

*Пономарев Максим Сергеевич,
студент, 4 курс, Институт цифровых интеллектуальных систем,
направления подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических
процессов и производств»
ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»*

Россия, г. Москва

*Кищенко Роман Валерьевич,
студент, 4 курс, Институт цифровых интеллектуальных систем,
направления подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических
процессов и производств»
ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»*

Россия, г. Москва

*Федорова Ульяна Сергеевна,
студентка, 4 курс, Институт цифровых интеллектуальных систем,
направления подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических
процессов и производств»
ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»*

Россия, г. Москва

СОВРЕМЕННЫЕ SCADA-СИСТЕМЫ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Аннотация: В статье исследуется роль современных SCADA-систем в повышении эффективности управления промышленным производством. Цель работы заключается в систематизации функций диспетчерского управления и определении условий, при которых внедрение SCADA обеспечивает измеримый организационно-технический эффект. Рассмотрены сбор и

архивирование технологических данных, визуализация состояния оборудования, управление тревогами, формирование отчетности, интеграция с программируемыми логическими контроллерами и информационными системами предприятия. Предложена совокупность критериев выбора программной платформы, включающая масштабируемость, открытость интерфейсов, отказоустойчивость, удобство сопровождения и соответствие требованиям промышленной кибербезопасности.

Ключевые слова: SCADA-система, автоматизация производства, диспетчерское управление, АСУ ТП, визуализация, архивирование данных, управление тревогами, промышленная кибербезопасность.

Annotation: The article examines the role of modern SCADA systems in improving the efficiency of industrial production management. The purpose of the study is to systematize supervisory control functions and identify the conditions under which SCADA implementation produces a measurable organizational and technical effect. The paper considers process data acquisition and archiving, equipment status visualization, alarm management, reporting, and integration with programmable logic controllers and enterprise information systems. A set of platform selection criteria is proposed, including scalability, interface openness, fault tolerance, maintainability, and compliance with industrial cybersecurity requirements.

Key words: SCADA system, production automation, supervisory control, automated process control system, visualization, data archiving, alarm management, industrial cybersecurity.

Место SCADA в архитектуре управления производством

Типовая архитектура АСУ ТП включает полевой уровень датчиков и исполнительных механизмов, уровень программируемых контроллеров и верхний уровень диспетчерского управления. Контроллер выполняет

циклические алгоритмы регулирования, блокировки и последовательное управление, а SCADA получает переменные процесса, хранит историю, отображает состояние объекта и предоставляет оператору разрешенные команды. Такое разделение снижает зависимость базовых защитных функций от состояния серверов и рабочих станций.

В распределенном производстве SCADA формирует единое пространство технологических данных. Для каждой установки создается иерархия объектов, параметров, состояний и событий. Информационная модель позволяет использовать одинаковые обозначения на операторских экранах, в архиве и отчетах. Если теги создаются бессистемно, то дальнейшая интеграция становится трудоемкой: одинаковые параметры получают разные наименования, единицы измерения не фиксируются, а происхождение расчетных показателей остается неясным.

Связь с контроллерами организуется через промышленные протоколы и OPC-интерфейсы. Открытость коммуникационного слоя уменьшает зависимость предприятия от одного производителя оборудования и упрощает модернизацию. Однако каждый внешний интерфейс должен иметь определенное назначение, владельца и правила доступа. Передача данных в корпоративные системы не должна создавать возможность неконтролируемого воздействия на технологический контур.

Современная SCADA может взаимодействовать с MES, ERP и системами технического обслуживания. В MES передаются сведения о выполнении операций, простоях и параметрах качества; в систему ТОиР - наработка, аварийные события и диагностические признаки; в отчетные сервисы - показатели смены и потребления ресурсов. Интеграция превращает технологические данные из локального ресурса операторной в основу производственного управления.

Функции, определяющие производственную эффективность. Первым механизмом повышения эффективности является сокращение времени

реакции на отклонение. Оператор получает не только числовое значение, но и контекст: положение агрегата на мнемосхеме, тренд, состояние связанного оборудования и историю последних событий. При корректном проектировании это уменьшает время поиска причины и вероятность ошибочного действия. Экран должен поддерживать задачу управления, а не имитировать внешний вид оборудования с избыточной декоративностью.

Второй механизм связан с архивированием. Непрерывная история параметров позволяет сопоставить аварийное событие с нагрузкой, состоянием исполнительных механизмов и действиями персонала. Архив используется для разбора инцидентов, настройки регуляторов, доказательства соблюдения технологического режима и выявления повторяющихся потерь. Важны единая временная синхронизация, контроль качества значений и политика хранения данных.

Третий механизм - управление тревогами. Простое формирование сообщения при каждом выходе параметра за границу приводит к лавине уведомлений. Оператор перестает различать первичную причину и вторичные последствия. Эффективная система использует приоритеты, задержки, гистерезис, подавление неактуальных сообщений и регистрацию подтверждения. Перечень тревог должен периодически пересматриваться на основании статистики: частоты появления, продолжительности, количества повторов и действий оператора.

Четвертый механизм - автоматизированная отчетность. Сменные и суточные отчеты могут рассчитываться непосредственно по архиву: выпуск продукции, удельный расход энергии, длительность простоев, количество отклонений и время работы оборудования. Автоматизация исключает ручной перенос показаний и сокращает время подготовки данных. При этом формулы показателей должны быть документированы, иначе разные подразделения получают несовпадающие значения одного KPI.

Пятый механизм состоит в поддержке непрерывного улучшения. Накопленная история позволяет сравнивать партии, смены и режимы, находить устойчивые зависимости и определять потери. SCADA становится источником данных для статистического контроля, предиктивной диагностики и оптимизации. Следовательно, экономический результат формируется не только во время оперативного управления, но и при последующем инженерном анализе.

Таблица 1.

Функции SCADA-системы и ожидаемый управленческий эффект

Функция	Результат применения	Показатель оценки	Условие эффективности
Визуализация и тренды	Быстрое распознавание отклонений	Время реакции оператора	Единая информационная модель и понятная иерархия экранов
Управление тревогами	Снижение пропуска значимых событий	Число тревог на оператора; доля повторных сообщений	Приоритизация, фильтрация и регулярный анализ журнала
Архивирование	Разбор причин и подтверждение режима	Полнота истории; время поиска данных	Синхронизация времени и контроль качества значений
Отчетность	Сокращение ручных операций	Время подготовки отчета; число ошибок	Документированные алгоритмы расчета KPI
Интеграция с MES/ТОиР	Связь состояния оборудования с производственными решениями	Длительность простоев; скорость формирования заявки	Разделение прав и согласованные справочники
Удаленный доступ	Повышение доступности экспертной поддержки	Время подключения специалиста	Защищенный канал, аутентификация и журналирование

Критерии выбора современной SCADA-платформы

Выбор программной платформы начинается с описания объекта, а не с перечня функций продукта. Определяются количество сигналов, частота обновления, глубина архива, число рабочих мест, географическое распределение и допустимое время восстановления. Следует заранее

учитывать рост системы, поскольку расширение лицензии, серверов и каналов связи после запуска может оказаться дороже исходного проекта.

Важным критерием является масштабируемость. Для локальной установки достаточно одного сервера, однако крупное предприятие нуждается в резервировании, распределении нагрузки и централизованном администрировании. Резервирование должно проверяться испытаниями: отключением сетевого канала, остановкой сервера и восстановлением архива. Формальное наличие функции без проверенного регламента переключения не гарантирует непрерывность диспетчерского управления.

Открытость оценивается по поддерживаемым промышленным протоколам, OPC, API, средствам экспорта и возможности подключения внешних баз данных. Открытые интерфейсы полезны для интеграции, но требуют версионирования и контроля изменений. Обновление SCADA или драйвера не должно неожиданно нарушать обмен с соседней системой.

Критерий сопровождаемости включает доступность документации, подготовку специалистов, средства диагностики, резервное копирование и перенос проекта. Для предприятия важна способность самостоятельно внести безопасное изменение: добавить сигнал, скорректировать экран или изменить отчет. Проект, который может обслуживаться только первоначальным интегратором, создает организационный риск.

На российском рынке представлены платформы различных классов. MasterSCADA 4D ориентирована на создание распределенных систем автоматизации; TRACE MODE сочетает средства разработки АСУ ТП и диспетчеризации; решения ОБЕН включают локальные и облачные инструменты мониторинга. Официальная документация этих продуктов подтверждает наличие средств подключения оборудования, визуализации, архивов и интеграционных интерфейсов [6–8]. Сопоставление должно выполняться по единому техническому заданию и пилотному стенду, а не по количеству функций в рекламном описании.

Облачный мониторинг целесообразен для удаленных и территориально распределенных объектов, когда требуется централизованный просмотр параметров и уведомлений. Вместе с тем критические алгоритмы регулирования и противоаварийные функции должны оставаться на локальном уровне. При потере внешнего канала объект обязан продолжать безопасную работу, а накопленные данные - передаваться после восстановления связи.

Кибербезопасность и надежность эксплуатации. Расширение сетевого взаимодействия делает SCADA значимым объектом информационной защиты. ГОСТ Р МЭК 62443-2-1-2015 предусматривает организацию программы обеспечения кибербезопасности систем промышленной автоматизации [3], а ГОСТ Р МЭК 62443-3-3-2016 устанавливает системные требования и уровни безопасности [4]. Для проекта это означает необходимость разделения сети на зоны, ограничения межсетевых взаимодействий, управления учетными записями и регистрации событий безопасности.

Права пользователей назначаются по ролям. Оператору необходим доступ к штатным командам своего участка, инженеру - к диагностике и конфигурации, администратору - к системным настройкам. Общие учетные записи затрудняют расследование действий и должны исключаться. Удаленный доступ разрешается только через защищенный шлюз с многофакторной аутентификацией и ограничением времени сеанса.

Безопасность обновлений требует отдельного регламента. Исправления операционной системы, антивируса, драйверов и SCADA предварительно проверяются на стенде, поскольку несовместимость может повлиять на связь с оборудованием. Резервная копия должна содержать не только проект, но и лицензии, конфигурацию серверов, архивные схемы и инструкции восстановления. Восстановление периодически испытывается, иначе наличие копии не подтверждает ее пригодность.

ГОСТ Р 59505-2021 связывает требования функциональной безопасности и защиты информации в области промышленной автоматизации [5]. Практический вывод состоит в том, что меры кибербезопасности не должны ухудшать выполнение функций безопасности, а изменение сетевой архитектуры необходимо оценивать одновременно с точки зрения доступности, целостности и технологического риска.

Организация внедрения и оценка результата. Внедрение целесообразно разделять на этапы. На обследовании фиксируются технологические границы, критические операции, существующие контроллеры и потребности пользователей. Затем создаются стандарты именования тегов, графические шаблоны, классификация тревог и правила архивирования. После разработки проводится заводское тестирование, а на объекте - проверка связи, команд, блокировок, журналов и сценариев отказа.

Обучение персонала должно включать не только работу с интерфейсом. Операторы отрабатывают действия при потере связи, переходе на резервный сервер, массовом появлении тревог и недостоверном измерении. Инженеры осваивают диагностику каналов, восстановление конфигурации и безопасное внесение изменений. Инструкции должны соответствовать фактической версии проекта.

Эффект оценивается сравнением показателей до и после внедрения. К ним относятся среднее время обнаружения отклонения, длительность незапланированного простоя, время подготовки отчета, количество ручных записей, число повторяющихся тревог и удельное потребление ресурсов. Необходимо учитывать, что улучшение может быть связано не только с программой, но и с изменением регламентов и обучением персонала.

Полезным является поэтапный пилот на одном технологическом участке. Он позволяет проверить нагрузку архива, удобство экранов, качество тревог и интеграцию с контроллерами. По итогам пилота формируется типовый шаблон, который масштабируется на другие линии. Такой подход

снижает риск тиражирования ошибок и делает экономический эффект более обоснованным.

Таким образом, SCADA-проект следует рассматривать как организационно-техническое изменение. Программная платформа создает инструменты, но результат появляется только при наличии качественных данных, ответственных владельцев, регламентов реакции и регулярного анализа накопленной информации.

Современные SCADA-системы повышают эффективность управления производством за счет объединения технологических данных, сокращения времени реакции, упорядочивания тревог, автоматизации отчетности и интеграции с системами производственного планирования и технического обслуживания. При этом диспетчерский уровень должен дополнять, а не заменять автономные алгоритмы контроллеров и средства противоаварийной защиты.

Ключевыми условиями результативности являются корректная информационная модель объекта, стандартизация экранов и тегов, достоверное архивирование, рациональная настройка тревог и документированные показатели эффективности. Выбор платформы следует проводить по требованиям конкретного производства, проверяя масштабируемость, открытость, резервирование, сопровождаемость и доступность квалифицированной поддержки.

Рост удаленного доступа и интеграции требует выполнения требований промышленной кибербезопасности. Сегментация сети, ролевой доступ, контролируемые обновления, резервное копирование и испытание восстановления должны рассматриваться как обязательная часть жизненного цикла SCADA. При таком подходе система становится не только средством визуального наблюдения, но и устойчивой информационной основой для оперативного управления и непрерывного совершенствования производства.

Использованные источники:

1. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. — М.: Издательство стандартов, 1991.
2. ГОСТ ИЕС 61131-3-2016. Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования. — Введ. 01.04.2017. — М.: Стандартиформ, 2017.
3. ГОСТ Р МЭК 62443-2-1-2015. Сети коммуникационные промышленные. Защищенность (кибербезопасность) сети и системы. Часть 2-1. Составление программы обеспечения защищенности системы управления и промышленной автоматики. — Введ. 01.09.2016. — М.: Стандартиформ, 2016.
4. ГОСТ Р МЭК 62443-3-3-2016. Сети промышленной коммуникации. Безопасность сетей и систем. Часть 3-3. Требования к системной безопасности и уровни безопасности. — Введ. 01.04.2017. — М.: Стандартиформ, 2017.
5. ГОСТ Р 59505-2021. Измерение, управление и автоматизация промышленного процесса. Основные принципы обеспечения функциональной безопасности и защиты информации. — Введ. 01.01.2022. — М.: Российский институт стандартизации, 2021.
6. MasterSCADA 4D. Документация [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.master-scada.ru/> (дата обращения: 02.08.2026).
7. TRACE MODE. Интегрированная система разработки АСУ ТП: официальный сайт [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.trace-mode.ru/> (дата обращения: 02.08.2026).
8. OWEN. Документация по программным продуктам и облачному сервису OwenCloud [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.owen.ru/> (дата обращения: 02.08.2026).
9. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. — М.: Горячая линия — Телеком, 2009. — 608 с.