспечивает централизованное представление операций и позволяет системе масштабироваться по мере роста бизнеса без необходимости перепроектирования приложений.
5	Trihedral Engineering Limited	Сентябрь 2024 г.	**Программный продукт: VTScada –** полный программный пакет SCADA [108]. **Версия: V12.1.54** [109] 1. «VTScada» поддерживает получение информации о летнем времени для указанного года и названия часового пояса. 2. В функциях редактирования полей фраз параметров реализована поддержка заполнителей. 3. Появилась возможность отображать область пользователя в строке заголовка приложения. 4. «VTScada» предоставляет API, обеспечивающий доступ к кадрам IP-камер MJPEG в реальном времени. 5. Поддерживает отказ от получения уведомлений о тревогах по SMS, электронной почте или голосовым сообщением для требований «A2P 10DLC». 6. Виджет «Список тегов» имеет возможность скрыть полосу прокрутки, что можно использовать для ограничения количества отображаемых тегов. 7. Тег ввода-вывода и вычислений можно

			настроить для записи значений за пределами диапазона минимального и максимального значений масштабируемого процесса. 8. Драйвер «OCPP» поддерживает передачу имени и идентификатора транзакции в теги ввода-вывода для событий тарификации. 9. «VTScada» поддерживает мигание панели задач при наличии неподтвержденных тревог. 10. Тег драйвера «Состояние рабочей станции» отображает текущий объем системной памяти, объем используемой системной памяти в байтах, объем используемой системной памяти в процентах, объем неиспользуемой оперативной памяти в системе в байтах, а также объем оперативной памяти, доступной для использования приложениями и процессами в байтах. 11. Поддерживается отправка SMS (текстовых) сообщений через SIP/VoIP. 12. Клиентский драйвер «VTScada OPC UA» поддерживает встроенные серверы OPC UA в оборудовании «Siemens». 13. Виджет «Список сигналов тревоги» можно настроить на «Игнорировать глобальный фильтр тегов и областей» для ситуаций, когда этот фильтр не должен влиять на список сигналов тревоги. 14. Виджет индикатора SMS отображает уровень сигнала, что позволяет пользователям быстро оценить качество соединения. 15. «VTScada» поддерживает создание сжатых файлов для таких форматов, как «.zip» и «.xlsx». 16. Драйверы Modbus, Enron и Delta включают расширенные возможности отчетности об ошибках связи. 17. Добавлена возможность использования конфигураций «VOIP», «Twilio» и голосового модема в качестве резервных копий для голосовых вызовов, инициированных службой оповещения о тревоге. 18. «VTScada VOIP» позволяет устанавливать зашифрованные вызовы и зашифрованный звук для голосовых уведомлений о тревогах. 19. Можно использовать одну учетную запись «Twilio» в нескольких приложениях, предоставив пользователям возможность выбрать один номер «Twilio» для каждого приложения.
6	ABB	Июль 2024 г.	**Программный продукт: ABB Ability SCADAvantage –** локальное и облачное SCADA-решение для контроля, управления и

			оцифровки операций в сфере нефти и газа, возобновляемых источников энергии и водоснабжения[110]. **Версия: 6.0.1**[110] 1. Элементы управления HMI модернизированы на основе стиля «ABB AbilityTM» и «Windows Presentation Foundation» в» Windows Performance Foundation» (WPF), что позволяет дизайнерам и инженерам HMI создавать универсальные HMI-решения, соответствующие требованиям отрасли. Эти элементы управления были разработаны с учетом их сенсорной совместимости и высокой производительности. 2. Следующие пользовательские интерфейсы конфигурации «SCADAvantage Explorer» были модернизированы с помощью «Design ABB AbilityTM»: • Анализатор связи. • Расширенная информация о базе данных. • Управление сообщениями пользователей. • Версия приложения «Gas Quality Send Out» (GQSO) обеспечивает большую гибкость без необходимости компилировать отображение «.dll-файл». Это также предоставляет возможность использовать файлы с различной структурой, поступающие из нескольких лабораторий физико-химического анализа. 3. Функция «SCADAvantage» поддерживает электронный расходомер газа «ABB Totalflow AGA7» в системе учета и полностью интегрирован. 4. Появились дополнительные профили, которые позволяют серверу OPC UA предоставлять устройства и «SCADAvantage Host» генерирует телеметрические сигналы тревоги, события и условия, исторические данные телеметрии и события сервера OPC UA. 5. Исправления патчей используют файлы MSI для установки ежемесячных исправлений. Исправление может быть запущено на Серверных или клиентских компьютерах, в зависимости от типа компьютера будут обновлены только необходимые файлы. 6. Интегрированное приложение для создания отчетов было обновлено благодаря усовершенствованиям конструктора отчетов для пользователей, обновлению механизма создания отчетов и сохранению определений отчетов в базе данных

			«RTRDB». 7. Служба поддержки «SCADAvantage» предоставляет услуги по миграции для преобразования существующих «WinForms SCADAvantage HMI project» в «WPF». 8. Аварийное восстановление можно настроить с использованием одного основного или двух сайтов резервного копирования. Если установлен второй сайт резервного копирования, копирование на оба сайта резервного копирования будет выполняться без избыточности. 9. Инструмент инженерной командной строки был усовершенствован, чтобы позволить пользователю извлекать конфигурацию в формате «JSON». 10. Добавлены новые типы ограничений для группы ограничений и включают в себя: «Соответствует», «Не соответствует», «Содержит», «Не содержит», «Начинается с», «Не начинается с», «Заканчивается на «и «Не заканчивается на».
7	Schneider Electric	Июнь 2024 г.	**Программный продукт: EcoStruxure Geo SCADA Expert –** открытое, гибкое и масштабируемое программное обеспечение для телеметрии и удаленных SCADA-решений [52]. **Версия: 2024** [111] 1. Драйвер «SCADAPack Modbus Realflow» был расширен для поддержки встроенного ПО «Real flo» версии 7.11, что включает поддержку: • Запуск потока CO2. • Расчеты сжимаемости по NIST-14. 2. Текстовый драйвер «MQTT» является расширением к драйверу «MQTT», позволяющим использовать текстовые и «JSON»-файлы. Драйвер установлен по умолчанию, и для него добавлена новая лицензионная запись. Драйвер поддерживает следующие типы элементов: • Текстовое устройство MQTT. • Аналоговые, цифровые, строковые и временные точки. 3. Внесены изменения в драйвер «Spark plug» (ранее – драйвер MQTT Spark plug B): добавлено отдельное поле конфигурации для идентификатора узла «Spark plug». Это указано в форме настройки элемента «Spark plug Broker». 4. Переименован прежний драйвер «Wonderware Historian» в «AVEVA Historical Data» (Архивные данные AVEVA). Расширены возможности

			драйвера для экспорта архивных данных за счет включения в него экспорта архивных данных в «AVEVA PI Сервер» и «AVEVA Data Hub». 5. Появилась новая функция аутентификации пользователя без ввода дополнительных учетных данных, поскольку в ней используются учетные данные «MS Windows», которые использовались для входа на главный компьютер. Эта функция также позволяет осуществлять единый вход в другое программное обеспечение AVEVA в случае его использования. 6. Использование двухфакторной аутентификации при каждом входе в систему. 7. В «Geo SCADA Expert» можно задавать разные периоды хранения архивных данных для отдельных точек, а не для всех точек на сервере единообразно. 8. Новая функция «корпоративное лицензирование AVEVA» добавляет механизм лицензирования к существующему механизму лицензирования ключей и файлов. 9. Представлен редактор метаданных, который позволяет указывать номера свойств OPC. 10. Появилась возможность экспортировать данные из трендов и списков, встроенных в «Mimics». 11. В контекстное меню для строк списка событий добавлены новые элементы, которые позволяют переходить от списка событий к соответствующим элементам. 12. Элемент отображения на мобильных устройствах содержит ряд записей, состоящих из значений данных или ссылок. Количество доступных записей для каждого элемента увеличено с 10 до 20. 13. Добавлены столбцы «Количество обновлений» и «Последнее обновление» в элементы DA и XML-DA. 14. Система электронной почты «Geo SCADA Expert» обновлена до версии «OAuth 2.0». Это позволяет отправлять электронные письма через «Microsoft Office 365» и др.
8	Rockwell Automation	Ноябрь 2023 г. (версия актуальна на 2024 г.)	**Программный продукт: FactoryTalk View –** единый программный пакет HMI, который охватывает процессы в процессном, серийном и дискретном производстве[112]. **Версия: 14** [113] 1. Добавлена совместимость «ME Transfer Utility (METU)» с промышленными ПК ASEM 6300, что позволяет выполнять прямое

			развертывание проектов из любого места. 2. «Application Manager» предлагает расширенные возможности восстановления, позволяющие восстанавливать проекты машинного интерфейса независимо от расхождений версий ActiveX или их отсутствия. 3. Обновлены настраиваемые интерфейсы с параметрами цвета графических объектов по умолчанию, переработан браузер тегов (tag browser) с модернизированным пользовательским интерфейсом. 4. Улучшение рендеринга и масштабирования «FactoryTalk View SE Client»: • Визуальная точность на всех устройствах с автоматически масштабируемыми графическими элементами. • Взаимодействие с сенсорным экраном поддерживает интуитивно понятные жесты с использованием нескольких пальцев, такие как масштабирование и панорамирование, что улучшает пользовательский опыт взаимодействия с элементами «TrendPro» и «XY Plot» и др. 5. Новые возможности архивирования, реализованные благодаря интеграции журнала данных с «InfluxDB» и улучшенной визуализации данных «FactoryTalk Historian». 6. Встроенный.NET Control, который интегрируется с виджетами «Apache E-Chart», позволяет настраивать и адаптировать веб-виджеты, используя универсальность «Apache E-Charts» в рамках.NET для создания пользовательских интерфейсов. 7. Модернизированная система управления тегами с улучшенным браузером тегов, содержащим расширенные свойства тегов и возможность доступа к более подробным данным на уровне битов. 8. Новые методы «VBA для TrendPro» и «XY Plot» улучшают взаимодействие с диаграммами и функциональные возможности панели инструментов. 9. Новый инструмент «Add Component» оптимизирует процесс обновления и обслуживания проектов HMI, позволяя добавлять компоненты напрямую. 10. Функциональные возможности и интерфейс создания операторских интерфейсов: • Возможность прикрепления содержательных

			текстовых аннотаций к историческим записям непосредственно в «TrendPro». • Добавление возможности электронной подписи для большего количества объектов обеспечивает соответствие и прослеживаемость, позволяет выполнять безопасные проверки и аутентификации в рамках операционных процессов. • упреждающие уведомления об истечении срока действия лицензий. 11. Инструмент FactoryTalk «Alarm and Events Summary» предоставляет упрощенный интерфейс, устраняя необходимость в дополнительных конфигурациях тегов «Live Data». Новые анимации для статуса тревоги и приоритетных показателей. 12. Обновления библиотеки объектов технологических процессов «Rockwell Automation» («PlantPAx Library of Process Objects») поддерживают более широкий спектр языков и сообщений, улучшая локализацию и настройку в приложениях.

Источник: данные из открытых источников

На основе проведенного анализа можно выделить несколько ключевых направлений развития SCADA-технологий за рубежом в аппаратно-программных решениях для киберфизических систем:

1. Улучшение визуализации и интерфейсов:
   - 1.1. Возможность масштабирования (изменения размеров, например, с целью приближения и отдаления) для улучшения визуализации и управления.
   - 1.2. Внедрение современных интерфейсов на базе HTML5 и улучшенных HMI элементов для повышения удобства работы операторов.
   - 1.3. Сенсорное управление с поддержкой мультитач-жестов (жестов с использованием нескольких пальцев) и улучшение графической визуализации: SVG (масштабируемая векторная графика), анимации.
   - 1.4. Расширение функциональности HMI-дизайна с гибкостью для отображения стороннего контента и масштабируемостью.
2. Интеграция и управление данными:
   - 2.1. Внедрение централизованного управления лицензиями, данными и тегами, что упрощает обслуживание систем и улучшает распределение ресурсов.
   - 2.2. Поддержка подключений к облачным решениям и периферийным устройствам (IoT), что расширяет возможности интеграции SCADA-систем в цифровые экосистемы.
   - 2.3. Поддержка сценариев Python для представлений IoT и SCADA, что делает

решения еще более гибкими и отвечает современным трендам и потребностям.

2.4. Использование современных протоколов связи (OPC-UA, MQTT) и улучшений в работе серверов OPC.

2.5. Поддержка иерархической структуры для устройств MQTT Sparkplug (передача сообщений в ненадежных сетях).

2.6. Поддержка промышленных графических библиотек.

2.7. Аппаратная и программная совместимость для более легкого развертывания и гибкости решений.

2.8. Расширенные возможности восстановления обеспечивают надежность и бесперебойную работу, минимизируя риски при расхождениях версий.

3. Безопасность и надежность:

3.1. Внедрение электронной подписи и двухфакторной аутентификации для повышения уровня безопасности в SCADA-системах.

3.2. Поддержка единого входа и выхода (SAML 2.0), что обеспечивает безопасность на уровне пользовательских сессий.

3.3. Восстановление лицензий и улучшенная отказоустойчивость систем, что уменьшает вероятность потерь данных и минимизирует простой при смене оборудования.

4. Аналитика и интеллектуальные функции:

4.1. Внедрение аналитических инструментов и шаблонов AI/ ML (искусственный интеллект/ машинное обучение) для мониторинга процессов и диагностики неисправностей.

4.2. Улучшение панелей мониторинга, поддержка ключевых показателей эффективности (KPI) и аналитика в реальном времени для повышения производительности работы предприятия.

4.3. Новые методы архивирования обеспечивают более глубокую визуализацию и анализ исторической информации.

3.2. Анализ релизов обновлений функциональных возможностей российских систем в 2024 г.

Российские разработчики продолжают активно внедрять инновации, расширяя функциональные возможности своих систем и укрепляя позиции на отечественном рынке. Раздел посвящен анализу релизов обновлений функциональных возможностей российских систем за 2024 г. Исследование проводится в целях выявления основных тенденций развития отечественного программного обеспечения и определения приоритетных направлений его совершенствования.

Для анализа обновленных функциональных возможностей были выбраны основные игроки рынка, в числе которых ООО «МПС софт», ООО «АдАстра Рисерч Груп», АО «Атомик Софт», ООО ««Энтелс», ООО «Симплайт», ООО «Симпл-Скада», ООО «Тесла», ООО «Комплексные инфосистемы»

и НПФ «КРУГ» и др. Результаты поиска и обработки данных представлены ниже в Таблице 8.

Таблица 8. Сведения о релизах обновлений функциональных возможностей российских SCADA систем в 2024 г.

№	Компания	Дата релиза	Описание обновленных функциональных возможностей (при наличии)
1	ООО «МПС софт»	Сентябрь 2024 г.	**Программный продукт: MasterSCADA 4D** – полнофункциональная платформа для разработки систем автоматизации и диспетчеризации [114]. **Версия: 1.3.6** [115] 1. Добавлена библиотека»BIM Management», которая позволяет произвести импорт и настройку поведения BIM-модели: • Определить параметры источника данных. • Привязать параметры модели к источнику данных. • Настроить поведение модели в зависимости от проекта автоматизации. 2. Доработан импорт CSV-файла в табличном представлении: • Реализован поиск по Id и FullName. • Добавлено создание промежуточных папок в «FullName» для новых элементов. • Добавлен прогресс-бар, список предупреждений и ошибок при импорте. 3. Доработана команда «Заменить наследников на экземпляры»: • В окне выдается список наследников с возможностью выбора какие из них можно заменить. • Для каждого наследника выдается список изменений, которые будут потеряны после замены. 4. Доработан механизм установки связей при «Drag&Drop»: • Учитывается направление связи в зависимости от того, в какую сторону был выполнен «Drag&Drop». • При выполнении «Drag&Drop» с помощью ПКМ отображается контекстное меню, позволяющее выбрать направление связи. • Добавлена возможность замены связи путем перетаскивания элемента на существующую связь в панели свойств. 5. Для возможности передачи сообщений между проектами добавлен новый протокол «MQTTEvents», который позволяет принимать и отправлять сообщения между проектами, в распределенных

			системах автоматизации и диспетчеризации, а также фиксировать сообщения в журнале сообщений. Протокол «MQTTEvents» доступен в редакциях «PRO» и выше. 6. Для возможности подключения видеокамер по протоколу RTSP добавлен контроль «Видеопоток»: появились настройки URL, логин и пароль для подключения камеры. Возможность подключения одной камеры доступно во всех версиях. Для подключения большего количества камер необходимо использовать версию PRO и выше. 7. Добавлены настройки «Тип зацикливания» и «Тип хранения БД». 8. Доработки протокола Modbus: добавлена настройка «Ограничивать время чтения периодом задачи», добавлена настройка «Параллельный опрос модулей», в протоколе «Modbus Over TCP» включена поддержка UDP-протокола. 9. В протоколе «SiemensPLC» добавлена поддержка импорта из «Kepware». 10. Во вкладке «Безопасность» добавлена настройка роли «Пароль должен содержать спецсимвол». 11. Реализован функционал перехода из журнала в окно аварийного объекта. 12. Добавлена поддержка пользовательских шрифтов; 13. Добавлен контрол «Загрузка файла». 14. Добавлена поддержка сохраняемых параметров в задаче экрана. 15. В журнале добавлены столбцы «IP адрес» и «Имя устройства». 16. В трендах добавлена кнопка включения/ отключения логарифмической шкалы в панель инструментов и кнопка для возможности масштабирования полотна по осям X/Y.
2	ООО «АдАстра Рисерч Груп«	Март 2024 г.	**Программный продукт: SCADA TRACE MODE –** программная система для автоматизации технологических процессов (АСУ ТП), телемеханики, диспетчеризации, учета ресурсов (АСКУЭ, АСКУГ) и автоматизации зданий [116]. **Версия: 7.1.0.2** [117] 1. Усилена защита аутентификационной информации в памяти процесса. 2. Появилась возможность быстрого создания таблиц данных методом конфигурирования канала «CALL.ChannelGroup». При включении диагностики производится автоматический поиск диагностических каналов, созданных в узле автопостроением. Обнаруженные каналы автоматически

			привязываются к аргументам канала «CALL.ChannelGroup» (необходимое число аргументов создается автоматически). Также предусмотрены конфигурации, позволяющие быстро создать таблицу диагностики подключений сетевых устройств с индикацией (в том числе цветом) их имен, адресов и выявленных ошибок обмена. 3. В связи с тем, что нумерация COM-портов в «Windows» и «Linux» различна, для устранения конфликтов кроссплатформенной разработки добавлен новый ключ, который позволяет переименовывать COM-порты без модификации проекта. 4. Графический элемент»Тренд» может отображать: • Изменение значения аргументов экрана во времени. • Данные SIAD, VCTR. Данные архивов VCTR могут быть также отображены на историческом тренде web-клиента и в архивной таблице. 5. Возможен вывод данных из одного SIAD и вывод данных из разных VCTR в архивную таблицу. 6. Новый флаг «Модификатор» канала «CALL.LongFromBits» позволяет управлять порядком собирания битов (прямой/ обратный). 7. Добавлены команды для функций диагностики: • Диагностика MPB в реальном времени – показывает по каким протоколам идет обмен и параметры обмена. • Параметры работы узла. • Параметры обмена по последовательным портам. • Параметры инициализации порта. • Переименование COM-порта.
3	АО «Атомик Софт»	Ноябрь 2023 г. (версия актуальна на 2024 г.)	**Программный продукт: Альфа платформа –** единая платформа для разработки проектов автоматизации и диспетчеризации промышленных и гражданских объектов [118]. **Версия: 23.5.3** [119] 1. Появилась новая транзакционная модель, которая использует журнал транзакций для обработки событий (входящие изменения значений, результаты их обработки, алармы/ сигнализации) в строгой последовательности, в которой они были сгенерированы. На ее основе реализована «Master-Slave репликация»: Master-реплики передает журнал транзакций на Slave-реплику, который применяет их, обеспечивая синхронизацию. При переключении Master, новая реплика продолжает с того же места, исключая потери данных. Эта модель сокращает потери при нештатных ситуациях, снижает нагрузку

			на Slave и гарантирует согласованность данных. 2. Новый механизм таблицы оперативных событий (OAT) в подсистеме сигнализаций хранит активные или неквитированные события, сгенерированные сервером, до их завершения. Размер OAT регулируется параметрами срока хранения и лимита событий. Таблица хранится на сервере, и синхронизация между парными серверами осуществляется через репликацию. Реализация не требует сторонних программных средств. 3. Новая транзакционная модель поддерживает механизм передачи данных от сервера-источника к серверу-потребителю по принципу «store-and-forward», что обеспечивает сохранность данных при отсутствии связи. Потребитель создает подписку на данные, которые после разрыва соединения возобновляются с последней позиции. Буфер для передачи данных хранится на сервере, а взаимодействие строится по схеме «публикатор-подписчик». Согласованность и резервирование обеспечиваются репликацией без сторонних программных средств. 4. Реализован коммуникационный модуль «EtherNet/IP Scanner», с помощью которого «Alpha.Server» может обмениваться данными с ПЛК по протоколу «EtherNet/IP». Помимо того, что «EtherNet/IP» совместим со многими контроллерами, он обладает и другими преимуществами: высокая скорость передачи данных, создание сетей практически любого размера и существенное увеличение возможностей настройки и управления. 5. Добавлен новый механизм быстрого выявления неиспользуемых в проекте типов значительно облегчит процесс их поиска и удаления. 6. Реализована поддержка шифрования модулей: зашифрованный модуль невозможно открыть для редактирования или иначе просмотреть его исходный код, но его можно запустить или подключить к другому проекту в качестве внешнего модуля. 7. Для ускорения работы разработчика и получения информации о проекте или системе введены новые компоненты «Процесс», «Печать», «Окружение: Система», «Веб-содержимое» и др. 8. Добавлена поддержка сторонних библиотек компонентов Qt.
4	ООО «Энтелс»	Июль 2024 г.	**Программный продукт: SCADA-система ЭНТЕК** – программное обеспечение для решения задач, связанных с управлением ресурсами, безопасностью и технологическими процессами [120].

			Версия: 8.0.2024.11.01 [121] 1. Добавлена функция интеграции с системой «NextGIS Web» – кнопка прямого перехода на нужный объект на карте (формирование и вызов URL нужного формата). 2. В REST-сервере добавлены запросы для получения веб-страниц на основе данных из БД Справочники и функция синхронизации записей БД Справочники и объектов ГИС. 3. Разработан модуль преобразования трекинга преобразования отслеживания положения объектов на карте из сервера системы мониторинга автотранспорта «Виалон» в ГИС «NextGIS Web». 4. Добавлен экспорт контроллера в файл «MS Excel». 5. В состав установочного комплекта для операционных систем Linux включены необходимые исполняемые и конфигурационные файлы для возможности использования в проектах автоматизации нового модуля визуализации, представляющего собой нативное приложение для «Linux»; 6. Реализованы многооконный и много мониторный режимы работы для Linux. 7. Доработаны полноэкранный и развернутый режимы для «Linux». 8. В полноэкранном режиме ввиду отсутствия заголовка окна при масштабировании мнемосхемы выводится небольшое окошко с подсказкой по текущему значению масштаба для «Linux». 9. Для объекта «Значение параметра» добавлен диалог для изменения уставок для «Linux». 10. Для разбора вопросов на стороне пользователей добавлено локальная регистрация работы приложения в файл для «Linux». 11. Введены жесткие требования к паролю третьего уровня; 12. Добавлен новый тип объекта «Трансформатор» – «Автотрансформатор». Реализованы варианты отрисовки Автотрансформатора с 1, 2, 3 и 4 обмотками, в четырех направлениях ориентации. 13. При отображении мнемосхемы-диалога управления для объектов группы «Коммутационные аппараты» добавлена запись названия объекта управления в глобальную переменную «Название объекта» ядра модуля визуализации для последующего использования при формировании сообщений из кнопок управления (записи значений).
5	ООО	Сентябрь	**Программный продукт: SCADA SIMP Light** – программное

	«Симплайт»	– Октябрь 2024 г.	обеспечение для решения задач, связанных с управлением ресурсами, безопасностью и технологическими процессами [120]. **Версия: 4.7.9.237 (Сентябрь 2024 г.)** [121] 14. В модуле «Просмотр графиков» вкладка «Профили» позволяет создавать несколько настроек шкалы времени с именами. Пользователь может быстро выбирать нужный временной диапазон для анализа графиков, что облегчает работу с графической информацией в системе. 15. В компоненте «Тренд (Pro)» можно оперативно изменять интервал оси X, связав его свойство с активным каналом в ««Редакторе мнемосхем». Например, через канал «Интервал» и графический компонент, такой как «Слайдер (гор.)», можно динамически менять временной интервал тренда. 16. События для отображения являются упрощенной версией тех событий, с которыми работает система: они содержат текст и метку времени. Это API предоставляет события с разделением на страницы для уменьшения передаваемого трафика от сервера клиенту. 17. В web-сервер системы добавлена страница для просмотра архивных событий. В разделе «События» можно выбрать просмотр архивов, указав нужный интервал с помощью радиокнопки «Выбрать» и выбрав начальную и конечную даты, после чего нажать «Отобразить». 18. Доработана проверка вводимого имени в зависимости от режима длины имени (короткое/ полное). 19. Доработан диалог ввода числа через поле ввода (учет границ ввода и ввода пустой строки). 20. Доработка для поддержки OPC UA клиентом типов OPC UA сервера SIMATIC S7-1200 / S7-1500. 21. Добавлен инструмент полнотекстового поиска по всем скриптам. **Версия: 4.7.9.239 (Сентябрь 2024 г.)** [121] 1. Редактор мнемосхем. Монитор. Доработка компонента «журнал событий». Добавлен режим отображения только актуальных событий. При включении данного режима, алгоритм работы следующий: при возникновении системного события (выше/ ниже уставок, вкл./ откл.) событие добавляется в журнал. При нормализации сигнала (вход в норму) событие удаляется из журнала. Также событие удаляется при квитировании. Журнал в данном режиме не будет отображать пользовательские события,

			сгенерированные из скриптов, так как данный тип события не может быть актуальным, поскольку у него нет понятия нормализации, соответственно, такие события не имеют статуса актуального события. **Версия: 4.7.9.247 (Октябрь 2024 г.)** [121] 1. Изменился формат лицензионных файлов OPC сервера. Новые лицензионные файлы не подойдут к предыдущим версиям. И наоборот, старые лицензионные файлы совместимы с новой версией OPC сервера. 2. Монитор. Добавлена подстановка ${CurrentUser.Name} в текст компонентов мнемосхемы, позволяющая отобразить имя текущего авторизованного пользователя.
6	ООО «Симпл-Скада»	Август – Ноябрь 2024 г.	**Программный продукт: SIMPLE-SCADA –** SCADA-система, предназначенная для создания проектов автоматизированных систем управления, мониторинга и диспетчеризации любой сложности [122]. **Версия: 2.6.14.0 (Август 2024 г.)** [123] 1. Linux: добавлена поддержка ALT Linux 10.1/10.2, версии «Рабочая станция» и «Сервер». 2. Для редактора можно задать монитор на котором он будет запущен в полноэкранном режиме. 3. Новые типы фигур: треугольник и ромб. 4. Новый тип события в скриптах: «Выполнена задержка». 5. У web-клиентов произошли следующие изменения: • У таблиц цвет полосы прокрутки отображается также, как в редакторе и десктоп-клиентах. • В основных меню используется тонкая полоса прокрутки. • Поддерживается переход на следующую / предыдущую страницу через горячие клавиши. • Списки сообщений отображаются с вертикальным разделителем столбцов. • Улучшена загрузка панели сообщений и производительность при отображении новых сообщений. • Исправлена ошибка, из-за которой не открывалось окно редактирования интервала в расписании. 6. Групповое переименование можно использовать для смены описания и адреса переменных. 7. У компонентов «Список сообщений» цвет полосы зависит от цвета шрифта. 8. Автоматическое прерывание слишком долгих / бесконечных циклов «while..do» / «repeat..until» в

			скриптах. 9. Улучшен контраст цветов панели сообщений. 10. В редакторе скриптов, если выделен текст и нажата комбинация «Ctrl + F», то выделенный текст автоматически подставляется в поле поиска. 11. Окнам добавлено свойство «Разрешить перетаскивание». 12. Добавлен инспектор объектов: раскрывающаяся часть списка объектов занимает все доступное пространство по высоте. В списке (когда он раскрыт) можно использовать поле фильтра по имени. **Версия: 2.6.15.0 (Ноябрь 2024 г.)** [124] 1. При импорте переменных с OPC-серверов выдается окно с опциями импорта. 2. Окна можно использовать как формы ввода, им добавлено свойство «Модальное». Модальное окно блокирует весь интерфейс за пределами окна, пока оно не будет закрыто. 3. Отчетам добавлен метод «AddPrinter», который позволяет распечатать отчет на множестве заданных пользователем принтеров. 4. Отчетам добавлен метод «SetVariableValueDT», который задает значение переменной типа «DateTime» в отчете. 5. В меню редактирования скриптов при двойном клике по строке с ошибкой выполняется автоматический переход к скрипту в позицию ошибки. Также добавлена возможность копировать текст строки с результатом компиляции (либо всех строк сразу). 6. Новые функции в скриптах: «GetUserFilesPath», «MakeUInt», «MakeInt64», «MakeUInt64», «UIntToStr», «StrToUInt64», «StrToUInt64Def». 7. Автоматическое удаление метки порядка байтов (BOM) из ответов на HTTP-запросы. 8. Добавлена опция «Обработка ввода для считывателей карт». 9. Встроенный UA-сервер: исправлено исключение при запуске UA-сервера, когда имя ПК содержит недопустимые символы. Выдается соответствующая ошибка. 10. Wine: исправлена обработка координат мыши при использовании многомониторного режима. 11. Исправлено обращение к группам трендов через скрипты. 12. Исправлена ошибка в расчетах времени наработки/простоя, если в интервал попадают моменты, когда

			проект был выключен. 13. Исправлена работа со строками (и некоторыми скриптами) в секциях «initialization»/ «finalization» глобальных модулей.
7	ООО «Тесла»	Октябрь 2024 г.	**Программный продукт: TeslaSCADA2 –** пакет нативных мультиплатформенных приложений и сервисов для разработки человеко-машинных интерфейсов для контроля в режиме реального времени индустриальных систем и процессов на базе ПЛК[125]. **Версия: 2.64** [125] 1. Добавилась возможность использовать «MQTT SparkplugB» проткол в издателе. 2. Добавлены новые возможности работы с IDE: добавлена подподгруппа для тегов, добавлена возможность редактировать группу, новые графические объекты, новые функции для скриптов и новые возможности Тесла-Облака. 3. Появились новые возможности работы с рецептами: Импорт/ Экспорт из/ в CSV файлов(ы), возможность использовать Sparkplug-спецификацию в MQTT клиенте (передача сообщений в ненадежных сетях) и возможность использовать ST скриты в Тесла-Облаке. 4. Появилась новая библиотека графических объектов – «плитки». 5. Имеется возможность использовать несколько мониторов для отображения экранов проекта.
8	ООО «Комплексные инфосистемы»[8]	Май 2023 г. (версия актуальна на 2024 г.)	**Программный продукт: Гаус** – платформа мониторинга и управления инженерной инфраструктурой и безопасностью предприятия[126]. **Версия: 2.0.298** [126] 1. Реализация механизма взаимодействия между сервисами и клиентом – драйверы платформы накапливают данные, и при восстановлении связи отправляют накопленные данные сервисам платформы. Это повышает надежность передачи параметров, что делает систему более устойчивой. 2. Добавлена возможность определения пользователем главной страницы. 3. Добавлены навигационные элементы (навигационные цепочки и дублирующие навигационное меню на боковой панели). 4. Добавлена история переходов по страницам мнемосхем с возможностью перехода назад, либо вперед. 5. Реализована функциональность управления журналом оповещений, глобальным журналом и

			журналом задач. 6. Для всех типов параметров (тегов) разработан механизм «исходящих» привязок: значения параметра можно записывать в один или несколько других параметров. 7. Поддержка отображения контента «видеостена».
9	НПФ «КРУГ»	Ноябрь 2024 г.	**Программный продукт: SCADA КРУГ-2000 –** модульная интегрированная SCADA-система для построения автоматизированных систем управления объектами предприятий, систем телемеханики, решения задач учета энергоресурсов и диспетчеризации [127]. **Версия: 5.1** [128] 1. Поддержка нескольких версий операционных систем Astra Linux (протестировано на версиях 1.7.4, 1.7.5, 1.7.6, 1.8) и РЕД ОС (протестировано на версиях 7.3.3, 7.3.4, 8.0). 2. Оптимизация модуля «зеркализации» данных и модуля ведения трендов Сервера Базы данных. 3. Доработка и оптимизация операций группировки/ разгруппировки объектов (Графический интерфейс/ Генератор динамики). 4. Оптимизация работы OPC UA-клиента. 5. Обновление алгоритма работы с архивами программы просмотра протокола событий.

На основе проведенного анализа можно выделить несколько основных направлений развития российских SCADA-технологий в аппаратно-программных решениях для киберфизических систем:

1. Интеграция и совместимость:

- Возможности интеграции с BIM-моделями и системами ГИС.
- Новые протоколы связи и поддержка расширенных стандартов (MQTT и RTSP).
- Поддержка различных операционных систем и новых версий, включая расширенные функции для Linux и совместимость с отечественными ОС (Astra Linux, РЕД ОС).

2. Обновление функциональности и удобства доступа:

- Механизмы работы с данными и отчетами, включая функции поиска, операций группировки/ разгруппировки объектов, журналы событий, оповещений и задач, создание промежуточных папок и улучшение импорта данных.
- Поддержка пользовательских настроек, шрифтов и форматов данных.
- Новые инструменты для автоматизации процесса разработки и настройки, такие как новый механизм быстрого выявления неиспользуемых типов и функции создания таблиц данных.
- Поддержка сторонних библиотек.

3. Повышение безопасности и надежности:

- Защита аутентификационной информации и шифрование модулей.
- Новые транзакционные модели и механизмы репликации для повышения надежности и согласованности данных.
- Новые инструменты для диагностики систем и сбора данных, включая поддержку новых протоколов и расширенные функции проверки состояния.

4. Улучшение пользовательского интерфейса и опыта работы:

- Возможности по работе с графическими элементами и визуализацией, добавлены новые типы графиков и элементов управления.
- Поддержка новых графических объектов.
- Элементы пользовательского интерфейса, улучшены функции масштабирования, работы с таблицами и панелями сообщений.
- Новые функции для быстрого поиска и редактирования данных, а также улучшена поддержка горячих клавиш и навигации в интерфейсе.

3.3. Заключение о тенденциях и приоритетах развития зарубежных и отечественных систем в 2024 г.

В 2024 г. развитие как зарубежных, так и отечественных SCADA-систем направлено на улучшение интеграции, аналитики и повышения удобства работы для пользователей. Эти тенденции отвечают глобальным требованиям промышленности к интеллектуальному управлению и безопасному обмену данными.

Для зарубежных решений SCADA основными направлениями остаются интеграция с облачными и периферийными системами, поддержка стандартов IoT и усовершенствование пользовательских интерфейсов. Например, использование современных интерфейсов на базе HTML5, дает возможность масштабирования графики и сенсорного управления делает управление данными и производственными процессами более интуитивным и доступным для операторов. Поддержка аналитических инструментов и технологий машинного обучения позволяет улучшить прогнозирование и выявление аномалий, повышая производственную эффективность и безопасность. В то же время внедрение дополнительных протоколов безопасности, таких как двухфакторная аутентификация и поддержка единого входа (SAML 2.0) подчеркивает приоритет защиты данных и обеспечение устойчивости к киберугрозам.

Отечественные решения, уделяют большое внимание интеграции с отечественными системами и расширению совместимости с различными операционными системами. Российские вендоры активно развивают инструменты для визуализации, добавляя поддержку новых графических объектов, а также внедряют поддержку стандартов передачи данных (MQTT и RTSP). Особое внимание уделяется безопасности данных, что включает усиление механизмов шифрования и создание инструментов для диагностики и мониторинга. Важно отметить усилия по интеграции с BIM-моделями и ГИС, что позволяет российским решениям находить применение в строительной отрасли и энергетическом секторе.

Планы по дальнейшему развитию SCADA-систем включают расширенную интеграцию с аналитическими платформами и облачными решениями, расширение функциональных возможностей

пользовательских интерфейсов и внедрение предиктивной аналитики на базе ИИ. Важным шагом станет обеспечение совместимости с национальными стандартами и разработка более гибких, масштабируемых решений, что позволит SCADA-системам адаптироваться к условиям динамично меняющегося рынка и удовлетворять растущие запросы по требованиям экологии и устойчивого развития производства.

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИЙ, СДЕЛОК M&A И ПРОЕКТОВ КООПЕРАЦИИ В РОССИИ И В МИРЕ

В рамках настоящего раздела рассматриваются инвестиции, сделки M&A и проекты кооперации в области средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) в России и в мире, а также планы по развитию SCADA-систем в России.

4.1. Слияния и поглощения разработчиков SCADA-систем в мире по состоянию на конец 2024 г.

Настоящий подраздел посвящен анализу слияний и поглощений разработчиков SCADA-систем в мире по состоянию на конец 2024 г. При этом в рамках данного подраздела прежде всего рассматриваются последние актуальные действия компаний – лидеров мирового рынка, отражающие их текущую стратегию. Сведения о слияниях и поглощениях разработчиков систем управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) в мире по состоянию на конец 2024 г. представлены в Таблице 9.

Таблица 9. Сведения о слияниях и поглощениях разработчиков SCADA-систем в мире по состоянию на конец 2024 г.

№	Наименование компании разработчика	Год	Наименование приобретенной компании	Сумма сделки	Описание функционального изменения (дополнения) в продуктах компании, возникшего после заключения сделки
1	Siemens AG [129]	2024 – 2025	Подразделение Industrial Drive Technology (IDT) компании ebm-papst [130]	Н/Д (принято решение не разглашать) [131]	Интеграция интеллектуальных мехатронных систем в портфель Siemens Xcelerator (включающий SCADA-систему SIMATIC SCADA [132]), что повысит гибкость и производительность в управлении интеллектуальным производством (промышленные роботы, беспилотные транспортные средства, автоматизация вспомогательных процессов).
2	Schneider Electric [132]	2023	AVEVA [133]	~ 11,9 млрд долл. [134]	Дополнение функциональных возможностей SCADA-системы Expert Vijeo Citect [135] возможностями платформы AVEVA – масштабируемой промышленной программной платформы MES / SCADA / IIoT, которая интегрирует технологические процессы с бизнес-системами предприятия (в портфель AVEVA также входит SCADA-система AVEVA™ Edge / InduSoft Web Studio [136], которая дополнит и расширит продуктовое предложение

№	Наименование компании разработчика	Год	Наименование приобретенной компании	Сумма сделки	Описание функционального изменения (дополнения) в продуктах компании, возникшего после заключения сделки
					Schneider Electric).
3	ABB [137]	2024	Meshmind [138]	Н/Д	Решения на базе искусственного интеллекта, новые разработки в области промышленного интернета вещей и машинного зрения (как в рамках существующих продуктов компании, в частности, расширение и дополнение функционала платформы ABB Ability [139], так и новые – приобретенная компания – исследовательский центр).
4	ABB [140]	2024	Sevensense [141]	Н/Д	Решения на базе искусственного интеллекта, в частности – на базе технологий 3D-навигации с использованием искусственного интеллекта для автономных мобильных роботов (комплексные программно-аппаратные предложения).
5	Rockwell Automation [142, 143]	2023	Clearpath Robotics [144]	~ 600 млн долл. [145]	В сочетании с действующими программными продуктами – формирование комплексного предложения в области автономной производственной логистики, обеспечивающего более безопасные и эффективные условия производства для клиентов (промышленные роботы, беспилотные транспортные средства и др.).
6	Rockwell Automation [146]	2023	Verve Industrial Protection [147, 148]	~ 180 млн долл. [149]	Усиление предлагаемых компанией Rockwell Automation систем управления технологическими процессами (FactoryTalk View [149], FactoryTalk Optix [150]) в части кибербезопасности – обеспечение инвентаризации активов в режиме реального времени, управление уязвимостями и устранение рисков.
7	Dassault Systemes [151, 152]	2022	Diota [153]	Н/Д	Интеграция в портфель платформы управления производственным процессом DELMIA технологий дополненной реальности и полевого управления, позволяющих оптимизировать работу сложных промышленных процессов и повысить операционную эффективность.
8	Hexagon [154]	2024	HARD-LINE	Н/Д	Приобретение канадской компании HARD-LINE, мирового лидера в

№	Наименование компании разработчика	Год	Наименование приобретенной компании	Сумма сделки	Описание функционального изменения (дополнения) в продуктах компании, возникшего после заключения сделки
					области автоматизации шахт, технологий дистанционного управления и оптимизации горного производства, позволит Hexagon расширить свое предложение для компаний из горнодобывающей отрасли. Приобретенная компания HARDLINE специализируется на решениях для дистанционного управления и сетевой инфраструктуре, позволяющих управлять тяжелой техникой с помощью телеуправления со станции управления, расположенной в безопасной зоне на поверхности или под землей, независимо от расстояния. Приобретение позволит расширить технологический стек Hexagon в области добычи полезных ископаемых и особенно дополнит его новейшие портфели, HxGN Underground Mining и HxGN Autonomous Mining, а также отмеченные наградами предложения HxGN MineProtect.
9	Hexagon [155]	2023	CADS Additive GmbH	Н/Д	Поглощение CADS Additive GmbH, поставщика специализированного программного обеспечения, для аддитивного производства с использованием металлов, позволит компании Hexagon расширить свое предложение для производственных компаний. 3D-печать дополняет существующие технологии, предлагая производителям большую свободу проектирования и потенциал для сокращения отходов и повышения гибкости. CADS Additive упрощает процесс 3D-печати на машинах с порошковым напылением (PBF). Программное обеспечение CADS Additive облегчает перевод CAD-файлов в инструкции для 3D-принтеров и увеличивает производительность производства.
10	Hexagon [156]	2020	D.P. Technology Corp.	Н/Д	Поглощение компании D.P. Technology, ведущего разработчика и поставщика технологий

№	Наименование компании разработчика	Год	Наименование приобретенной компании	Сумма сделки	Описание функционального изменения (дополнения) в продуктах компании, возникшего после заключения сделки
					автоматизированного производства (CAM), позволит компании Hexagon включить в портфель своих продуктов ESPRIT CAM System, флагманское решение D.P. Technology. ESPRIT CAM System, является интеллектуальным производственным решением для любых задач обработки. Система обеспечивает высокопроизводительное программирование, оптимизацию и моделирование станков с ЧПУ для широкого спектра задач точного производства, предоставляя общий интерфейс и моделирование рабочих процессов для станков с ЧПУ любого класса.
11	Oracle	–	Newmetrix	Н/Д [157]	SaaS-решение для управления рисками на основе искусственного интеллекта для профессионалов в области строительства. Функции включают управление прогнозной аналитикой, управление инцидентами, управление наблюдением за безопасностью, управление полевыми работами, мониторинг безопасности, управление строительством на основе искусственного интеллекта и др.

Источник: данные из открытых источников

Необходимо отметить, что вендоры, лидирующие на мировом рынке средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA), как правило, предоставляют комплексные программно-аппаратные продукты. При этом приобретаемые ими компании могут как входить в портфель продуктов с собственными готовыми решениями (например, Платформа AVEVA [158]), так и вносить вклад в доработку действующих систем или разработку новых программных продуктов (например, Meshmind-ABB [159]).

4.2. Проекты кооперации российских разработчиков

В России число проектов кооперации разработчиков для создания SCADA-систем относительно невелико. Ключевая информация об основных проектах сведена в Таблице 10.

Таблица 10. Перечень проектов кооперации российских разработчиков

№	Наименование консорциума	Год создания	Участники	Цель	Результаты (при наличии)
1	Индустриальный центр компетенций «Металлургия»	2022	«Северсталь», «Норникель», «Металлоинвест», «Оскольский электрометаллургический комбинат» им. А.А. Уварова	Продукт должен стать заменой «Osisoft PI Systems»	Проект SCADA (PIMS) будет обеспечивать сбор и хранение данных АСУ ТП для задач аналитики, технического обслуживания и ремонта, производственного учета и управления [160]
2	–	2023	Группа компаний «X-Com», «AdAstra»	В рамках сотрудничества X-Com планирует применять «Trace Mode 7» в проектах промышленной автоматизации и поставлять решение обособленно [161]	–
3	Разработчик «Rapid SCADA» сотрудничает с производителями оборудования и интеграторами [162]	–	«Rapid SCADA», ООО «НПО «Нефтегазкомплекс-ЭХЗ», Компания «Диспетчерские Системы и Технологии», «ЛАНИТ-Интеграция», «Treolan», «S&T Mold», Компания «Барион»	Расширение функциональности и предоставление комплексных решений по автоматизации	–
4	«АдАстра» и «Positive Technologies» Подписали соглашение о технологическом партнерстве в промышленной кибербезопасности [163]	2023	«АдАстра», «Positive Technologies»	Применение решений «Positive Technologies» для киберзащиты промышленных предприятий и объектов критической инфраструктуры (КИИ)	Соглашение позволяет внедрять программно-технические комплексы на базе продуктов для промышленной автоматизации АдАстры и средств защиты Positive Technologies, таких как система анализа трафика промышленных сетей PT

№	Наименование консорциума	Год создания	Участники	Цель	Результаты (при наличии)
				с автоматизированными системами управления АдАстры	Industrial Security Incident Manager. Интегрированные решения, соответствующие текущим и перспективным требованиям кибербезопасности, смогут применяться для выявления атак, уязвимостей компонентов АСУ ТП, неправомерных действий персонала и обнаружения иных нарушений ИБ, а также для расследования киберинцидентов и защиты технологических сетей
5	Заключено соглашение о совместимости «SCADA TRACE MODE» и «Kaspersky Industrial CyberSecurity for Nodes»	2023	«АдАстра», «Лаборатория Касперского»	Тестирование совместимости программных продуктов для промышленной автоматизации	Было установлено, что использование «SCADA TRACE MODE» и «KICS for Nodes» в рамках единой системы может способствовать выполнению основных требований, предъявляемых к информационной и кибербезопасности в автоматизированных системах управления промышленных объектов

Источник: данные из открытых источников

Несмотря на наличие различных отечественных решений, таких как MasterSCADA, Rapid SCADA и TRACE MODE, сотрудничество между разработчиками и создание консорциумов не является распространенной практикой. Как правило, разработчики сотрудничают с производителями оборудования и интеграторами. Российский рынок SCADA-систем активно развивается, в то же время кооперация между разработчиками остается на начальном этапе, что может ограничивать потенциал для создания более комплексных и интегрированных решений.

4.3. Планы по развитию SCADA-систем в России

В России наблюдается активное развитие средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA), что связано с необходимостью модернизации и импортозамещения. Ключевые планы отечественных разработчиков в части развития SCADA-систем представлены в Таблице 11.

Таблица 11. Планы по развитию систем отечественными разработчиками

№	Наименование разработчика	Сроки	Описание
1	ООО «Энергософт», «TOPAZ REPORTS»	Н/Д	Основные направления развития: • Интеграция с другими модулями TOPAZ (аналитика, мобильные приложения). • Расширение библиотеки готовых шаблонов отчетов. • Улучшение инструментов визуализации данных в отчетах. • Адаптация под требования различных отраслей и предприятий. • Развитие цифровых платформ и распространение лучших практик автоматизации [164].
2	АО «Росатом Автоматизированные системы управления», «SCADA-R»	Н/Д	Основные направления развития: • Расширение функциональности для поддержки стандарта CIM (Common Information Model) с целью упрощения работы с проектными моделями и повышения точности прогнозирования развития энергосистемы [165]. • Адаптация под различные технологические процессы за счет гибкости платформы [166]. • Использование в качестве системы верхнего уровня управления в комплексных решениях для цифровой электроэнергетики или как отдельное ПО, в том числе на объектах критической инфраструктуры [167]. • Включение в состав решений для атомной энергетики, диспетчеризации электрических сетей и управления производственными линиями [168].
3	«Транснефть», «Эвоскада»	2023 – 2024	• Основные направления развития: • «ЭВОСКАДА» демонстрирует комплексный подход к автоматизации технологических и производственных процессов, может стать основой для создания единой экосистемы управления производством. • Разработка продуктов такого уровня функциональности, как «ЭВОСКАДА» закладывает базу для стратегического развития ИТ в компании на несколько лет вперед с учетом технологических трендов. • В рамках платформы предполагается бесшовное взаимодействие, благодаря которому обновления будут незаметны. • На базе платформы можно создавать любые ИТ-продукты. • Платформа использует современные протоколы и готова взаимодействовать с «умными» устройствами [169].

№	Наименование разработчика	Сроки	Описание
4	НПФ «ЭНЕРГО-СОЮЗ», «СКАДА-НЕВА»	–	Основные направления развития: • «СКАДА-НЕВА» активно развивается и модернизируется для расширения функциональности и решения новых задач автоматизации в энергетике и промышленности. • Ведутся работы по переводу программного обеспечения «СКАДА-НЕВА» на работу под управлением российских операционных систем [170]. • Планируется расширение системы «СКАДА-НЕВА» на строящиеся трансформаторные подстанции для новой установки гидрокрекинга на Комсомольском НПЗ [171].
5	«Ростех», «Росатом», Дорожная карта «Новое индустриальное ПО»	УГТ-9 будет достигнут к 2025 г.	В рамках поднаправления «Платформы управления технологическими и производственными процессами предприятия на базе технологии интернета вещей» планируется разработать: • «Р-фарм» – система, предоставляющая оператору, управляющему технологическим процессом, полную информацию об этом процессе и необходимые средства для воздействия на него). • SAC/SCADA – обеспечено управление багажными системами аэропорта «Шереметьево» средствами программного обеспечения российского производства. • Ряд проектов, относящихся к поднаправлению «Платформы управления технологическими и производственными процессами предприятия на базе технологии интернета вещей», были одобрены правительственной комиссией по цифровому развитию, но финансироваться они будут за счет заемных и собственных средств их авторов. Среди них – SCADA PIMS (ОЭМК им. А.А. Угарова) [172].

Источник: данные из открытых источников

Развитие SCADA-систем в России активно поддерживается как со стороны крупных энергетических компаний, так и со стороны разработчиков программного обеспечения. Это способствует не только улучшению управления технологическими процессами, но и повышению уровня безопасности и надежности систем в условиях современных вызовов.

Разработка SCADA-систем регулируется рядом стандартов и нормативных документов, определяющих требования к процессу создания, структуре и содержанию проектной документации.

Нормативно-правовые документы, используемые в процессе разработки и(или) улучшения программного обеспечения:

- ГОСТ 34.ХХХ. «Стандарты информационной технологии» [173].
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000. «Информационная технология. Пакеты программ.

Требования к качеству и тестирование» [174].

- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. «Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению» [175].
- ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 9294-93. «Информационная технология. Руководство по управлению документированием программного обеспечения» [176].

ГЛАВА 5. ГОБЗОР НОВЫХ КРУПНЫХ ПРОЕКТОВ В РОССИИ И В МИРЕ

Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) становятся все более распространенными с наращиванием сложности производства и ростом потребности в отслеживании, контроле и оптимизации процессов производства продукции. В рамках текущего раздела рассматриваются новые крупные проекты в области SCADA в России и мире.

5.1. Проекты в России

В России в настоящее время особенно важными становятся вопросы импортозамещения, а также способность отечественного программного обеспечения заменить зарубежные аналоги, недоступные из-за санкций. Среди популярных российских SCADA-системам можно отметить такие как Trace Mode («AdAstra»), Master SCADA (НПФ «ИнСАТ»), Круг-2000 (НПФ «Круг»), САРГОН («НВТ-Автоматика»). В Таблице 12 представлены проекты внедрения SCADA-систем в России.

Таблица 12. Обзор крупных проектов в области SCADA-систем в России

№	Наименование проекта	Участники проекта	Годы реализации	Цель и планы	Суммы привлеченных инвестиций
1	«SCADA TRACE MODE 7» в АСОДУ водоснабжением горнолыжного курорта «Манжерок» [177]	Компания ООО «Аргум»	2024	Цель: упростить управление водоснабжением поселка и курорта, сократить расход электроэнергии и эксплуатационные затраты. Планы: ● Поддержание технологических режимов и обеспечение нормальных условий работы водозаборных сооружений, установок и оборудования. ● Сигнализация об отклонениях технологического режима водозаборных сооружений и коммуникаций от нормальных условий. ● Сигнализация о возникновении аварийных ситуаций на контролируемых объектах. ● Обеспечение возможности оперативного устранения отклонений и нарушений.	Н/Д
2	«КРУГ» модернизирует АСУ ТП котла Ульяновской ТЭЦ-1 [178]	«КРУГ»	2024	Цель: приведение системы в соответствие действующим нормам. Планы: повышение уровня автоматизации, надежности, безопасности и экономичности работы	Н/Д

№	Наименование проекта	Участники проекта	Годы реализации	Цель и планы	Суммы привлеченных инвестиций
				технологического оборудования.	
3	«SCADA TRACE MODE» в АСУ ТП и ПАЗ таймырских нефтебаз [179]	ООО «АдАстра», Компания «БАИ»	2023 – Н/Д	Цель: автоматизация резервуарного парка в условиях Крайнего Севера. Планы: ● Контроль состояния и управление технологическим процессом с обеспечением противоаварийной защиты (в ПАЗ используется ПЛК БК-500К – SIL3). ● Безударное управление запорной арматурой в условиях Крайнего Севера. ● Безаварийный налив нефтепродуктов в ЖД цистерны и в колесный транспорт. ● Контроль газовой среды в обвалованиях резервуарных парков (каре). ● Контроль состояния и управление насосных агрегатов с использованием преобразователей частоты. ● Предоставление операторам полной и достоверной информации о ходе технологического процесса в удобной графической форме с использованием SCADA-системы TRACE MODE. ● Успешное внедрение импортозамещенного программного обеспечения и оборудования. ● Передача достоверных данных от контроллеров сторонних производителей (Emerson, Trei).	Н/Д
4	«SCADA TRACE MODE 7» в импортозамещении АСКУЭ и АСДУ завода «Bosch» [180]	«Интегра Лайт»	2023 – Н/Д	Цель: в кратчайшие сроки импортозаместить верхний уровень российским программным обеспечением. Планы: расширить функционал программного обеспечения, добавив к АСКУЭ функции диспетчерского управления инженерными системами завода (АСДУ).	Н/Д
5	Разработка комплексной системы	ООО «РТСофт-	2021 – 2024	Цель: создание автоматизированной системы управления	Общая стоимость:

№	Наименование проекта	Участники проекта	Годы реализации	Цель и планы	Суммы привлеченных инвестиций
	автоматизации процессов управления эксплуатацией, диагностики, техническим обслуживанием и ремонтом для устройств релейной защиты и автоматики (РЗА), средств измерений (СИ) и автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) для всех типов объектов электроэнергетики [181]	СГ»		технологическими процессами и устройствами, предиктивной диагностики и эксплуатации устройств РЗА, СИ и АСУ ТП, в состав которой входит ряд ранее разработанных самостоятельных систем. Планы: обеспечить заказчикам повышение надежности работы объектов электроэнергетики и эффективности за счет минимизации экономических ущербов (связанных с нарушением электроснабжения и поломками дорогостоящего оборудования), увеличение срока эксплуатации вторичного оборудования и цифровизацию технологических процессов управления вторичным оборудованием объектов энергетики.	121,5 млн руб. Сумма гранта: 60,8 млн руб.
6	Разработка «Программного комплекса удаленного мониторинга и контроля за работой медицинского оборудования» [182]	«Мед Теко»	2022 – 2024	Цель: сбор эксплуатационных данных, их анализ и предоставление для сервисных служб и эксплуатирующих организаций. Планы: ● Провести сбор статистических данных, необходимых для построения системы. ● Разработать методику предварительного анализа поступающих данных о внеплановых ремонтах и причинах их проведения для возможности использования этих данных в качестве инструмента обучения экспертной системы. ● Интегрировать механизм учета поступающих и обрабатываемых инцидентов вместе с системой сбора данных от датчиков оборудования. ● Разработать инструмент для обучения экспертной системой с использованием	Общая стоимость: 101 млн руб. Сумма гранта: 50 млн руб.

№	Наименование проекта	Участники проекта	Годы реализации	Цель и планы	Суммы привлеченных инвестиций
				оператора/учителя на наборе ранее подготовленных данных.	
7	Разработка и внедрение АСУ ТП ТЭЦ	АО «Апатит», ООО «РегЛаб»	Н/Д – н.в.	Создание распределенной системы управления, которая позволяет производить инжиниринг контроллерного оборудования и инжиниринг верхнего уровня АСУ ТП из единой базы данных. Апробация решения на сернокислотном производстве. Разработка библиотеки функциональных блоков, которая удовлетворяет требованиям химической промышленности. Разработка механизмов на основе технологии искусственного интеллекта для снижения трудозатрат и минимизации ошибок, связанных с человеческим фактором.	136 млн руб.

Источник: данные из открытых источников

5.2 Проекты за рубежом

Крупные зарубежные проекты в области средств управления технологическими процессами в мире преимущественно связаны с активностью промышленных предприятий и определяются их потребностями. Проекты внедрения SCADA-систем за рубежом представлены в Таблице 13.

Таблица 13. Обзор крупных проектов в области SCADA-систем в мире

№	Наименование проекта	Участники проекта	Годы реализации	Цель и планы
1	California American Water [183]	California American Water, Flexware Innovation	2024	Цель: замена устаревшей системы SCADA на предприятии в Монтерее на Ignition SCADA. Планы: поддерживать высокие стандарты, необходимые для предприятия водоснабжения в сложном районе.
2	Металлургическое производство повышает эффективность благодаря инновационной технологии SCADA [184]	Ferroloy, Artek	2024	Цель: цифровая трансформация автономного литейного производства. Планы: эффективно собирать и анализировать данные, интегрируя их с существующим программным обеспечением и оборудованием, получить конкурентное преимущество.

№	Наименование проекта	Участники проекта	Годы реализации	Цель и планы
3	SCADA и MES соединяются с SAP на новом заводе [185]	AriZona Beverages	2024	Цель: создать комплексное решение для HMI, SCADA и MES, которое сможет подключаться к ее системе ERP. Планы: внедрить систему Ignition SCADA и Sepasoft MES для интеграции SAP на новом заводе.
4	Весь процесс пивоварения на единой программной платформе [186]	MadTree Brewing	2024	Цель и планы: • Единая платформа SCADA, которая управляет всем процессом пивоварения. • Возможность видеть и контролировать все аспекты производства.
5	Фармацевтическая компания соответствует стандартам 21 CFR 11 с Ignition [187]	Bachem Americas	2024	Цель и планы: внедрить систему HMI/SCADA, которая могла бы улучшить процессы, одновременно удовлетворяя требованиям FDA к электронным записям и подписям в соответствии с 21 CFR 11.

Источник: данные из открытых источников

Актуальные масштабные проекты в рассматриваемой области направлены на формирование комплексных отраслевых решений по управлению производством на базе SCADA-систем. При этом главной движущей силой при реализации подобных проектов выступают промышленные предприятия.

ГЛАВА 6. НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В РОССИИ, В Т.Ч. АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ ПОДДЕРЖКИ ПО НИРАМ И НИОКРАМ

В рамках настоящей главы рассматриваются основные аспекты нормативно-правового регулирования сферы промышленного программного обеспечения в России, в т.ч. проводится анализ государственных программ поддержки по НИРам и НИОКРам, посвященным разработке средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA).

6.1 Анализ нормативно-правовой базы регулирования в России

Поддержка рынка систем управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) и связанное с этим развитие нормативно-правовой базы – значимая составляющая государственной политики по развитию рынка промышленного ПО и поддержке отечественной промышленности в условиях внешнего запрета на продажи программного обеспечения и ухода с российского рынка крупнейших вендоров. При анализе нормативно-правовой базы регулирования сферы промышленного программного обеспечения в России в контексте систем управления технологическими процессами важно учитывать, что промышленное программное обеспечение регулируется высокоуровневыми нормативно-правовыми актами (НПА), включающими также и общесистемное программное обеспечение.

В частности, среди верхнеуровневых НПА, регулирующих сферу промышленного программного обеспечения (в том числе – сферу автоматизированных систем диспетчерского управления технологическими процессами и сбора данных) необходимо отметить следующие:

- Федеральный закон от 31 декабря 2014 г. N 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями), Федеральный закон от 26.10.2024 N 357-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О промышленной политике в Российской Федерации».
- Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
- Федеральный закон от 31.12.2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации».
- Постановление Правительства РФ от 22.08.2022 г. № 1478 «Об утверждении требований к программному обеспечению, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, используемому органами государственной власти, заказчиками, осуществляющими закупки в соответствии с Федеральным законом «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» (за исключением организаций с муниципальным участием), на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, Правил согласования закупок иностранного программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, в целях его использования заказчиками, осуществляющими закупки в соответствии с Федеральным законом «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» (за исключением

организаций с муниципальным участием), на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также закупок услуг, необходимых для использования этого программного обеспечения на таких объектах, и Правил перехода на преимущественное использование российского программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, заказчиками, осуществляющими закупки в соответствии с Федеральным законом «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» (за исключением организаций с муниципальным участием), на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

- Постановление Правительства РФ от 30.09.2022 г. № 1729 «Об утверждении Положения о государственной аккредитации российских организаций, осуществляющих деятельность в области информационных технологий».
- Приказ Минцифры России от 18.01.2023 г. № 21 «Об утверждении Методических рекомендаций по переходу на использование российского программного обеспечения, в том числе на значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, и о реализации мер, направленных на ускоренный переход органов государственной власти и организаций на использование российского программного обеспечения в Российской Федерации».

Кроме того, среди значимых в рассматриваемом контексте НПА можно отметить также:

- О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г. (Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. № 309).
- О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 г. № 145).
- Концепция технологического развития на период до 2030 г. (Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 г. № 1315-р).
- Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (Постановление Правительства РФ от 29.03.2019 г. № 377 (ред. от 17.01.2024 г.)).
- Об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации и Положения об условиях отнесения проектов к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации, о представлении сведений о проектах технологического суверенитета и проектах структурной адаптации экономики Российской Федерации и ведении реестра указанных проектов, а также о требованиях к организациям, уполномоченным представлять заключения о соответствии проектов требованиям к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации (Постановление Правительства РФ от 15.04.2023 г. № 603).
- О дополнительных мерах по обеспечению информационной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 01.05.2022 г. № 250).

- О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 30.03.2022 г. № 167 (ред. от 22.11. 2023 г.)).
- Об утверждении методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации «Цифровая трансформация» (вместе с «Методикой расчета целевого показателя «Достижение «цифровой зрелости» ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления», «Методикой расчета целевого показателя «Достижение «цифровой зрелости» ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления» для субъекта Российской Федерации», «Методикой расчета целевого показателя «Увеличение доли массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде, до 95 процентов», «Методикой расчета показателя «Доля домохозяйств, которым обеспечена возможность широкополосного доступа к сети Интернет», «Методикой расчета целевого показателя», «Увеличение вложений в отечественные решения в сфере информационных технологий», «Методикой расчета целевого показателя «Увеличение вложений в отечественные решения в сфере информационных технологий» для субъекта Российской Федерации») (Приказ Минцифры России от 18.11.2020 г. № 600 (ред. от 29.12.2023 г.)).
- Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (Протокол заседания Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 04.06.2019 г. № 7).
- Соглашение о намерениях между Правительством Российской Федерации, государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» и государственной корпорацией по содействию разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции «Ростех» в целях развития в Российской Федерации высокотехнологичной области «Новые производственные технологии» (Распоряжения Правительства Российской Федерации от 16.07.2020 г. № 1861-р).
- Индустриальные центры компетенций по замещению зарубежных отраслевых цифровых продуктов и решений в ключевых отраслях экономики (Поручение Председателя Правительства РФ от 23.09.2022 г.).
- Паспорт федерального проекта «Нормативное регулирование цифровой среды» (Утвержден Президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 28.05.2019 г. № 9)).
- Паспорт федерального проекта «Цифровые Технологии» (Утвержден Президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 28.05.2019 г. № 9)).
- Об утверждении Правил разработки, утверждения, реализации, корректировки и завершения комплексных научно-технических программ полного инновационного цикла и комплексных научно-технических проектов полного инновационного цикла

в целях обеспечения реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации (Постановление Правительства РФ от 19.02.2019 г. № 162 (ред. от 02.08.2023 г.)).

- Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика» (Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 316 (ред. от 18.07.2024 г.)).
- Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2021 гг.» (Постановление Правительства РФ от 21.05.2013 г. № 426 (ред. от 31.03.2021 г.)).
- Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации (Указ Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899 (ред. от 16.12.2015 г.)).
- Об утверждении Положения о создании и функционировании советов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации (Постановление Правительства РФ от 17.01.2018 г. № 16 (ред. от 02.08.2023 г.)).
- О стратегии экономической безопасности РФ на период до 2030 г. (Указ Президента Российской Федерации от 13.05.2017 г. № 208).

Существенное влияние на развитие SCADA-систем могут оказать отраслевые НПА, определяющие приоритеты промышленного развития в соответствующих сферах:

- Распоряжение Правительства РФ от 7 ноября 2023 г. N 3113-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящейся к сфере деятельности Министерства промышленности и торговли РФ и внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 6 июня 2020 г.»
- Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 г. (Распоряжение Правительства РФ от 12.03.2024 г. № 581-р).
- Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 г. и на период до 2035 г. (Распоряжение Правительства РФ от 09.09.2023 г. № 2436-р).
- Об утверждении Стратегии развития беспилотной авиации РФ на период до 2030 г. и на перспективу до 2035 г. и плана мероприятий по ее реализации (Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2023 г. № 1630-р).
- О продлении срока действия комплексной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации на период до 2024 г.» (Указ Президента РФ от 14.04.2022 г. № 202).
- Стратегия развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 г. (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 14.07.2021 г. № 1913-р).

- Стратегия развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 г. (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 05.11.2020 г. № 2869-р).
- Об утверждении государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013 – 2025 гг.» (Распоряжение Правительства РФ от 15.12.2012 г. № 2396-р).
- «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 г.»)) (Указ Президента РФ от 10.10.2019 г. № 490 (ред. от 15.02.2024 г.)).
- Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 328 (ред. от 13.08.2024 г.)).
- О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства (Указ Президента РФ от 21.07.2016 г. № 350 (ред. от 28.09.2023 г.)).
- Перспективный план стандартизации в области передовых производственных технологий на 2018 – 2025 гг. (Утвержден Министерством промышленности и торговли РФ и Росстандартом 28.01.2019 г. (с изменением № 1 от 28.09.2020 г., № 2 от 21.03.2022 г.)).
- Федеральный закон от 23.10.2007 г. № 270-ФЗ «О Государственной корпорации по содействию разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции «Ростех».
- Федеральный закон от 01.12.2007 г. № 317-ФЗ «О Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом».

Рынки НТИ являются одними из важнейших потребителей систем рассматриваемого класса, в связи с чем можно выделить НПА в данной сфере:

- Об утверждении Правил управления реализацией мероприятий программ и проектов Национальной технологической инициативы, результаты которых направлены на решение задач обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации, о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации (Постановление Правительства РФ от 28.12.2022 г. № 2478 (ред. от 31.08.2023 г.)).
- План мероприятий («дорожная карта») «Маринет» (Одобрена протоколом № 1 от 28.02.2022 г. заочного голосования членов Президиума Правительственной комиссии по модернизации экономики и инновационному развитию России).
- План мероприятий («дорожная карта») «Нейронет» (Одобрена протоколом № 1 от 28.02.2022 г. заочного голосования членов Президиума Правительственной комиссии по модернизации экономики и инновационному развитию России).
- План мероприятий («дорожная карта») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы по

направлению «Маринет» (Распоряжение Правительства РФ от 21.01.2020 г. № 40-р (ред. от 01.06.2024 г.)).

- План мероприятий («дорожная карта») «Автонет» (Утверждена приложением № 2 к Протоколу № 1 заседания Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 24.04.2018 г.).
- Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы по направлению «Аэронет» (Распоряжение Правительства РФ от 03.04.2018 г. № 576-р (ред. от 16.09.2021 г.)).
- Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Нейронет» (Распоряжение Правительства РФ от 30.03.2018 г. № 552-р (ред. от 24.12.2021 г.)).
- Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Автонет» (Распоряжение Правительства РФ от 29.03.2018 г. № 535-р (ред. от 21.09.2023 г.)).
- Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (Передовые производственные технологии) (Распоряжение Правительства РФ от 23.03.2018 г. № 482-р (ред. от 01.06.2024 г.)).
- План мероприятий («дорожная карта») «Энерджинет» (Одобрена Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 28.09.2016 г., Протокол № 4).
- План мероприятий («дорожная карта») «Аэронет» (Одобрена приложением № 2 к Протоколу № 3 заседания Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России 24.06.2016 г.).
- «О реализации Национальной технологической инициативы» (вместе с «Правилами разработки и реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы», «Правилами отбора проектов в целях реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы», «Правилами мониторинга реализации проектов в целях реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы», «Правилами предоставления субсидий из федерального бюджета Фонду поддержки проектов Национальной технологической инициативы на финансовое обеспечение затрат на реализацию проектов в целях реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы и на

обеспечение информационной, организационно-технической и экспертно-аналитической поддержки реализации Национальной технологической инициативы») (Постановление Правительства РФ от 18.04.2016 г. № 317 (ред. от 31.08.2023 г.)).

Список основных нормативно-правовых актов, нацеленных на стимулирование внедрения промышленных технологий, включая SCADA-системы:

- Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета федеральному государственному бюджетному учреждению «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» на осуществление грантовой поддержки реализации проектов малых предприятий по разработке, применению и коммерциализации российских цифровых решений, в том числе в сфере научно-технологического развития (Постановление Правительства Российской Федерации от 23.05.2024 г. № 649 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации» от 03.05.2019 г. № 554).
- О специальных инвестиционных контрактах для отдельных отраслей промышленности (Постановление Правительства РФ № 708 от 16.07.2015 г. (ред. 11.04.2024 г.)).
- О государственной поддержке организаций, реализующих инвестиционные проекты, направленные на производство приоритетной продукции (Постановление Правительства РФ от 22.02.2023 г. № 295).
- О внесении изменений в часть вторую Налогового кодекса Российской Федерации (Федеральный закон от 14.07.2022 г. № 323-ФЗ).
- Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета кредитным организациям на возмещение недополученных доходов по кредитам, выданным на приобретение приоритетной для импорта продукции (Постановление Правительства РФ от 18.05.2022 г. № 895 (ред. от 08.08.2023 г.)).
- Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским кредитным организациям на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным аккредитованным системообразующим организациям в сфере информационных технологий, а также организациям, входящим в группу лиц системообразующей организации в сфере информационных технологий (Постановление Правительства РФ от 26.04.2022 г. № 754).
- О выделении в 2022 г. из резервного фонда Правительства РФ бюджетных ассигнований в связи с ограничительными мерами, предпринятыми в отношении РФ иностранными государствами (Распоряжение Правительства РФ от 01.04.2022 г. № 714-р (ред. от 30.11.2022 г.)).
- Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на финансовое обеспечение части затрат на разработку конкурентоспособных нишевых аппаратно-программных комплексов для целей искусственного интеллекта (Постановление Правительства РФ от 23.08.2021 г. № 1380).
- Об утверждении требований к реализации мероприятий, осуществляемых субъектами Российской Федерации, бюджетам которых предоставляются субсидии на

государственную поддержку малого и среднего предпринимательства, а также физических лиц, применяющих специальный налоговый режим «Налог на профессиональный доход», в субъектах Российской Федерации, направленных на достижение целей, показателей и результатов региональных проектов, обеспечивающих достижение целей, показателей и результатов федеральных проектов, входящих в состав национального проекта «МСП и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», и требований к организациям, образующим инфраструктуру поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства» (Приказ Министерства экономического развития РФ от 26.03.2021 г. № 142).

- Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета производителям станкоинструментальной продукции в целях предоставления покупателям скидки при приобретении такой продукции (Постановление Правительства РФ от 10.08.2020 г. № 1206).
- Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий в целях обеспечения льготного кредитования проектов по цифровой трансформации, реализуемых на основе российских решений в сфере информационных технологий (Постановление Правительства РФ от 05.12.2019 г. № 1598 (ред. от 06.05.2023 г.)).
- Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета некоммерческой организации Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий на обеспечение первого масштабного внедрения российских решений в сфере информационных технологий (Постановление Правительства РФ от 03.05.2019 г. № 555 (ред. от 27.12.2023 г.)).
- Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета Российскому фонду развития информационных технологий на поддержку проектов по разработке и внедрению российских решений в сфере информационных технологий (Постановление Правительства РФ от 03.05.2019 г. № 550 (ред. от 28.12.2023 г.)).
- Об утверждении правил предоставления субсидий российским организациям на возмещение части затрат на разработку цифровых платформ и программных продуктов в целях создания и (или) развития производства высокотехнологичной промышленной продукции (Постановление Правительства РФ от 30.04.2019 г. № 529 (ред. от 22.11.2022 г.)).
- Об утверждении Правил организации и проведения технологических конкурсов в целях реализации Национальной технологической инициативы и Правил предоставления субсидий из федерального бюджета Фонду поддержки проектов Национальной технологической инициативы на финансовое обеспечение затрат на организацию и проведение технологических конкурсов в целях реализации Национальной технологической инициативы и о внесении изменения в перечень международных, иностранных и российских премий за выдающиеся достижения в области науки и техники, образования, культуры, литературы, искусства, туризма и средств массовой информации, суммы которых, получаемые налогоплательщиками, не подлежат налогообложению (Постановление Правительства РФ от 03.04.2018 г. №

403 (ред. от 13.07.2023 г.)).

Перечень некоторых нормативно-правовых актов, регулирующих внедрение и использование SCADA-систем:

- Федеральный закон от 26.07.2017 г. № 187-ФЗ (ред. от 10.07.2023 г.) «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

Настоящий Федеральный закон регулирует отношения в области обеспечения безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации в целях ее устойчивого функционирования при проведении в отношении ее компьютерных атак. Приказ ФСТЭК России от 25.12.2017 г. № 239 (ред. от 28.08.2024 г.) «Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте России 26.03.2018 г. № 50524), который направлен на обеспечение устойчивого функционирования значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации при проведении в отношении них компьютерных атак, входит в настоящий Федеральный закон.

- Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ (ред. от 08.08.2024 г.) «О персональных данных».

Целью настоящего Федерального закона является обеспечение защиты прав и свобод человека и гражданина при обработке его персональных данных, в том числе защиты прав на неприкосновенность частной жизни, личную и семейную тайну.

- Приказ ФСТЭК России от 14.03.2014 г. № 31 (ред. от 15.03.2021 г.) «Об утверждении Требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды» (Зарегистрировано в Минюсте России 30.06.2014 г. № 32919).

В настоящем документе устанавливаются требования к обеспечению защиты информации, обработка которой осуществляется автоматизированными системами управления производственными и технологическими процессами (АСУ ТП) на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды, от неправомерного доступа, уничтожения, модифицирования, блокирования, копирования, предоставления, распространения, а также иных неправомерных действий в отношении такой информации, в том числе от деструктивных информационных воздействий (компьютерных атак), следствием которых может стать нарушение функционирования автоматизированной системы управления.

- Постановление Правительства РФ от 03.02.2012 г. № 79 (ред. от 03.02.2023 г.) «О лицензировании деятельности по технической защите конфиденциальной

информации».

Настоящее Положение определяет порядок лицензирования деятельности по технической защите конфиденциальной информации (не содержащей сведения, составляющие государственную тайну, но защищаемой в соответствии с законодательством Российской Федерации), осуществляемой юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

- Постановление Правительства РФ от 27.12.2004 г. № 854 (ред. от 07.06.2023 г.) «Об утверждении правил оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике».

Настоящие Правила определяют порядок оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, осуществляемого в Единой энергетической системе России и технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах.

- ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014.

Национальный стандарт Российской Федерации. Интеграция систем управления предприятием. Часть 1. Модели и терминология:

Настоящий стандарт распространяется на принципы организации интерфейсов между функциями управления технологическими процессами и другими функциями предприятия.

- ГОСТ Р МЭК 62264-2-2016.

Национальный стандарт Российской Федерации. Интеграция систем управления предприятием. Часть 2. Объекты и атрибуты:

Настоящий стандарт содержит описание многофункционального интерфейса в части обмена информацией между функциями управления производством и прочими функциями предприятия.

- ГОСТ Р МЭК 62264-3-2012.

Национальный стандарт Российской Федерации. Интеграция систем управления предприятием. Часть 3. Рабочая модель управления технологическими операциями:

Настоящий стандарт определяет рабочую модель управления производственными операциями, которая инициирует работу системы управления предприятием, координирующей процесс интеграции.

В том числе некоторые Приказы Госкорпорации «Росатом»:

- Приказ Госкорпорации «Росатом» от 10.07.2023 г. № 1/1268-П (ред. от 11.10.2024 г.) «Об утверждении отраслевых требований к технологической независимости продукции, планируемой к использованию на объектах критической информационной инфраструктуры Госкорпорации «Росатом» и ее организаций, в целях их использования при осуществлении закупок».

Приказ издан в целях обеспечения технологической независимости объектов критической

информационной инфраструктуры Госкорпорации «Росатом» и ее организаций, в соответствии с пунктами «к», «м» части 1 статьи 3.2 Единого отраслевого стандарта закупок (Положения о закупке) Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», утвержденного решением наблюдательного совета Госкорпорации «Росатом» от 07.02.2012 № 37.

- Приказ Госкорпорации «Росатом» от 09.12.2021 г. № 1/16-НПА (ред. от 19.06.2024 г.) «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах), находящихся в ведении и входящих в сферу деятельности Госкорпорации «Росатом», единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (Зарегистрировано в Минюсте России 28.03.2022 г. № 67943).

Положение о функциональной подсистеме предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах), находящихся в ведении и входящих в сферу деятельности Госкорпорации «Росатом», единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций определяет цели, задачи и функции, организацию, порядок деятельности, состав сил и средств функциональной подсистемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в организациях (на объектах), находящихся в ведении и входящих в сферу деятельности Госкорпорации «Росатом».

А также пример стандарта ОАО «СО ЕЭС»:

- Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС», Системы диспетчерского управления в электроэнергетике. Система сбора данных и оперативного контроля (SCADA) в диспетчерском управлении.

Стандарт определяет порядок создания и эксплуатации SCADA, устанавливает базовую терминологию в области программно-технических средств автоматизированного диспетчерского управления, требования к составу, архитектуре и функциональности SCADA. Стандарт предназначен для унификации систем сбора данных и оперативного контроля, обеспечения совместимости между программно-аппаратными комплексами различных изготовителей.

Большинство нормативно-правовых актов, регулирующих сферу поддержки промышленного программного обеспечения, являются высокоуровневыми. Ближе всего к вопросам конкретных передовых производственных технологий стоят нормативно-правовые акты, разработанные в рамках Национальной технологической инициативы (НТИ).

В частности, значимым в контексте развития инженерного ПО и управления технологическими процессами является обновление нормативных «дорожных карт» НТИ по направлению «Технет». Задачей обновленной нормативной «дорожной карты» «Технет» является совершенствование существующего законодательства и устранение административных барьеров в сфере промышленного ПО для ускорения технологического развития и продвижения новых технологий, продуктов и услуг. Рассматриваемая нормативной ДК «Технет» правовая база обновляется с учетом специфики новых производственных технологий, а также удешевления и нарастающей децентрализации процессов разработки производства, способных обеспечить переход к массовой кастомизации

продукции.

Ожидаемые результаты обновления нормативно-правовой базы в рамках ДК «Технет» включают в себя улучшение статистического учета сферы передовых производственных технологий, устранение барьеров для работы с цифровой документацией, развитие соответствующих стандартов, совершенствование процедур взаимодействия с надзорными органами для разработчиков, производителей и пользователей, в том числе в цифровом виде, создание условий для более простого взаимодействия с контролирующими и надзорными органами для проектантов, производителей и эксплуатантов, создание форматов предоставления результатов виртуальных экспериментов вместо натурных с соответствующим полноценным признанием результатов таких экспериментов и общее снижение сложности процесса признания новых методов оценки соответствия для инновационной продукции.

6.2 Анализ государственных мер поддержки, в т.ч. по НИРам и НИОКРам, сведения о значимых поддержанных проектах

Действующая в Российской Федерации система мер государственной поддержки промышленного программного обеспечения, в том числе систем АСУ ТП, получила значительные импульс к развитию в последние два года и продолжает совершенствоваться по мере роста значимости задач обеспечения технологического суверенитета. Присутствующие на российском рынке системы АСУ ТП достаточно разнообразны по масштабу, часто создавались под узкоспециализированные запросы производств и конкретное оборудование. Вместе с тем среди новых проектов в сфере АСУ ТП/ SCADA присутствуют также более универсальные и масштабные решения, развиваемые уже не на уровне предприятий, а на уровне отраслей [188].

В сложившихся условиях для разработчиков отечественных решений SCADA могут быть полезны различные форматы государственной поддержки – как крупномасштабные программы, ориентированные на технологическое перевооружение крупного бизнеса, так и грантовые программы, подходящие для разработчиков небольших систем SCADA или компонентов для таких систем. Основные меры государственной поддержки рассматриваемой области сведены в Таблицу 14.

Таблица 14. Обзор основных мер государственной поддержки

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
1	Субсидия на возмещение части затрат на	№ 529 от 30.04.2019 г.	ЦТ/ЦЭ[3]	Минпромторг	Субсидия	Субсидия предоставляется разработчикам цифровых платформ и	Разработчики цифровых платформ	Объем финансирования не обозначен, мера действует

3 Федеральный проект «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
	разработку цифровых платформ и/ или программных продуктов					программных продуктов в целях дальнейшего внедрения на промышленных предприятиях, осуществляющих деятельность в обрабатывающих отраслях экономики		для ранее отобранных проектов. Софинансирование – не менее 50%
2	Субсидии российским организациям на финансовое обеспечение части затрат на реализацию проектов по внедрению российских решений в сфере информационных технологий в целях повышения уровня «цифровой зрелости» отраслей промышленности	Субсидия № 24-66821-01674-Р от 20.09.2024 г.	ГП «Развитие электрон-ной и радиоэлектронной промышленности»	Минпромторг	Субсидия	Повышение уровня цифровой зрелости предприятий	Заказчики, производители промышленной продукции («обрабатывающие производства») и научные организации	Срок исполнения – не более 3-х лет. Сумма субсидии – от 30 млн руб. до 250 млн руб. ежегодно. Софинансирование не менее 50%
3	Субсидии на	№ 1380 от 23.08.2021 г.	ИИ/ЦИ[4]	Минпром	Субсидируемые	Разработка	Разработчики,	Максимальный

4 Федеральный проект «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
	финансовое обеспечение части затрат на разработку конкурентоспособных нишевых аппаратно-программных комплексов для целей искусственного интеллекта			торг	расходы на разработку	конкурентоспособных нишевых аппратно-программных комплексов для целей искусственного интеллекта	производители ПАК с использованием ИИ	ежегодный Размер субсидии, предоставляемой российской организации по одному комплексному проекту, составляет не более 500 млн руб. Срок реализации проекта – 12 месяцев
4	Гранты на поддержку проектов по преобразованию приоритетных отраслей экономики и социальной сферы на основе внедрения отечественных продуктов на базе «сквозных»	№ 555 от 03.05.2019 г.	ЦТ/ЦИ	Фонд «Сколково»	Гранты	Преобразование приоритетных Отраслей Экономики и социальной сферы на основе внедрения отечественных продуктов, сервисов, платформенных решений, созданных на базе сквозных цифровых технологий	Заказчик – коммерческая организация, внедряющая решение на основе сквозных технологий	Размер гранта составляет не менее 20 млн руб. и не более 300 млн руб. Для особо значимых проектов максимальный размер гранта может составлять не более 700 млн руб. Софинансирование не менее 50%.

экономика Российской Федерации».

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
	цифровых технологий							Срок реализации не менее 6 и не более 30 месяцев
5	Льготное кредитование компаний реализующим проекты по цифровой трансформации и внедряющим ИТ-решения	№ 1598 от 05.12.2019 г.	ЦТ/ЦИ	Минцифры	Субсидируемые кредиты	Ускорение цифровой трансформации Отраслей экономики и внедрение российских решений	Разработчики (получатели льготных кредитов) и коммерческие банки, финансирующие ИТ-проекты (получатели субсидий)	Размер льготной ставки по кредиту: от 1 до 5% (до 3% для аккредитованных ИТ-организаций). Размер кредита для реализации проекта: минимальный – 5 млн руб., максимальный – 5 млрд руб. Размер кредита для реализации программы (совокупности проектов): минимальный – 500 млн руб., максимальный – 10 млрд руб. Софинансирование: не обязательно. Сроки – определяются банком.
6	Льготное	№ 754 от 26.04.2022 г.	Федеральный проект	Минцифры	Льготное кредитование	Сохранение Потенциала динамичного развития	Разработчики (получатели льготных	Процентная ставка по кредиту: до

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
	кредитование (субсидируемое) системообразующих организаций в сфере ИТ, а также аккредитованных организаций в сфере ИТ		«Развитие цифровых и информационных проектов на территории субъектов Российской Федерации» государственной программы Российской Федерации «Информационное общество»			отрасли информационных технологий в сложных экономических условиях посредством льготного кредитования системообразующих ИТ-организаций и ИТ-организаций, входящих в группу лиц указанных организаций	кредитов) и коммерческие банки, финансирующие ИТ-проекты (получатели субсидий)	11%; Размер кредита: одного заемщика до 10 млрд руб., для группы лиц одной системообразующей организации (включая эту системообразующую организацию) до 30 млрд руб. Срок кредитования: до 12 месяцев. Максимальный объем кредита, для группы лиц одной системообразующей организации (включая эту системообразующую организацию): 30 млрд руб.
7	Грант на внедрение российских ИТ-решений	№ 550 от 03.05.2019 г.	ЦТ/ЦИ	РФРИТ	Гранты, субсидии	Внедрение отечественных продуктов, сервисов и платформенных решений в целях ускорения их развития	Заказчики – коммерческие организации, осуществляющие проект по внедрению отечественного решения	Сумма гранта – от 10 млн руб. до 6 млрд руб. Срок проекта – от 6 до 60 месяцев;

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
								Софинансирование – не менее 50% сметы реализации проекта»
8	Конкурс «Цифровизация – Цифровые технологии»	№ 554 от 03.05.2019 г.	ЦТ/ЦИ	Фонд Бортника[5]	Гранты	Поддержка предприятий, планирующих применение российских ИТ решений и стимулирование цифровизации отраслей	Разработчики. «В конкурсном отборе могут принимать участие организации, соответствующие критериям отнесения к субъекту малого предпринимательства в соответствии с Федеральным законом от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации»	Объем гранта – до 20 млн руб. Софинансирование – не менее 25% от суммы гранта. Срок выполнения проекта – до двух лет.
9	Конкурс «Код – Цифровые технологии»	Постановление Правительства Российской Федерации от 03.05.2019 г. № 554	ЦТ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Создание новых и поддержку существующих малых инновационных предприятий, стремящихся развивать открытый код, создавать и развивать	Разработчики – малые предприятия и индивидуальные предприниматели	Размер гранта не может превышать 10 млн руб. на реализацию проекта. Срок выполнения проекта – до двух лет.

5 Полное название: «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
						открытые библиотеки		Требования по софинансированию не обозначены.
10	Конкурс «Старт – Цифровые технологии-1»	Постановление Правительства Российской Федерации от 03.05.2019 г. № 554	ЦТ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Создание новых и поддержку существующих малых инновационных предприятий, стремящихся разработать и освоить производство новых продуктов, имеющих значительный потенциал коммерциализации	Разработчики – малые предприятия	Объем предоставляемого Фондом гранта составляет до 4 млн руб. Срок выполнения НИОКР – 1 год. Требования по софинансированию не обозначены.
11	Конкурс «Развитие – ЦТ»	№ 554 от 03.05.2019 г.	ЦТ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Поддержку предприятий, имеющих положительную деловую репутацию и опыт продаж наукоемкой продукции на рынке, и нуждающихся в дополнительных НИОКР	Разработчики – малые предприятия	Объем предоставляемого Фондом гранта составляет до 20 млн руб. Софинансирование – не менее 25% от суммы гранта. Срок выполнения проекта – до двух лет.
12	Конкурс «Экспорт – Цифровые технологии»	№ 554 от 03.05.2019 г.	ЦТ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Поддержка предприятий, планирующих доработку или масштабирование собственных цифровых решений, продуктов	Разработчики –малые предприятия	Объем предоставляемого Фондом гранта составляет до 20 млн руб.

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
						или платформ и вывод собственной продукции на зарубежные рынки		Софинансирование – не менее 25% от суммы гранта. Срок выполнения проекта – до двух лет.
13	Конкурс «Коммерциализация – Цифровые технологии»	№ 554 от 03.05.2019 г.	ЦТ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Поддержка предприятий, планирующих доработку и / или масштабирование собственных цифровых решений, продуктов или платформ и вывод собственной продукции на новые рынки	Разработчики – малые предприятия	Объем предоставляемого Фондом гранта составляет до 20 млн руб. Софинансирование – не менее 25% от суммы гранта. Срок выполнения проекта – до двух лет.
14	Конкурс «Код – Искусственный интеллект»	№ 456 от 27.03.2021 г.	ИИ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Создание и развития открытых библиотек в сфере искусственного интеллекта в России	Разработчики – малые предприятия	Размер гранта не может превышать 10 млн руб. на реализацию одного проекта, не более 2 млн руб. одному физическому лицу, подавшему заявку или члену проектной команды. Срок выполнения

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
								проекта – до двух лет. Требования по софинансированию не обозначены.
15	Конкурс «Акселерация – Искусственный интеллект»	№ 456 от 27.03.2021 г.	ИИ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты + акселерационная программа	Поддержка малых предприятий, целью которых является разработка и освоение производства новой продукции, сервисов и/ или решений с использованием технологий искусственного интеллекта	Разработчики – малые предприятия, участвующие в аккредитованных акселерационных программах	Размер гранта, а также стоимости акселерационной программы не может превышать 800 тыс. руб. Средства гранта могут быть направлены исключительно на оплату акселерационной программы, аккредитованной Фондом. Срок выполнения проекта – 9 месяцев. Требования по софинансированию не обозначены.
16	Конкурс «Старт – Искусственный интеллект»	№ 456 от 27.03.2021 г.	ИИ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Поддержка малых предприятий, находящихся на начальной стадии развития и стремящихся	Разработчики – малые предприятия и индивидуальные предприниматели	Размер гранта не может превышать 4 млн руб. Срок выполнения НИОКР

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
						разработать и освоить производство новых решений в области искусственного интеллекта		составляет 12 месяцев с даты заключения. договора о предоставлении гранта. Требования по софинансированию не обозначены.
17	Конкурс «Развитие – Искусственный интеллект»	№ 456 от 27.03.2021 г.	ИИ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Поддержка малых предприятий, имеющих положительную деловую репутацию и опыт продаж наукоемкой продукции на рынке, нуждающихся в дополнительных НИОКР	Разработчики – малые предприятия	Размер гранта не может превышать 30 млн руб. Софинансирование – не менее 20% от суммы гранта. Срок выполнения НИОКР – до двух лет.
18	Конкурс «Внедрение – Искусственный интеллект»	№ 456 от 27.03.2021 г.	ИИ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Поддержка малых предприятий, имеющих положительную деловую репутацию и опыт продаж, планирующих внедрение собственных решений в области искусственного интеллекта	Разработчики – малые предприятия	Размер гранта – до 50 млн руб. Софинансирование проекта – не менее 50%. Срок выполнения технологического проекта – до 27 месяцев.
19	Конкурс «Коммерциализация –	№ 456 от 27.03.2021 г.	ИИ/ЦИ	Фонд Бортника	Гранты	Поддержка малых предприятий, имеющих	Разработчики – малые предприятия	Размер гранта – до 30 млн руб.

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
	Искусственный интеллект»					положительную деловую репутацию и опыт продаж, планирующих доработку, апробацию и/или внедрение собственных решений в области искусственного интеллекта		Софинансирование проекта – не менее 20% от суммы гранта. Сроки выполнения проекта – до 18 месяцев.
20	Комплекс налоговых льгот	Федеральный закон от 14.07.2022 г. № 323-ФЗ	Не обозначено	ФНС	Налоговые льготы	Поддержка российских ИТ-компаний	Компании, получающие доходы от: услуг по доработке, внедрению и поддержке любого российского ПО; продажи онлайн рекламы на своих платформах; размещения объявлений на классифайдах; предоставления платного доступа к контенту (фильмам и музыке), в том числе по подписке; оказания образовательных услуг с использованием онлайн платформ; разработки и продажи российских программно-аппаратных	Налог на прибыль установлен на уровне 0% до 31.12.2024 г. Страховые взносы – 7,6%. Количественный критерий по доле ИТ-выручки, который позволяет получить налоговые льготы, – до 70%.

№	Название	Постановление	Нац. проект / Нац. программа	Оператор	Тип поддержки	На что направлена мера поддержки	Тип получателя меры поддержки	Основные условия
							комплексов	

Источники: Министерство промышленности и торговли [189], Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере [190], Федеральная налоговая служба [191]

Для более подробного анализа значимых проектов в сфере SCADA (АСУ ТП), на которые распространяются меры поддержки, в рамках настоящего раздела по ключевым словам «SCADA», «SCADA-система», «АСУ ТП» отобраны проекты по выполнению научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ (НИОКТР) от 2020 г., зарегистрированные в системе домена «Наука и инновации», консолидирующего сведения о достижениях отечественной науки, ученых и научных коллективах и реализованного на базе Единой государственной информационной системы учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения, с использованием защищенной единой цифровой облачной платформы «ГосТех» [192].

Ключевые сведения о поддержанных проектах, относящихся к области систем SCADA (АСУ ТП), приведены в Таблице 15.

Таблица 15. Сведения о поддержанных проектах

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
1	Повышение Эффективности поддержания подходящих для новорожденных условий окружающей среды в неонатальных инкубаторах посредством комплексного нейросетевого управления Оптическими характеристиками освещенности, системами тепловой защиты и увлажнения	Минобрнауки России	ФГБОУ ВО «ТГТУ»	Цель – разработка и практическая реализация комплексного нейросетевого управления микроклиматом и освещенностью в неонатальных инкубаторах. К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: SCADA-система для оперативного мониторинга в реальном масштабе времени и нейросетевого управления характеристиками микроклимата внутри рабочей камеры неонатального	2023	3

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				инкубатора.		
2	Разработка и испытания программируемого логического конвертера интерфейсов для интеграции периферийного оборудования с АСУ ТП/ SCADA системам	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «Синьвей»	Цель – разработка аппаратно-программного устройства, конвертера интерфейсов для подключения автоматизированных производственных линий к SCADA и MES системам. Разрабатываемое устройство позволит подключить к современным SCADA и MES системам существующие производственные линии и оборудование с устаревшими интерфейсами путем несложной модернизации, часто без полной остановки линии.	2023	4
3	Разработка и внедрение аппаратно-программных средств АСУ ТП по замещению решений «Honeywell» в нефтехимическом производстве и производстве минеральных удобрений	Минобрнауки России	ФГАОУ ВО «МФТИ»	Цель – разработка и трансфер санкционно-независимых технических средств и программного обеспечения для АСУ ТП предприятий нефтяной, газовой и химической промышленности, эксплуатирующих оборудование систем управления «Experion PKS»/ «Plant-Cruise	2023	72

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				Honeywell». К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: 1. Программа ЭВМ для чтения конфигурационных файлов систем класса «Honeywell Experion Quick Builder». 2. Библиотека обмена данными с системой «Honeywell Experion PKS» по протоколу «NET.API».		
4	Прикладные исследования в области развития ядерных технологий для создания атомной энергетики нового поколения	Правительство России	НИЦ «Курчатовский Институт»	Цель – создание практических основ энерго- и экономически эффективной, конкурентоспособной и безопасной атомной энергетики за счет новых энерготехнологий и технологий ядерного топливного цикла. К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: 1. Программное обеспечение для поиска, анализа и записи значений сигналов систем	2023	2922,9

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				нормальной эксплуатации АСУ ТП из архивных данных СВБУ. 2. Программный модуль в составе ПК «ПРИМ-АЭС» для формирования, приема и передачи расчетных данных в СВРК посредством сетевой модели передачи данных TCP/ IP. 3. Разработка модулей вспомогательных интерфейсов для ПК ПРИМ-АЭС в части проверки корректности формируемых расчетных схем. 4. Программное обеспечение для формирования исходных данных при расчете теплотехнического состояния активной зоны реакторов типа ВВЭР посредством интерактивных диалогов в среде «SimlnTech».		
5	Масштабирование и вывод на зарубежные рынки экспортоориентированного электромагнитного клапана автоматизированного управления технологическими	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «Эллеро»	Цель – доработать, масштабировать и вывести на зарубежные рынки экспортоориентированный электромагнитный клапан	2023	20

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
	процессами (АСУ ТП) гидравлических систем			автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП) гидравлических систем.		
6	Разработка и тестирование прототипа системы автоматизации процессов по управлению Изменениями и контролю конфигураций узлов автоматизированных систем управления технологическими процессами в производстве	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «А2Д»	Цель – разработать ПО для управления изменениями и контроля конфигурации программируемого логического контроллера (ПЛК), которые могут быть внесены с помощью инженерного ПО путем сетевого взаимодействия и прямого подключения.	2023	4
7	Разработка системы централизованного управления (платформы) комплексом инженерных систем жилых объектов, объектов социальной сферы и промышленно-гражданского строительства на основе сетевых облачных технологий с элементами SCADA систем	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «Элтис Трейдинг»	Цель – разработка решения, которое позволяет на единой платформе управление из единого центра управлять инженерными системами любой функциональности. Новизна предлагаемого решения – разработка объединяемых по управлению комплексов технических средств, выполняющих задачи этих систем, и платформы, способной управлять работой составляющих	2022	20

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				этих комплексов. К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: Система централизованного управления (платформы) программно-аппаратным комплексом инженерных систем жилых объектов, объектов социальной сферы и промышленно-гражданского строительства на основе сетевых облачных технологий с элементами SCADA систем.		
8	Доработка программного модуля удаленных проверок защищенности систем SCADA для идентификации компонентов отечественного оборудования АСУ ТП с использованием проприетарных промышленных сетевых протоколов	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	АО «НТЦ «Станкоинформзащита»	Цель – расширение функционала существующего программного продукта – программного модуля удаленных проверок защищенности систем SCADA. В рамках данной работы предлагается произвести доработку существующего, коммерчески успешного продукта, разработать дополнительные	2022	20

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				программные модули, существенно увеличить ассортимент защищаемого оборудования и ПО АСУ ТП отечественных производителей.		
9	Разработать систему цифрового мониторинга и диагностики технического состояния сельскохозяйственной техники, технологии технического обслуживания и ремонта машин и оборудования с использованием новых функциональных покрытий повышенной прочности и износостойкости	Минобрнауки России	ФГБНУ ФНАЦ ВИМ	Цели: 1. Разработка и внедрение методологии и цифровых систем мониторинга Технического состояния при техническом обслуживании, ремонте и рециклинге сельскохозяйственной техники. 2. Разработка инновационных методов и автоматизированных средств создания функциональных покрытий деталей и рабочих органов сельскохозяйственных машин с управляемыми свойствами. К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: SCADA-устройство для диагностирования техники (2022116729).	2022	143,8

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
10	Разработка и испытания прототипа устройства, регулирующего режимы работы гидравлического оборудования	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «НПП «Иксар»	Цель – разработать прототип устройства, регулирующего режимы работы гидравлического оборудования, а также провести испытания данного устройства	2022	2
11	Разработка и тестирование опытного образца инструментального программного комплекса для разработки систем управления технологическими процессами	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «ЭРСИ ЦУП»	Цель – создать опытный образец инструментального программного комплекса для разработки систем управления технологическими процессами и оборудованием. Комплекс должен обеспечить функциональность разработки систем управления для промышленных контроллеров, а также систем визуализации и диспетчерского управления технологическими процессами. Должна быть разработана переносимая исполняющая система, пригодная для установки на отечественные серии промышленных контроллеров. К результатам	2022	4

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: Инструментальный программный комплекс для разработки систем управления технологическими процессами «УГРА».		
12	Разработка и тестирование прототипа цифровой платформы сбора, хранения, обработки и анализа производственных данных	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «Матч Поинт Консалтинг»	Цель – создать прототип платформы на основе открытого кода и современных технологий для комплексного информационно-аналитического обеспечения производственных процессов с целью применения и внедрения на промышленных предприятиях в рамках импортозамещения в качестве альтернативы системам западных вендоров. К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: Платформа для сбора, хранения и обработки	2022	4

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				производственных данных «МПК-Пересвет».		
13	Разработка и освоение серийного производства в АО «Микрон» комплекта ЭКБ для устройств в АСУ ТП и РЗА полевого уровня цифровых подстанций	Минпромторг России	АО «Микрон»	Цель – создать научно-технический задел по разработке комплекта ЭКБ для применения в составе устройств АСУ ТП и РЗА полевого уровня подстанций (преобразователь аналоговых сигналов, многофункциональный измерительный преобразователь, преобразователь дискретных сигналов); освоение серийного производства в АО «Микрон» комплекта отечественных микросхем, обеспечивающих замену аналогичных микросхем зарубежных производителей, выход на новые рынки.	2022	1800
14	Разработка и испытания прототипа автоматизированной системы управления процессом аэрации сточных вод	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	АО «НПО «Кав-Эко»	Цель – разработать автоматизированную систему управления работой аэрационного оборудования «КАВИТЕХ» на основе критерия энергетической эффективности аэрации. К результатам проекта,	2022	3

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: Автоматизированное рабочее место оператора (АРМ) АСУ ТП аэрации		
15	Разработка и тестирование прототипа программно-аппаратного комплекса эксплуатации газовых скважин с высоким содержанием воды на забое	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «Подводные системы»	Цель – разработать комплекс внутрискважинного оборудования и программное обеспечение (ПО), с помощью анализа разности давления на забое скважины и на входе в перевернутый насос, используемый для откачки жидкости из скважины и закачки ее в нижележащий водный горизонт, обеспечит периодический режим работы насоса, а также подбор режима работы насосного агрегата (НА). К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: Программное обеспечение	2022	3

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				для управления перевернутым внутрискважинным насосом в обводняющейся газовой скважине («UW-smart»)		
16	Разработка «EMAS.Predict» – Системы бизнес-анализа, диагностики и прогнозирования ресурса вспомогательного оборудования ТЭС	Фонд содействия инновациям	АО «НБИ»	Цель – создание «EMAS.Predict» – системы бизнес-анализа, диагностики и прогнозирования ресурса вспомогательного оборудования ТЭС, которая предназначена для использования на вспомогательном оборудовании предприятиях тепловой энергетики. К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: «EMAS.PREDICT».	2022	20
17	Разработка цифровой модели и изготовление прототипа широкоапертурного источника низкоэнергетичных ионов для Технологии прецизионного контролируемого атомно-слоевого осаждения и травления материалов микро- и наноэлектроники	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «Кинетик-Плазма»	Цель – создание прототипа и исследование плазменного источника низкоэнергетичных ионов с энергией 0,7 – 1 эВ для создания трехмерных наноструктур, разделенных друг от друга на расстояние в несколько атомарных слоев.	2022	3

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: Программный комплекс для управления режимами работы источника плазмы		
18	Цифровая автоматизированная система контроля и управления материальным и энергетическим балансом кремниевого производства. «Умный» цех по производству кремния – интеллектуальные нейро-комплексы	Российский научный фонд	ФГБОУ ВО СПГУ	Цель – создать цифровую автоматизированную систему контроля и управления материальным и энергетическим балансом кремниевого производства. Второй этап работ посвящен созданию SCADA системы кремниевого производства.	2022	3
19	Разработка программно-аппаратного комплекса для цифровизации мобильных и стационарных электротехнических лабораторий различных конфигураций, используемых для диагностики объектов энергетической инфраструктуры и оценки надежности кабельной продукции и электрооборудования, объединенных системой типа SCADA	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «ПК «Высоковольтные технологии»	Цель – разработка комплексного решения цифровой лаборатории различных конфигураций (аппаратных решений) по обследованию объектов энергетической инфраструктуры и оценке надежности кабельной продукции и электрооборудования в режиме реального времени – «Сетевого	2021	12

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				программно-аппаратного комплекса ЭТЛ-175». К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: Программное обеспечение программно-аппаратного комплекса «ЭТЛ-175».		
20	Разработка и тестирование прототипа программного комплекса мониторинга промышленного оборудования и планирования производства	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «ИС Нетхаммер»	Цель – создание гибкой платформы онлайн-мониторинга работы промышленного производства, которая включает в себе: 1. Функции планирования производства и загрузки оборудования. 2. Функции мониторинга станков и оборудования. 3. Клиентские приложения: десктопное, веб, мобильное, клиент в платформе 1С. К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: 1. Клиентское приложение для 1С: платформа	2021	7

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				онлайн-мониторинга работы промышленного производства. 2. Программа для ПК: платформа онлайн-мониторинга работы промышленного производства. 3. Мобильное приложение: платформа онлайн-мониторинга работы промышленного производства.		
21	Разработка, создание и исследование распределенных информационных систем для поддержки принятия решений и автоматизации процессов	Минобрнауки России	ФГБНУ «ФИЦ ИВТ»	Цель – разработать и развивать эффективные методы, модели, алгоритмы и технологии распределенных информационных систем для решения фундаментальных и прикладных Задач в области информационной безопасности, Мониторинга и анализа рисков развития сложных техногенных и природных систем, исследования технического состояния и автоматизации процессов критически важных и опасных промышленных	2021	309,2

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				объектов для научно обоснованного принятия решений. Планируемые результаты: 1. Разработка криптографических методов построения систем защиты информации, обладающих доказанным уровнем защиты, существенно более высокой скоростью и меньшей с. ложностью, чем известные в настоящее время. 2. Создание сервиса для совместной работы в распределенной вычислительной среде, использующей технологию «больших» данных. 3. Оптимизация быстродействия транспортного протокола информационных потоков между взаимодействующими абонентами с учетом возможности подключения к логике протокола алгоритмических процедур прямой коррекции ошибок; 4. Обеспечение		

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				информационной поддержки территориального управления, научно-технологической базы мониторинга источников опасностей и чрезвычайных ситуаций, принятия решений по снижению рисков и прогнозу развития территориальных образований на основе мультимодальных потоков пространственных данных и цифровых фабрик-интеграторов. 5. Разработка технологических решений для создания надежных и безопасных распределенных систем управления технологическими процессами критически важных и особо опасных промышленных объектов; 6. разработка методов оценки технического состояния объектов техносферы и инженерных сооружений по результатам сейсмометрического мониторинга и		

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				сейсмометрических обследований. К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: 1. Эмулятор сигналов инструментальной среды «LinSS». 2. Эмулятор контроллера инструментальной среды «LinSS». 3. Программа сбора данных от удаленных устройств ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов имитационного отладочного комплекса.		
22	Разработка прототипа цифровой платформы для распределенных систем мониторинга и управления удаленными устройствами	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «СКБ Синти»	Цель – разработка прототипа инструментально – инфраструктурной распределенной цифровой платформы, предназначенной для сбора, обработки, хранения и отображения информации, а также дистанционного управления исполнительными устройствами.	2020	3

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: Интерфейс шины объектов программного комплекса для создания распределенных систем управления и контроля «Синти».		
23	Разработка программно-аппаратного комплекса управления Жизненным Циклом энергетического оборудования предприятия и систем управления этим оборудованием с использованием технологии построения цифрового эталона энергооборудования и методов автоматизированного управления эксплуатацией и контролем состояния оборудования на основе данных о работе оборудования и его элементов и режимах работы в режиме реального времени	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	АО «Энергоресурс»	Цель – разработка и опытное внедрение программно-аппаратного комплекса автоматизированной системы управления жизненным циклом энергетических активов предприятий всех форм собственности. Основным инструментом решения данной задачи будет создание проблемно-ориентированного цифрового двойника энергетического оборудования, позволяющего выполнять корректирующие воздействия на его состояние в период эксплуатации в режиме реального времени.	2020	20

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: «Энергодиспетчер».		
24	Разработка и тестирование прототипа программного комплекса удаленного контроля и управления объектами	Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере	ООО «НПК Скарт»	Цель – разработка и тестирование системы, предназначенной для удаленного контроля в реальном режиме времени параметров технологического процесса, а также для накопления и обработки статистики с. приборов и датчиков через любое доступное интернет-соединение (сотовая связь, проводной интернет, радиомодем). К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: Программный комплекс удаленного контроля и управления объектами	2020	2
25	Доработка инновационной платформы	Фонд содействия	ООО «Клеверенс Софт»	Цель – доработать платформу «Mobile	2020	20

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
	«Mobile SMARTS 4.0» для терминалов сбора данных и смартфонов с функциями автоматизации, анализа и повышения эффективности линейных работников в части системы управления процессами (АСУ ТП) с целью: адаптации к облачной среде функционирования и перевода на отечественные платформы и баз данных	развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере		SMARTS 4.0», Актуализировать и обновить ключевые компоненты и стек технологий для достижения следующих результатов: 1. Обмен клиентскими данными через облако, хранение клиентских данных в облаке, хостинг программных серверов и баз данных решения в облаке, без необходимости устанавливать и разворачивать какое-либо ПО на площадке пользователя. 2. Горизонтальная и вертикальная масштабируемость сервисов. 3. Доступность для организаций, перешедших на использование отечественного ПО в рамках импортозамещения или внедрения обязательной маркировки товаров. 4. Оперативное развертывание, интеграция и доработка без необходимости приостанавливать работу		

№	Наименование проекта	Заказчик	Исполнитель	Описание проекта, цель	Год начала работы	Объем финансирования, млн руб.
				платформы «Mobile SMARTS 4.0». 5. Использование алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения для прогнозирования эффективности сотрудников, подбора команд, прогноза оптимального ассортимента и запасов товаров. К результатам проекта, зарегистрированным в системе домена «Наука и инновации», относятся следующие РИД: 1. Облачный сервер (Mobile SMARTS Cloud «Полное облако»). 2. Mobile SMARTS Cloud-Storage 3. Mobile SMARTS Server под Linux. 4. Mobile SMARTS Web. 5. Обмен через Интернет (Moblie SMARTS Cloud «Легкое облако»).		

Источник: домен «Наука и инновации» [192]

Большинство научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ в сфере АСУ ТП/ SCADA реализуются с привлечением средств Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и являются достаточно небольшими по масштабу (размер финансирования – от 3 до 20 млн руб.). Вместе с тем в сфере АСУ ТП реализуются и крупные НИР/ НИОКР с финансированием свыше млрд руб., связанные с созданием новых

производств и технологический решений следующего поколения, ведущиеся в интересах наукоемких стратегических отраслей, таких как атомная энергетика и производство электронных компонентов.

ГЛАВА 7. БАРЬЕРЫ И РИСКИ, ПРИСУТСТВУЮЩИЕ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

В рамках настоящего раздела рассматриваются барьеры и риски развития автоматизированных систем диспетчерского управления технологическими процессами и сбора данных:

- Ключевые барьеры и проблемы развития систем на российском рынке.
- Необходимые действия для преодоления барьеров и решения проблем.

7.1. Ключевые барьеры и проблемы развития систем на российском рынке

В данном подразделе рассмотрены ключевые барьеры и риски развития SCADA-систем, присутствующие на отечественном рынке. Перечень с их краткими формулировками представлен в Таблице 16, далее каждая проблема описана подробно. Информация представлена на основе открытых источников информации.

Таблица 16. Перечень барьеров и рисков развития SCADA-систем на отечественном рынке

№	Барьеры и риски развития систем
1	Недостаточное внимание к пользовательским интерфейсам [193]
2	Сложность и объем работы программистов [193]
3	Недостаточная стандартизация и унификация интерфейсов [193]
4	Уязвимости в программном обеспечении [194]
5	Недостаточная защита от вредоносного программного обеспечения и несанкционированного доступа [194]
6	Уязвимости в системе аутентификации пользователей [194]
7	Уязвимости в алгоритмах шифрования и криптографических протоколах [194]

Источник: данные из открытых источников

- Недостаточное внимание к пользовательским интерфейсам в системах часто приводит к неудобству и сложности использования. Разработчики, сосредоточенные на функциональности и технических аспектах систем, нередко игнорируют важность интуитивно понятного и привлекательного интерфейса. Это может вызывать затруднения у пользователей, которым необходимо быстро и эффективно взаимодействовать с системой. В результате, интерфейсы зачастую выглядят устаревшими и перегруженными ненужной информацией, что затрудняет восприятие ключевых данных. Например, наличие большого количества статичных изображений и нечитабельных текстов создает визуальный шум, отвлекающий внимание от критически важной информации. Пользователи, работающие с такими интерфейсами, могут испытывать стресс и недовольство, что негативно сказывается на их производительности и способности быстро реагировать на аварийные ситуации. В конечном итоге, это приводит к снижению общей эффективности работы систем и увеличению вероятности ошибок, что может иметь серьезные последствия в критических областях

[193].

- Сложность и объем работы программистов, что приводит к нехватке времени и ресурсов для разработки качественных интерфейсов. Программисты, занимающиеся интеграцией различных компонентов системы, часто сталкиваются с множеством задач, таких как настройка серверной части, работа с базами данных и создание большого количества тегов для мониторинга. В условиях сжатых сроков и высокой нагрузки на программистов, внимание к деталям интерфейса может быть упущено. Они вынуждены сосредотачиваться на функциональности системы, а не на ее визуальном представлении. Это приводит к тому, что интерфейсы разрабатываются на основе стандартных библиотек, которые не всегда соответствуют современным требованиям пользователей. Кроме того, нехватка времени и ресурсов для тестирования и доработки интерфейсов может привести к тому, что пользователи сталкиваются с элементами управления, которые интуитивно непонятны и трудностями в навигации. В результате, даже если система обладает мощной функциональностью, ее использование может оказаться сложным и неудобным, что негативно сказывается на общей эффективности работы и удовлетворенности пользователей [193].
- Недостаточная стандартизация и унификация интерфейсов в SCADA-системах создают дополнительные сложности, особенно в контексте совместимости с другими системами. Разные производители предлагают свои решения, которые могут значительно отличаться друг от друга как по функциональности, так и по визуальному оформлению. Это приводит к тому, что пользователи, работающие с несколькими системами, сталкиваются с необходимостью адаптироваться к разным интерфейсам, что требует дополнительных усилий и времени. Отсутствие единых стандартов также затрудняет интеграцию различных компонентов и систем, что может привести к ошибкам и сбоям в работе. Кроме того, отсутствие унификации затрудняет обучение новых сотрудников, так как им необходимо осваивать различные интерфейсы и подходы к работе. Это создает дополнительные барьеры для внедрения новых технологий и систем, что может негативно сказаться на общем уровне автоматизации и эффективности работы организаций [193].
- Уязвимости в программном обеспечении, такие как утечка данных, промышленный шпионаж, инсайдерские угрозы. Утечка данных является одной из наиболее распространенных проблем, возникающей из-за недостаточной защиты каналов передачи информации, небезопасного хранения конфиденциальных данных и отсутствия должного контроля доступа. Эти уязвимости могут привести к компрометации важной информации о производственных процессах, клиентских данных и коммерческой тайны. Промышленный шпионаж представляет особую угрозу для SCADA-систем, так как злоумышленники могут получить доступ к критически важной информации. Это может привести к значительным финансовым потерям, потере конкурентного преимущества и другим последствиям. Инсайдерские угрозы являются одним из наиболее сложных для обнаружения и предотвращения типов атак. Они реализуются через сотрудников, имеющих легитимный доступ к системе, которые могут намеренно или случайно нарушить ее работу. Инсайдеры могут передавать конфиденциальную информацию конкурентам, саботировать работу системы или

создавать бэкдоры для последующего несанкционированного доступа. Саботаж в SCADA-системах может иметь катастрофические последствия, приводя к серьезным сбоям в работе промышленного оборудования, остановке производственных процессов и даже техногенным катастрофам. Злоумышленники могут манипулировать параметрами работы оборудования, что может привести к его повреждению или созданию опасных условий для персонала и окружающей среды [194].

- Недостаточная защита от вредоносного программного обеспечения и несанкционированного доступа. Отсутствие регулярных обновлений безопасности является одной из ключевых проблем, так как многие SCADA-системы работают на устаревшем программном обеспечении с известными уязвимостями. Это связано с тем, что обновление ПО может потребовать остановки критических процессов, что не всегда возможно в промышленных условиях. Недостаточное использование актуальных антивирусных решений делает системы уязвимыми для различных типов вредоносного ПО. Программы-вымогатели, трояны и вирусы могут проникнуть в систему через электронную почту, съемные носители или уязвимости в сетевой инфраструктуре. Несанкционированный доступ к SCADA-системам часто осуществляется через незащищенные сетевые порты, слабые пароли и отсутствие многофакторной аутентификации. Злоумышленники могут использовать методы социальной инженерии, атаки типа «брутфорс» или эксплуатировать уязвимости в сетевых протоколах для получения доступа к системе. Особую опасность представляет возможность удаленного доступа к SCADA-системе через Интернет. Многие организации внедряют возможность удаленного управления для повышения эффективности работы, но это значительно расширяет поверхность атаки и увеличивает риск компрометации системы. Отсутствие надежных VPN-соединений и строгого контроля доступа делает такие системы особенно уязвимыми. Отсутствие сегментации сети также способствует повышению уязвимости системы, позволяя злоумышленникам, получившим доступ к одной части системы, легко распространять свое влияние на другие критические компоненты [194].
- Уязвимости в системе аутентификации пользователей. Использование слабых механизмов аутентификации, таких как простые пароли или общие учетные записи для нескольких пользователей, создает серьезные риски безопасности. Злоумышленники могут легко угадать или подменить пароли, получив несанкционированный доступ к системе. Отсутствие надежного управления учетными записями и политиками доступа приводит к тому, что уволенные сотрудники могут сохранять доступ к системе. Недостаточный мониторинг действий пользователей и отсутствие системы обнаружения аномального поведения затрудняет выявление потенциальных угроз. Злоумышленники могут действовать незаметно, используя учетные записи легитимных пользователей для своих целей. Отсутствие регулярного аудита прав доступа и механизмов отзыва полномочий создает дополнительные риски для безопасности системы [194].
- Уязвимости в алгоритмах шифрования и криптографических протоколах. Криптографическая защита SCADA-систем часто основывается на устаревших алгоритмах и протоколах, которые не соответствуют современным требованиям безопасности.

Использование слабых алгоритмов шифрования или их некорректная реализация создает риски для конфиденциальности передаваемых данных. Отсутствие надежного управления криптографическими ключами, включая их генерацию, хранение и распределение, может привести к компрометации всей системы защиты. Уязвимости в протоколах безопасной передачи данных могут позволить злоумышленникам перехватывать и модифицировать команды управления и телеметрические данные. Это может привести к потере контроля над производственными процессами, утечке данных или полной остановке работы предприятия. Отсутствие механизмов проверки целостности данных и их защиты создает дополнительные риски для безопасности системы [194].

В заключение, эффективное внедрение и поддержка систем диспетчерского управления технологическими процессами и сбора данных. Отечественным компаниям следует с особым вниманием подходить к оценке и управлению возможными рисками для минимизации возникновения проблем и обеспечения результативного функционирования SCADA-систем.

7.2. Необходимые действия для преодоления барьеров и решения проблем

В данном подразделе рассмотрены действия, необходимые для преодоления барьеров и решения проблем, описанных выше. Перечень рисков и барьеров развития SCADA-систем, а также предлагаемых решений, сформированных на основе открытых источников информации, представлен в Таблице 17. Далее решения описаны более подробно.

Таблица 17. Перечень барьеров развития SCADA-систем на российском рынке и предлагаемые решения для их преодоления

№	Барьеры и риски развития систем	Предлагаемые решения для преодоления барьеров
1	Недостаточное внимание к пользовательским интерфейсам	Предоставление большего количества ресурсов и времени на разработку интерфейсов, чтобы они были удобными и интуитивно понятными для пользователей. Для этого необходимо применение современных технологий и подходов к разработке интерфейсов [193]
2	Сложность и объем работы программистов	Оптимизация процессов разработки, возможно, путем внедрения стандартных библиотек и инструментов, которые могут ускорить работу программистов. Также стоит рассмотреть возможность привлечения дополнительных специалистов для распределения нагрузки [193]
3	Недостаточная стандартизация и унификация интерфейсов	Разработка и внедрение общих стандартов и шаблонов для интерфейсов. Это поможет создать единое визуальное восприятие и повысит удобство работы с системами [193]
4	Уязвимости в программном обеспечении	Внедрение многоуровневой системы безопасности [194]

5	Недостаточная защита от вредоносного программного обеспечения и несанкционированного доступа	Внедрение комплексной системы антивирусной защиты, специально адаптированной для промышленных систем управления [194]
6	Уязвимости в системе аутентификации пользователей	Внедрение многофакторной аутентификации с использованием как минимум двух различных факторов проверки подлинности [194]
7	Уязвимости в алгоритмах шифрования и криптографических протоколах	Использование современных алгоритмов шифрования, таких как NTRU, и криптографических протоколов для защиты данных [194]

Источник: данные из открытых источников

- Недостаточное внимание к пользовательским интерфейсам. В современной практике автоматизации промышленных объектов существует комплексное решение проблемы неэффективных пользовательских интерфейсов SCADA-систем. Основополагающим аспектом является внедрение профессионального UI/UX дизайна на этапе проектирования системы. Реализуется концепция «информационной иерархии», где наиболее критичные параметры выделяются визуально, а второстепенная информация минимизируется. Внедрение темной темы интерфейса обусловлено не только современными тенденциями, но и практическими соображениями эргономики при круглосуточной эксплуатации. Данный комплексный подход значительно повышает эффективность взаимодействия операторов с системой и снижает вероятность ошибок при управлении технологическими процессами [193].
- Сложность и объем работы программистов, что приводит к нехватке времени и ресурсов для разработки качественных интерфейсов: для оптимизации процесса разработки и снижения нагрузки на программистов внедряется структурированный подход к созданию интерфейсов SCADA-систем. Ключевым решением является разделение процесса на этапы проектирования и реализации с привлечением специализированных специалистов по дизайну. Реализуется методология, при которой дизайн-макеты создаются в профессиональных графических редакторах с последующей оптимизированной интеграцией в среду разработки. Внедряется инновационный подход к отображению статических элементов через единый графический файл, что существенно снижает нагрузку на систему и упрощает процесс разработки. Организуется системный подход к управлению тегами и переменными, включающий структурированную базу данных и оптимизированные методы привязки параметров. Применяется принцип итеративной разработки, позволяющий постепенно совершенствовать интерфейсы на основе накопленного опыта эксплуатации, без необходимости полной переработки системы [193].
- Недостаточная стандартизация и унификация интерфейсов, что приводит к нехватке совместимости с другими системами: в области стандартизации интерфейсов SCADA-систем реализуется комплексный подход к унификации элементов управления и отображения информации. Разрабатывается единая система дизайна, включающая стандартизированную библиотеку компонентов с четко определенными

правилами их применения. Внедряется унифицированная цветовая схема, где каждый цвет имеет четко определенную функциональную роль: белый – для отображения переменных, голубой – для интерактивных элементов, зеленый/оранжевый/красный – для индикации состояний. Создается иерархическая система навигации с использованием «карточного» интерфейса, обеспечивающая логическую группировку и быстрый доступ к различным подсистемам. Разрабатываются стандартизированные шаблоны отображения технологических процессов, учитывающие специфику различных инженерных систем. Данный подход обеспечивает высокую степень масштабируемости решений и упрощает интеграцию новых компонентов в существующие системы автоматизации [193].

- Уязвимости в программном обеспечении: для защиты от утечек данных, промышленного шпионажа и инсайдерских угроз рекомендуется внедрение многоуровневой системы безопасности. Это включает строгое разграничение прав доступа пользователей, регулярный аудит действий персонала и мониторинг подозрительной активности. Важно внедрить систему логирования всех действий пользователей с сохранением детальной информации о времени, характере и источнике каждой операции. Для предотвращения саботажа необходимо реализовать механизмы резервного копирования критически важных данных и систему восстановления после сбоев. Следует также внедрить протоколы безопасной передачи данных между компонентами системы и обеспечить шифрование данных при хранении. Регулярное обновление программного обеспечения и установка патчей безопасности поможет устранить известные уязвимости [194].
- Недостаточная защита от вредоносного программного обеспечения и несанкционированного доступа: необходимо внедрить комплексную систему антивирусной защиты, специально адаптированную для промышленных систем управления. Важно настроить строгие правила межсетевого экранирования и сегментации сети, чтобы изолировать критически важные компоненты SCADA от потенциально опасных внешних подключений. Следует использовать системы обнаружения и предотвращения вторжений, настроенные на выявление специфических угроз для промышленных систем. Важно регулярно проводить сканирование уязвимостей и внедрить строгие политики управления съемными носителями и мобильными устройствами, которые могут быть источником заражения [194].
- Уязвимости в системе аутентификации пользователей: рекомендуется внедрение многофакторной аутентификации с использованием как минимум двух различных факторов проверки подлинности. Это может включать комбинацию паролей, биометрических данных и аппаратных токенов. Важно установить строгие требования к сложности паролей и обеспечить их регулярную смену. Следует внедрить систему единого входа с централизованным управлением учетными записями и автоматическим отключением неактивных сессий. Необходимо также реализовать механизмы блокировки учетных записей после определенного числа неудачных попыток входа и систему оповещения администраторов о подозрительной активности [194].
- Уязвимости в алгоритмах шифрования и криптографических протоколах: оптимальным решением является внедрение алгоритма NTRU, который показывает лучшую

производительность по сравнению с традиционными алгоритмами RSA и ECC. NTRU обеспечивает более быструю генерацию ключей, шифрование и дешифрование данных, что особенно важно для систем реального времени. Необходимо использовать достаточную длину ключей (например, NTRU-439 или NTRU-743) для обеспечения должного уровня безопасности. Важно регулярно обновлять криптографические протоколы и следить за появлением новых уязвимостей. Следует также внедрить систему управления ключами с механизмами их безопасного хранения, распределения и обновления [194].

В заключение, внедрение системы диспетчерского управления технологическими процессами и сбора данных – это комплексный процесс, который требует тщательного планирования: анализ деятельности предприятия, обучение сотрудников, внедрение многоуровневой системы безопасности и другое. Также важно учитывать особенности систем, планируемых к внедрению, и подрядчика, который будет сопровождать процесс внедрения для того, чтобы получить качественный результат в требуемые сроки.

ГЛАВА 8. АНАЛИЗ В СООТВЕТСТВИИ С НАПРАВЛЕНИЯМИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ 2024: SCADA-ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЯХ КФС

Под SCADA – системой (Supervisory Control And Data Acquisition) в составе киберфизических систем (КФС) будем понимать аппаратно-программный комплекс – как подсистему диспетчерского управления и сбора данных в реальном масштабе времени, решающую задачу обеспечения более общей системы автоматизации управления производственными процессами (АСУП) функциями сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA-подсистема в составе КФС может также являться частью системы автоматизации управления отдельным технологическим процессом (АСУ ТП), подсистемой экологического мониторинга, научного эксперимента, и т. д. В современной литературе значение термина «SCADA» может иметь различные интерпретации в зависимости от контекста формулировок технологий автоматизации и управления производственными или технологическими процессами, включая ее интерпретацию в контексте элементов человеко-машинного интерфейса АСУ ТП.

С позиции системного подхода к функционалу SCADA-систем также может относиться обеспечение операторского контроля за технологическими процессами в реальном времени путем использования драйверов ввода-вывода или OPC/ DDE серверов, программный код которых может быть написан как на одном из языков программирования, так и сгенерирован в среде проектирования.

В контексте системного подхода к SCADA-системы с позиции целостности, т. е. как составной части более общей системы промышленной автоматизации процессов управления, функционал SCADA-системы целесообразно связать с подзадачей управления режимами работы более общей – централизованной системы контроля и управления всей производственной системы, или комплексами систем, осуществляемого с участием человека. Если большинство управляющих воздействий выполняется автоматически, то SCADA система может изменять установки для задания режима работы оборудования, менять маршруты движения потоков продукции, контролировать возникновения нештатных ситуаций, например, критические давления пара или высокая температура, которые должны быть отображены, записаны, и на которые оператор должен своевременно реагировать.

В функционал SCADA-системы должен входить сбор данных при необходимости принятия контролирующих решений, их коррекции или прерывания стандартного управления средствами RTU/ PLC. Данные также могут быть записаны в архив для построения трендов или других задач аналитической обработки накопленных архивных данных.

К ключевым требованиям, предъявляемыми к SCADA-системам в составе КФС, целесообразно отнести:

- Технологическую и функциональную надежность системы.
- Безопасность управления.
- Точность и метрологическую корректность получения, обработки и представления данных.
- Простоту исполнения и расширения архитектуры системы.

Принцип структуризации архитектуры SCADA-системы в контексте системного подхода

определяется заданием функционала SCADA-системы, вытекающим из спектра выполняемых подзадач, к которым могут относится задачи:

- Более точного ведения технологического процесса, стабилизации качества продукции и уменьшения процента брака.
- Уменьшения действий оператора, с целью концентрации его внимания на выработке более эффективных решений по управлению процессом.
- Программного контроля правильности выработки команд дистанционного управления и, следовательно, минимизации количества ошибок, допускаемых операторами.
- Автоматического выявления и оповещения об аварийных и предаварийных ситуациях.
- Предоставления полной необходимой информации персоналу в виде различных отчетов.
- Анализа факторов, влияющих на качество готовой продукции.

К основным задачам в контексте структуризации функционала SCADA-систем, в наиболее общем случае относят:

- Обмен данными с устройствами связи с объектом, устанавливающими связь с объектами управления через совокупность датчиков, систем сбора и предварительной обработки данных через промышленные котроллеры или платы ввода-вывода данных в реальном масштабе времени через драйверы ввода-вывода.
- Обработку и предобработку измерительной информации в реальном времени.
- Логическое управление исполнительными элементами.
- Отображение информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме.
- Ведение базы данных реального времени с технологической информацией.
- Аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями.
- Подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса.
- Осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК.
- Обеспечение связи с внешними приложениями СУБД, архиваторами и т. д. В системе управления предприятием такими приложениями чаще всего являются приложения, относимые к уровню MES.

К особенностям SCADA-систем также целесообразно отнести их разработку как автономных приложений в составе АСУ ТП, а также в клиент-серверной или в распределенной архитектуре.

Принцип множественности решаемых подзадач системного подхода определяет перечень основные компоненты SCADA.

SCADA-система обычно содержит следующие подсистемы:

- Драйверы или серверы ввода-вывода – программы, обеспечивающие связь SCADA с промышленными контроллерами, счетчиками, АЦП и другими устройствами ввода-вывода информации.
- Системы реального времени – программы, обеспечивающие обработку данных в пределах заданного временного цикла с учетом приоритетов.

- Человеко-машинный интерфейс (HMI, англ. Human Machine Interface) – инструмент, который представляет данные о ходе процесса человеку оператору, что позволяет оператору контролировать процесс и управлять им.
- Программу-редактор для разработки человеко-машинного интерфейса.
- Систему логического управления – программу, обеспечивающую исполнение пользовательских программ (скриптов) логического управления в SCADA-системе. Набор редакторов для их разработки.
- Базу данных реального времени, которая реализуется как программа, обеспечивающая сохранение истории процессов в режиме реального времени.
- Систему управления тревогами – программу, обеспечивающую автоматический контроль технологических событий, отнесение их к категории нормальных, предупреждающих или аварийных, а также обработку событий оператором или компьютером.
- Генератор отчетов – программа, обеспечивающая создание пользовательских отчетов о технологических событиях. Набор редакторов для их разработки.
- Внешние интерфейсы – стандартные интерфейсы обмена данными между SCADA и другими приложениями. Обычно реализуется как OPC, DDE, ODBC, DLL и т. д.
- Требование информационной безопасности SCADA-системы с позиции их уязвимости.

SCADA-системы могут быть уязвимы для хакерских атак, для защиты информационных комплексов, содержащих SCADA-системы, требуется соблюдение общих и специальных требований информационной безопасности.

Один из ключевых параметров, определяющих развитие современного производства, – уровень автоматизации и интеллектуальности. Сегодня использование роботизированных производств – это уже не новшество, а неотъемлемая часть, обеспечивающая эффективность. Вопрос заключается только в степени автоматизации. На начальном этапе создается умное производство, которое почти полностью независимо от человеческого участия. Можно выделить три ключевых компонента:

- Аппаратная составляющая, включающая датчики, исполнительные механизмы и устройства.
- Программный комплекс, который служит центром всей системы.
- Каналы коммуникации, необходимые для обеспечения взаимодействия устройств.

Рассмотрим эти вопросы применительно к функциям SCADA-систем и решению задачи взаимодействия с MES-системами.

Умные производства в основном полагаются на роботизированные комплексы, которые сегодня способны почти полностью заменить человеческий труд. Раньше задачи этих устройств ограничивались простыми механическими действиями, такими как захват предметов, поворот под определенными углами и перемещение по заданным маршрутам. Однако теперь они могут самостоятельно принимать решения и реагировать на внешние воздействия.

Таким образом, интеллектуальные системы способны создавать оптимальные маршруты,

адаптируясь к изменениям в окружающей среде. Кроме того, одно из ключевых различий между умными производствами и обычными роботами заключается в возможности обмена данными для выполнения общей задачи.

Но, с другой стороны, ни одна интеллектуальная система не сможет функционировать без интеграции с внешними информационными системами, поэтому необходимо предусмотреть возможность подключения.

В этом контексте семантическая интероперабельность обретает особенно важное значение, как средство взаимодействия между системами. Когда взаимодействующие системы имеют разные представления о знаниях или по-разному интерпретируют цели, понятия предметной области или контекст, они не смогут прийти к взаимопониманию относительно сообщений друг друга. В некоторых ситуациях их модели знаний, цели, предметные области и контексты могут перекрываться, что приводит к низкому уровню общего понимания. Это может вызвать неправильное истолкование сообщений друг друга из-за возможности получения совершенно разных результатов вследствие незначительных расхождений в значении схожих понятий, используемых в сообщениях.

Один из ключевых элементов разработки методологии – обеспечение семантической интероперабельности между различными системами. Это подразумевает, что информация, передаваемая между системами, будет иметь общую интерпретацию и понимание. Особенно это значимо при объединении различных информационных систем, использующих разные структуры данных и семантические модели.

Семантическая интероперабельность достигается благодаря использованию стандартов и методов, представленных во второй главе. Эти стандарты обеспечивают семантическое структурирование и описание данных, что позволяет системам распознавать типы данных, их значения и взаимосвязи между ними. Благодаря этому системы могут успешно обмениваться информацией и сотрудничать друг с другом.

Преимущества, которыми обладает методология обеспечения семантической интероперабельности, изложены в[195] и состоят в следующем.

Прежде всего, она устраняет возможность неправильной интерпретации данных путем обеспечения согласованности и единообразия информации между различными системами.

Также, методология обеспечивает эффективное применение данных. Благодаря семантической интероперабельности системы могут использовать информацию из разных источников для аналитических исследований, прогнозирования и принятия решений. Это углубляет понимание процессов и явлений и повышает эффективность.

Еще одним преимуществом является то, что методология обеспечивает гибкость и масштабируемость системы. За счет применения стандартов и методов системы можно легко расширить и интегрировать с другими информационными системами.

В итоге методология обеспечения семантической интероперабельности является ключевым средством для успешного обмена данными и взаимодействия между разными информационными системами. Она обеспечивает согласованность и единообразие информации, результативное использование данных и улучшает процессы анализа и принятия решений[196].

Чтобы обеспечить семантическую интероперабельность между двумя системами и эффективный обмен данными, можно применить следующие методы[197]:

1. Семантические языки и стандарты:

OWL (Web Ontology Language) – расширение RDF, которое позволяет создавать формальные онтологии для подробного описания сложных связей между объектами.

RDF (Resource Description Framework) – структура для описания ресурсов и их взаимосвязей с помощью триплетов «субъект – предикат – объект».

2. Онтологии:

Разработка и применение общих онтологий, устанавливающих общепринятые термины, взаимосвязи и зависимости между данными в определенной сфере деятельности.

Повторное использование существующих онтологий или разработка собственных для описания семантических моделей данных.

3. Мэппинг данных:

Применение мэппинга для установления связи между терминами и свойствами в одной системе с аналогичными понятиями в другой системе.

Установление соответствия между терминами и отношениями в разных системах, чтобы данные могли быть корректно преобразованы и интерпретированы.

4. Сервисы сопоставления семантик (Semantic Matching Services):

Применение специализированных сервисов или программ, выявление семантического соответствия между разными терминами и структурами данных, в которых происходит автоматически.

Эти подходы способствуют унификации и пониманию данных между системами, обеспечивая эффективный обмен информацией и взаимодействие между разными системами.

Создание методологии обеспечения семантической интероперабельности начинается с изучения требований к системе[198]. В ходе этого процесса выявляются ключевые типы данных, которые должны быть переданы между системами, а также определяются правила и стандарты для их описания. Затем создается онтология или выбирается существующая, определяющая термины, используемые для описания данных и взаимосвязи между ними. Онтология может быть представлена в виде графа, где вершины соответствуют терминам, а ребра – отношениям между ними. В завершение методология реализуется на практике. Это может подразумевать создание программного обеспечения, предназначенного для обмена данными между системами.

Семантическая интероперабельность обеспечивается программой, использующей модель RDF. Благодаря этому данные могут храниться в одной базе знаний и обеспечивается возможность их интеграции с другими системами.

В контексте RDF данные могут представляться через триплеты, где:

Субъект – это аналоговый параметр котлоагрегата.

Предикатом выступает свойство или атрибут (описание, значение и т. д.).

В роли объекта выступает значение свойства (числовое значение).

Далее приведен пример триплета в RDF для описания нескольких из параметров котлоагрегата [43]:

Предикат: Имеет_величину

Субъект: PH_пачука_№_604

Объект: 2.017

Предикат: Имеет_величину

Субъект: Расход_пара_в_пачук_H-0_№1

Объект: 28.39

Далее представлены основные компоненты комплексной системы:

1. Онтология котлоагрегата: описанная структура котлоагрегата служит для формального описания всех компонентов котлоагрегата и отношений между ними.
2. Генерация RDF-файла онтологии: RDF-файл онтологии котлоагрегата используется в программном приложении для сопоставления основных понятий котлоагрегата и данных из входного файла.
3. Приложение для записи данных: данное приложение служит для приема и записи данных в базу знаний. В приложение загружается RDF-файл онтологии котлоагрегата, в соответствии с ним обрабатывается датасет из входного файла.
4. Приложение для анализа данных: данное приложение использует обработанные ранее данные для анализа зависимости изменения значения параметра расхода перегретого пара от изменения управляющих параметров.
5. База знаний: база знаний представляет собой хранилище данных, в котором хранится информация об аналоговых параметрах котлоагрегата. Другие системы могут использовать данную базу знаний для осуществления прогнозной аналитики и в системах поддержки принятия решений.

Целью вышеописанной методологии является создание единообразной и понятной среды обмена данных для анализа работы системы котлоагрегата.

Для успешного обмена данными необходимо обеспечить согласованность информации. Для этого были предприняты следующие шаги. Для установления общих форматов и протоколов для представления и передачи данных в рамках методологии была проведена стандартизация данных. Стандартизация обеспечивает единообразие информации, что является ключевой особенностью семантической интероперабельности.

Было применено онтологическое моделирование, позволяющее формализовать семантическую структуру системы котлоагрегата и связей между его элементами. Создание онтологии помогает определить понятия, классы, характеристики и взаимосвязи, относящиеся к электроэнергии. Это обеспечивает однозначное и семантически обоснованное понимание информации между разными

системами. Пятый пункт – это механизмы сопоставления и трансформации данных. Они позволяют преобразовывать данные из одной семантической модели в другую и обеспечивают их совместимость и взаимодействие. Эти механизмы важны для достижения семантической интероперабельности между различными системами.

Благодаря применению этой методологии достигается семантическая интероперабельность между различными системами. Это гарантирует унифицированный обмен данными, улучшает коммуникацию между системами и дает возможность продуктивно использовать информацию для анализа и принятия решений.

8.1. Анализ средств интеграции подсистем на основе концепции микросервисной архитектуры

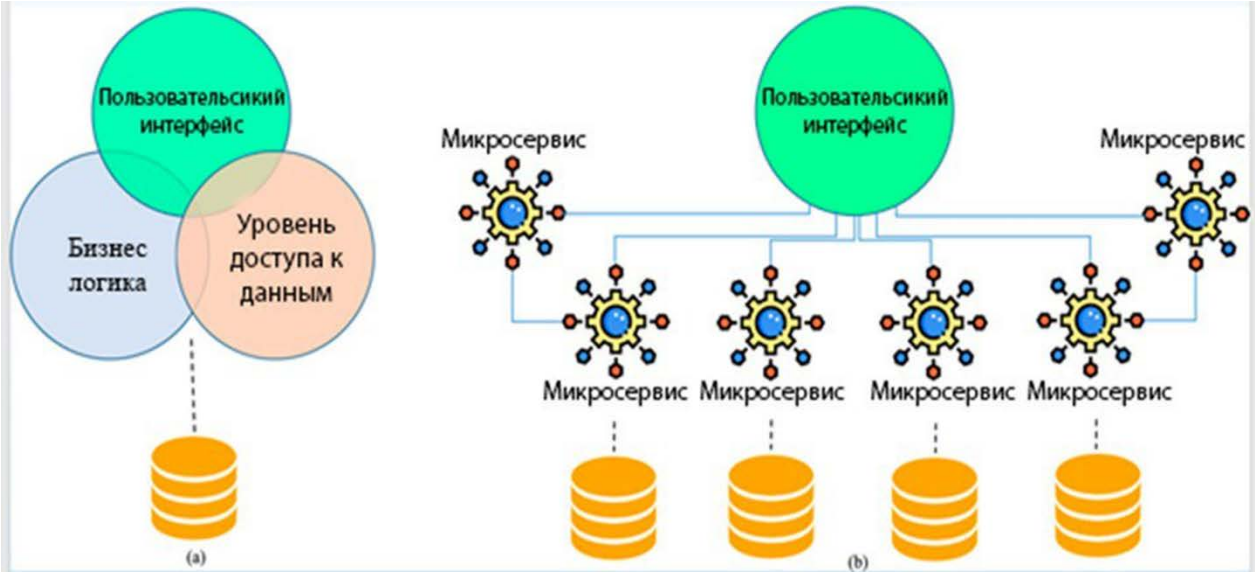
Проектирование выделенной архитектуры для интеллектуального производства зависит от успешного проектирования функциональных и физических архитектурных элементов. Распределение функций и услуг по доступным ресурсам и имеющимся компонентам рассматривается как одна из важных черт функционального слоя («Functional») вертикальной оси «Layers» в соответствии с моделью RAMI4.0[199], Рисунок 6 (часть – b). Для решения задач динамической композиции и процесса сопоставления действительно требуются передовые вычислительные модели. Это связано с тем, что в возникающих архитектурных парадигмах выделенная архитектура больше не является статичной, жесткой и иерархической – микросервисы и интеллектуальные компоненты должны быть составлены и сопоставлены друг другу децентрализованным и динамическим образом, чтобы удовлетворить требованиям более высокой реконфигурируемости.

Ключевой характеристикой при реализации функций КФС для интеллектуального производства является «ориентация на обслуживание». Микросервисная архитектура определяется как «логическое представление набора действий, которые имеют определенные результаты, являются автономными, могут состоять из других услуг и являются «черным ящиком» для потребителей услуги»[200]. Операции или функции, составляющие услугу, можно предоставлять со стороны различных факторов в рамках сети создания прибавочной стоимости и выполнять с использованием различных ресурсов, таких как «рабочая сила и навыки, технические системы, информация, расходные материалы, земля и другие»[201], так стандартное представление и автономный характер («черный ящик») отличают услугу от традиционного определения вида деятельности (операции) или функции. То есть точно так же, как физические ресурсы интеллектуальной производственной системы формализованы в виде компонентов «Industry 4.0» с различными характеристиками, предлагаемые ими действия или функции должны быть формализованы в виде стандартных услуг, чтобы обеспечить взаимодействие и производство по требованию для интеграции в сеть создания прибавочной стоимости и совместной работы. Благодаря инкапсуляции знаний и опыта сервисы позволяют своим потребителям переключить свое внимание с создания новых возможностей на их настройку и использование. Примерами интеллектуальных производственных услуг являются, среди прочего, аналитика, безопасность, визуализация, жизненный цикл, защита, знания, устройства, сетевая конфигурация, когнитивные сервисы[202].

На Рисунке 6 приведено сравнение традиционного подхода SOA (сервис-ориентированная архитектура) и подхода на основе микросервисной архитектуры при организации системы

автоматизации на предприятии, которые рассматриваются как основа построения КФС.

Рисунок 6. Сопоставление монолитной сервисной архитектуры (a) и микросервисной архитектуры (b)



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным M. Moghaddam, M.N. Cadavid, C.R. Kenley, A.V. Deshmukh, Reference architectures for smart manufacturing: A critical review, – 2018, 2024 г. [199]

Использование производственных баз знаний с данными реального времени направлено на оптимизацию технологических процессов, снижение затрат на обслуживание, обеспечение более быстрого и эффективного доступа к информации, что способствует улучшению качества принимаемых решений и в итоге приводит к повышению эффективности работы предприятия. Рассмотрим возможность мониторинга производственных процессов в режиме реального времени с использованием систем управления базами знаний (СУБЗ) как **сервисную функцию**. Это позволит оптимизировать производственные процессы, сокращая затраты и минимизируя риски. Анализ данных в режиме реального времени с учетом накопленных знаний дает возможность отслеживать и контролировать качество продукции на всех этапах производства. Организация доступа к базе знаний упрощает процесс диагностирования, позволяет составлять прогноз состояния оборудования, в результате снижаются затраты на обслуживание и повышается эксплуатационная готовность объектов управления и систем управления. Доступ к актуальной информации в режиме реального времени сокращает время на принятие решений, что положительно влияет на общую эффективность работы.

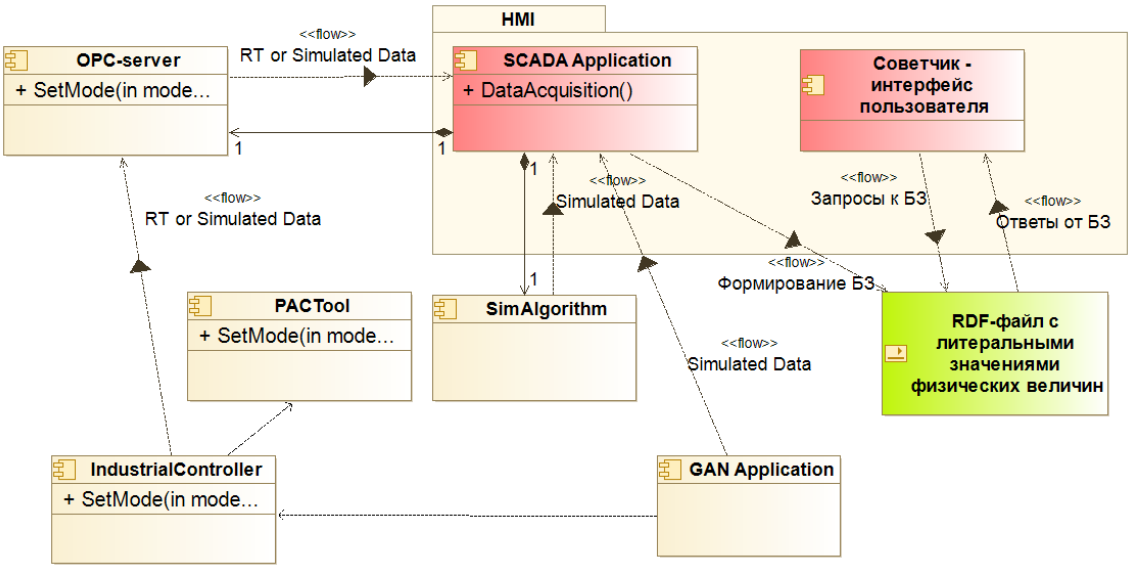
Использование производственной базы знаний при работе с данными реального времени связано с решением задач, которые характерны для АСУ ТП: определение периода дискретизации и объема данных, передаваемых в единицу времени, определение требований к точности, алгоритмам предобработки и т. п. Одна из традиционных задач, решаемых SCADA-системами, состоит в получении данных реального времени от устройств более низкого уровня – обычно это промышленные контроллеры. Подготовка таких данных для базы знаний проводится с использованием SCADA-системы. Рассматриваемая задача моделирования может быть решена так, как показано на Рисунке

7. Промышленный контроллер «IndustrialController», приложение для которого разработано с помощью инструментальной системы «PACTool», может формировать данные в реальном масштабе времени, которые поступают в SCADA-систему через подключенный OPC-сервер для последующей передачи в СУБЗ. Промышленный контроллер может быть замещен симулятором (для упрощения изображения на рисунке мы рассматриваем симулятор как один из режимов работы контроллера) – в этом случае от контроллера через OPC-сервер в SCADA-систему поступают моделируемые данные (Simulated Data).

OPC-сервер может работать в режиме моделирования данных независимо от промышленного контроллера, но с очень ограниченными возможностями по их вариации (например, булевские переменные меняют свои значения раз в секунду, числовые переменные увеличивают свои значения на единицу раз в секунду до заданного максимального значения, затем значения сбрасываются в 0, и процесс инкрементирования переменных продолжается). Кроме того, в состав SCADA-системы может быть включена подсистема моделирования данных («SimAlgorithm»), которая также может формировать поток данных моделирования для использования в СУБЗ. В этом случае закон распределения определен реализованным алгоритмом, что позволяет формировать поток значений более адекватно по сравнению с предыдущим вариантом, но хорошего приближения к реальным данным достигнуть оказывается сложно.

В рассматриваемой области необходимый объем реальных данных часто недостаточен или недоступен. Этот дефицит представляет собой серьезную проблему при обучении надежных и обобщенных моделей на основе нейронных сетей, входящих в СУБЗ. Выходом является использование GAN: генеративно-состязательные сети находят все более широкое применение в различных областях, включая промышленные приложения для создания наборов данных, которые очень похожи на данные в реальном времени.

Рисунок 7. Организация доступа к данным



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Генеративно-состязательные сети (GAN)[203, 204] представляют собой новый подход к решению рассматриваемой задачи. GAN состоит из двух нейронных сетей: генератора и дискриминатора. Генератор создает данные, имитирующие реальный набор данных, а дискриминатор сравнивает их с фактическими данными. Этот процесс расширяет возможности генератора по созданию данных, максимально соответствующих реальному набору данных.

Оценка качества генерируемых данных имеет решающее значение. Одним из подходов является визуальное сравнение, при котором профили распределения реальных и генерируемых данных накладываются для оценки их сходства. Кроме того, статистические показатели можно использовать для оценки того, насколько близко сгенерированные данные соответствуют распределению реальных данных[205]. Представленная работа включает использование модели GAN для генерации данных, моделирующих процесс доступа к технологическим данным, передаваемым со стороны промышленного контроллера в подсистему АСУ ТП верхнего уровня. Приводятся характеристики по точности генерируемых датасетов и сравнение статистических характеристик, генерируемых и исходных данных реального времени. В качестве компонентов системы рассматриваются промышленные контроллеры «Owen» и «Modicon», в качестве OPC-серверов – «Owen OPC-сервер» и «OPC Factory Server», в качестве SCADA-систем – «Альфа-платформа» и «Citect SCADA», база знаний представлена в форме RDF-триплетов, работа с GAN реализована на Python с библиотекой «Pytorch».

Организация доступа к базе знаний в реальном времени позволяет оперативно использовать актуальные данные для прогнозирования, анализа и оперативных действий, что важно для успешной работы в современных условиях производства. По мере развития технологий GAN будут играть все более важную роль в различных областях, расширяя возможности применения моделей машинного обучения.

В работе [199], содержащей критический анализ моделей для решения задач автоматизации производственных предприятий, сделаны следующие предложения по организации трансформации в направлении интеллектуального производства.

Предложение 1. Архитектура предприятия следующего поколения будет моделью сервисно-ориентированной архитектуры (SOA-2011), адаптированной для внедрения в производстве.

Предложение 2. В производственной SOA различные возможности объектов IoT (также известных как компонент I4.0; например, машина, датчик, артефакт ПО) будут стандартизированы и опубликованы как услуги.

Предложение 3. Архитектура, ориентированная на услуги, создает множество преимуществ по сравнению с традиционными иерархическими моделями (такими как ISA-95), включая лучшую совместимость и возможность повторного использования (через стандартизацию), слабую связанность и меньшую сложность (благодаря разделению интересов – услуга как «черный ящик» для пользователя), а также более высокую масштабируемость операций.

Предложение 4. Ориентация на услуги обеспечит сквозную координацию сети создания стоимости и ее координацию в режиме реального времени, а также повысит локальную автономность и самонастраиваемость на оперативном уровне.

Предложение 5. ISA-95 в настоящее время слишком жесткий, иерархичный и монолитный стандарт, чтобы вместить вышеупомянутые изменения. ISA-95 может потребоваться изменить или полностью заменить новой архитектурой, чтобы отразить сервисно-ориентированный подход.

Предложение 6. Самыми большими препятствиями для принятия SOA в производстве являются проблемы безопасности, затраты на внедрение, отсутствие стандартов, неадекватная инфраструктура, проблемы конфиденциальности, незрелые технологии, проблемы совместимости и, что самое важное, отсутствие знаний. Результаты работ, отраженные в настоящем отчете, призваны обеспечить движение к преодолению указанных проблем.

8.2. Анализ особенностей интеграции подсистем, реализующих задачи человеко-машинного интерфейса

В работе [206] сформулирована задача разработки удобных средств взаимодействия лица, принимающего решения, с системой-советчиком, что должно быть реализовано в рамках развития человеко-машинного интерфейса. Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) – это способ взаимодействия человека и программно-технических средств, который решает задачу интерпретации логики человека для машины и, наоборот, интерпретирует поведение машины для человека с целью исключения непонимания между ними при обмене информацией. Особую важность реализация ЧМИ имеет для сложных иерархически-организованных производственных систем, так как особенности ЧМИ, в частности, ситуационная осведомленность, непосредственно влияют на эффективность их работы[207].

Ниже приведены рекомендации по созданию системы человеко-машинного интерфейса для SCADA-систем АСУ ТП[208]. Для создания оконного интерфейса, удовлетворяющего современным требованиям эргономичности, достаточности и при этом безызбыточности отображаемой информации, а также принципу ситуационного восприятия представляемой информации, рекомендуется выполнить следующие шаги.

1. Определить архитектуру ЧМИ: следует идентифицировать составные части (например, этапы процессов установки, обслуживания, сопровождения, повторного запуска, смены режимов работы и т. п.), организовать их в систему, дать названия. Создать функциональные группы и подгруппы (например, «диагностика», «тревоги и оповещения», «ручные команды», «установки режимов» и т. п.).
2. Структурировать содержание: следует создать систему меню (до 7 позиций горизонтально и до 3 позиций вертикально).
3. Определить принципы навигации: следует продумать переходы между страницами.
4. Определить размещение на экранах и предложить «топологию» страниц.
5. Организовать вид домашней страницы: рекомендуется предложить вид домашней страницы и организацию информации на ней.
6. Продумать поведение в динамике и определить вид, размещение и поведение кнопок и активных зон.
7. Продумать принципы акцентов на страницах, использовать иконки, изображения и цвета.
8. Организовать четкие изображения путем настройки яркости и контраста.

9. Создать текст и диалоговые компоненты и четко их представить.
10. Продумать диалоги, причем следует сделать их понятными и по возможности краткими.

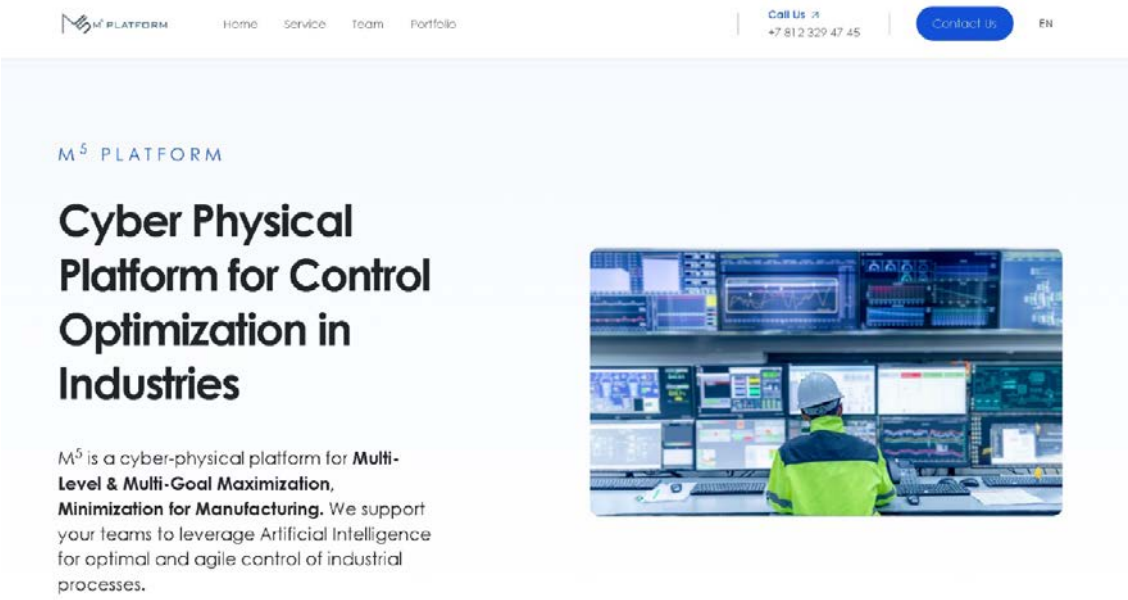
Оконный интерфейс рассматриваемой интерактивной системы, реализованный с учетом указанных рекомендаций, имеет следующие особенности.

Для разработки алгоритмов и программ для оптимизации работы системы необходимо на начальном этапе определить структуру данных, описывающую исследуемые системы, а также реализовать средства для удобного и быстрого взаимодействия с этими данными. Рассматриваемый пользовательский интерфейс должен выполнять следующие функции:

1. Создавать системы с заданным именем, входными и выходными сигналами.
2. Объединять созданные подсистемы в единую связанную систему в соответствии с параметрами, определенными пользователем.
3. Отображать созданную систему в виде связанного графа.
4. Позволять вручную вводить значения для каждого из сигналов.
5. Сохранять параметры систем и их иерархию в виде файлов.

Указанные принципы, лежащие в основе создания человеко-машинного интерфейса, реализованы в КФС; в качестве примера на Рисунке 8 показана главная страница в версии на английском языке. На следующих Рисунках 9 – 14 показаны страницы на русском языке, которые раскрывают функциональные возможности КФС. Страницы в версии на русском языке представлены в разделе, посвященном разработке предложений для достижения 6-го уровня готовности технологий, развиваемых в рамках научных исследований (они не дублируют представленные страницы, кроме первой – главной); там же даны пояснения по реализуемым функциям.

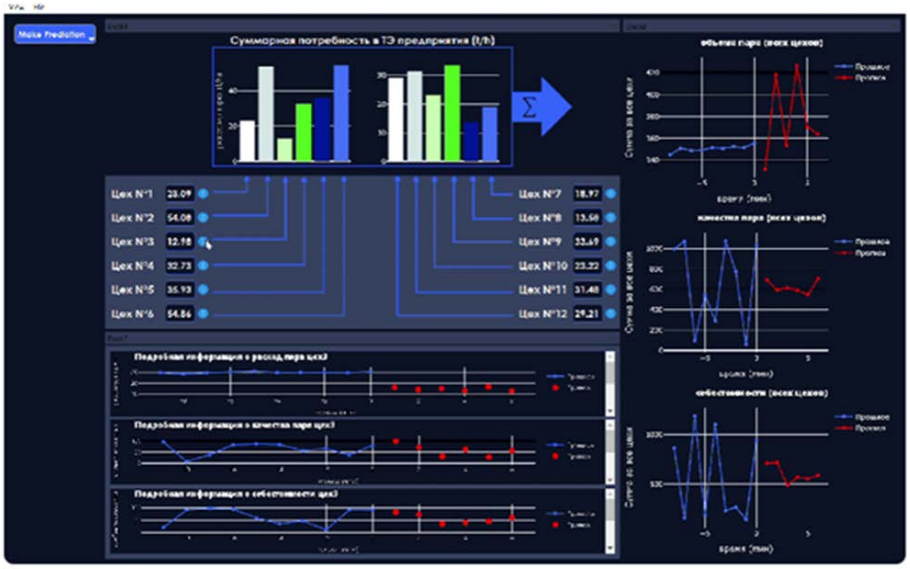
Рисунок 8. Главная страница в версии на английском языке



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые

технологии», 2024 г.

Рисунок 9. Страница приложения, посвященная решению задачи прогнозирования потребления ресурсов

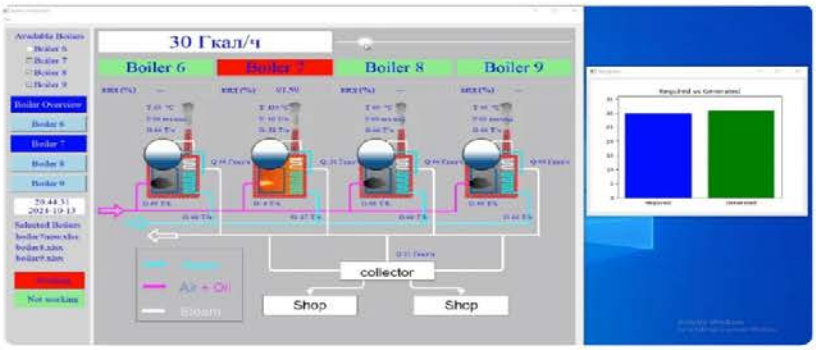


Приложение для прогнозирования энергопотребления

Это приложение позволяет пользователю получать полную информацию о потреблении энергии на одной панели. Для каждого цеха может быть предусмотрена собственная модель прогнозирования. Чтобы обеспечить точность прогнозов, наша команда разработала и внедрила различные модели прогнозирования. Наши исследования и выводы основаны как на классических методах прогнозирования, так и на передовых моделях. таких как специальные нейронные сети, способные обрабатывать временные последовательности, присутствующие в ваших данных (RNN). Эти модели адаптированы под данные наших клиентов. В сотрудничестве с экспертами в предметной области из компаний-клиентов мы тщательно отбираем наиболее релевантные данные и применяем необходимые преобразования для получения точных результатов. Наши модели разрабатываются на основе информации из ведущих научных журналов в этой области, предоставляя нашим клиентам самые современные методы для получения точных и актуальных результатов.

Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 10. Страница приложения, посвященная решению задачи интеллектуального выбора ресурсов



Приложение для оптимального управления энергетическими ресурсами

Наше программное обеспечение для балансировки энергии пара разработано для оптимизации выработки и потребления энергии пара несколькими котлами. Интеллектуальное управление работой котла на основе данных о потреблении в режиме реального времени обеспечивает эффективное использование энергии при соблюдении эксплуатационных ограничений каждого котла.

Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 11. Пример системы иерархического многоцелевого управления котельным оборудованием

Усовершенствованное иерархическое Многоцелевое управление котлотурбинными системами

Наша платформа представляет собой сложную многоцелевую систему управления оптимизацией, предназначенную для высокопроизводительных промышленных приложений. Используя передовую теорию управления, мы значительно повышаем эффективность и время отклика котлотурбинных систем, что продемонстрировано на примере нашей стратегии управления котлотурбинной моделью мощностью 160 МВт.

Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 12. Уравнения описания динамики и схема системы

Обзор динамики системы

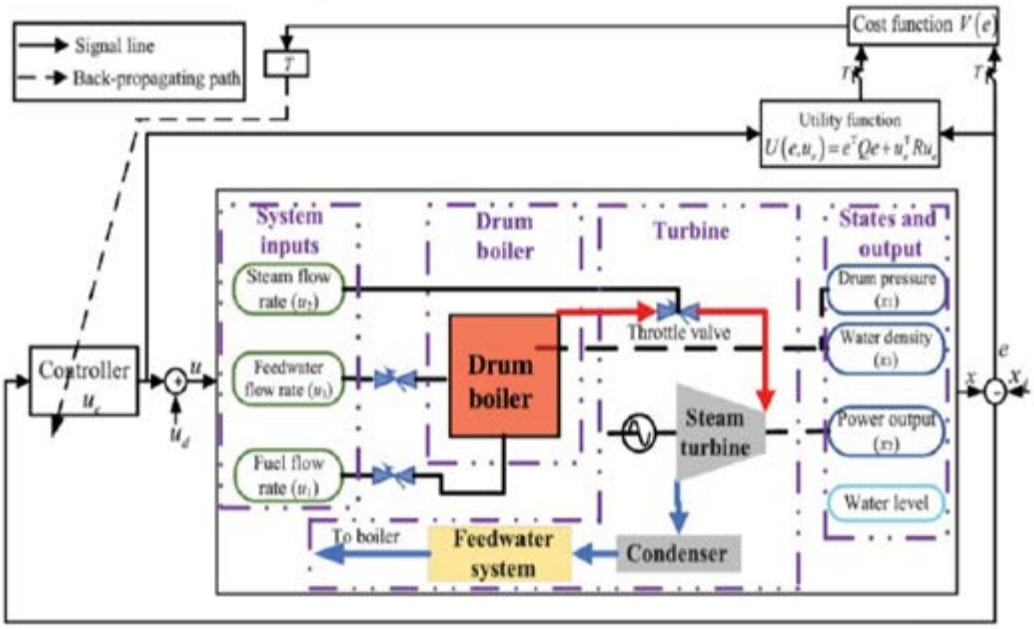
Следующие уравнения описывают динамику системы, которая управляет поведением паротурбинной установки:

$$\dot{x}_1 = -0{,}0018u_2x_1^{9/8} + 0{,}9u_1 - 0{,}15u_3$$
$$\dot{x}_2 = (0{,}073u_2 - 0{,}016)x_1^{9/8} - 0{,}1x_2$$
$$\dot{x}_3 = 141u_3 - (1{,}1u_2 - 0{,}19)x_1$$

$$y_1 = x_1$$
$$y_2 = x_2$$
$$y_3 = 0{,}05(0{,}13073x_3 + 100a_{x_1} + q_1/9 - 67{,}975)$$

Эти уравнения моделируют динамику давления пара, выработки электроэнергии и тепломассообменных процессов, обеспечивая оптимальное управление на основе состояния системы в реальном времени.

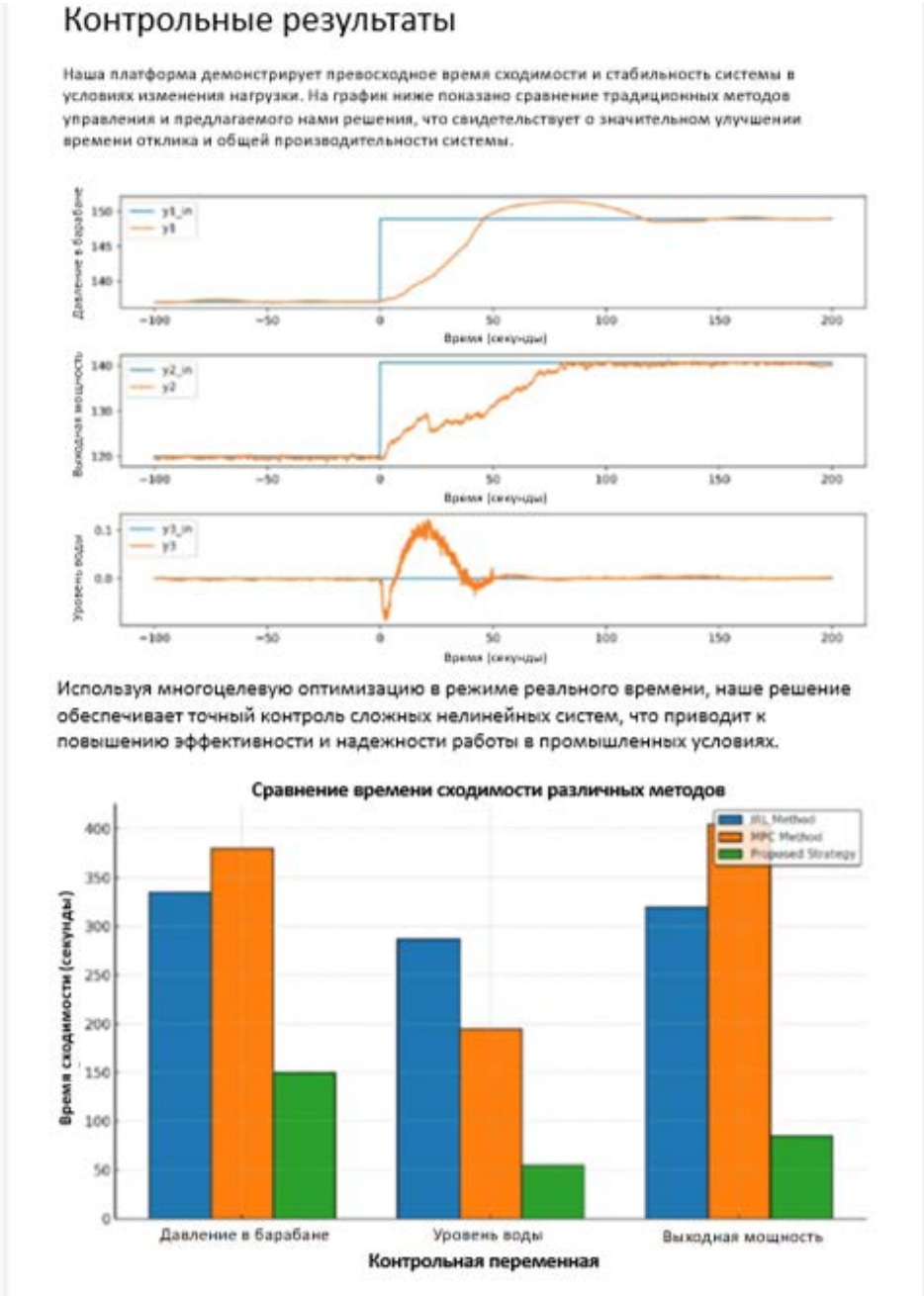
Схема котло-турбинной системы



Котельно-турбинная система работает с динамическими входными ограничениями, что позволяет в режиме реального времени регулировать давление, расход и мощность. Наш подход к управлению оптимизирует эти переменные для более быстрого реагирования и снижения энергопотребления.

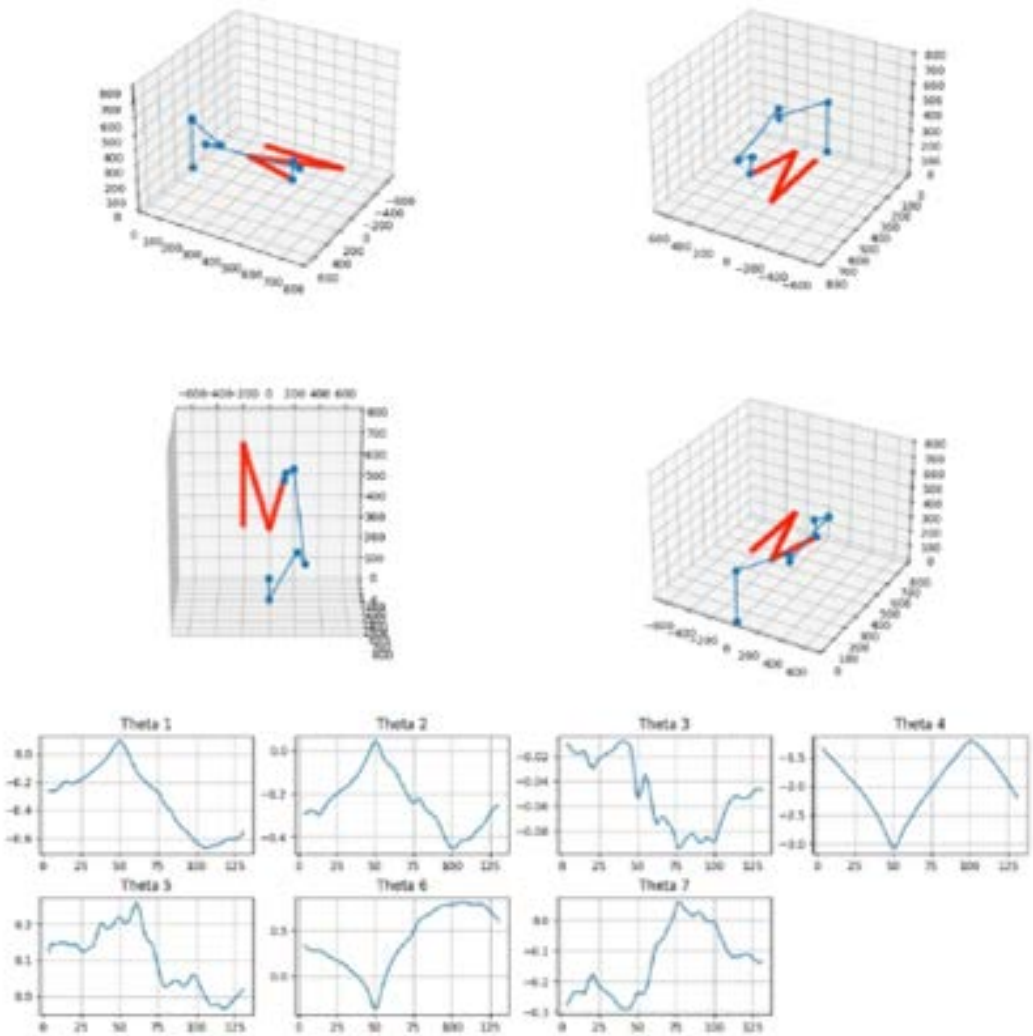
Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 13. Графики и гистограмма



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 14. Пример системы многокритериальной оптимизации управления роботом-манипулятором



MOO-Based Control для робота-манипулятора 7DOF

Наша платформа использует многоцелевую оптимизацию (MOO) для управления роботизированным манипулятором с 7 степенями свободы (DOF). Такой подход позволяет точно управлять конечными точками, обеспечивая баланс между несколькими задачами, такими как минимизация затрат, максимизация скорости перехода и обеспечение точной перпендикулярной проекции. Благодаря MOO пользователи могут добиться высокоэффективного и оптимизированного управления, выполняя сложные задачи с повышенной производительностью и точностью.

Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

8.3. Разработка предложений для достижения 6-го уровня готовности технологий, развиваемых в рамках научных исследований

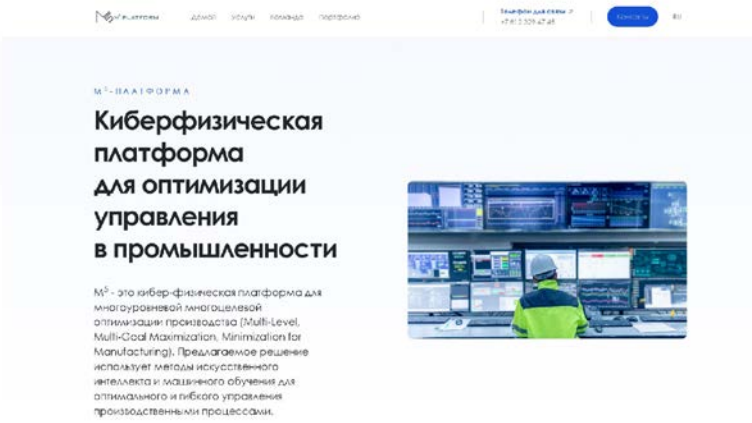
Для достижения шестого уровня готовности технологий, развиваемых в рамках научных исследований, необходимо рассмотреть пути решения следующих задач:

1. Модель или прототип системы продемонстрированы в условиях, близких к реальным.
2. Прототип системы содержит все детали разрабатываемых устройств. Применительно к рассматриваемому математико-программному обеспечению это означает, что в прототипе системы реализованы все существенные функции, отличающие КФС от аналогов.
3. Доказана реализуемость и эффективность технологий в натурных или близких к натурным условиям и возможность интеграции технологии в компоновку разрабатываемой конструкции, для которой данная технология должна продемонстрировать работоспособность. Применительно к МПО, как и в случае п.2, требование «компоновки разрабатываемой конструкции» должно быть заменено на требование интеграции предлагаемой технологии в базовое (типовое) программное обеспечение, для которого ставится задача расширения функциональных возможностей.
4. Возможна полномасштабная разработка системы с реализацией требуемых свойств и уровня характеристик. Этот вывод применительно к МПО касается технологии разработки ПО и относится к вопросам программной инженерии.

Рассмотрим описание принципиально важных функциональных возможностей, отличающих предлагаемую КФС от аналогов – с иллюстрациями, относящимися к версии системы на русском языке.

На Рисунке 15 показана главная страница КФС в версии на русском языке и далее – на рисунках приведены страницы КФС на русском языке.

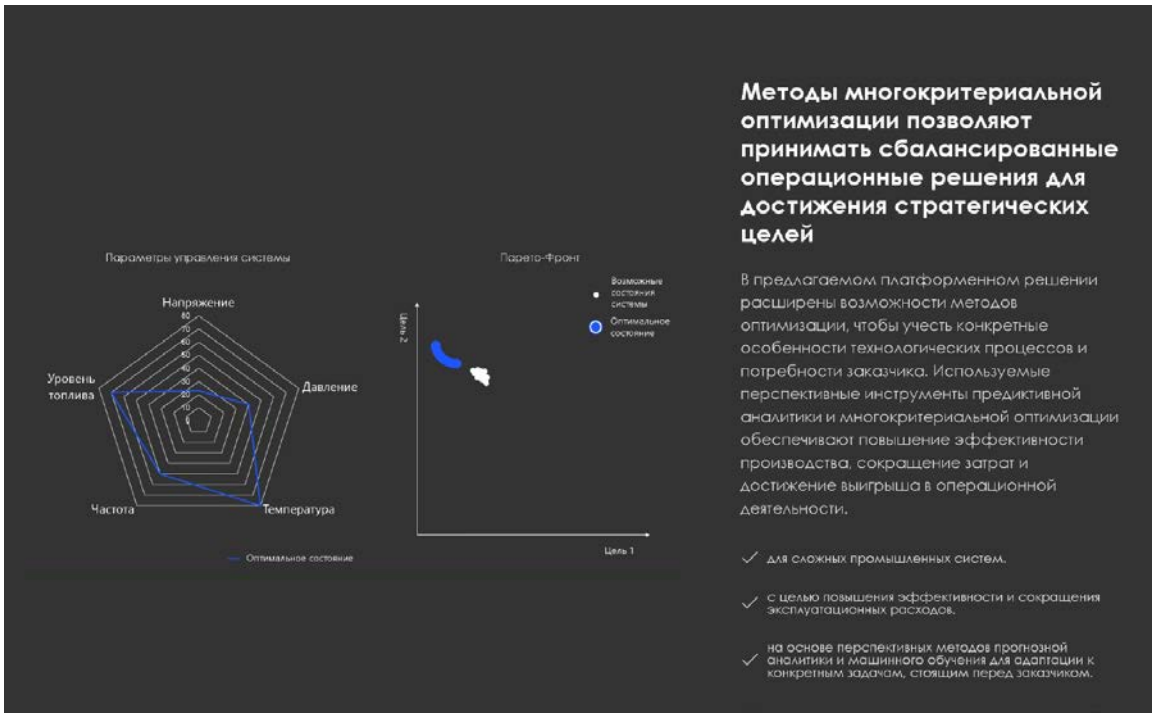
Рисунок 15. Главная страница в версии на русском языке



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Принципиальные отличия данной системы приведены на рисунке 16.

Рисунок 16. Страница, отражающая принципиальные отличия предлагаемой системы



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

На Рисунке 17 показана постановка задачи сбалансированной генерации электроэнергии на обрабатывающем предприятии.

Рисунок 17. Пример постановки задачи сбалансированной генерации электроэнергии на предприятии

Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые

технологии», 2024 г.

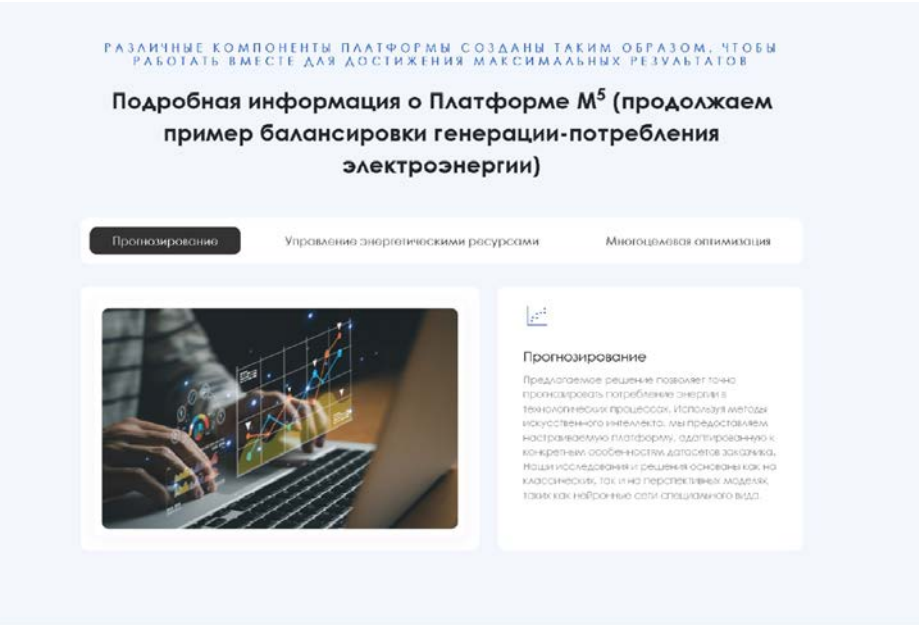
Функциональная схема для задачи сбалансированной генерации электроэнергии приведена Рисунке 18.

Рисунок 18. Функциональная схема

Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Постановка задачи прогнозирования потребности в электроэнергии приведены на Рисунке 19.

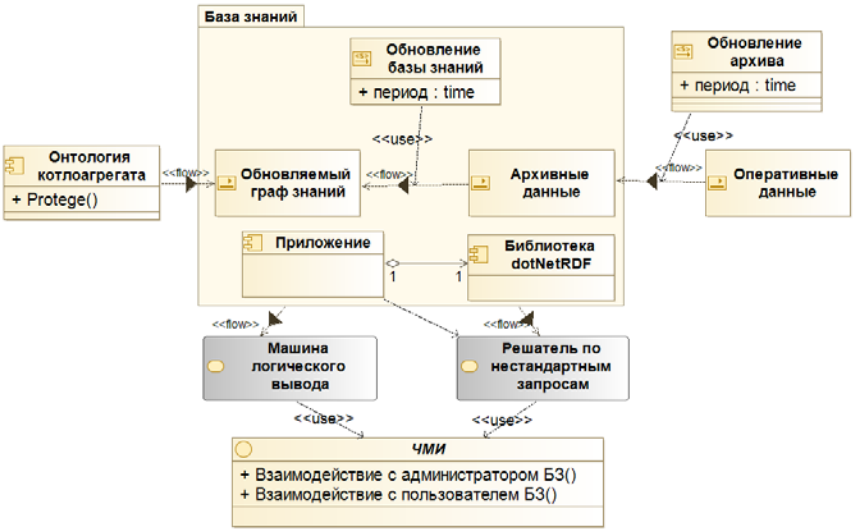
Рисунок 19. Постановка задачи прогнозирования потребности в электроэнергии



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Продолжая изложение вопросов, рассмотренных в подразделе 7.3 и направленных на подготовку внедрения КФС, рассмотрим архитектуру системы управления производственным процессом, использующую базу знаний и обеспечивающую взаимодействие MES- и SCADA-компонентов, приведено на Рисунке 20.

Рисунок 20. Архитектура системы интеллектуального управления котлоагрегатом



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

На Рисунке 20 показаны следующие компоненты:

1. Онтология котлоагрегата: описанная структура котлоагрегата в качестве примера энергоемкого и сложного производственного процесса. Онтология служит для формального описания компонентов котлоагрегата и отношений между ними.
2. Обновляемая база знаний в виде графа знаний, формируемого в результате генерации RDF-файла онтологии и обработки архивных данных: RDF-файл онтологии котлоагрегата используется в программном приложении для сопоставления основных понятий котлоагрегата и данных из архивного файла. Подготовленная на этапе проектирования онтология котлоагрегата не изменяется в процессе работы.
3. Приложение с использованием библиотеки для записи данных: приложение служит для приема и записи данных в базу знаний. В приложение загружается RDF-файл онтологии котлоагрегата, в соответствии с ним обрабатываются датасеты из архивного файла: архивные данные в виде традиционной базы данных, пополняемые в реальном времени из оперативных технологических данных, используются для динамического обновления знаний о котлоагрегате в форме триплетов. На схеме показаны события «Обновление архива» и «Обновление базы знаний», которые происходят с различным заданным периодом времени. Считаем, что период обновления архива примерно на один или два порядка меньше периода обновления базы

знаний. Это делается для того, чтобы текущая информация о технологическом процессе накапливалась в архиве для возможности обобщения и обработки решателями в результате формирования ответов на запросы пользователей.

4. Реализация человеко-машинного интерфейса, при этом человек играет различные роли в системе (администратор, оператор, пользователь и др.).
5. Процедурные компоненты для решения аналитических задач и подготовки ответов на запросы пользователей – машина логического вывода и решатель по нестандартным запросам. Машина логического вывода (reasoner, решатель) реализует механизм рассуждений, то есть выводит логические следствия из набора фактов и аксиом, имеющихся в базе знаний. Примерами задач, решаемых с помощью механизма рассуждений, являются проверка иерархии классов, классификация, проверка на непротиворечивость или выполнимость. Наиболее распространенными стандартными программными решениями, входящими во многие инструменты для работы с онтологиями, являются «HermiT», «ELK», «Pellet», «Fact++», «RacerPro».

Рассмотрим пример. Предположим, в онтологии на множестве задач, рассматриваемых как классы, определено отношение *«следует позже»* как отношение транзитивное, и при этом для задач *A, B* и *C* выполняется:

A следует позже B,

B следует позже C.

Тогда решатель может сделать стандартный вывод, что классы A и C связаны отношением:

A следует позже C,

хотя изначально такой триплет в онтологии отсутствовал.

Вместе с тем при практическом использовании онтологии в некоторой предметной области возникают не только стандартные задачи, пример которой приведен выше. Пользователя могут интересовать выполнение свойств, специфических для данной предметной области, проверка которых выходит за рамки стандартного логического вывода и требует новых алгоритмических решений. Как правило, выполнение или невыполнение свойств связано с анализом оперативных или архивных данных технологического процесса, выполняемого в автоматизированной системе управления тем или другим объектом управления. Определение подобных свойств отнесем к задачам решателя по нестандартным запросам. Примером в случае автоматизированной системы управления котлоагрегатом могут служить свойства, связанные с характером изменения выходных параметров установки (например, коэффициент полезного действия, расход и температура перегретого пара или пара низкого давления, показания дымомера, характеризующего воздействие на экологическую обстановку и т. д.) в зависимости от изменения входных параметров (расход топлива, характеристики топлива, положение управляющих клапанов и т. д.), пример рассмотрен ниже.

Итак, целью методологии является создание единообразной и понятной среды обмена данными для анализа работы системы котлоагрегата. Для успешного обмена данными необходимо обеспечить согласованность информации. Для установления общих форматов и протоколов для представления и передачи данных проводится стандартизация данных, которая обеспечивает

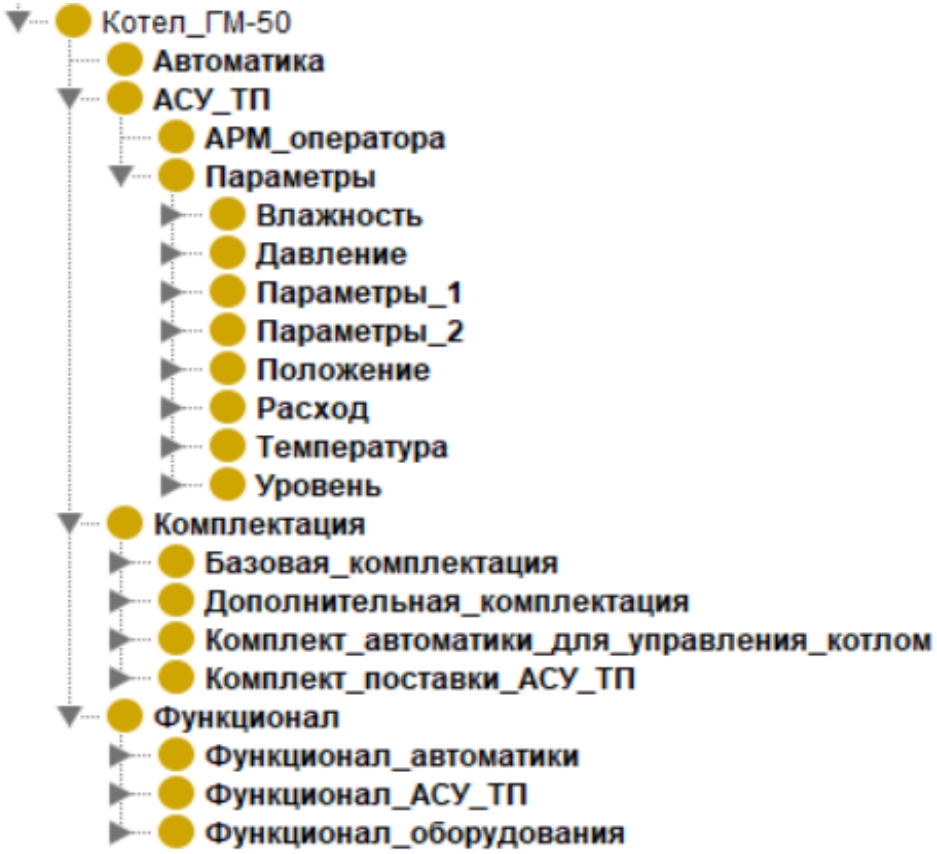
единообразие информации, что является ключевой особенностью семантической интероперабельности. Было проведено онтологическое моделирование, позволяющее формализовать семантическую структуру системы котлоагрегата и связей между его элементами. Создание онтологии помогает определить понятия, классы, характеристики и взаимосвязи, относящиеся к электрической и тепловой энергии. Это обеспечивает однозначное и семантически обоснованное понимание информации в разных частях системы.

Благодаря применению рассматриваемой методологии достигается семантическая интероперабельность между различными системами. Это обеспечивает унифицированный обмен данными, улучшает процесс коммуникации между системами и дает возможность продуктивно использовать доступную в базе знаний информацию для анализа и принятия решений.

Рассматриваемый котлоагрегат используется для производства, насыщенного или перегретого пара, применяемого в промышленности, строительстве, транспорте, жилищно-коммунальной сфере, сельском хозяйстве и других секторах экономики. Онтология создавалась в открытом программном обеспечении «Protege»[209]. Этот инструмент использует стандарт «SPARQL», который описывает программный интерфейс и синтаксис запросов к онтологическим моделям, а также основные стандарты для записи семантических моделей, такие как RDF, RDFS и OWL.

Для описания структуры котлоагрегата были созданы четыре базовых класса: «Автоматика», «АСУ ТП», «Комплектация и Функционал», как показано на Рисунке 21.

Рисунок 21. Классы онтологии котлоагрегата



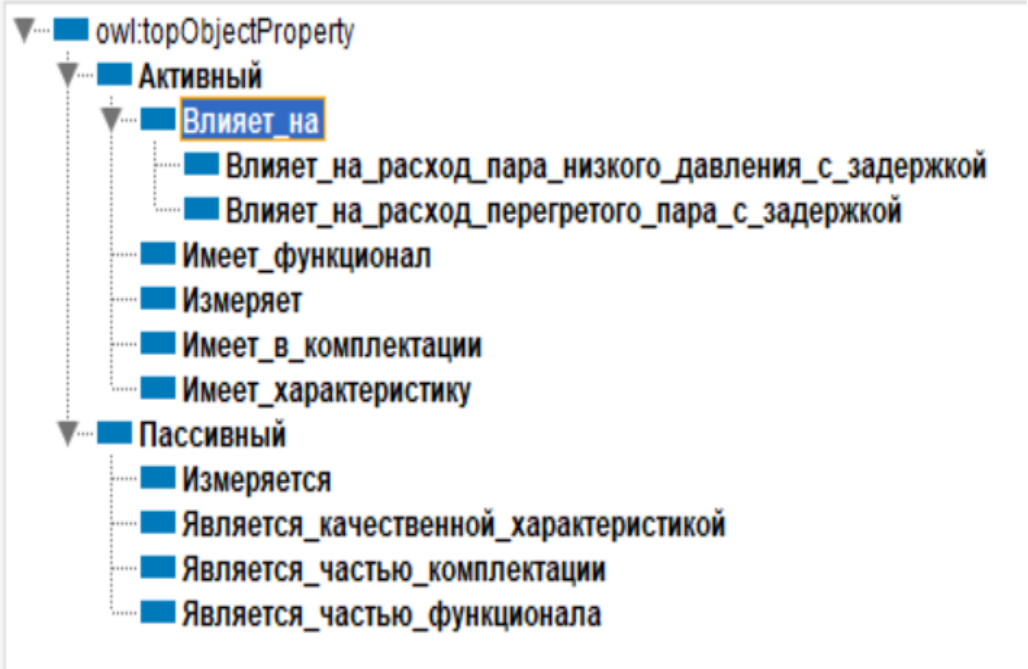
Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Каждый класс включает в себя несколько подклассов. Например, класс «Комплектация» включает в себя подкласс «Комплект автоматики для управления котлом». В то же время уже он включает в себя подклассы: «Датчики», «Расходомеры» и др. Класс «Функционал» включает в себя подкласс «Функционал оборудования», в который уже входят: «Измерение», «Нагревание» и т. д.

Классы и их элементы описывают иерархическую структуру объекта, но между ними нет никакой другой связи, кроме определяемой иерархией отношением «часть-целое». Между классами могут быть установлены отношения, отражающие другие полезные свойства. К примеру, каждый датчик предназначен для измерения какой-то величины («Измеряет»), но в то же время он является частью комплектации автоматики («Является частью комплектации»). Эти отношения позволяют более подробно описать модель объекта и исключить неопределенность.

Отношения в котлоагрегате разделены на активные, включающие в себя операции над другими объектами, и пассивные, которые определяют объект в качестве результата действия со стороны другого, Рисунок 22.

Рисунок 22. Отношения между элементами онтологии



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Сами отношения являются бинарными и имеют свойства, в которых, среди прочего, задаются два множества – домен и диапазон, на которых определено отношение. Домен определяет первое множество, а диапазон – второе множество, элементы которых могут находиться в рассматриваемом отношении, приведено в Таблице 18.

Таблица 18. Пример свойств отношений онтологии

Домен	Тип отношения	Диапазон
Датчики; Измерители; Расходомеры	Измеряет	Параметры
Комплект автоматики для управления котлом; Комплект поставки АСУ ТП; Автоматика	Имеет функционал	Функционал
Параметры	Влияет на расход перегретого пара с задержкой	Float – число минут запаздывания реакции

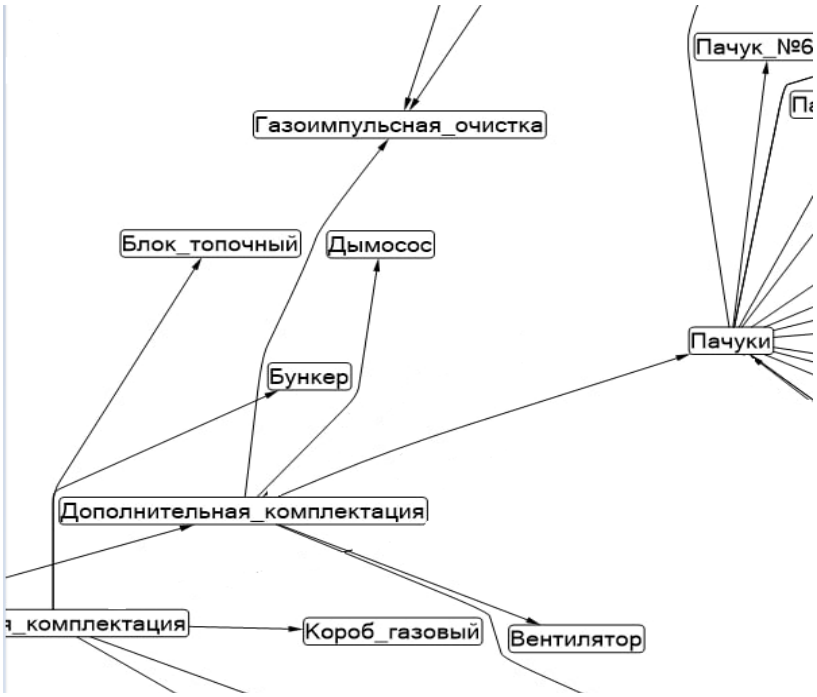
Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

К числу активных отношений можно причислить также такие отношения, которые нельзя проверить с помощью логического вывода и которые, тем самым, требуют нестандартного решения. В качестве примера рассмотрим упомянутое выше отношение «Влияет на расход перегретого пара с задержкой». Некоторые параметры (Рисунок 23, – они образуют домен domain) оказывают влияние, некоторые нет, но время запаздывания изменения расхода перегретого пара (количество минут – диапазон range) удается определить на основе анализа базы архивных данных с помощью разрабатываемых алгоритмов (см. ниже).

Таким образом, разработанная онтология отражает множество триплетов и может быть применена в целях оптимизации, поддержки эксплуатации, обслуживания, ремонта и модернизации системы котлоагрегата.

Семантическая интероперабельность обеспечивается программой в C#, которая использует модель RDF. Для работы с RDF-файлами была использована библиотека «dotNetRDF». Это позволяет хранить данные в базе знаний и обеспечивает возможность их интеграции с другими системами. Приложение принимает и записывает данные из файла, содержащего исторические данные, в базу знаний и использует вышеописанную онтологию для стандартизации и описания данных. В программу загружается RDF-файл онтологии котлоагрегата, в соответствии с ним обрабатываются датасеты из входного файла, таким образом достигается единообразное представление информации.

Рисунок 23. Визуализация онтологии в виде графа (фрагмент)



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рассмотрим анализ реакции системы котлоагрегата на изменение показаний управляющих параметров на примере зависимости расхода перегретого пара. Аналогичным образом можно выполнить обработку нестандартного отношения, связанного с определением зависимости пара низкого давления или другого выходного параметра.

Основные шаги алгоритма:

1. Получение доступа к файлу с данными. При анализе отношения загружается файл с таблицей, содержащей показания параметров котлоагрегата за определенный промежуток времени.
2. Сокращение таблицы параметров.
3. Определение точки отсчета. Необходимо определить точку начала процесса изменения показаний расхода перегретого пара.
4. Определение момента окончания процесса. Точка окончания процесса означает стабилизацию показаний расхода перегретого пара, тем самым формируется промежуток для анализа.
5. Определение влияющих параметров. После определения временного промежутка активного изменения значений расхода перегретого пара можно определить, какие из управляющих параметров изменялись в этот временной промежуток.

Сделаем пояснения к приведенному алгоритму и его реализации.

Первым шагом являются загрузка и оптимизация таблицы. На вход программы подается файл, содержащий параметры котла. Данные в файле представлены с шагом в 1 минуту. Количество

управляющих параметров для расхода перегретого пара равно 15:

- Расход воды в котел (фактический), т/ч.
- Процент непрерывной продувки котла, %.
- Расход мазута в котел, т/ч.
- Температура мазута к котлу, °С.
- Давление воды в котел.
- Расход продувочной воды котла, т/ч.
- Температура питательной воды на котел, °С.
- Давление мазута на котел.
- Разрежение в топке котла.
- Положение клапана питательной воды, %.
- Положение клапана давления мазута, %.
- Положение шибера дымососа, %.
- Положение шибера вентилятора, %.
- Положение клапана воды на пароохладитель, %.
- Положение клапана непрерывной продувки, %.

Файл с таблицей загружается в программу для дальнейшего анализа. Далее производится сокращение временного промежутка для анализа данных до одного часа.

В САУ обычно принято считать, что максимально допустимое отклонение значений не должно превышать отметку в 5%. Для того, чтобы считать, что произошло значительное изменение параметра расхода перегретого пара, полагаем, что разница между двумя временными точками должна быть больше 5%. Временные точки для сравнения берутся с шагом 5 минут, чтобы была возможность зафиксировать отклонение.

Определяем точку начала переходного процесса. Для этого, начиная с 6 минуты взятого временного интервала, рассчитываем разницу между двумя значениями с шагом в 5 минут. Если данная разница получилась больше 5%, то фиксируем временную точку в отдельную таблицу.

Процесс считается установившимся, если значения не изменяются больше, чем на 2-5%. В условия постоянных колебаний значений, принято решение проверить, если значения семи последовательных точек не меняются более, чем на 2%, то переходный процесс считается установившемся.

После определения временного интервала переходного процесса можно приступать к поиску параметров, которые стали причиной изменений. Расход перегретого пара начинает меняться по инерции уже после изменения управляющих параметров. Следовательно, необходимо анализировать время до переходного процесса. Начнем анализировать время за 5 минут до начала изменения значения расхода перегретого пара, то есть от точки начала процесса отнимаем 5. Параметры также должны изменяться более, чем на 5%, тогда можно говорить, что они изменились значительно.

В полученной таблице отмечены параметры, которые изменились в заданный промежуток времени и могли повлиять на значения расхода перегретого пара. По полученным данным можно построить графики, чтобы убедиться в этом.

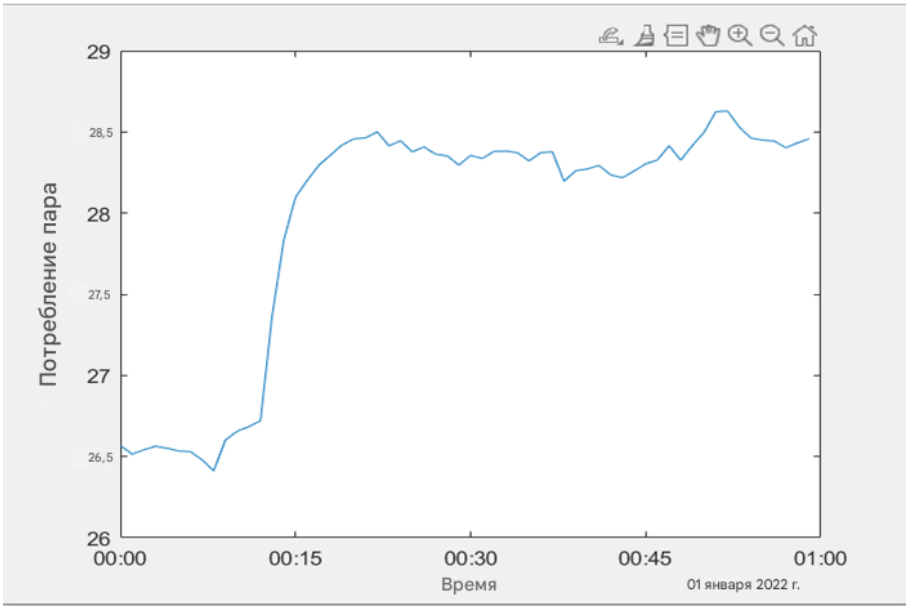
Приведем пример, иллюстрирующий приведенный алгоритм на основе данных по котлоагрегату. Выбран временной промежуток в течение одних суток 00:00:00 – 00:59:00. График изменения расхода перегретого пара показан на Рисунке 24. Система реагировала на изменение значений таких параметров, как:

«Расход мазута в котел, т/ч», Рисунок 25.

«Давление мазута на котел», Рисунок 26.

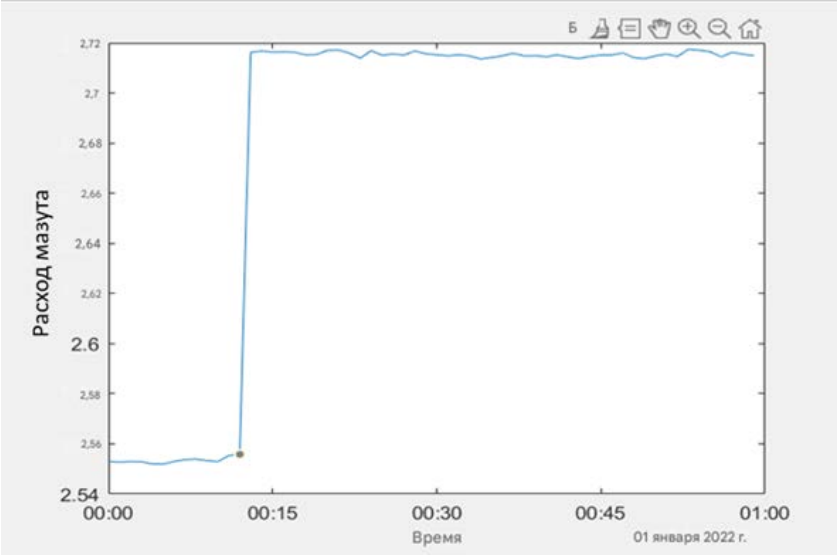
«Процент непрерывной продувки котла, %», Рисунок 27.

Рисунок 24. Расход перегретого пара от котла (факт.) и расход мазута в котел (а)



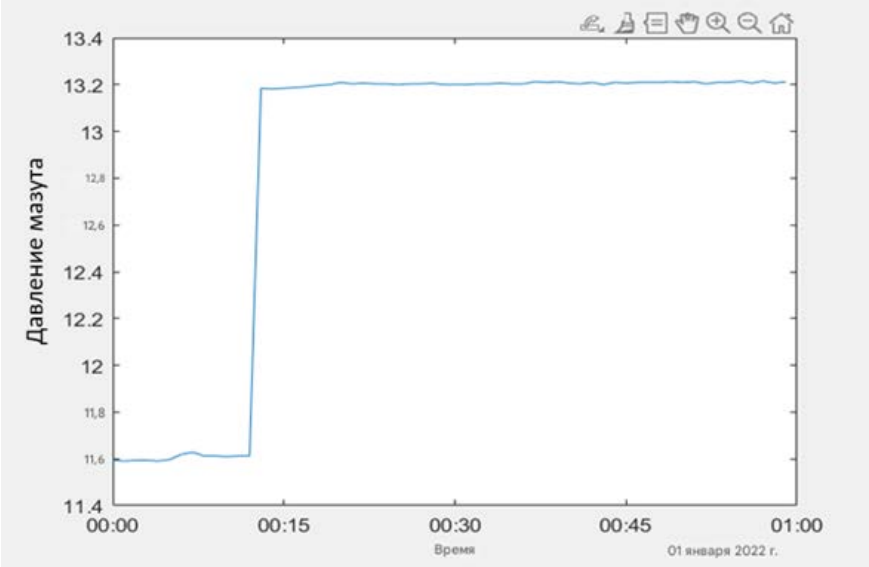
Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 25. Расход перегретого пара от котла (факт.) и расход мазута в котел (б)



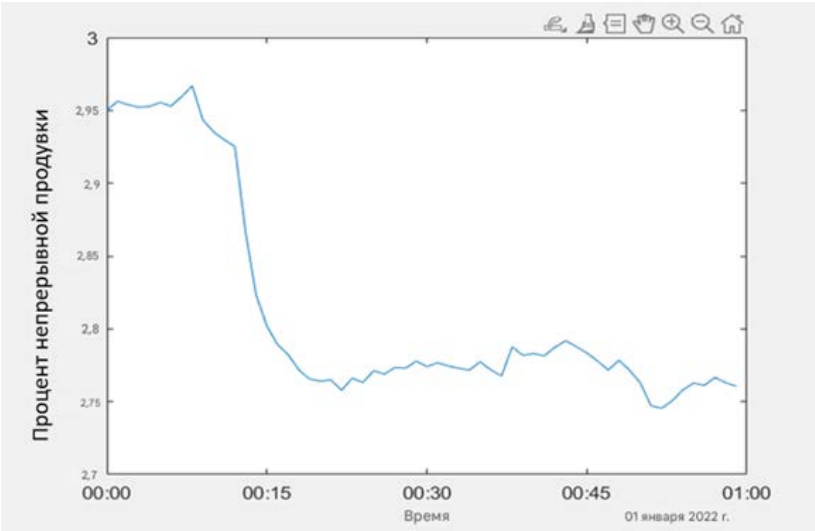
Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 26. Давление мазута на котел и процент непрерывной продувки котла (а)



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 27. Давление мазута на котел и процент непрерывной продувки котла (б)



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Таким образом, можно утверждать, что каждый из параметров «Расход мазута в котел», «Давление мазута на котел», «Процент непрерывной продувки котла» находится в отношении «Влияет на расход перегретого пара с задержкой» с соответствующим вещественным числом, выражающим запаздывание в минутах, что может быть представлено в форме триплетов «субъект-предикат-объект» следующим образом:

«Расход мазута в котел» «Влияет на расход перегретого пара с задержкой» 5.0.

«Давление мазута на котел» «Влияет на расход перегретого пара с задержкой» 5.0.

«Процент непрерывной продувки котла» «Влияет на расход перегретого пара с задержкой» 5.0.

В ходе работы были получены временные характеристики записи экземпляров компонентов котлоагрегата в базу знаний. Была использована выборка из двадцати параметров котлоагрегата (показатели кислотности нескольких пачуков, их уровень и температура, расход перегретого пара). Загрузка данных в базу знаний осуществляется в среднем за 0,12237 мс, при этом дисперсия по выборке составляет 0,00013 мс^2. Для сравнения можно привести следующие статистические данные для тех же данных при работе с СУБД MS SQL: среднее время записи одного параметра составляет 36,87429 мс, при этом дисперсия по выборке – 11,92917 мс^2. Можно сделать вывод, что создание новых триплетов с литеральными объектами и их занесение в базу знаний с помощью специально разработанного приложения проводится достаточно эффективно.

Проведенный анализ существующих онтологий в области теплоэнергетики показал, что в доступной литературе отсутствуют описания онтологий котлоагрегатов. В работе предложены принципы разработки онтологий для объектов управления в области теплоэнергетики. Использована открытая программная инструментальная система «Protege».

Разработано приложение на языке C# с применением библиотеки «dotNetRDF» для формирования базы знаний котлоагрегата путем транслирования данных из датасетов и RDF-файла онтологии. Приложение демонстрирует возможность формирования отношений нестандартного содержания (например, выраженных в виде триплета «Процент непрерывной продувки котла», «Влияет на расход перегретого пара с задержкой» 5.0 минут»), что является отличием предлагаемого подхода. Приложение реализовано как пример демонстрации идей микросервисной архитектуры (см. подраздел 8.1).

База знаний, полученная в результате работы приложения, может использоваться для прогнозной аналитики и в системах поддержки принятия решений. В качестве перспективного направления продолжения исследований можно указать на использование онтологии котлоагрегата в качестве компонента цифрового двойника, работающего с использованием данных реального времени и формализующего опыт человека-оператора в стандартных и нештатных ситуациях.

В качестве еще одного примера конструктивного подхода к взаимодействию между SCADA- и MES-системами на основе построения онтологий рассмотрим сборочное производство и механообработку.

Семантическая интероперабельность в областях сборочного производства и механообработки напрямую зависит от планов работы предприятий и основных понятий данных производств.

Планирование работы предприятия в рамках рассматриваемого периода времени производится на основе портфеля заказов, которым оно располагает. Выполнение заказа предусматривает многоэтапность и многовариантность процесса, который зависит от исходных условий его реализации, перечня технологических задач (целевых показателей) и технологических параметров самого процесса.

Процесс производства изделия представляет собой последовательность действий (задач), для которых указаны требования по ресурсам. При этом указывается необходимое количество ресурса, а также набор характеризующих свойств (признаков, качеств, квалификаций и т. п.), позволяющих подбирать ресурсы в зависимости от ситуации. Перечень таких свойств часто известен заранее, но, как правило, подлежит уточнению в процессе функционирования системы. Продолжительность каждого действия определяется производительностью используемого ресурса и технологическими задачами, решаемыми в процессе реализации действия. Операция, состоящая из совокупности действий, может быть прервана, в результате чего будут временно высвобождены все используемые при ее выполнении ресурсы, но для ряда операций может быть установлен запрет на прерывание.

Одна из трудностей в определении порядка операций может быть связана с тем, что такое упорядочение часто задается неявно, например, посредством технологической документации. В ряде случаев ожидаемый результат может быть получен различными способами, описываемыми альтернативными технологическими процессами.

План работы предприятия строится исходя из запущенных в производство заказов, каждый из которых характеризуется применяемыми технологическими или бизнес-процессами, предусловиями для начала выполнения задач и ожидаемым результатом (продуктом или услугой) каждой задачи, предпочтениями по выбору ресурсов, методов реализации процесса, а также нормами времени на выполнение работы.

Основой онтологий сборочного производства и механообработки, как и в большинстве онтологий связанный с промышленностью, является онтология планирования производственных процессов, Рисунок 28.

Рисунок 28. Онтология планирования

Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным Жиляев А.А. Онтологии как инструмент создания открытых мультиагентных систем управления ресурсами / А.А. Жиляев // Онтология проектирования. – 2019. – Т.9, № 2(32). – с.261-281, 2024 г.[210]

Каждая сборочная единица является заказом, который характеризуется сроками изготовления и составом готового продукта. Важной частью онтологии являются задачи, количество которых варьируются от изделия, которое изготавливают. При этом могут быть задачи с фиксированной длительностью или фиксированным объемом работ. Продукты (сборочные единицы) могут как поступать на вход задачи, так и являться ее результатом. Также сборочные единицы должны храниться в специальном месте (склад) вплоть до момента их использования в сборке.

Задачи разделяются на атомарные и групповые:

1. Атомарная задача: продолжительность задана фиксированной нормой времени или зависит от состава, свойств используемых ресурсов и объема продукта.
2. Групповая задача: продолжительность ее реализации включает в себя интервалы времени, необходимые для выполнения дочерних задач, которыми могут являться атомарные или групповые задачи.

Для выполнения задачи могут требоваться ресурсы, требования к которым определяются типом ресурса, количеством ресурсов данного типа, а также перечнем атрибутов, ограничивающих множество подходящих под описание ресурсов. Атрибут представляет собой триплет: название, оператор, значение. В технологическом процессе ресурсы делятся на преобразуемые и обеспечивающие:

1. Преобразуемый: тратится при выполнении задачи, может быть восполнен со склада или поставками.
2. Обеспечивающий: становится доступным для повторного использования в прежнем количестве сразу после завершения задач, на которые был выведен.

Материалы и ресурсы, которые подвергаются изменениям в процессе реализации технологического процесса, включаются в конечную продукцию сборочного производства в качестве составных частей и материалов. Подклассом преобразуемого продукта является подкласс «Продукт». Когда атомарная или групповая задача завершается, продукт выходит как результат и может быть передан внешнему потребителю или использован в качестве ресурса для создания другого продукта. Этот процесс называется узловой сборкой. Подсборка – это сборочная единица, которая является структурным элементом более крупной сборочной единицы.

Между базовыми классами онтологии установлены отношения. К примеру, каждый заказ требует создания некоторого продукта («Требует создание»), который в свою очередь связан с задачей отношением «Производит продукт». В то же время продукты могут быть использованы для выполнения задач (задача «Потребляет продукт»). Эти и другие отношения позволяют агенту найти предыдущую и следующую задачу для различных запросов и сообщений о задержках в выполнении, Таблица 19.

Таблица 19. Отношения онтологии

Домен	Тип отношения	Диапазон
Заказ	Требует создания	Производимый продукт

Домен	Тип отношения	Диапазон
Задача	Является частью	Групповая задача
	Следует за	Задача
	Использует	Ресурс/требование к ресурсу
	Производит	Производимый продукт
	Потребляет	Потребляемый продукт
Ресурс	Доступен	График доступности
Обеспечивающий ресурс	Требует обслуживания	Правило обслуживания
	Требует переналадки	Правило переналадки

Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

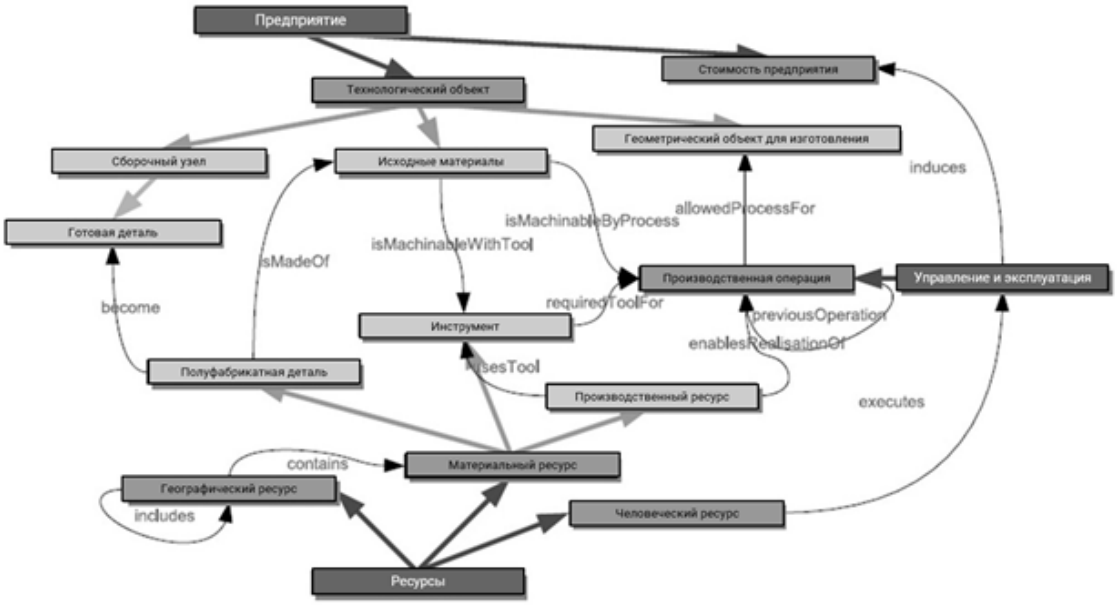
Важной частью в онтологии является экземпляр («Individual»). В данном случае, экземпляром является конкретное изделие, имеющее определенный перечень характеристик, таких как индекс, масса и пр. Классы фактически являются группой в рамках предметной области, а экземпляры представляют собой уже реальную физическую единицу со своими индивидуальными атрибутами («data properties»). Экземпляры различных классов также могут наследовать отношения между классами. К примеру, технологический переход № 1 наследует отношение Продукта № 1 «Относится к», так как этот переход является обязательным для сборки Продукта № 1.

Процесс механической обработки представляет собой четкую последовательность действий, в результате выполнения которых происходит изменение структуры и свойств исходной заготовки.

В рамках данной работы была рассмотрена онтология для производственной области MASON («MAnufacturing's Semantics ONtology»). Как показано на рисунке 29, онтология основана на трех основных понятиях: сущности, операции и ресурсы. Можно установить соответствие с декомпозицией производства Мартином на продукт, процесс и ресурс.

На Рисунке 29 показаны основные подчиненные концепции, которые наследуются от главных понятий, а также основные отношения между этими концепциями. Рисунок 29 представляет собой небольшую часть всей онтологии, которая на сегодняшний день содержит до 270 базовых понятий и 50 свойств, связывающих их.

Рисунок 29. Основные классы MASON



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным Cao, Q., Zanni-Merk, C., Reich, C. (2019). Ontologies for Manufacturing Process Modeling: A Survey. In: Dao, D., Howlett, R., Setchi, R., Vlacic, L. (eds) Sustainable Design and Manufacturing 2018. KES-SDM 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 130. Springer, Cham, 2024 г.[211]

Данная онтология необходима для установления соответствия между основными понятиями для механизированной сборки изделия при составлении базы знаний путем транслирования данных из системы управления производственными процессами «MES.lite» в RDF-файл.

Программное обеспечение (ПО) «Система управления производственными процессами «MES.lite» предназначено для управления производственными процессами сборки и механообработки. ПО позволяет решать задачи на всех этапах производства с возможностью интеграции с ПО высшего уровня: ERP, PLM, PDM, WMS.

Программное обеспечение «MES.lite» решает следующие задачи службы управления производством:

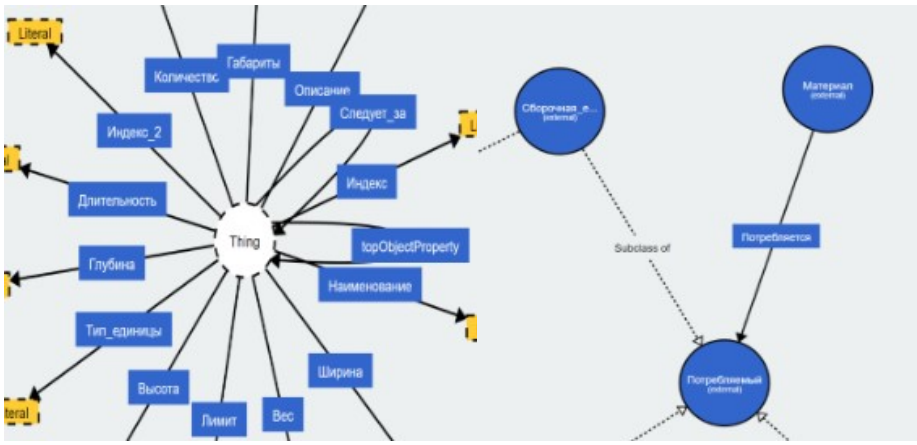
1. Создание и редактирование плана производства.
2. Организация технологических потоков.
3. Организация технологических процессов.
4. Организация перемещения номенклатуры по производственной линии.
5. Сбор данных с оборудования: конвейеров, испытательных стендов, интеллектуальных рабочих мест и прочего оборудования с возможностью передачи данных.
6. Онлайн-отслеживание выполнения плана производства.
7. Проверка корректности последовательности сборки и качества изделия.
8. Отслеживание и управление браком.
9. Планирование работы персонала: персонификация рабочего процесса и уровня доступа.

10. Сбор данных о выпускаемых изделиях с возможностью формирования паспорта изделия.
11. Управление логистикой перемещения номенклатуры между складами и станциями.

Онтология сборочного производства относится к прикладным онтологиям, содержащие классы понятий и отношений, являющиеся специфическими для данной области. В сборочном производстве используются такие классы как «Изделие», «Технологический процесс», «Цех», «Оборудование» и др., Рисунок 30.

Некоторые из этих классов ссылаются на базовые, приведенные в онтологии планирования. Сборочное производство описывается новыми классами, которые связаны между собой, а также имеют отношения к онтологии планирования. Онтология содержит в себе классы и свойства, применимые ко всем сборочным производством. Однако многие конкретные производства обладают специфическими свойствами и показателями. Например, вместо рабочего места или участка может быть конвейер. Для этого дополнительно к базовой онтологии планирования были созданы новые классы, которые могут поменять свое название в зависимости от конкретной области.

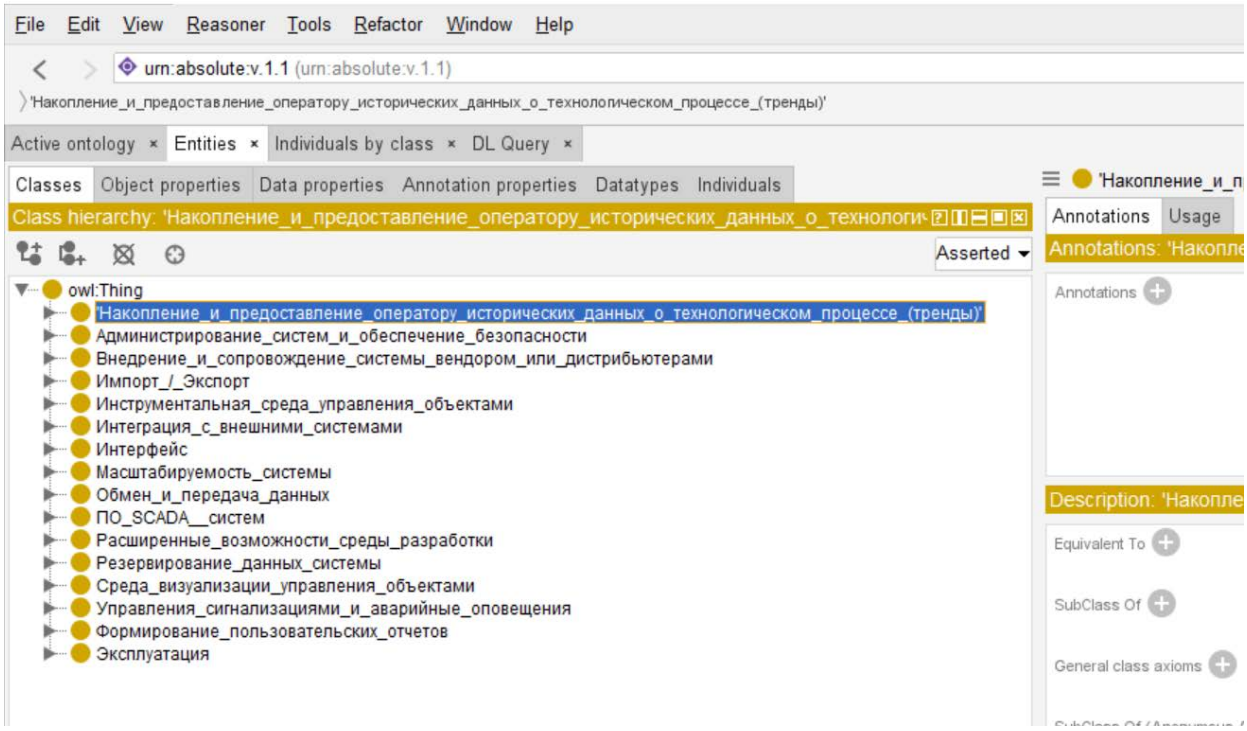
Рисунок 30. Фрагменты графического представления онтологии сборочного производства



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

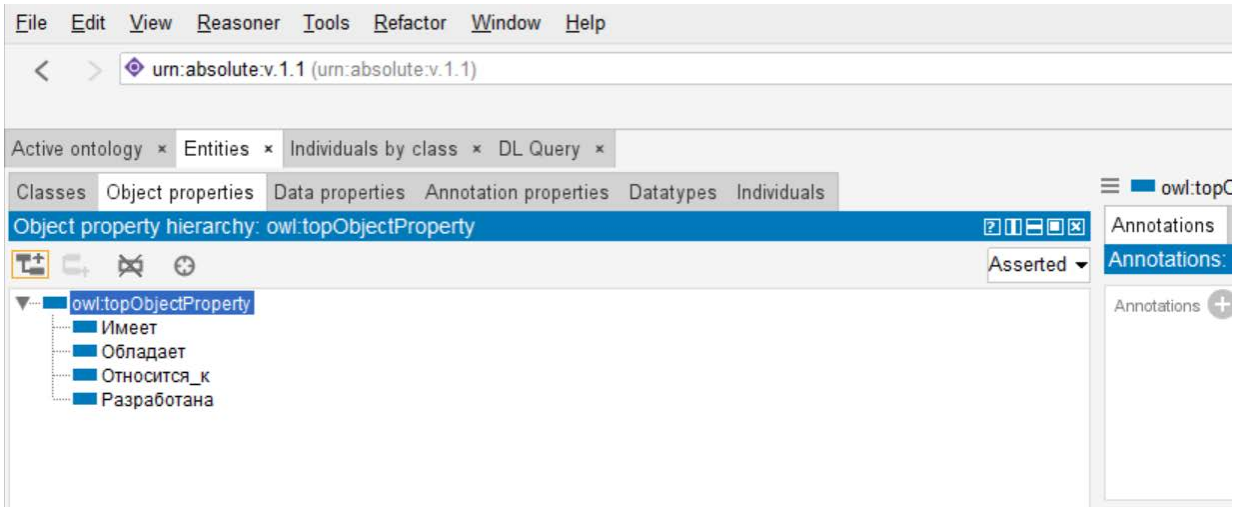
Продолжая обсуждать возможности онтологического моделирования (подраздел 7.3), рассмотрим построение онтологии характеристик SCADA-систем. Ниже приведены Рисунки 31 – 33, показывающие иерархию классов онтологии в качестве примера, а также свойства объектов, что в целом следует рассматривать как базовый вариант онтологии характеристик SCADA-систем.

Рисунок 31. Состав рассматриваемых классов характеристик SCADA-систем



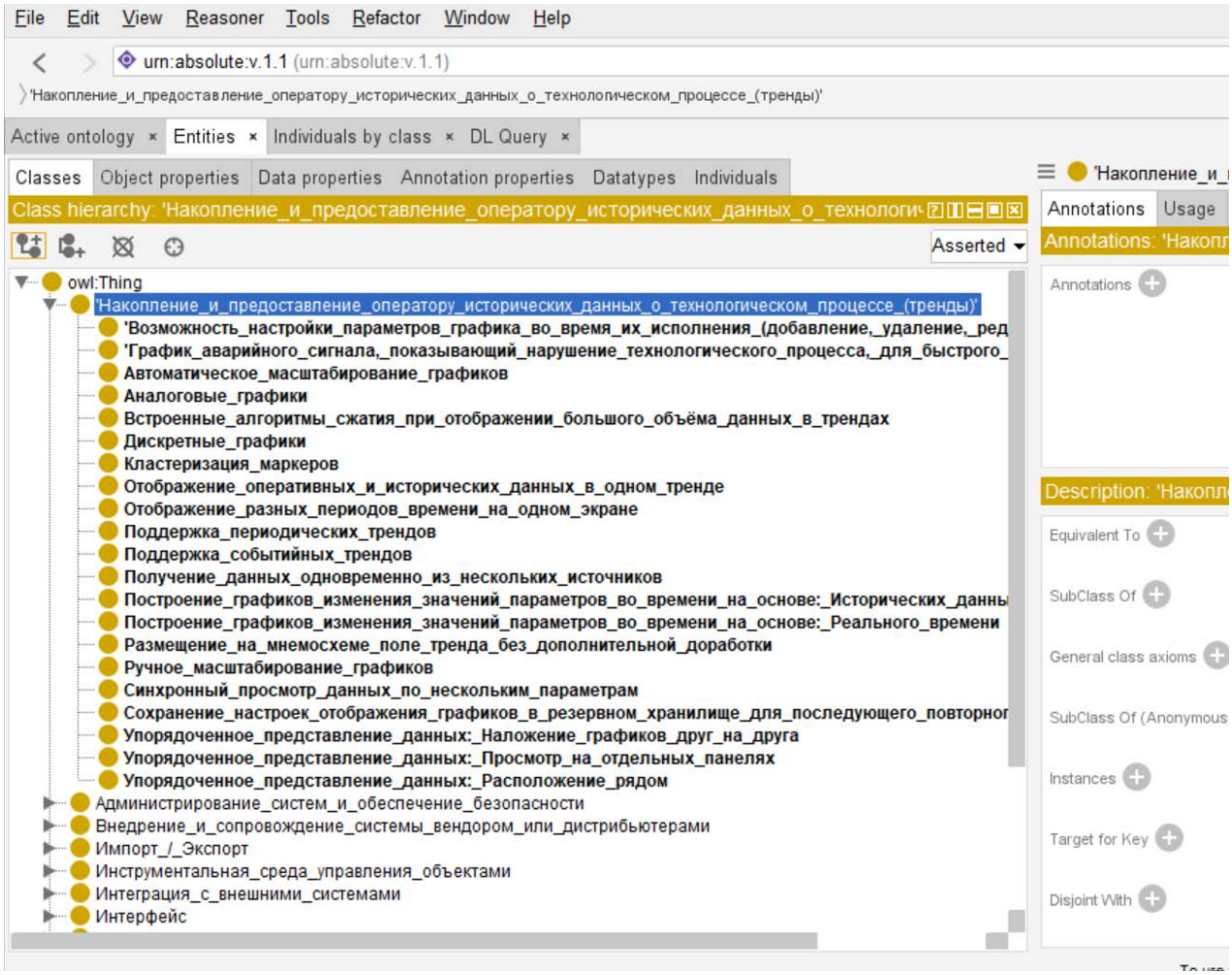
Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 32. Пример списка свойств



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Рисунок 33. Состав класса «Накопление и предоставление оператору...» как пример иерархического описания в онтологии



Источник: Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ по данным НЦМУ «Передовые цифровые технологии», 2024 г.

Проектирование и разработка онтологической модели состоит из шести этапов:

1. Определение области применения, на этом этапе определяется область применения онтологии.
2. Рассмотрение возможности повторного использования, важно рассмотреть существующие онтологические модели и проверить, можно ли ее адаптировать к предложению этого исследования.
3. Перечислить термины, на этом этапе рекомендуется перечислить все термины, относящиеся к предметной области создаваемой онтологии;
4. Определить классы и иерархии, на этом этапе выполняется классификация классов и подклассов.[148]
5. Определить свойства и ограничения; после установления иерархии классов необходимо создать отношения между классами.
6. Создание экземпляров – это последний этап процесса, когда в иерархии классов

создаются отдельные экземпляры.

Выполнение указанных этапов применительно к рассматриваемой задаче построения онтологии характеристик MES- и SCADA-систем состоит в следующем. Определение области применения (первый шаг) задано, проведенный обзор источников показал, что искомых онтологических моделей не обнаружено (второй шаг). Выполнение третьего и четвертого шага представлено в следующем разделе для характеристик SCADA-систем в качестве базового решения. Выполнение пятого и шестого шагов планируется на следующем этапе работы.

Оценка онтологии касается проверки ее функциональности, т. е. демонстрации ее непротиворечивости. Предложение оценивается с использованием механизма рассуждения «Pellet», который входит в инструментальную систему «Protege» и проверяет согласованность в: отношениях подклассов и классов, отношениях экземпляров с классами, связи экземпляров со свойством и классами. Такие возможности создают условия для разработки интеллектуальных систем работы с характеристиками MES- и SCADA-систем, основанных на формализации семантики данной предметной области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном исследовании были проанализированы различные аспекты развития рынка систем диспетчерского управления технологическими процессами и сбором данных (SCADA-систем).

Современные системы диспетчерского управления технологическими процессами и сбором данных (SCADA-системы, Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA) представляют собой инструменты для разработки или обеспечения работы в режиме реального времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления (например, производственном объекте).

В первой главе представлен анализ мирового и российского рынка, а именно емкость рынков и темпы роста, характеристики основных игроков и их доли на рынке. По данным компании Fortune Business Insights объем рынка SCADA-систем составил 39,32 млрд долл. за 2023 г., среднегодовой темп роста (CAGR) составит 8,2% в период 2024 – 2030 гг. На основе экспертной оценки объем российского рынка SCADA в 2023 г. составил 1,69 млрд долл., ожидаемый темп роста рынка (CAGR) составил 9% с 2023 г. по 2028 г.

Для мирового рынка подробно рассмотрены географические сегменты и факторы развития, такие как растущая интеграция Интернета вещей (IoT) и промышленных систем, внедрение строгих нормативных требований в отраслях промышленности, растущее внимание к кибербезопасности и пр.

Во второй главе особое внимание уделено технологическим тенденциям развития мирового и российского рынка: рассмотрены перспективные направления использования «сквозных» цифровых технологий в системах, рыночные кейсы, а также представлен обзор ключевых научных разработок в РФ по результатам интеллектуальной деятельности. К наиболее важным технологическим тенденциям, имеющим отношение к развитию средств управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) следует отнести развитие технологий искусственного интеллекта, а также виртуальной и дополненной реальности. Технологии искусственного интеллекта представляют собой линейное развитие промышленной автоматизации и находятся на стадии промышленного внедрения, особенно в странах АТР, рассматривающих внедрение ИИ в промышленности как приоритет государственной политики.

Третья глава посвящена анализу релизов обновлений функциональных возможностей зарубежных и российских систем в 2024 году с заключением о тенденциях и приоритетах развития зарубежных и отечественных систем в 2024 году. Для анализа были отобраны ведущие компании рынка, в числе которых Rockwell Automation, GE Vernova, ICONICS, Siemens, Schneider Electric (AVEVA), Trihedral Engineering, ABB, Schneider Electric и др.

Анализ инвестиций, сделок M&A и проектов кооперации в России и в мире представлен в четвертой главе. Подробно рассмотрены слияния и поглощения разработчиков систем в мире по состоянию на конец 2024 г., проекты кооперации российских разработчиков и планы по развитию систем в России.

Пятая глава рассматривает новые крупные проекты в области SCADA-систем в России и мире.

В шестой главе особое внимание уделено нормативно-правовому регулированию в России, в том

числе анализу государственных программ поддержки по НИРам и НИОКРам, применимым при развитии SCADA-систем. В седьмой главе представлены ключевые барьеры и проблемы развития анализируемых систем на российском рынке и необходимые действия для преодоления барьеров и решения выявленных проблем.

Наконец, восьмая глава посвящена анализу в соответствии с направлениями развития технологий, расширяющих возможности SCADA-систем, в 2024 г., а именно: представлен анализ средств интеграции подсистем на основе концепции микросервисной архитектуры; приведен анализ особенностей интеграции подсистем, реализующих задачи человеко-машинного интерфейса; разработаны и представлены предложения для достижения 6-го уровня готовности технологий, развиваемых в рамках научных исследований.

Таким образом, доклад формирует представление о развитии рынка систем диспетчерского управления технологическими процессами и сбором данных (SCADA-систем), в том числе о направлениях развития современных технологий, составляющих рассматриваемые системы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ РОССИЙСКИХ SCADA-СИСТЕМ

Таблица 20. Перечень российских SCADA-систем по данным Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
24077	ОИК «Систел». АРМ Телемеханика	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	23.09.2024 г.	ООО «Систел»	7710973670	2024666714	27.06.2024 г.
23895	ПО КСЭ «Аксон»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	06.09.2024 г.	ООО «Т8 НТЦ»	7743543384	0000000000	07.05.2024 г.
23866	Программа автоматизации технологических процессов (SCADA «7Б+»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	06.09.2024 г.	АО «УЭХК»	6629022962	2023665326	10.07.2023 г.
23416	«РТК-Атлас»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП,	25.07.2024 г.	АО «ЭНЕРГОРЕСУРС»; ООО «РТК-Энергобаланс»	7703501652; 7704356260	2023660098	17.05.2023 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		SCADA)					
23323	Специальное программное обеспечение «RU.БАЖК.02234-01»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства управления доступом к информационным ресурсам	25.07.2024 г.	АО «НИКИРЭТ»	5838015773	2022682998	30.11.2022 г.
23242	«SCADA-R». Программный модуль расчета и отображения топологической модели электрической сети	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Дополнительные программные модули (плагины)	15.07.2024 г.	АО «РАСУ»	7734358970	–	–
23046	«Tornado-N-SW-L»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Программы человеко-машинных интерфейсов на производстве (HMI)	28.06.2024 г.	ООО «Модульные Системы Торнадо»	5408005710	2023666991	09.08.2023 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
22929	«SCADA-R». Программный модуль для работы с геоинформационной системой	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Дополнительные программные модули (плагины)	14.06.2024 г.	АО «РАСУ»	7734358970	–	–
22907	«SCADA-R». Сервис обмена информационной моделью в соответствии с группой стандартов CIM (IEC 61970, IEC 61968)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Дополнительные программные модули (плагины)	14.06.2024 г.	АО «РАСУ»	7734358970	2023667860	21.08.2023 г.
22761	«OZNA SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	06.06.2024 г.	ООО «ОЗНА-Диджитал солюшнс»	0275056840	2024615827	13.03.2024 г.
22595	«СКАДИВЕБ» («SCADIWEB»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства аналитической	24.05.2024 г.	ООО «СКАДИ»	7720448060	2023685251	24.11.2023 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		обработки в реальном времени (OLAP)					
22554	Программное обеспечение для опроса устройств «Infolook.Polling» из состава Программно-аппаратного комплекса автоматизации и телемеханизации «ИНФОЛУК»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Драйверы; Средства мониторинга и управления	14.05.2024 г.	ООО «НГП ИНФОРМ»	0274187858	2014619146	21.02.2024 г.
22542	«СТДМ Мониторика»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	14.05.2024 г.	ООО «СМ ЦЕНТР РАЗРАБОТОК»	7734439250	2022668845	12.10.2022 г.
22536	Клиент МЭК 61850	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	14.05.2024 г.	ООО «СИСТЕЛ»	7710973670	2023681187	11.10.2023 г.
22448	«СКАДА-НЕВА»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Программное обеспечение для решения отраслевых задач в	14.05.2024 г.	ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ»	7804076130	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		области энергетики и нефтегазовой отрасли					
22405	Автоматизированная система управления технологическим оборудованием производства портландцемента с замкнутым циклом помола с промежуточной сепарацией измельченного продукта	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	14.05.2024 г.	ООО «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ»	2460121223	–	–
22140	«ПРОСТОР.ОИК»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	04.04.2024 г.	ООО «ПРОСТОР.ЛАБ»	9703029627	2023618827	02.05.2023 г.
21969	«ICSP.SCADA.ModelHistory»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	20.03.2024 г.	ООО «БОНА ФИДЕ ИНЖИНИРИНГ»	1650339240	2019666205	06.12.2019 г.
21896	«ICSP.SCADA.InterfaceUser»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	15.03.2024 г.	ООО «БОНА ФИДЕ ИНЖИНИРИНГ»	1650339240	2019666175	05.12.2019 г.
21629	«Система обработки багажа. Программный комплекс Reksoft SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	20.02.2024 г.	ООО «Рексофт»	7802020639	2023680604	03.10.2023 г.
21619	«SCADA АМАКС»	Средства	20.02.2024 г.	ООО «АМАКС	2130224862	2022682804	28.11.2022 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)		Автоматика»			
21436	«TOPAZ REPORTS»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	08.02.2024 г.	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЭНЕРГОСОФТ»	7704835256	–	–
21242	«SPA-WebSCADA-VisualServer»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	30.01.2024 г.	ООО «СПА»	7203307223	2019612708	26.02.2019 г.
21207	«ICSP.SCADA.InterfaceAlarms»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	30.01.2024 г.	ООО «БОНА ФИДЕ ИНЖИНИРИНГ»	1650339240	2019666018	04.12.2019 г.
21018	«IngortechSCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Серверное и	29.12.2023 г.	ООО «ИНГОРТЕХ»	6659026925	2012611572	12.12.2011 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		связующее программное обеспечение; Средства мониторинга и управления; Программное обеспечение для решения отраслевых задач в области добычи полезных ископаемых; Программное обеспечение для решения отраслевых задач в области энергетики и нефтегазовой отрасли					
20977	Базовый комплект встраиваемого программного обеспечения программно-аппаратного комплекса «АСУ- Т»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	29.12.2023 г.	ООО «СЭМ»	7805802803	2023681857	19.10.2023 г.
20778	ATECH SCADA АО «Атомтехэнерго»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	26.12.2023 г.	АО «Атомтехэнерго»	5029106714	2023680376	28.09.2023 г.
20612	Программа контроля и	Средства	14.12.2023 г.	ООО «ИННОФАРМ-	2540258400	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	управления системой беспочвенного культивирования с использованием промышленного программируемого логического контроллера	управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства поддержки принятия решений (DSS); Программное обеспечение для решения отраслевых задач в области сельского, лесного хозяйства, рыболовства		ДВ»			
20501	«ScadaTST»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	14.12.2023 г.	АО «ТСТ»	7811059350	2023668887	05.09.2023 г.
20320	Универсальная платформа для автоматизации и роботизации горнодобывающей, строительной и специальной техники, технологических процессов и управления персоналом «MINEMANAGER»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства автоматизированного управления техникой	27.11.2023 г.	ООО «РИТ АВТОМЕЙШЕН»	5403060428	2022617619	25.04.2022 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
20316	Программный комплекс «SCADA «ELEUM»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Программное обеспечение для решения отраслевых задач в области энергетики и нефтегазовой отрасли	27.11.2023 г.	ООО «РАДИУС АЙТИ»	6313554657	2023612256	01.02.2023 г.
20262	Технологическое программное обеспечение центрального контроллера устройства управления приводами лифтов серии ШК6000.	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	27.11.2023 г.	ООО «Электро-Импульс»	2128027017	2023664432	05.07.2023 г.
19718	«АйТи План: Маркировка» лекарственных препаратов в 1С для производителей	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства управления производственными процессами (MES)	01.11.2023 г.	ООО «АЙТИ ПЛАН»	7813227307	–	–
19440	«HORUS» – Универсальная система контроля дефектов	Средства управления	04.10.2023 г.	ООО «БТК»	7802886280	2023664931	10.07.2023 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	производственных линий с функционалом автоматического контроля дефектов продукции, сканирования кодов маркировки, управления производственной линией и визуализации результатов работы	технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Программы автоматизированного контроля качества (CAQ)					
19319	«Поток Альфа»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Программы человеко-машинных интерфейсов на производстве (HMI)	04.10.2023 г.	ООО «ЭКВИНТ»	5262135597	2023660647	23.05.2023 г.
19301	Среда исполнения программ на языках стандарта МЭК 61131-3 ELPLC-RUNTIME	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Встроенные прикладные программы; Программное обеспечение интернета вещей, робототехники и сенсорики	23.09.2023 г.	ПАО «ИНЭУМ ИМ. И.С. БРУКА»	7736005096	2023617466	10.04.2023 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
19246	Программный комплекс «ИНМАТЕК»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	23.09.2023 г.	АО «ИНТЕРМАТИК»	9725036152	2023664939	10.07.2023 г.
19129	«Станционный смотритель»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	18.09.2023 г.	ООО «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ»	7714985211	–	–
19100	«SmartMix»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	18.09.2023 г.	ООО «ГК ТЕНЗОТЕХСЕРВИС»	1658211820	2022619939	27.05.2022 г.
18991	«ICSP.SCADA.ControllerIO»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	18.09.2023 г.	ООО «БОНА ФИДЕ ИНЖИНИРИНГ»	1650339240	2019666514	11.12.2019 г.
18917	«А-Софт»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	05.09.2023 г.	ООО «БСС»	5260306800	2023619028	03.05.2023 г.
18675	«SibMir SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	22.08.2023 г.	ООО «МПС СОФТ»; ООО «СИБ МИР»	7733805552; 5404213959	–	–
18579	Программный комплекс	Средства	09.08.2023 г.	АО «НВТ-	7722009608	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	«САРГОН»	управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)		СИСТЕМЫ»			
18472	Базовое программное обеспечение для реализации функций комплексной автоматизированной системы диспетчерского управления («КАС ДУ»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	09.08.2023 г.	ФГБОУ ВО ПГУПС	7812009592	2022666398	31.08.2022 г.
18228	«Релематика МД»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	05.07.2023 г.	ООО «РЕЛЕМАТИКА-НКУ»	2130179803	2019666974	19.10.2022 г.
18199	Система разработки и выполнения проектов для автоматизированных систем управления технологическими процессами SCADA+	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	05.07.2023 г.	ООО «Скада плюс»	7714486491	2013614346	30.08.2022 г.
17961	«ICSP.SCADA.InterfaceStudio»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	13.06.2023 г.	ООО «БОНА ФИДЕ ИНЖИНИРИНГ»	1650339240	2019666019	04.12.2019 г.
17943	Программный комплекс «WebScadaMT»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	13.06.2023 г.	ООО «НТЦ «Механотроника»	7808022632	2019617707	19.06.2019 г.
17859	«Телеметрия»	Средства управления	06.06.2023 г.	ООО «АБС»	7716832517	2022684561	15.12.2022 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления					
17766	«Зонд2015»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства обработки Больших Данных (BigData)	29.05.2023 г.	ПАО «ГАЗПРОМ АВТОМАТИЗАЦИЯ»	7704028125	2022668483	07.10.2022 г.
17502	Программный комплекс «Автоматизированная система управления технологическими процессами «ЛАЦЕРТА»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Программное обеспечение интернета вещей, робототехники и сенсорики	02.05.2023 г.	ООО «ЛТА»	9724056597	2022660501	17.06.2022 г.
17407	ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПЕРСОНАЛА СО ВСТРОЕННЫМ ГРАФИЧЕСКИМ РЕДАКТОРОМ «GRED» (ПО	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства поддержки принятия	21.04.2023 г.	ООО «СИСТЕЛ»; ООО «СИСТЕЛ»	7708208506; 7710973670	2009611044	17.02.2009 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	«GRED»)	решений (DSS)					
17343	Программный комплекс «GanNet-SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	17.04.2023 г.	ООО «ВЫМПЕЛ ИНТЕХ»	9704170559	2023613154	13.02.2023 г.
17323	Программа контроля и управления крановой площадкой магистрального газопровода в системе телемеханики «СТН-3000-Р»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	17.04.2023 г.	Акционерное общество «Атлантик-ТрансгазСистема»	7723011060	2022613590	14.03.2022 г.
17322	Программа контроля, управления и регулирования системы автоматического управления газоизмерительной станцией «СТН-3000-Р»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	17.04.2023 г.	Акционерное общество «Атлантик-ТрансгазСистема»	7723011060	2022613589	14.03.2022 г.
17305	Программное обеспечение АСУ ТП управления турбокомпрессорными и нагнетательными агрегатами «Ю-Скат ВЕТРОЛ» (ВЕТРОЛ, VETROL)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA);	17.04.2023 г.	ЗАО «ТоксСофт-14»	7719636180	2022685830	28.12.2022 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		Информационные системы для решения специфических отраслевых задач; Средства автоматизированного управления техникой; Средства централизованного управления конечными устройствами					
17264	Прикладное программное обеспечение сервера управляющего вычислительного комплекса микропроцессорных систем управления железнодорожной автоматики и телемеханики («ПОС МПСУ ЖАТ»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства централизованного управления конечными устройствами	11.04.2023 г.	АО «Форатек АТ»	9701066888	2023614218	27.02.2023 г.
17262	Прикладное технологическое программное обеспечение управляющего вычислительного комплекса системы микропроцессорной централизации МПЦ-М3-Ф («ТПО МПЦ-М3-Ф»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства централизованного	11.04.2023 г.	АО «Форатек АТ»	9701066888	2023612964	09.02.2023 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		управления конечными устройствами					
17261	Прикладное программное обеспечение автоматизированного рабочего места электромеханика (АРМ ШН) микропроцессорных систем управления железнодорожной автоматики и телемеханики («МПСУ ЖАТ»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства централизованного управления конечными устройствами	11.04.2023 г.	АО «Форатек АТ»	9701066888	2023613466	15.02.2023 г.
17247	«WCA 2.0»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	11.04.2023 г.	ООО «КОМИТАС»	7743928345	–	–
17038	Программа контроля, управления и регулирования системы автоматического управления газораспределительной станцией «СТН-3000-Р»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	24.03.2023 г.	Акционерное общество «Атлантик-ТрансгазСистема»	7723011060	2022613182	01.03.2022 г.
17029	Программное средство разработки и отображения видеокадров «VDesk»	Средства управления технологическими	24.03.2023 г.	АО «НИКИЭТ»	7708698473	2021681837	27.12.2021 г

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		процессами (АСУ ТП, SCADA)					
16984	Программа контроля и управления кустом газовых скважин в системе телемеханики «СТН-3000-Р»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	21.03.2023 г.	Акционерное общество «Атлантик-ТрансгазСистема»	7723011060	2022614579	23.03.2022 г.
16958	«Quantum SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	21.03.2023 г.	ООО «АРКВАНТУМ»	3702270814	2022668477	06.10.2022 г.
16862	«Диполь СПУТНИК»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	06.03.2023 г.	АО «ДИПОЛЬ ТЕХНОЛОГИИ»	7814536770	2021663891	25.08.2021 г.
16828	«GeoSCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	01.03.2023 г.	ООО «ТАВРИДА ЭЛЕКТРИК»	7714418269	–	–
16789	Цифровая платформа	Средства	01.03.2023 г.	ООО «РТК	9719006061	2022661301	20.06.2022 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	производственного предприятия для оптимизации производственных процессов с системой аналитики на базе цифровых технологий	управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)		Автоматика»			
16736	СКР «Скорпион»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	20.02.2023 г.	ООО «ИнДрайв»	9731066109	2020617741	08.04.2024 г.
16623	ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ «МОНИТОР РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СИСТЕМЫ СБОРА И ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕЛЕИНФОРМАЦИИ (МОНИТОР РВ)»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Серверное и связующее программное обеспечение; Средства мониторинга и управления	13.02.2023 г.	ООО «СИСТЕЛ»; ООО «СИСТЕЛ»	7710973670; 7708208506	2009614844	07.09.2009 г.
16533	Мониторинг состояния объектов инфраструктуры и систем водоснабжения города на основе гидродинамических	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП,	03.02.2023 г.	ООО «РТК Автоматика»	9719006061	2022661302	20.06.2022 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	характеристик	SCADA)					
16477	Программный универсальный модульный контроллер для автоматизации технологических процессов «SHS UMCA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач; Средства централизованного управления конечными устройствами	03.02.2023 г.	ООО «АРТЭКС»	5031113123	2017661528	16.10.2017 г.
16452	Комплекс инструментальных средств настройки и администрирования программно-технических комплексов («СПРУТ!»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	03.02.2023 г.	АО «НИКИЭТ»	7708698473	2021681281	20.12.2021 г.
16325	Программа для мониторинга и управления комплекса систем наружного освещения и диспетчеризации «ИнкортисSCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и	23.01.2023 г.	ООО «АЙТИ ЭЛЕКТРОНИКС»	7730259224	2020667196	21.12.2020 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач; Средства усовершенствованного управления технологическими процессами (APC, RTO)					
16261	«PromUC»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Серверное и связующее программное обеспечение; Средства управления базами данных; Средства мониторинга и управления; Средства управления бизнес-процессами (BPM);	16.01.2023 г.	ООО «ПРОТЕЙ СМ»	7813656930	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		Средства управления производственными процессами (MES); Средства управления эффективностью предприятия (CPM/EPM)					
16245	«Redkit SCADA 2.0»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	16.01.2023 г.	ООО «Редкит Лаб»	6658542638	2022666748	06.09.2022 г.
16177	«Мега.Веб»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Программное обеспечение интернета вещей, робототехники и сенсорики; Средства автоматизированного управления техникой	30.12.2022 г.	ООО «НПП «Авиатрон»	0278101474	-	–
15948	«Eksis Visual Lab»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП,	13.12.2022 г.	АО «ЭКСИС»	7735125545	2012617855	30.08.2012 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		SCADA)					
15886	«ПК AstraRegul»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	09.12.2022 г.	ООО «РЕГЛАБ»	6658551752	–	–
15775	«Аскан: Мониторинг транспорта»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	05.12.2022 г.	ООО «Аскан»	5402016514	2021613299	05.03.2021 г.
15542	Программная платформа для автоматизации технологических процессов «eOctopus»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач; Средства централизованного	16.11.2022 г.	ООО «АРТЭКС»	5031113123	2017661531	16.10.2017 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		управления конечными устройствами					
15525	«СКАДИ»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	16.11.2022 г.	ООО «СКАДИ»	7720448060	2021681559	04.04.2022 г.
15495	OPC-сервер протоколов «MODBUS»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Программное обеспечение для автоматизации зданий и управления обслуживанием объектов (BAS, BMS, FM)	08.11.2022 г.	ООО «СИН-ТЕХНОЛОГИИ»	5835065832	2022610416	12.01.2022 г.
15094	Программный комплекс «КВАНТ-ЧЭАЗ»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для	07.10.2022 г.	АО «ЧЭАЗ»	2128000600	2022663766	19.07.2022 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		решения специфических отраслевых задач					
15074	«Вибродизайнер-SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	03.10.2022	ООО «ТД «Технекон»	7701336185	2016613211	21.03.2016 г.
15057	Программное обеспечение серверной и клиентской частей интеллектуальной системы «ЛиманИСУ-Монитор»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	03.10.2022 г.	ООО «Лиман-трейд»	7811438750	–	–
15034	Технологическая платформа «IconaFM»	Средства управления	30.09.2022 г.	АО «Технотранс»	9725009208	2021665861	22.09.2021 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства управления бизнес-процессами (BPM)					
14992	«SuperSCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	26.09.2022 г.	ООО «РТК Автоматика»	9719006061	2021669075	10.05.2023 г.
14974	«Labsys Monitor»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	26.09.2022 г.	ООО «Лабсис»	7449029262	2020617769	15.07.2020 г.
14926	Программа «Круиз СКУ» систем контроля и управления	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	16.09.2022 г.	ООО «ИФ СНИИП АТОМ»	7734010125	2022663122	12.07.2022 г.
14920	Программная платформа для создания компьютерного тренажерного комплекса АСУ ТП	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA);	12.09.2022 г.	ООО фирма «Пластик Энтерпрайз»	6150000995	2022613374	14.03.2022 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		Информационные системы для решения специфических отраслевых задач					
14442	«MasterOPC»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	08.08.2022 г.	ООО «МПС СОФТ»	7733805552	2012619442	18.10.2012 г.
14381	Программное обеспечение «SolarOil»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	03.08.2022 г.	Общество с ограниченной ответственностью «ТЕЛЕКОМ-ОЙЛ»	5981009280	2021664998	16.09.2021 г.
14320	Программный комплекс «ИНКОНТ» (ПК «ИНКОНТ»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	26.07.2022 г.	ООО «ИНКОНТРОЛ»	7725401700	–	–
14114	«WeldingPro»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	01.07.2022 г.	ООО «Руна»	9705061760	2020662672	16.10.2020 г.
13907	«MasterSCADA 4D»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	14.06.2022 г.	ООО «МПС СОФТ»	7733805552	2020615823	29.04.2020 г.
13866	Программный комплекс	Средства	07.06.2022 г.	ООО «Инфтех»	7709346322	2020660903	15.09.2020 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	«ДатаПлатПроизводство Добыча»	управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)					
13792	«Alpha.Platform»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	01.06.2022 г.	АО «Атомик Софт»	7017373532	РД0178486	06.08.2015 г
13791	«Alpha.SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	01.06.2022 г.	АО «Атомик Софт»	7017373532	РД0178486	06.08.2015 г.
13790	«Alpha.One+»	Средства	01.06.2022 г.	АО «Атомик Софт»	7017373532	РД0178486	06.08.2015 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач					
13789	«Alpha.One»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	01.06.2022 г.	АО «Атомик Софт»	7017373532	РД0178486	06.08.2015 г.
13616	«TeslaSCADA2»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства	20.05.2022 г.	ООО «Тесла»	7327057671	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		мониторинга и управления					
13615	«СНК-АЗС» – программа для автоматизации технологических процессов на авто\газозаправочных станциях	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	20.05.2022 г.	ООО «СИБНЕФТЕКАРТ»	7017426216	2022616071	05.04.2022 г.
13501	Автоматизированная система диспетчерского управления «ПУЛЬС» (АСДУ «ПУЛЬС»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	11.05.2022 г.	ООО «Анлим-Софт»	8601065254	2022612668	28.02.2022 г.
13486	«IntraSCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	11.05.2022 г.	ООО «Интра»	2127323292	–	–
13473	Система мониторинга производственного оборудования «ТАП»	Средства управления технологическими	11.05.2022 г.	ООО «ТАП»	1840102257	2022610912	18.01.2022 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач					
13414	Человеко-машинный интерфейс «ПАК ВЭУ»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	29.04.2022 г.	АО «НоваВинд»	9701087623	2021681218	20.12.2021 г.
13413	Программное обеспечение для модуля «Profibus v0.2»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	29.04.2022 г.	АО «НоваВинд»	9701087623	2021680313	20.12.2021 г.
13412	Программный модуль для программного обеспечения «SCADA NPT Expert» – программное обеспечение Станционного Контроллера Связи и Управления»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	29.04.2022 г.	АО «НоваВинд»	9701087623	2021681219	20.12.2021 г.
13255	Система управления автоматической линией подготовки поверхности и нанесения покрытия, модель ЛХА: механизированной линией	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA);	11.04.2022 г.	ООО «СЦ «Казанский Гипрониавиапром»	1661037139	-	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	межоперационного обезжиривания и удаления теплозащитного покрытия	Средства мониторинга и управления					
13050	ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «АРМ АСДУ-Э SCADA МИР»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач; Средства автоматизированного управления техникой	21.03.2022 г.	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «МИР»	5528012370	2008612255	06.05.2008 г.
12926	Программное обеспечение для распределенных технологических систем автоматизации лицензированное («ПО ПОРТАЛ»)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	25.02.2022 г.	АО «РАСУ»	7734358970	2008613461	21.07.2008 г.
12207	Система «НТИ-SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства усовершенствованного управления технологическими	03.12.2021 г.	ООО «НТИ»	7801303923	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		процессами (APC, RTO)					
12170	Программный комплекс «OWL SCADA 3.0»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	30.11.2021 г.	АО «Концерн «Калашников»	1832090230	2021614491	25.03.2021 г.
12135	Цифровая платформа «StreamDat» (СтримДат)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства обработки Больших Данных (BigData)	22.11.2021 г.	ООО НПФ «КРУГ»	5837003278	2021612820	25.02.2021 г.
12072	Автоматизированное рабочее место оператора SCADA-системы LanMon «АРМ LanMon»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	22.11.2021 г.	ООО «МНПП Сатурн»	7722065352	2006611209	06.04.2006 г.
11987	«КонтролстарПГИ»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	29.10.2021 г.	ООО «ГТС»	7703451715	2021619001	03.06.2021 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
11771	«МТД.Маркировка»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства управления производственными процессами (MES)	18.10.2021 г.	ООО «МЕДТЕХ ТД»	7731340750	2020665213	24.11.2020 г.
11682	«Автотехнолог+Соль»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	28.09.2021 г.	ООО «ЦОНИК ИМ.И.М.ГУБКИНА»	7722547998	2011613348	28.04.2011
11438	«ПРОГРЕСС-Контроль»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства усовершенствованного управления технологическими процессами (APC, RTO)	20.09.2021 г.	ООО «ПРОГРЕСС»	9704006206	–	–
11422	Платформа «ГАУС»	Средства	06.09.2021 г.	ООО	1660317101	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Программное обеспечение интернета вещей, робототехники и сенсорики		«КОМПЛЕКСНЫЕ ИНФОСИСТЕМЫ»			
11339	«ПРОГРЕСС-Основа»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	25.08.2021 г.	ООО «ПРОГРЕСС»	9704006206	–	–
11117	SCADA система «Sonica»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	20.07.2021 г.	ООО «АВМ-Энерго»	7722785400	2014615480	27.05.2014 г.
11019	«СОНМ» – Система объективного непрерывного мониторинга	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	09.07.2021 г.	ООО «РГТ»	9709014842	2020667443	23.12.2020 г.
11016	Программная платформа «KSE»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП,	09.07.2021 г.	ООО «К-СОФТ ИНЖИНИРИНГ»	7801296835	2016616059	19.04.2019 г.

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		SCADA)					
10626	«Автоматизированная Система Поштучного Учета»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства управления производственными процессами (MES)	27.05.2021 г.	ООО «ВЕКАС»	7733306338	–	–
10395	«TOPAZ MODEL CREATOR»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	21.04.2021 г.	ООО «ЭНЕРГОСОФТ»	7704835256	–	–
10273	Программный комплекс «Система управления технологическими процессами «МАИС»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач; Средства	21.04.2021 г.	ЗАО «НТЦ «ЛИДЕР»	7422003700	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		автоматизированного управления техникой; Средства управления производственными процессами (MES); Средства централизованного управления конечными устройствами					
10099	«TOPAZ TMLoader»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	02.04.2021 г.	ООО «ЭНЕРГОСОФТ»	7704835256	–	–
10098	«TOPAZ TMConfig»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических	02.04.2021 г.	ООО «ЭНЕРГОСОФТ»	7704835256	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		отраслевых задач					
10097	«TOPAZ TMBuilder»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	02.04.2021 г.	ООО «ЭНЕРГОСОФТ»	7704835256	–	–
9588	Программный комплекс «ЭНЕРГОМИР»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач; Средства автоматизированного управления техникой	04.03.2021 г.	ООО «НПО «МИР»	5528012370	–	–
8377	«Conveyor control system»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	30.12.2020 г.	ООО «ФОТОМЕХАНИКА»	7838457670	–	–
7701	Система управления и сбора	Средства	14.12.2020 г.	ООО «НОВЫЕ	7806402269	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	данных «SCADA NPT Compact»	управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)		ПРОГРАММНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»			
7670	Комплекс программ «EKRASCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	14.12.2020 г.	ООО НПП «ЭКРА»	2126001172	–	–
7129	Программный комплекс «EISCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	03.11.2020 г.	ЗАО «НПП «ЭИС»	6662094019	–	–
6802	Программный комплекс диспетчерской централизации «СЕТУНЬ» 2.0	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	09.06.2020 г.	ООО «СЕТУНЬ»	7702824234	–	–
6788	Программный комплекс SCADA – «Текон 3.0»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства математического и имитационного моделирования	09.06.2020 г.	АО «ТЕКОНГРУП»	7726302653	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
6725	«SCADA Sytrack»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	09.06.2020 г.	ООО «КОМПАНИЯ ДЭП»	7706691024	–	–
6353	«АСОКУ»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Средства усовершенствованного управления технологическими процессами (APC, RTO)	07.04.2020 г.	ООО НВФ «СМС»	6315506610	–	–
6324	«Advanced Phasor Data Concentrator»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	07.04.2020 г.	ООО «АП СОФТ»	6685044913	–	–
5831	«КОТМИ-14»	Средства управления	20.09.2019 г.	ООО «ДЕЦИМА»	7735021120	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)					
5677	«СМС-КОМКОН»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Драйверы; Библиотеки подпрограмм (SDK); Средства автоматизированного управления техникой	26.07.2019 г.	АО «СМС-АВТОМАТИЗАЦИЯ»	6312095785	–	–
5671	«Integrity SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	26.07.2019 г.	АО «ЭЛЕСИ»	7021004633	–	–
5650	Программный комплекс «Rapid SCADA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Встроенные прикладные программы; Программное обеспечение интернета вещей,	26.07.2019 г.	ООО «РАПИД СОФТВЭА»	3664215739	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		робототехники и сенсорики; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач					
5528	«WebDisCo»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	24.06.2019 г.	ООО «ФИОРД-ПРО»	7801382386	–	–
4362	«Меркурий-Энергоучет»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Серверное и связующее программное обеспечение	29.03.2018 г.	АО «ЭНЕРГОРЕСУРС»	7703501652	116339	02.10.2017
4349	SCADA-система «ЭНТЕК»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Серверное и связующее программное обеспечение	29.03.2018 г.	АО «ЭНЕРГОРЕСУРС»	7703501652	114764	25.09.2017
4345	«Simple-Scada»	Средства	29.03.2018 г.	Палиев Сергей	235701245740;	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)		Сергеевич; Палиев Борис Сергеевич	235702135845		
4181	Программа архивации данных технологического процесса «Fins Logger»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	11.12.2017 г.	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РАКУРС-ИНЖИНИРИНГ»	7805446129	–	–
4094	Программа маршрутизации и преобразования промышленных протоколов «Fins Router»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	11.12.2017 г.	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РАКУРС-ИНЖИНИРИНГ»	7805446129	–	–
4093	Среда разработки пользовательского интерфейса «RSP»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	11.12.2017 г.	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РАКУРС-ИНЖИНИРИНГ»	7805446129	–	–
3930	«ОИК Диспетчер НТ»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	16.08.2017 г.	ООО «НТК ИНТЕРФЕЙС»	6658011059	2009613403	29.06.2009 г.
3916	«Телемеханика ЛАЙТ»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	16.08.2017 г.	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ	7722127111	–	–
3864	«SCADA DataRate»	Средства управления	16.08.2017 г.	ООО «ЭНЕРГОКРУГ	5835118403	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)					
3794	Система автоматизированного проектирования «SCADA Studio»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства автоматизированного проектирования (CAD)	16.08.2017 г.	ООО «НОВЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	7806402269	–	–
3736	SCADA «EISA»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления	23.07.2017 г.	ООО СКБ ПСИС	2129003869	–	–
3640	«SCADA NPT Expert»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	28.06.2017 г.	ООО «НОВЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	7806402269	–	–
3409	«СТН-3000». Программа контроля и управления крановой площадкой магистрального газопровода	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Информационные	03.05.2017 г.	АО «Атлантик-ТрансгазСистема», АО «АТГС»	7723011060	2013661482	09.12.2013

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		системы для решения специфических отраслевых задач					
3359	Программный комплекс для создания диспетчерских, информационно-управляющих систем реального времени «КОТМИ-2010»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	03.05.2017 г.	ООО «ЭНИ»	5012051496	–	–
2902	Инструментальное программное обеспечение устройства релейной защиты и автоматики серии «ТЕКОН 300»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства математического и имитационного моделирования; Средства поддержки принятия решений (DSS)	14.03.2017 г.	АО «ТЕКОНГРУП»	7726302653	–	–
2795	Фирменное программное обеспечение программно-	Средства управления	10.02.2017 г.	АО «НИИТЕПЛОПРИБОР»	7717546420	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
	технического комплекса «Квинт 7» (ПО ПТК Квинт 7)	технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)					
2794	Программное обеспечение программно-технического комплекса «Квинт СИ» (ПО ПТК Квинт СИ)	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	10.02.2017 г.	АО «НИИТЕПЛОПРИБОР»	7717546420	–	–
2605	«TeconOPC»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства хранения данных; Серверное и связующее программное обеспечение	10.02.2017 г.	АО «ТЕКОНГРУП»	7726302653	–	–
2603	SCADA-система «Текон»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Средства подготовки исполнимого кода; Среды	10.02.2017 г.	ООО «ТЕКОНАВТОМАТИКА	3702549220	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		разработки, тестирования и отладки; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач; Средства математического и имитационного моделирования					
2186	«AggreGate SCADA/HMI»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Программное обеспечение интернета вещей, робототехники и сенсорики; Средства мониторинга и управления; Среды разработки, тестирования и отладки; Программы человеко-машинных интерфейсов на	08.11.2016 г.	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ОБЪЕДИНЕНИЕ АГРЕГЕЙТ»	6950166982	–	–

Регистрационный номер	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	Наименование (ФИО) правообладателя	Идентификационный номер (ИНН)	Номер гос. регистрации	Дата гос. регистрации
		производстве (HMI)					
1187	«Альфа платформа»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA); Средства мониторинга и управления; Информационные системы для решения специфических отраслевых задач	05.09.2016 г.	АО «Атомик Софт»	7017373532	–	–
541	SCADA «КРУГ-2000»	Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA)	29.04.2016 г.	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «КРУГ»	5837003278	–	–

ГЛОССАРИЙ

Технологическое лидерство – технологическая независимость Российской Федерации, выражающаяся в разработке отечественных технологий и создании продукции с использованием таких технологий с сохранением национального контроля над критическими и сквозными технологиями на основе собственных линий разработки технологий в целях экспорта конкурентоспособной высокотехнологичной продукции и (или) замещения ею на внутреннем рынке продукции, создаваемой на базе устаревших и (или) иностранных технологий, а также превосходство таких технологий и продукции над зарубежными аналогами (*Федеральный закон Российской Федерации «О технологической политике в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (от 12 декабря 2024 г.)*

Технологический суверенитет – наличие в стране (под национальным контролем) критических и сквозных технологий собственных линий разработки и условий производства продукции на их основе, обеспечивающих устойчивую возможность государства и общества достигать собственные национальные цели развития и реализовывать национальные интересы. Технологический суверенитет обеспечивается в 2 основных формах - исследования, разработка и внедрение критических и сквозных технологий (по установленному перечню) и производство высокотехнологичной продукции, основанного на указанных технологиях. Технологический суверенитет обеспечивается в том числе с опорой на устойчивое международное научно-техническое сотрудничество с дружественными странами *(«Концепция технологического развития на период до 2030 года», утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 года № 1315-р)*

Цифровой двойник (DT) – Цифровой двойник изделия – система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями (*в соответствии с ГОСТ Р 57700.37-2021 Компьютерные модели и моделирование «Цифровые двойники изделий»*).

Примечания:
1. Цифровой двойник разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия.

2. При создании и применении цифрового двойника изделия участникам процессов жизненного цикла (по ГОСТ Р 56135) рекомендуется применять программно-технологическую платформу цифровых двойников.

Цифровая модель изделия – система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделия,

описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях жизненного цикла, для которой на основании результатов цифровых и (или) иных испытаний по ГОСТ 16504 выполнена оценка соответствия предъявляемым к изделию требованиям.

Для разработки цифрового двойника изделия создается многоуровневая система требований, которая позволяет проверять соответствие значений показателей, необходимых для удовлетворения требований к изделию, установленным диапазонам значений, а также анализировать их взаимное влияние. Достижение целевых показателей и (или) удовлетворение ресурсным ограничениям многоуровневой системы требований обеспечивается за счет проведения цифровых (виртуальных) испытаний изделия, его составных частей и материалов.

Для создания цифровых моделей и (или) цифровых двойников, проведения цифровых (виртуальных) испытаний, применения результатов математического и компьютерного моделирования и организации совместной работы по созданию цифрового двойника изделия рекомендуется применять программно-технологическую платформу цифровых двойников.

Системы автоматизации инженерных расчетов (система инженерного анализа) (CAE) – Программные системы, позволяющие на основе математических моделей разных классов и уровней сложности (в самых общих случаях, описываемых нестационарными нелинейными уравнениями в частных производных) исследовать поведение материалов, физико-механических и технологических процессов, машин и конструкций на разных эксплуатационных режимах и в разных условиях эксплуатации с учетом внешних воздействий.

Средства автоматизированного проектирования (САПР) (CAD) – Система автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического моделирования и параметрического проектирования, позволяющая создавать чертежи, оформлять конструкторскую и технологическую документацию.

См. также MCAD 2D, MCAD 3D.

Системы управления процессами и данными компьютерного моделирования (SPDM) – Среда (платформа), которая позволяет эффективно управлять конфигурацией данных моделирования, оптимизировать процессы, осуществлять совместную работу глобально распределенных команд, обеспечивать прозрачность и прослеживаемость и принимать решения по оптимизации продукта/изделия.

Такие системы связывают входные и выходные данные программ препроцессинга, систем конечно-элементного анализа и программ обработки результатов вычислений (постпроцессинга), повышая степень автоматизации, обеспечивая прослеживаемость цифровых испытаний и улучшая процесс математического и компьютерного моделирования.

		SPDM-системы позволяют обеспечить прозрачность и контролируемость процесса разработки, принятие обоснованных решений; упрощают работу с результатами цифровых испытаний, включая цифровые испытания на цифровых испытательных стендах и полигонах, а также формирование отчетов.
Системы управления жизненным циклом изделия (PLM)	–	Программное обеспечение для управления жизненным циклом продукции, позволяющее реализовать стратегический подход к ведению бизнеса, который использует набор совместимых технических решений для поддержки общего (коллаборативного) представления информации о продукте в процессе его создания, реализации и эксплуатации, в среде расширенного предприятия – начиная от концепции создания продукта и заканчивая его утилизацией – при интеграции людских ресурсов, процессов и информации.
Системы управления производством (MES)	–	Система управления производственной деятельностью и ее оптимизации, которая в режиме реального времени планирует, инициирует, отслеживает, оптимизирует, документирует производственные процессы от начала выполнения заказа до выпуска готовой продукции.
Автоматизированные системы диспетчерского управления технологическими процессами и сбора данных (АСУ ТП) (SCADA)	–	Инструменты для разработки или обеспечения работы в режиме реального времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления (например, производственном объекте).
Средства виртуальной реальности (VR)	–	Комплексная технология, позволяющая погрузить человека в иммерсивный виртуальный мир при использовании специализированных устройств (очков и шлемов виртуальной реальности).
Средства дополненной реальности (AR)	–	Технология, позволяющая интегрировать информацию с объектами реального мира в форме текста, компьютерной графики, аудио- и иных представлений в режиме реального времени.
Технология машинного обучения (ML)	–	Программное обеспечение для реализации алгоритмов машинного обучения, внедряемое в целях повышения производительности при выполнении некоторого набора задач. Обучение осуществляется путем анализа применения решений множества сходных задач.
Технологии распределенного реестра (ТРР)	–	Распределенный реестр (distributed ledger) – реестр, который совместно используется набором нод (узлами сети или DLT-нод) и синхронизируется между данными узлами сети с использованием механизма консенсуса.

Примечание: распределенный реестр спроектирован так, чтобы: (1) быть защищенным от несанкционированного доступа; (2) быть доступным только для добавления (записей); (3) быть неизменяемым (англ. immutable), содержащим подтвержденные и проверенные транзакции.

Технология распределенного реестра (distributed ledger technology, сокр. DLT) – технология, позволяющая использовать распределенные реестры и управлять ими.

Блокчейн, или блокчейны (blockchain/blockchains) – распределенный реестр с подтвержденными блоками, организованными в последовательную цепочку (блоков), созданный с использованием криптографических связей.

Системы математического моделирования (ММ) – Системы, обеспечивающие процесс математического моделирования как процесс исследования каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения, применения и изучения их математических моделей.

Математическая модель – модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде математических символов и выражений.

Примечание: процесс математического моделирования можно разделить на пять этапов: первый – формулирование законов, связывающих основные объекты модели; второй – исследование математических задач, к которым приводит математическая модель; третий – верификация модели; четвертый – валидация модели; пятый – последующий анализ модели в связи с накоплением данных об изучаемых явлениях и модернизация модели.

Системы управления данными об изделии (PDM) – Программное обеспечение, позволяющее управлять данными об изделии, включая сохранение данных об изделии в базах данных (прежде всего инженерных данных, таких как CAD-модели и чертежи, цифровые макеты (DMU), спецификации материалов (BOM) и др.). Метаданные содержат информацию о создателе файла и текущем статусе соответствующего компонента. Система PDM позволяет организовать совместный доступ к этим данным, обеспечивая их постоянную целостность, вносить необходимые изменения во все версии изделия, модифицировать спецификацию материалов, помогать конфигурировать варианты изделия. Система PDM в качестве интегрирующей подсистемы используется на протяжении всего жизненного цикла изделия в рамках концепции управления этим циклом (PLM). PDM-системы позволяют одновременно работать с инженерными данными, полученными от систем CAD, CAE, CAM и иных.

Автоматизированные системы диспетчерского – Инструменты для разработки или обеспечения работы в режиме реального времени систем сбора, обработки, отображения и

управления технологическими процессами и сбора данных (АСУ ТП) (SCADA)		архивирования информации об объекте мониторинга или управления (например, производственном объекте).
Универсальные машиностроительные двумерные средства автоматизированного проектирования для создания чертежей (MCAD 2D)	–	Машиностроительные системы автоматизированного проектирования (САПР), применяемые в машиностроении (авиастроении, автомобилестроении, двигателестроении, энергомашиностроении, судостроении и пр.), производстве товаров народного потребления. Включают в себя разработку деталей, сборок и механизмов с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, средства автоматизированного проектирования двумерных объектов.
Универсальные машиностроительные двумерные средства автоматизированного проектирования для создания чертежей (MCAD 3D)	–	Машиностроительные системы автоматизированного проектирования (САПР), применяемые в машиностроении (авиастроении, автомобилестроении, двигателестроении, энергомашиностроении, судостроении и пр.), производстве товаров народного потребления. Включают в себя разработку деталей, сборок и механизмов с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного и объемного моделирования, средства автоматизированного проектирования трехмерных объектов.
Системы (платформы) промышленного интернета вещей (IIoT Platform)	–	Программное средство, обеспечивающее создание и управление сетями подключенных промышленных (производственных) объектов, оснащенных технологиями взаимодействия друг с другом и с окружающей средой, со встроенными датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными через компьютерную сеть, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. The History and Future of SCADA. – URL: https://www.racoman.com/blog/history-and-future-of-scada?srsltid=AfmBOorcHCpx-tNW-X62GJweJmfxvzdRLQ555sLlmcrkouL609sZ5cgo (дата обращения: 22.11.2024)
2. History of SCADA // SCADA Info. – URL: https://www.scadainfo.com/history-of-scada/ (дата обращения: 22.11.2024)
3. What is SCADA? Supervisory Control and Data Acquisition // Inductive Automation. – URL: http://inductiveautomation.com/resources/article/what-is-scada (дата обращения: 12.12.2024)
4. SCADA Market Size, Share, Trends | Forecast Report [2032]. – URL: https://www.fortunebusinessinsights.com/scada-market-102433 (дата обращения: 25.11.2024)
5. Top SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) Companies. – URL: https://www.imarcgroup.com/top-supervisory-control-and-data-acquisition-companies (дата обращения: 25.11.2024)
6. SCADA Market Share | Trends, Top Leaders | Forecast 2032. – URL: https://www.imarcgroup.com/scada-market (дата обращения: 25.11.2024)
7. SCADA Market -Global Industry Analysis and Forecast (2024-2030). – URL: https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-scada-market/27135/ (дата обращения: 25.11.2024)
8. Hitachi (6501.T) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/hitachi/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)
9. Акции Hitachi (6501) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/hitachi,-ltd. (дата обращения: 25.11.2024)
10. Акции Siemens (SIEGn) — Investing.com // Investing.com Россия – 22.11.2024. – URL: https://ru.investing.com/equities/siemens (дата обращения: 25.11.2024)
11. Siemens (SIE.DE) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/siemens/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)
12. General Electric (GE) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/general-electric/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)
13. Доходы Дженерал Электрик (GE) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/general-electric-income-statement (дата обращения: 25.11.2024)
14. Акции GE Aerospace (GE) — Investing.com // Investing.com Россия – 22.11.2024. – URL: https://ru.investing.com/equities/general-electric (дата обращения: 25.11.2024)
15. Honeywell (HON) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/honeywell/revenue/

(дата обращения: 25.11.2024)

16. Доходы Honeywell (HON) — Investing.com // Investing.com Россия – 22.11.2024. – URL: https://ru.investing.com/equities/honeywell-intl-income-statement (дата обращения: 25.11.2024)
17. Акции Honeywell (HON) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/honeywell-intl (дата обращения: 25.11.2024)
18. Q4 2023 results | ABB // News – 1.02.2024. – URL: https://new.abb.com/news/detail/112166/q4-2023-results (дата обращения: 25.11.2024)
19. Акции ABB (ABBN) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/abb-ltd (дата обращения: 25.11.2024)
20. ABB (ABBN.SW) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/abb/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)
21. release-fy-results-2023.pdf. – URL: https://www.se.com/ww/en/assets/564/document/453165/release-fy-results-2023.pdf (дата обращения: 24.11.2024)
22. Акции Schneider Electric (SCHN) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/schneider-electr (дата обращения: 25.11.2024)
23. Schneider Electric (SU.PA) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/schneider-electric/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)
24. JFE Holdings (5411.T) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/jfe-holdings/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)
25. Акции JFE Holdings, Inc. (5411) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/jfe-holdings,-inc. (дата обращения: 25.11.2024)
26. Доходы Mitsubishi Electric Corp (6503) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/mitsubishi-electric-corp.-income-statement (дата обращения: 25.11.2024)
27. Mitsubishi Electric (6503.T) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/mitsubishi-electric/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)
28. Акции Mitsubishi Electric (6503) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/mitsubishi-electric-corp. (дата обращения: 25.11.2024)
29. Emerson Electric Company — Анализ выручки — NYSE:EMR // TradingView. – URL: https://ru.tradingview.com/symbols/NYSE-EMR/financials-revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)
30. Акции Emerson (EMR) — Investing.com // Investing.com Россия – 22.11.2024. – URL: https://ru.investing.com/equities/emerson-elec (дата обращения: 25.11.2024)
31. Акции Rockwell Automation (ROK) — Investing.com // Investing.com Россия – 22.11.2024. – URL: https://ru.investing.com/equities/rockwell-automat (дата обращения: 25.11.2024)

32. Rockwell Automation (ROK) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/rockwell-automation/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)

33. Omron (6645.T) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/omron/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)

34. Акции Omron Cor (6645) — Investing.com // Investing.com Россия – 25.11.2024. – URL: https://ru.investing.com/equities/omron-cor (дата обращения: 25.11.2024)

35. Toshiba Group. – URL: https://www.unido.or.jp/files/5005d4bea081bc5c29583977b4a07dfd.pdf (дата обращения: 24.11.2024)

36. Акции Toshiba Tec Corp (6588) — Investing.com // Investing.com Россия – 25.11.2024. – URL: https://ru.investing.com/equities/toshiba-tec-corp (дата обращения: 25.11.2024)

37. Toshiba (6502.T) – Revenue. – URL: https://companiesmarketcap.com/toshiba/revenue/ (дата обращения: 25.11.2024)

38. Financial Results for Fiscal Year 2023. – URL: https://cdn-nc.yokogawa.com/1/20567/tabs/ir_202403tanshin-en.pdf?_ga=2.88508507.1344834541.1721899284-1188683893.1721899284 (дата обращения: 24.11.2024)

39. Акции Yokogawa Electric Corp. (6841) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/yokogawa-electric-corp. (дата обращения: 25.11.2024)

40. ICONICS: Revenue, Competitors, Alternatives. – URL: https://growjo.com/company/ICONICS (дата обращения: 25.11.2024)

41. 20240508_Alstom_FY_ 2023_24_Annual_Results_Management_Report_EN.pdf. – URL: https://www.alstom.com/sites/alstom.com/files/2024/05/07/20240508_Alstom_FY_%202023_24_Annual_Results_Management_Report_EN.pdf (дата обращения: 24.11.2024)

42. Акции Alstom (ALSO) — Investing.com. – URL: https://ru.investing.com/equities/alstom (дата обращения: 25.11.2024)

43. Inductive Automation Software Purchases and Digital Transformation Initiatives. – URL: https://www.appsruntheworld.com/customers-database/customers/view/inductive-automation-usa (дата обращения: 25.11.2024)

44. GlobaLogix Software Purchases and Digital Transformation Initiatives. – URL: https://www.appsruntheworld.com/customers-database/customers/view/globalogix-united-states (дата обращения: 25.11.2024)

45. General Electric объявил о разделении на 3 компании // TAdviser.ru. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F:General_Electric_(GE) (дата обращения: 28.12.2024)

46. iFix. Proficy HMI / SCADA | Компания Индасофт. – URL: https://indusoft.ru/products/ge_digital/proficy-hmi-scada/ifix/ (дата обращения: 02.12.2024)

47. Hitachi India Overview | Business Activities | Hitachi Group | Global Events : Hitachi in India. – URL: https://hitachi.co.in/about/ (дата обращения: 27.12.2024)

48. MicroSCADA X | Hitachi Energy. – URL: https://www.hitachienergy.com/products-and-solutions/scada/microscada-x (дата обращения: 27.12.2024)

49. MicroSCADA X DMS600 | Hitachi Energy. – URL: https://www.hitachienergy.com/products-and-solutions/scada/microscada-x/dms600 (дата обращения: 27.12.2024)

50. MicroSCADA X SYS600 | Hitachi Energy. – URL: https://www.hitachienergy.com/products-and-solutions/scada/microscada-x/scada--microscada-x-sys600 (дата обращения: 27.12.2024)

51. Шнайдер электрик – полный ассортимент электрики. – URL: https://www.hitelectro.ru/manufacturer/Schneider_Electric (дата обращения: 28.12.2024)

52. EcoStruxure™ Geo SCADA Expert | Schneider Electric USA. – URL: https://www.se.com/us/en/product-range/61264-ecostruxure-geo-scada-expert/#products (дата обращения: 02.12.2024)

53. EcoStruxure™ Power SCADA Operation edge control software | Schneider Electric UK. – URL: https://www.se.com/uk/en/work/products/product-launch/power-scada-operation/ (дата обращения: 27.12.2024)

54. Honeywell International Inc. – Britannica Money – 25.12.2024. – URL: https://www.britannica.com/money/Honeywell-International-Inc (дата обращения: 28.12.2024)

55. Saia PCD® Supervisor. – URL: https://prod-edam.honeywell.com/content/dam/honeywell-edam/hbt/en-us/documents/literature-and-specs/datasheets/sbc/34-001_ENG_DS_Saia-PCD-Supervisor.pdf (дата обращения: 27.12.2024)

56. SCADA Z. DeltaV SaaS SCADA – Emerson's IIoT cloud native SaaS. – URL: https://www.zedi-solutions.com (дата обращения: 27.12.2024)

57. SCADA Market Size, Share & Industry Growth [Latest]. – URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/scada-market-19487518.html (дата обращения: 25.11.2024)

58. Рынок промышленного интернета вещей в России начал расти. – URL: https://www.kommersant.ru/doc/6455358 (дата обращения: 12.12.2024)

59. О компании – Монитор Электрик. – URL: https://monitel.ru/about-us/ (дата обращения: 27.12.2024)

60. Описание / СК-2007С – Монитор Электрик. – URL: https://old.monitel.ru/products/ck-2007c/overview.html#sup1 (дата обращения: 27.12.2024)

61. Функции SCADA / СК-2007С – Монитор Электрик. – URL: https://old.monitel.ru/products/ck-2007c/overview/funktsii-scada.html (дата обращения: 27.12.2024)

62. Разработка программного обеспечения и технических средств для энергетики и промышленности – ООО Новые Программные Технологии г.Санкт-Петербург. – URL: https://npt.spb.ru/#_lp_block_55846241 (дата обращения: 27.12.2024)

63. О компании | Компания ДЭП. – URL: http://dep.ru/about/ (дата обращения: 27.12.2024)

64. Программное обеспечение SCADA «SyTRACK» – проектирование, технологическое программирование и реализация управления АСУ ТП | Компания ДЭП. – URL: http://dep.ru/support/dokumentatsiya/scada-sytrack/ (дата обращения: 27.12.2024)

65. О компании Атомик Софт. – URL: https://automiq.ru/about/ (дата обращения: 27.12.2024)

66. Альфа платформа – О продукте. – URL: https://alphaplatform.ru/ru/docs/Index.htm#Subsystems/Platform-products/Platform/One.htm (дата обращения: 27.12.2024)

67. Alpha.One+ – О продукте. – URL: https://alphaplatform.ru/ru/docs/Index.htm#Subsystems/Platform-products/Platform/OnePlus.htm (дата обращения: 27.12.2024)

68. Alpha.SCADA – О продукте. – URL: https://alphaplatform.ru/ru/docs/Index.htm#Subsystems/Platform-products/Platform/SCADA-about.htm (дата обращения: 27.12.2024)

69. Alpha.Platform – О продукте. – URL: https://alphaplatform.ru/ru/docs/Index.htm#Subsystems/Platform-products/Platform/Platform.htm (дата обращения: 27.12.2024)

70. Продукция, Компания ЭлеСи: промышленная автоматизация технологических процессов // ЭлеСи. – URL: http://elesy.ru/products.aspx (дата обращения: 27.12.2024)

71. SCADA Infinity — система управления непрерывным производством, Компания ЭлеСи: промышленная автоматизация технологических процессов // ЭлеСи. – URL: http://elesy.ru/scada-infinity.aspx (дата обращения: 27.12.2024)

72. Integrity SCADA — система управления и автоматизации промышленности, Компания ЭлеСи: промышленная автоматизация технологических процессов // ЭлеСи. – URL: http://elesy.ru/integrity-scada.aspx (дата обращения: 27.12.2024)

73. Tech trends 2024 – job postings. – URL: http://ceros.mckinsey.com/tech-trends-2024-job-postings (дата обращения: 25.11.2024)

74. Tech Trends 2024 // Deloitte Insights. – URL: https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends.html (дата обращения: 25.11.2024)

75. Правительство утвердило Концепцию технологического развития до 2030 года – 24.11.2024. – URL: http://government.ru/news/48570/ (дата обращения: 25.11.2024)

76. Turner N. What Does The Future Hold For SCADA?. – URL: https://www.processindustryinformer.com/what-does-the-future-hold-for-scada/ (дата обращения: 25.11.2024)

77. VTScada and the HoloLens. – URL: https://www.vtscada.com/new-video-vtscada-hololens/ (дата обращения: 25.11.2024)

78. Siemens Predictive Analytics – industrial AI empowered predictive maintenance and analytics // siemens.com Global Website : fw_Converting. – URL: https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/digital-applications-and-services-for-process-industries/siemens-predictive-analytics.html (дата обращения: 25.11.2024)

79. AVEVA Unveils New InTouch Unlimited HMI/SCADA Capabilities and Pricing Structure – CIMdata. – URL: https://www.cimdata.com/en/industry-summary-articles/item/25068-aveva-unveils-new-intouch-unlimited-hmi-scada-capabilities-and-pricing-structure (дата обращения: 25.11.2024)

80. SCADA with Applied AI: A Transformative Synergy | atvise®. – URL: https://atvise.vester-business.com/en/news/scada-with-applied-artificial-intelligence-industry/ (дата обращения: 25.11.2024)

81. Generative AI in manufacturing lighthouses | McKinsey. – URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/how-manufacturings-lighthouses-are-capturing-the-full-value-of-ai (дата обращения: 25.11.2024)

82. Global Lighthouse Network Adopting AI at Speed and Scale. WEF. 2023. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Lighthouse_Network_Adopting_AI_at_Speed_and_Scale_2023.pdf (дата обращения: 24.11.2024)

83. Nokia and Rockwell Automation Launch Private 5G for Industrial Transformation // TeckNexus. – URL: https://tecknexus.com/5gusecase/nokia-and-rockwell-automation-launch-private-5g-for-industrial-transformation/ (дата обращения: 25.11.2024)

84. It works – 5G boosts efficiency in real-life intralogistics // Siemens, 2023. – URL: https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:092f0267-73a8-4c86-8a93-27c4ca4e58b2/reference-article-siemens-industrial-5g.pdf (дата обращения: 24.11.2024)

85. VTScada and the HoloLens. – URL: https://www.vtscada.com/new-video-vtscada-hololens/ (дата обращения: 25.11.2024)

86. MPS – Mechatronics learning factories | Festo USA. – URL: https://www.festo.com/us/en/e/technical-education/educational-concepts/highlights/learning-factories/mps-mechatronics-learning-factories-id_31963/ (дата обращения: 25.11.2024)

87. Naranjo J.-E., Ayala P., Cruz-Cando J., Albán-Taipe M.-S., Garcia M.-V. Augmented Reality for Enhanced Usability and Functionality of Industrial SCADA Systems. – URL: https://dl.acm.org/doi/10.1007/978-3-031-71710-9_6 (дата обращения: 28.12.2024).

88. Evestico Is Blockchain for SCADA a viable option? // Evestico – 10.12.2021. – URL: https://evestico.com/is-blockchain-for-scada-a-viable-option/ (дата обращения: 25.11.2024)

89. (PDF) A Coexistence Analysis of Blockchain, SCADA Systems, and OpenADR for Energy Services

Provision. – URL: https://www.researchgate.net/publication/363897280_A_Coexistence_Analysis_of_Blockchain_SCADA_Systems_and_OpenADR_for_Energy_Services_Provision (дата обращения: 25.11.2024)

90. Big Data and the Evolution from Traditional to IIoT SCADA // Moxa. – URL: https://www.moxa.com/en/articles/big-data-evolution-to-iiot-scada (дата обращения: 25.11.2024)

91. Siemens Predictive Analytics. – URL: https://www.dex.siemens.com/industrialsoftware/process-industries-software/siemens-predictive-analytics?cclcl=nl_NL&srsltid=AfmBOoouEEM-oGrr3CeFJkoYf90pCX91z2hVWBmhdf00vk_enz85_ziR (дата обращения: 25.11.2024)

92. Waehner K. A cloud-native SCADA System for Industrial IoT built with Apache Kafka. – 2022. – URL: https://www.kai-waehner.de/blog/2022/10/04/cloud-native-scada-system-for-industrial-iot-with-apache-kafka/ (дата обращения: 24.11.2024)

93. Karnouskos S., Colombo A. Architecting the next generation of service-based SCADA/DCS system of systems // IECON 2011 - 37th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society : – Melbourne, Vic, Australia : IEEE, – ISBN 978-1-61284-972-0. – ISBN 10.1109/IECON.2011.6119279. – URL: http://ieeexplore.ieee.org/document/6119279/ (дата обращения: 25.11.2024)

94. AVEVA Unveils New InTouch Unlimited HMI/SCADA Capabilities and Pricing Structure – CIMdata. – URL: https://www.cimdata.com/en/industry-summary-articles/item/25068-aveva-unveils-new-intouch-unlimited-hmi-scada-capabilities-and-pricing-structure (дата обращения: 25.11.2024)

95. Информационно-поисковая система. – URL: https://www.fips.ru/iiss/ (дата обращения: 25.11.2024)

96. Реестр российского программного обеспечения // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – URL: https://reestr.digital.gov.ru/ (дата обращения: 24.11.2024)

97. Приказ № 486 «Об утверждении классификатора программ для электронных вычислительных машин и баз данных» от 22 сентября 2020 г. // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – URL: https://digital.gov.ru/ru/documents/7362/ (дата обращения: 24.11.2024)

98. iFIX 2024: New generation HMI/SCADA for Connected Workers | GE Vernova. – URL: https://www.gevernova.com/software/resources/webinar/ifix-2024-new-generation-hmiscada-connected-workers (дата обращения: 02.12.2024)

99. What's New in iFIX 2024 | Proficy iFIX 2024 Documentation | GE Vernova. – URL: https://www.gevernova.com/software/documentation/ifix/version2024/important-product-information/ipi_whats_new.htm (дата обращения: 02.12.2024)

100. System Architecture Overview | CIMPLICITY 2024 Documentation | Proficy | GE

Vernova: topic. – URL: https://www.gevernova.com/software/documentation/cimplicity/version2024/oxy_ex-2/getting_started/topics/g_cimplicity_getting_started_system_architecture_overview.html (дата обращения: 02.12.2024)

101. GE CIMPLICITY 2024 – PROFICY HMI/SCADA SOFTWARE – Motherwell Automation. – URL: https://www.motherwell.net.au/ge-cimplicity-2024-proficy-hmi-scada-software/ (дата обращения: 02.12.2024)

102. ICONICS Releases Version 10.97.3 of ICONICS Suite | ICONICS Software Solutions. – URL: https://iconics.com/en-us/News/Press-Releases/2024/ICONICS-Releases-Version-10-97-3-of-ICONICS-Suite (дата обращения: 02.12.2024)

103. SIMATIC HMI. WinCC V8.0. WinCC V8.0 Update 5. – URL: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/723/109818723/att_1290114/v1/WinCC_V8_Update5_Readme.pdf (дата обращения: 28.12.2024)

104. AVEVA™ Edge – HMI and IoT Edge solution for OEMs and End Users. – URL: https://www.aveva.com/en/products/edge/#overview (дата обращения: 02.12.2024)

105. AVEVA™ Edge – HMI and IoT Edge solution for OEMs and End Users. – URL: https://www.aveva.com/en/products/edge/#overview (дата обращения: 02.12.2024)

106. InTouch HMI // InSource Solutions. – URL: https://insource.solutions/solutions/intouch-unlimited/ (дата обращения: 02.12.2024)

107. AVEVA Unveils New InTouch Unlimited HMI/SCADA Capabilities and Pricing Structure. – URL: https://www.aveva.com/en/about/news/press-releases/2024/aveva-unveils-new-intouch-unlimited-hmi-scada-capabilities-and-pricing-structure/ (дата обращения: 02.12.2024)

108. VTScada by Trihedral // VTScada by Trihedral. – URL: https://www.vtscada.com/ (дата обращения: 02.12.2024)

109. VTScada by Trihedral // VTScada by Trihedral. – URL: https://www.vtscada.com/ (дата обращения: 02.12.2024)

110. Process Automation Energy Industries. ABB AbilityTM SCADAvantage. Product Update version 6.0.1. – URL: https://library.e.abb.com/public/6b747514f14947948d16bb2f7e6fcd88/3CCA2024-003418_A_en_SCADAvantage_6_0_1_Product_Update.pdf?x-sign=0ahL-Tg0iNf76IGwF3AxnXY3t+0DKofubHI9g2sjsHY7mBReR+HWg3W0a6F8cyasc (дата обращения: 28.12.2024)

111. Beadle S. Geo SCADA Expert Release Notes – 2023. – URL: https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=Geo_SCADA_Expert_2023_RelNotes&p_enDocType=Other+technical+guide&p_File_Name=Geo+SCADA+2023+Release+%2886.8778.1%29+Release+Notes.pdf (дата обращения: 28.12.2024)

112. FactoryTalk View-HMI Software | FactoryTalk | UK. – URL:

https://www.rockwellautomation.com/en-gb/products/software/factorytalk/operation-suite/view.html (дата обращения: 28.12.2024)

113. FactoryTalk Software Version History | FactoryTalk | US // Rockwell Automation. – URL: https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/factorytalk/version-history.html (дата обращения: 02.12.2024)

114. MasterSCADA – Российская система SCADA для автоматизации, диспетчеризации, РСУ. – URL: https://masterscada.ru (дата обращения: 02.12.2024)

115. Релиз MasterSCADA 4D 1.3.6. – URL: https://masterscada.ru/news_masterscada_136 (дата обращения: 02.12.2024)

116. SCADA TRACE MODE. Российская SCADA система для АСУ ТП. Скачать SCADA. – URL: http://www.adastra.ru/ (дата обращения: 02.12.2024)

117. АдАстра выпускает релиз 7.1.0.2 SCADA TRACE MODE 7 для Linux и Windows. – URL: http://www.adastra.ru/news/tracemode_7102/ (дата обращения: 02.12.2024)

118. SCADA-система Альфа платформа для автоматизации и диспетчеризации // Атомик Софт. – URL: https://automiq.ru/products/alpha-platform/ (дата обращения: 02.12.2024)

119. Атомик Софт анонсировал новую версию Альфа платформы 23.5.3 // Атомик Софт – 27.11.2023. – URL: https://automiq.ru/news/anons-relizov/novaya-versiya-alfa-platformy-23-5-3-tranzaktsionnaya-model-ispolneniya-i-master-sozdaniya-elementov/ (дата обращения: 02.12.2024)

120. SCADA-система ЭНТЕК. – URL: https://entels.ru/programmnoe-obespechenie/scada-sistema-entek/scada-sistema-entek (дата обращения: 02.12.2024)

121. Загрузки. – URL: https://entels.ru/produkty/downloads/1-scada-sistema-entek/137-dopolnitelnye-materialy/148-istoriya-versij (дата обращения: 02.12.2024)

122. РЕД СОФТ | Симпл-Скада. – URL: https://www.red-soft.ru/ru/content/симпл-скада (дата обращения: 02.12.2024)

123. РЕД СОФТ | Симпл-Скада. – URL: https://www.red-soft.ru/ru/content/симпл-скада (дата обращения: 02.12.2024)

124. Simple-Scada Обновление 2.6.14.0. — URL: https://simple-scada.com/archives/6200 (дата обращения: 28.12.2024).

125. New version of TeslaSCADA2 – 2.64. MQTT SparkplugB Publisher. – URL: https://teslascada.com/news (дата обращения: 28.12.2024)

126. Новый релиз платформы ГАУС. Версия 2.0.298 — Комплексные Инфосистемы. – URL: https://info-systems.pro/post_news/obnovlenie-povyshayushhee-nadezhnost-peredachi-dannyh-i-pozvolyayushhee-obrabatyvat-kolichestvo-parametrov-v-sisteme-bolshe-v-neskolko-raz/ (дата обращения: 28.12.2024)

127. SCADA системы, SCADA КРУГ-2000 для АСУ ТП | НПФ 'КРУГ'. – URL: https://www.krug2000.ru/products/ppr/scada-2000.html (дата обращения: 02.12.2024)

128. Вышла в свет новая версия российской SCADA-системы КРУГ-2000. – URL: https://www.krug2000.ru/news/2545.html (дата обращения: 02.12.2024)

129. Siemens to acquire industrial drive technology business of ebm-papst : c2_ct_press_release. – URL: https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/siemens-acquire-industrial-drive-technology-business-ebm-papst (дата обращения: 25.11.2024)

130. Sale IDT. – URL: https://www.ebmpapst.com/de/en/newsroom/news/2024/verkauf-idt-.html (дата обращения: 25.11.2024)

131. Siemens to acquire drive technology division from ebm-papst // Business Reporter. – URL: https://www.business-reporter.co.uk/news/siemens-to-acquire-drive-technology-division-from-ebm-papst-10129 (дата обращения: 25.11.2024)

132. SIMATIC SCADA Systems // siemens.com Global Website: fw_Converting. – URL: https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/scada.html (дата обращения: 25.11.2024)

133. AVEVA announces the completion of its acquisition by Schneider Electric. – URL: https://www.aveva.com/en/about/news/press-releases/2023/aveva-announces-the-completion-of-its-acquisition-by-schneider-electric/ (дата обращения: 25.11.2024)

134. Schneider Electric's Aveva acquisition closes – DCD. – URL: https://www.datacenterdynamics.com/en/news/schneider-electrics-aveva-acquisition-closes/ (дата обращения: 25.11.2024)

135. StruxureWareSCADA Expert Vijeo Citect | Schneider Electric Egypt. – URL: https://www.se.com/eg/en/product-range/1500-struxurewarescada-expert-vijeo-citect/ (дата обращения: 25.11.2024)

136. AVEVA™ Edge – HMI and IoT Edge solution for OEMs and End Users. – URL: https://www.aveva.com/en/products/edge/ (дата обращения: 25.11.2024)

137. ABB acquires R&D engineering company to further advance AI and software-driven automation // News – 18.01.2024. – URL: https://new.abb.com/news/detail/111640/abb-acquires-rd-engineering-company-to-further-advance-ai-and-software-driven-automation (дата обращения: 25.11.2024)

138. Meshmind -. – URL: https://meshmind.io/ (дата обращения: 25.11.2024)

139. ABB Ability™. Industrial Internet of Things // ABB Ability™ – 5.11.2024. – URL: https://global.abb/topic/ability/en (дата обращения: 25.11.2024)

140. ABB acquires Sevensense, expanding leadership in next-generation AI-enabled mobile robotics // News – 11.01.2024. – URL: https://new.abb.com/news/detail/111398/abb-acquires-sevensense-expanding-leadership-in-next-generation-ai-enabled-mobile-robotics

(дата обращения: 25.11.2024)

141. Visual AI for Your Robots – Sevensense Robotics. – URL: https://www.sevensense.ai/ (дата обращения: 25.11.2024)

142. Rockwell Automation signs agreement to acquire autonomous robotics leader Clearpath Robotics | Rockwell Automation | US // Rockwell Automation – 25.11.2024. – URL: https://www.rockwellautomation.com/en-us/company/news/press-releases/Rockwell-Automation-signs-agreement-to-acquire-autonomous-robotics-leader-Clearpath-Robotics.html (дата обращения: 25.11.2024)

143. Rockwell Automation completes acquisition of autonomous robotics leader Clearpath Robotics and its industrial offering OTTO Motors | Rockwell Automation | US // Rockwell Automation – 25.11.2024. – URL: https://www.rockwellautomation.com/en-us/company/news/press-releases/Rockwell-Automation-completes-acquisition-of-autonomous-robotics-leader-Clearpath-Robotics-and-its-industrial-offering-OTTO-Motors.html (дата обращения: 25.11.2024)

144. Clearpath Robotics: Mobile Robots for Research & Development // Clearpath Robotics. – URL: https://clearpathrobotics.com/ (дата обращения: 25.11.2024)

145. Rockwell Automation paid US $565M for Clearpath Robotics // Private Capital Journal – 9.11.2023. – URL: https://privatecapitaljournal.com/rockwell-automation-paid-us-565m-for-clearpath-robotics/ (дата обращения: 25.11.2024)

146. Rockwell Automation completes acquisition of cybersecurity software and services company Verve Industrial Protection | Rockwell Automation | US // Rockwell Automation. – URL: https://www.rockwellautomation.com/en-us/company/news/press-releases/Rockwell-Automation-completes-acquisition-of-cybersecurity-software-and-services-company-Verve-Industrial-Protection.html (дата обращения: 25.11.2024)

147. Rockwell Automation completes acquisition of autonomous robotics leader Clearpath Robotics and its industrial offering OTTO Motors | Rockwell Automation | US // Rockwell Automation. – URL: https://www.rockwellautomation.com/en-us/company/news/press-releases/Rockwell-Automation-completes-acquisition-of-autonomous-robotics-leader-Clearpath-Robotics-and-its-industrial-offering-OTTO-Motors.html (дата обращения: 25.11.2024)

148. Rockwell Automation signs agreement to acquire autonomous robotics leader Clearpath Robotics | Rockwell Automation | US // Rockwell Automation. – URL: https://www.rockwellautomation.com/en-us/company/news/press-releases/Rockwell-Automation-signs-agreement-to-acquire-autonomous-robotics-leader-Clearpath-Robotics.html (дата обращения: 25.11.2024)

149. MarketScreener Rockwell Automation, Inc. completed the acquisition of Verve Industrial Protection for approximately $180 million. – MarketScreener – 1.11.2023. – URL: https://www.marketscreener.com/quote/stock/ROCKWELL-AUTOMATION-INC-14277/news/Rockwell-Automation-Inc-completed-the-acquisition-of-Verve-Industrial-

Protection-for-approximately-45249967/ (дата обращения: 25.11.2024)

150. FactoryTalk Optix | FactoryTalk | US // Rockwell Automation. – URL: https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/factorytalk/optix.html (дата обращения: 25.11.2024)

151. Acquisitions // Dassault Systèmes – 14.02.2023. – URL: https://www.3ds.com/about/company/acquisitions (дата обращения: 25.11.2024)

152. Dassault Systèmes Acquires Diota, Bringing Augmented Reality and Field Control Technology to Its Manufacturing and Operations Customers // Dassault Systèmes – 12.09.2022. – URL: https://www.3ds.com/newsroom/media-alerts/dassault-systemes-acquires-diota-bringing-augmented-reality-and-field-control-technology-its-manufacturing-and-operations-customers (дата обращения: 25.11.2024)

153. Systèmes D. DIOTA Joins DELMIA // Dassault Systèmes – 1.08.2022. – URL: https://discover.3ds.com/diota-joins-delmia (дата обращения: 25.11.2024)

154. Hexagon acquires HARD-LINE, strengthening mine safety, automation and underground offering with tele-remote technology // Hexagon. – URL: https://hexagon.com/company/newsroom/press-releases/2023/hexagon-acquires-hardline-strengthening-mine-safety-automation-and-underground-offering-with-teleremote-technology (дата обращения: 25.11.2024)

155. Hexagon enhances its additive manufacturing solutions with the acquisition of CADS Additive // Hexagon. – URL: https://hexagon.com/company/newsroom/press-releases/2023/hexagon-enhances-its-additive-manufacturing-solutions-with-the-acquisition-of-cads-additive (дата обращения: 25.11.2024)

156. Hexagon enhances its Smart Manufacturing solutions portfolio with the acquisition of D.P. Technology Corp // Hexagon. – URL: https://hexagon.com/company/newsroom/press-releases/2020/hexagon-enhances-its-smart-manufacturing-solutions-portfolio (дата обращения: 25.11.2024)

157. List of 144 Acquisitions by Oracle (Oct 2024) – Tracxn – 4.10.2024. – URL: https://tracxn.com/d/acquisitions/acquisitions-by-oracle/__t-tGa-OUA-qFXTdhzCl2mRkGCUhf0fhl0sWDoXjH_9A0 (дата обращения: 25.11.2024)

158. AVEVA™ System Platform | Schneider Electric Nederland. – URL: https://www.se.com/nl/nl/product-range/39294612-aveva-system-platform/ (дата обращения: 25.11.2024)

159. ABB acquires R&D engineering company to further advance AI and software-driven automation // News – 18.01.2024. – URL: https://new.abb.com/news/detail/111640/abb-acquires-rd-engineering-company-to-further-advance-ai-and-software-driven-automation (дата обращения: 25.11.2024)

160. «Северсталь» и «Норникель» создадут открытый стандарт промышленного ИТ,

подобный USB и Wi-Fi – CNews. – URL: https://www.cnews.ru/news/top/2024-03-01_severstal_i_nornikel (дата обращения: 25.11.2024)

161. Заказчикам X-Com доступна российская SCADA на нативном коде – CNews // CNews.ru. – URL: https://www.cnews.ru/news/line/2023-12-18_zakazchikam_x-com_dostupna_rossijskaya (дата обращения: 25.11.2024)

162. Заказчикам X-Com доступна российская SCADA на нативном коде – CNews // CNews.ru. – URL: https://www.cnews.ru/news/line/2023-12-18_zakazchikam_x-com_dostupna_rossijskaya (дата обращения: 25.11.2024)

163. Адастра и Positive Technologies подписали соглашение о технологическом партнерстве в сфере промышленной кибербезопасности. – URL: http://www.adastra.ru/about/note/news/adastra_positive/ (дата обращения: 28.12.2024)

164. TOPAZ REPORTS – Отчеты (Reports) Формирование отчетов на основе предопределённых шаблонов. – TOPAZ REPORTS – Цифровой маркетплейс. – URL: https://platforms.su/platform/23306 (дата обращения: 25.11.2024)

165. Реализация поддержки CIM в программной платформе SCADA-R. – URL: https://tracxn.com/d/acquisitions/acquisitions-by-oracle/__t-tGa-OUAqFXTdhzCl2mRkGCUhf0fhl0sWDoXjH_9A0 (дата обращения: 24.11.2024)

166. Росатом: SCADA-R. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Росатом:_SCADA-R?erid=LjN8KApQj (дата обращения: 25.11.2024)

167. Росатом Госкорпорация «Росатом» ядерные технологии атомная энергетика АЭС ядерная медицина. – URL: https://www.rosatom.ru/journalist/news/na-kurskoy-aes-2-budet-ispolzovatsya-razrabotannaya-v-rosatome-sistema-upravleniya-scada-r-/ (дата обращения: 25.11.2024)

168. Росатом: SCADA-R. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Росатом:_SCADA-R?erid=LjN8KApQj (дата обращения: 25.11.2024)

169. Платформенный подход как драйвер цифровой трансформации – ЦИПР. – URL: https://cipr.ru/news/platformennyj-podhod-kak-drajver-cifrovoj-transformacii/ (дата обращения: 25.11.2024)

170. SCADA для энергетики | НПФ "ЭНЕРГОСОЮЗ". – URL: https://www.energosoyuz.spb.ru/ru/content/scada-dlya-energetiki (дата обращения: 25.11.2024)

171. Система диспетчеризации электроснабжения Комсомольского НПЗ | НПФ "ЭНЕРГОСОЮЗ". – URL: https://www.energosoyuz.spb.ru/ru/content/sistema-dispetcherizacii-elektrosnabzheniya-komsomolskogo-npz (дата обращения: 25.11.2024)

172. На создание в России нового индустриального ПО потратят 217 млрд рублей – CNews. – URL: https://www.cnews.ru/articles/2023-03-03_na_sozdanie_v_rossii_novogo_industrialnogo (дата обращения: 25.11.2024)

173. ГОСТ 34.ххх Стандарты информационной технологии — COSCED – 30.08.2020. – URL: https://cosced.ru/documentation-and-certification/gost-34-xxx/ (дата обращения: 25.11.2024)

174. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000. – URL: https://cosced.ru/documentation-and-certification/gost-34-xxx/ (дата обращения: 24.11.2024)

175. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. – URL: https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational?portal:componentId=3503536e-2ac1-4753-8ed1-09a92fee02de&portal:isSecure=false&portal:portletMode=view&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXcWAARmcm9tAAAAAQABMAAHX19FT0ZfXw** (дата обращения: 24.11.2024)

176. Информационная технология. Руководство по управлению документированием программного обеспечения. – URL: https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational?portal:componentId=3503536e-2ac1-4753-8ed1-09a92fee02de&portal:isSecure=false&portal:portletMode=view&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXc5AAZhY3Rpb24AAAABABBjb25jcmV0ZURvY3VtZW50AAZkb2NfaWQAAAABAAQxNTMxAAdfX0VPRl9f (дата обращения: 24.11.2024)

177. Автоматизированное управление водозаборами горнолыжного курорта "Манжерок". АСОДУ водоснабжения на базе SCADA TRACE MODE 7. – URL: https://www.tracemode.ru/news/articles/vodozabor_Manjerok (дата обращения: 25.11.2024)

178. КРУГ модернизирует АСУ ТП котла Ульяновской ТЭЦ-1. – URL: https://www.krug2000.ru/news/2502.html (дата обращения: 25.11.2024)

179. SCADA TRACE MODE в импортозамещающей АСУ ТП и ПАЗ нефтебазы Таймырской топливной компании (Норникель). – URL: https://www.tracemode.ru/news/articles/tracemode_neftebaza (дата обращения: 25.11.2024)

180. SCADA TRACE MODE. Российская SCADA для АСУ ТП. Скачать SCADA. – URL: https://www.tracemode.ru/news/articles/TM7_Bosch_ASDU_ASKUE (дата обращения: 25.11.2024)

181. РТСОФТ-СМАРТ ГРИД. – URL: https://rfrit.ru/2021_46 (дата обращения: 25.11.2024)

182. МЕД ТЕКО. – URL: https://rfrit.ru/medteko (дата обращения: 25.11.2024)

183. Water Utility Implements Ignition System to Improve Efficiency, Compliance, and Reporting | Inductive Automation. – URL: https://inductiveautomation.com/resources/casestudy/water-utility-implements-ignition-system-to-improve-efficiency-compliance-and-reporting (дата обращения: 25.11.2024)

184. Iron Foundry Gains Competitive Edge & Increases Efficiency with Innovative Technology | Inductive Automation. – URL: https://inductiveautomation.com/resources/casestudy/ferroloy (дата обращения: 25.11.2024)

185. SCADA and MES Connect with SAP in New Plant | Inductive Automation. – URL: https://inductiveautomation.com/resources/casestudy/arizona (дата обращения: 26.11.2024)

186. Entire Brewing Process on a Single Software Platform | Inductive Automation. – URL: https://inductiveautomation.com/resources/casestudy/madtree-brewing (дата обращения: 25.11.2024)

187. Pharma Company Meets Standards for 21 CFR 11 with Ignition | Inductive Automation. – URL: https://inductiveautomation.com/resources/casestudy/pharma-company-meets-standards-for-21-cfr-11-with-ignition (дата обращения: 25.11.2024)

188. Automated Process Control System. – URL: https://openapc.ru (дата обращения: 25.11.2024)

189. Минпромторг | Минпромторг России. – URL: https://minpromtorg.gov.ru/ (дата обращения: 25.11.2024)

190. Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. – URL: http://fasie.ru/ (дата обращения: 25.11.2024)

191. Федеральная налоговая служба. – URL: https://www.nalog.gov.ru/rn77/ (дата обращения: 25.11.2024)

192. Домен наука и инновации. – URL: https://gisnauka.ru/ (дата обращения: 25.11.2024)

193. Что не так с интерфейсами SCADA-систем / Хабр. – URL: https://habr.com/ru/articles/526962/ (дата обращения: 25.11.2024)

194. Причинный анализ критических уязвимостей системы контроля и сбора данных SCADA. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prichinnyy-analiz-kriticheskih-uyazvimosteysistemy-kontrolya-i-sbora-dannyh-scada/viewer (дата обращения: 25.11.2024)

195. Seth D., Nerella H., Najana M., Tabbassum A. Navigating the Multi-Cloud Maze: Benefits, Challenges, and Future Trends // International Journal of Global Innovations and Solutions (IJGIS). – 10.06.2024. – DOI 10.21428/e90189c8.8c704fe4. – URL: https://ijgis.pubpub.org/pub/plmsrs5y (дата обращения: 26.12.2024)

196. Chan L., Zeng M. Metadata Interoperability and Standardization - A Study of Methodology Part I: Achieving Interoperability at the Schema Level // D-Lib Magazine. – Vol. 12. – Issue 6. – ISSN 1082-9873. – DOI 10.1045/june2006-chan. – URL: http://www.dlib.org/dlib/june06/chan/06chan.html (дата обращения: 25.12.2024)

197. Seth D., Nerella H., Najana M., Tabbassum A. Navigating the Multi-Cloud Maze: Benefits, Challenges, and Future Trends // International Journal of Global Innovations and Solutions (IJGIS). – 10.06.2024. – DOI 10.21428/e90189c8.8c704fe4. – URL:

https://ijgis.pubpub.org/pub/plmsrs5y (дата обращения: 26.12.2024)

198. A Comprehensive Survey on Automatic Knowledge Graph Construction / L. Zhong, J. Wu, Q. Li, H. Peng, X. Wu // ACM Computing Surveys. – 30.04.2024. – Vol. 56. – Issue 4. – P. 1-62. – ISSN 0360-0300, 1557-7341. – DOI 10.1145/3618295.

199. Reference architectures for smart manufacturing: A critical review // Journal of Manufacturing Systems. – 1.10.2018. – Vol. 49. – P. 215-225. – ISSN 0278-6125. – DOI 10.1016/j.jmsy.2018.10.006.

200. Moghaddam M., Jones A., Wuest T. Design of Marketplaces for Smart Manufacturing Services // Procedia Manufacturing. – 2019. – Vol. 39. – P. 194-201. – ISSN 23519789. – DOI 10.1016/j.promfg.2020.01.312.

201. B. Alistair Handbook of Service Description: USDL and Its Methods. – Boston, MA: Springer US, 2012. – ISBN 978-1-4614-1864-1.

202. Lu Y., Riddick F., Ivezic N. The Paradigm Shift in Smart Manufacturing System Architecture // Advances in Production Management Systems. Initiatives for a Sustainable World: T. 488.; ред. Irenilza Nääs, Oduvaldo Vendrametto, João Mendes Reis, Rodrigo Franco Gonçalves, Márcia Terra Silva, Gregor Von Cieminski, Dimitris Kiritsis. – Cham: Springer International Publishing, 2016. – ISBN 978-3-319-51132-0. – URL: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-51133-7_90 (дата обращения: 25.12.2024)

203. Generative Adversarial Nets. – URL: https://arxiv.org/pdf/1406.2661 (дата обращения: 25.12.2024)

204. A review of Generative Adversarial Networks (GANs) and its applications in a wide variety of disciplines – From Medical to Remote Sensing // ar5iv. – URL: https://ar5iv.labs.arxiv.org/html/2110.01442 (дата обращения: 25.12.2024)

205. Application of a generative adversarial network for multi-featured fermentation data synthesis and artificial neural network (ANN) modeling of bitter gourd–grape beverage production / S. Gbashi, T. Maselesele, P. Njobeh, T. Molelekoa, S. Oyeyinka, R. Makhuvele, O. Adebo // Scientific Reports. – 20.07.2023. – Vol. 13. – Issue 1. – Article 11755. – ISSN 2045-2322. – DOI 10.1038/s41598-023-38322-3.

206. A review of Generative Adversarial Networks (GANs) and its applications in a wide variety of disciplines – From Medical to Remote Sensing // ar5iv. – URL: https://ar5iv.labs.arxiv.org/html/2110.01442 (дата обращения: 25.12.2024)

207. E. Mica R. Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design, Second Edition. – 0. CRC Press, 19.04.2016. – ISBN 978-0-429-14673-2. – URL: https://www.taylorfrancis.com/books/9781420063585 (дата обращения: 25.12.2024)

208. 10 stages for successful HMI design. – URL: https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=VD-userguide-HMI&p_enDocType=User+guide&p_File_Name=Vijeo-Designer-design-HMI-guide-English.pdf (дата обращения: 26.12.2024)

209. Musen M. The protégé project: a look back and a look forward // AI Matters. – 16.06.2015. – Vol. 1. – Issue 4. – P. 4-12. – ISSN 2372-3483. – DOI 10.1145/2757001.2757003.

210. 10 stages for successful HMI design. – URL: https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=VD-userguide-HMI&p_enDocType=User+guide&p_File_Name=Vijeo-Designer-design-HMI-guide-English.pdf (дата обращения: 26.12.2024)

211. Cao Q., Zanni-Merk C., Reich C. Ontologies for Manufacturing Process Modeling: A Survey // Sustainable Design and Manufacturing 2018: T. 130.; ред. Dzung Dao, Robert J. Howlett, Rossi Setchi, Ljubo Vlacic. – Cham: Springer International Publishing, 2019. – ISBN 978-3-030-04289-9. – URL: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-04290-5_7 (дата обращения: 26.12.2024)

ИЗДАНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СПБПУ

Тренды и сценарии развития рынка систем расширенного планирования производства (APS-систем) в рамках направления «Технет» НТИ. Экспертно-аналитический доклад: монография / А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, С.Н. Гудырин, А.В. Морозов, А.В. Чеславский, И.Б. Гиндин, А.М. Шакин, А.Р. Залыгин, Н.И. Прытков, А.М. Трапезникова, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 112 с.

Исследование рынка цифровых платформ для оптовой торговли в странах БРИКС и Ближнего Востока. Экспертно-аналитический доклад: монография / А.Т. Хуторцова, А.А. Корчевская, Е.Н. Дьяченко, Н.И. Прытков, А.М. Трапезникова, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 144 с.

Перспективы и сценарии развития новых материалов в рамках направления «Технет» НТИ в 2023 году. Экспертно-аналитический доклад: монография / А.И. Боровков, Л.А. Щербина, Е.Р. Мартынец, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин, Н.И. Прытков, А.М. Трапезникова, О.В. Толочко, И.А. Кобыхно, Е.В. Бобрынина; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 184 с.

Функциональные характеристики отечественных систем автоматизированного проектирования (CAD-систем). Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на март 2024 года): монография / А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.] – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 214 с.

Функциональные характеристики отечественных систем инженерного анализа (CAE-систем). Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на март 2024 года): монография / А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.]. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 228 с.

Функциональные характеристики отечественных систем управления оборудованием с числовым программным управлением (CAM-систем). Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на март 2024 года): монография / А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.] – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 188 с.

Функциональные характеристики отечественных систем управления жизненным циклом изделия (PLM-систем). Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на март 2024 года): монография / А.И. Боровков, О.И. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.] – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 174 с.

Направления и формы сотрудничества отечественных разработчиков индустриального программного обеспечения с системой образования. Экспертно-аналитический доклад (по состоянию на апрель 2024 года): монография / А.И. Боровков, ОИ. Рождественский, Е.И. Павлова [и др.] – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 132 с.

Тренды и сценарии развития рынка авиационных двигателей, включая двигатели беспилотных летательных аппаратов, в 2023 году. Экспертно-аналитический доклад: монография / А.И. Боровков, Е.Р. Мартынец, Л.А. Щербина, Н.И. Прытков, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 204 с.

Тренды и сценарии развития рынков решений в области цифровой трансформации промышленных компаний в рамках направления «Технет» НТИ в 2023 году. Экспертно-аналитический доклад: монография / А.И. Боровков, Л.А. Щербина, Е.Р. Мартынец, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, Н.И. Прытков, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 116 с.

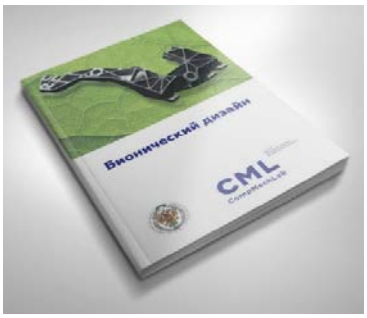
Тренды и сценарии развития рынков, относящихся к «цифровой фабрике», по направлению «Технет» НТИ в условиях новой экономической реальности. Экспертно-аналитический доклад: монография / А.И. Боровков, Л.А. Щербина, Е.Р. Мартынец, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, Н.И. Прытков, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 108 с.

Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: монография / А.И. Боровков, Ю.А. Рябов, Л.А. Щербина, Е.Р. Мартынец, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, К.В. Кукушкин, А.А. Гамзикова; под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 492 с.

Цифровые двойники: вопросы терминологии / А.И. Боровков, А.А. Гамзикова, К.В. Кукушкин, Ю.А. Рябов. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – 28 с.

Передовые производственные технологии: возможности для России. Экспертно-аналитический доклад: монография / А.И. Боровков, К.В. Кукушкин, А.А. Корчевская, А.Т. Хуторцова, Л.А. Щербина, Ю.А. Рябов, С.В. Салкуцан, Е.О. Касяненко, И.С. Метревели, К.О. Вишневский, Ю.В. Туровец, М.С. Липецкая, Д.В. Санатов, Н.С. Андреева, Е.А. Римских, В.А. Пастухов, Н.В. Гоголь, М.А. Королькова под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 436 с.

Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности. Краткий доклад (сентябрь 2019 года): монография / А.И. Боровков, А.А. Гамзикова, К.В. Кукушкин, Ю.А. Рябов. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 62 с.



Бионический дизайн: монография / А.И. Боровков, В.М. Марусева, Ю.А. Рябов, Л.А. Щербина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 92 с.

Современное инженерное образование / А.И. Боровков, С.Ф. Бурдаков, О.И. Клявин, М.П. Мельникова, В.А. Пальмов, Е.Н. Силина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 80 с.

Компьютерный инжиниринг / А.И. Боровков, С.Ф. Бурдаков, О.И. Клявин, М.П. Мельникова, А.А. Михайлов, А.С. Немов, В.А. Пальмов, Е.Н. Силина – СПб.: Изд-во Политехн. ун та, 2012. – 93 с.

ОБ ИНФРАСТРУКТУРНОМ ЦЕНТРЕ НТИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНЕТ» СПБПУ

Инфраструктурный центр НТИ по направлению «Технет» СПбПУ (далее – Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ) создан в ноябре 2022 года по итогам конкурсного отбора инфраструктурных центров направлений Национальной технологической инициативы (НТИ).

Деятельность Инфраструктурного центра «Технет» СПбПУ направлена на поддержку проектов, популяризацию технологий, разработку нормативных правовых актов, а также проведение аналитических исследований, в том числе в области цифровой трансформации промышленных компаний.

Программа Инфраструктурного центра «Технет» СПбПУ реализуется с целью формирования и развития институциональной среды, обеспечивающей устойчивое формирование комплекса ключевых компетенций, обеспечивающих интеграцию отечественных передовых производственных технологий (ППТ) и бизнес-моделей для их распространения в качестве «Фабрик Будущего» первого и последующего поколений и нацеленных на создание глобально конкурентоспособной кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности в контексте национальных стратегических приоритетов импортонезависимости и технологического суверенитета РФ.

Достижению поставленной цели способствует выполнение следующих задач:

1. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения.
2. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы.
3. Организационно–техническая и экспертно-аналитическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы.
4. Создание механизмов акселерации компаний Национальной технологической инициативы и механизмов экспортного продвижения создаваемых продуктов.

Боровков Алексей Иванович
Рождественский Олег Игоревич
Павлова Елизавета Ивановна
Поняева Ирина Игоревна
Кайданова Алина Хоповна
Чхеидзе Екатерина Павловна
Старостенко Анастасия Андреевна
Распопина Полина Станиславовна
Голякевич Артём Сергеевич
Чварков Сергей Анатольевич
Луковникова Наталья Михайловна
Андреев Иннокентий Борисович
Ольховик Александра Олеговна
Джелали Полина Александровна
Кукушкин Кузьма Викторович
Шкодырев Вячеслав Петрович
Хохловский Владимир Николаевич
Башкирова Елена Алексеевна
Диб Али
Жан-Зуауи Поль
Скогликов Иван Александрович

АНАЛИЗ РЫНКА СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И СБОРОМ ДАННЫХ (SCADA-СИСТЕМ) В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНЕТ» НТИ

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД

Монография

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 – научная и производственная литература

Подписано в печать 27.12.2024. Формат 60×84/8. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 30,5. Тираж 100. Заказ 0554.

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного авторами,
в Издательско-полиграфическом центре Политехнического университета.
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.