

УДК 658.56:004 (04)

Кузнецов Никита Николаевич

студент 4 курса кафедры «Системный анализ и управление качеством»
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический
университет имени М.Т. Калашникова»
Kuznetsov Nikita Nikolaevich, 4th-year student of the
Department of System Analysis and Quality Management
Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СМК: ВЫБОР МЕТОДОЛОГИИ
ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ И КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ИСУК**
**DIGITAL TRANSFORMATION OF QMS: CHOICE OF METHODOLOGY FOR
PROCESS DESCRIPTION AND CRITERIA FOR OPTIMIZATION OF ICS**

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические аспекты и практические подходы к внедрению и развитию Информационной системы управления качеством (ИСУК) на машиностроительных предприятиях, на примере ООО «Ижевский завод тепловой техники» (ИЗТТ).

Abstract. СМК, ИСУК, BPMN, EPC, IDEF0, оптимизация процессов.

Ключевые слова: The article discusses the theoretical aspects and practical approaches to the implementation and development of the Information Quality Management System (IQMS) at machine-building enterprises, using the example of Izhevsk Plant of Thermal Engineering (IZTT).

Keywords: QMS, IQMS, BPMN, EPC, IDEF0, process optimization.

Введение

В современной конкурентной среде производственные предприятия, особенно в сегменте машиностроения и производства промышленного оборудования, сталкиваются с необходимостью не просто фиксировать качество готовой продукции, а выстраивать комплексные системы превентивного управления. Базисом такого управления выступает Система менеджмента качества (СМК). Однако по мере усложнения производственных цепочек и роста объемов нормативно-технической документации ее классическое «бумажное» или слабо автоматизированное ведение становится тормозом развития.

Объектом анализа в данной работе выступает ООО «Ижевский завод тепловой техники» (ИЗТТ) – предприятие полного цикла, специализирующееся на выпуске промышленного холодильного и вентиляционного оборудования, реализующее проекты в рамках программ импортозамещения. Цель данной статьи – обосновать архитектуру Информационной системы управления качеством (ИСУК) как цифрового ядра СМК, проследить эволюцию документооборота СМК, выбрать оптимальную методологию моделирования процессов и определить критерии эффективности такой системы.

Понятие ИСУК и ее роль на производстве

Информационная система управления качеством (ИСУК) представляет собой специализированный программно-аппаратный комплекс или модуль в составе ERP/MES-системы, предназначенный для сбора, обработки, анализа и архивирования данных о качестве продукции и процессах на всех этапах жизненного цикла изделия. В отличие от общего документооборота, ИСУК работает с контрольными партиями, признаками дефектов, результатами испытаний и данными о решениях по использованию продукции.

Роль ИСУК на производстве не сводится к отбраковке несоответствующей продукции. Это инструмент реализации цикла непрерывного улучшения PDCA (Plan-Do-Check-Act) на уровне данных. На примере ООО «ИЗТТ», где номенклатура включает высокотехнологичные газовые горелки непрямого нагрева и климатическое оборудование, цена ошибки контроля крайне высока. ИСУК позволяет в режиме реального времени вычислять ключевые



показатели: среднее время выполнения проверок, долю дефектных единиц в партии, показатель качества (ПК) и стандартные отклонения по этим параметрам. Вычисление динамических показателей (средняя доля дефектных единиц, доля отклоненных партий) дает руководству инструмент прогнозирования надежности поставок и стабильности технологии, а не просто констатацию свершившегося брака.

Для ИЗТТ, применяющего газовые технологии, критически важен контроль происхождения контрольных партий: поступление материалов (входной контроль) или производственная партия (операционный контроль). ИСУК дифференцирует эти потоки, присваивая группам обновления соответствующие правила. Таким образом, ИСУК становится связующим звеном между конструкторской документацией, технологией и фактическим результатом.

Эволюция и развитие документооборота СМК

Документооборот СМК прошел путь от разрозненных бумажных инструкций до интегрированных цифровых платформ. Традиционно документы СМК включали «Руководство по качеству», стандарты организаций (СТО), карты процессов и должностные инструкции. Основной проблемой было несоответствие документации реальным действиям персонала: бумажные версии устаревали в момент утверждения.

Первый этап эволюции – переход от текстовых регламентов к графическому моделированию с использованием методологий IDEF0 и блок-схем, что позволило визуализировать процессы, но не решало проблему их актуализации. Второй этап связан с внедрением систем электронного документооборота (СЭД), которые автоматизировали согласование и хранение документов в соответствии с ГОСТ Р ИСО/ТО 10013-2007 и национальными стандартами.

Современный, третий этап развития документационного обеспечения СМК на предприятиях, таких как ИЗТТ, характеризуется внедрением концепции «SMART-стандартов» и цифровых двойников процессов. Документооборот перестает быть статичным хранилищем файлов, превращаясь в динамическую базу знаний. Вместо текстового описания процедуры входного контроля комплектующих на ИЗТТ, цифровая среда предоставляет исполнителю интерактивный чек-лист с подгрузкой чертежа и допусков из PDM-системы. Результаты измерений мгновенно становятся частью аналитики ИСУК через интеграционные системы.

Это меняет саму философию документирования: акцент с «бумажного следа» для аудиторов смещается на обеспечение бездефектного выполнения операции здесь и сейчас. Развитие получают нормативные акты, учитывающие специфику цифровой подписи и валидации процессов.

Методологии описания процессов: выбор нотации для ИСУК

Ключевым этапом внедрения ИСУК является формализация бизнес-процессов. Без четкой цифровой модели невозможно алгоритмизировать контроль качества. На практике наиболее распространены три нотации графического моделирования: IDEF0, DFD, EPC и BPMN.

IDEF0 (Integrated Definition for Function Modeling). Старейшая методология структурного анализа, фокусирующаяся на функциональной декомпозиции. Процесс представляется в виде «черного ящика» с входами, выходами, управлением и механизмами. Для топ-менеджмента ООО «ИЗТТ» IDEF0 полезна для построения концептуальной архитектуры процессов верхнего уровня, демонстрирующей зоны ответственности и потоки ресурсов. Однако IDEF0 не показывает временную последовательность и логику ветвления операций, что критично для настройки автоматизированной системы контроля.

DFD (Data Flow Diagrams). Нотация потоков данных, предложенная Гейном и Сарсоном, фокусируется не на функциях как таковых, а на движении информации и документов между процессами, внешними сущностями и хранилищами данных. Диаграмма показывает, откуда поступает документ, каким процессом обрабатывается и куда



записывается результат. DFD позволяет наглядно смоделировать маршруты движения записей о качестве, протоколов испытаний и предписаний, чётко обозначая, какие данные накапливаются в электронном архиве, а какие передаются в смежные модули ERP-системы. Однако DFD, как и IDEF0, лишена семантики управления потоком работ: она не отвечает на вопрос, кто и в какой момент должен выполнить операцию, и не содержит логических шлюзов ветвления. Это ограничивает её применение исключительно этапом обследования и проектирования архитектуры данных ИСУК, но не позволяет построить исполняемую модель процесса.

EPC (Event-Driven Process Chain). Нотация цепочек, управляемых событиями, широко используемая в методологии ARIS. Она наглядно описывает сценарии «Событие-Функция-Событие» и логику принятия решений через операторы «И», «ИЛИ». EPC интуитивно понятна неподготовленным пользователям, поэтому применялась для регламентации операционных процессов. Недостатком для ИСУК предприятия уровня ИЗТТ является ресурсоемкость моделирования и слабая интеграция с современными BPM-движками и исполняемыми системами.

BPMN (Business Process Model and Notation). Международный стандарт (ISO/IEC 19510), признанный «де-факто» для цифровой трансформации. В отличие от «рисунков» IDEF0 и EPC, диаграммы BPMN могут быть экспортированы в исполняемый код BPMS (Business Process Management Suite). Семантика BPMN позволяет описывать сложные сценарии обработки событий (таймеры, ошибки, эскалации), что критически важно для процессов управления несоответствующей продукцией.

Таблица 1

Сравнение нотаций моделирования.

Критерий сравнения	IDEF0	DFD	EPC	BPMN 2.0
Основной фокус	Функциональная декомпозиция процессов	Потоки данных и документов между процессами	Логическая последовательность событий и функций	Сквозные исполняемые процессы с интеграцией
Отображение последовательности операций	Отсутствует (статическая модель)	Отсутствует (только потоки данных)	Присутствует (чередование «Событие-Функция-Событие»)	Присутствует (поток управления с таймерами, событиями, шлюзами)
Логика ветвления (И, ИЛИ, XOR)	Нет	Нет	Да (правила ветвления)	Да (богатая палитра шлюзов и событий ветвления)
Наглядность для экспертов по качеству	Средняя (требует обучения)	Высокая (интуитивно понятная схема документооборота)	Высокая (традиционно применяется в СМК)	Средняя (большой объём элементов требует подготовки)
Трудоёмкость актуализации моделей	Низкая (мало элементов)	Низкая	Высокая (десятки диаграмм для детализации)	Средняя (при условии работы в единой BPM-платформе)
Распространённость в BPM-платформах	Низкая	Средняя (на этапе обследования)	Высокая (ARIS, Business Studio)	Очень высокая (стандарт де-факто для BPMS)



Каждая из рассмотренных нотаций имеет свою функциональную нишу. Для целей построения целевой исполняемой ИСУК на ООО «ИЗТТ» приоритет отдаётся BPMN, тогда как IDEF0 и DFD рекомендуется использовать для верхнеуровневого анализа деятельности завода в целом. Нотация EPC может временно применяться для оцифровки бумажных регламентов с последующей миграцией в BPMN.

Хотя BPMN сложнее для восприятия рядовыми сотрудниками, богатство палитры элементов (пулы, дорожки, шлюзы различных типов) делает ее безальтернативным выбором для построения ИСУК на ООО «ИЗТТ».

Таким образом, ставка на BPMN – это не дань моде на цифровизацию, а прагматичный расчёт. Для предприятия, выпускающего продукцию длительного цикла эксплуатации с повышенными требованиями к безопасности, способность ИСУК в режиме реального времени отслеживать петлю качества – от входного контроля металла и комплектующих до рекламаций конечных заказчиков – становится конкурентным преимуществом. Иные нотации такой связности не обеспечивают. Именно поэтому архитектурное решение, при котором IDEF0 и DFD остаются инструментами аналитиков на этапе проектного исследования, а ядром ИСУК предприятия служит BPMN-ориентированная модель процессов, представляется наиболее взвешенным и экономически обоснованным для ООО «ИЗТТ».

Критерии оптимизации ИСУК

Внедрение или модернизация ИСУК не может быть самой целью. Исходя из плана стратегического развития ИЗТТ, сформулированы три группы критериев оптимизации.

Целевой вектор: снижение трудозатрат.

Основной резерв – ликвидация двойного ввода данных и ручной обработки статистики. ИСУК должна автоматически формировать аналитические отчеты по поставщикам, материалам и клиентам, без ручной компиляции данных инженерами по качеству. Для ИЗТТ это высвобождение ресурсов службы качества от рутины. Оптимизированный процесс подразумевает, что сотрудник вводит результат испытания один раз в систему, после чего информация автоматически попадает в документ, аналитику процесса и отчет показателей.

Целевой вектор: снижение рисков.

Минимизация влияния человеческого фактора при принятии решений об использовании продукции. Цифровая система автоматически блокирует использование контрольной партии, если хотя бы один из ключевых показателей вышел за границы допуска, заданного в настройках класса показателей. Для газовых пушек и теплогенерирующего оборудования ИЗТТ риск пропуска дефекта по давлению газа или целостности камеры сгорания должен быть исключен системно, а не зависеть от контролера.

Целевой вектор: повышение прозрачности.

Формирование единого информационного пространства от конструкторского бюро до сборочного цеха. Прозрачность в контексте ИСУК означает возможность для любого уполномоченного менеджера в реальном времени получить ответ на вопрос: каково текущее качество по конкретному поставщику или материалу, каково соотношение пропущенных и забракованных партий, а также видеть расхождения в картах процессов на мониторе.

Выводы и предложения

Проведенное исследование показывает, что создание полноценной ИСУК на базе современной методологии описания процессов является не опциональной автоматизацией, а стратегической необходимостью для ООО «ИЗТТ» в условиях реализации политики импортозамещения и локализации компонентов.

Предлагается следующая архитектурная модель документационного обеспечения и автоматизации СМК для завода:

1. Верхний уровень (Стратегический): Использовать нотацию IDEF0 для разработки контекстной диаграммы и диаграмм декомпозиции первого уровня, фиксируя границы ответственности бизнес-процессов предприятия.



2. Операционный уровень (Исполняемый): Перейти на детальное моделирование всех сквозных процессов контроля и управления качеством в нотации BPMN. Это обеспечит возможность последующей автоматизации процессов, встроенной в ERP-контур завода.

3. Цифровой документооборот: Переход от статичных документов СМК (ГОСТ Р 7.0.101-2018/30301:2011) к реестру записей о качестве и SMART-регламентам, встроенным в интерфейс MES-терминалов на рабочих местах.

4. Критерии оптимизации: Разработать и внедрить информационное пространство (dashboard) для руководителя по качеству, включающую автоматический расчет ключевых индикаторов: среднее время выполнения контроля, долю пропущенных партий, статистику по дефектам для группы обновления поставщиков.

Реализация предложенных мероприятий позволит ИЗТТ снизить издержки процессов контроля, повысить достоверность отчетности для заказчиков и минимизировать риски выпуска несоответствующей продукции в сегменте ответственного климатического оборудования

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2018.
2. ГОСТ Р ИСО/ТО 10013-2007. Менеджмент организации. Руководство по документированию системы менеджмента качества. – М.: Стандартинформ, 2007.
3. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
4. Антонова А.А., Зосимова С.Д. Сравнительный анализ методов моделирования бизнес-процессов: BPMN, EPC и IDEF0 // ЭБС ВКР. – 2026. – С. 156–162.
5. Шабанова Д.Н., Малука Л.М. О перспективах развития документационного обеспечения системы менеджмента качества на предприятиях нефтегазового инжиниринга в условиях цифровой трансформации // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2023. – № 4 (220). – С. 52–59.
6. Репин В.В. Нотации моделирования процессов в Business Studio: «Процедура», eEPC и BPMN. Что выбрать? // Официальный блог Business Studio. – 2019.
7. Ведмидь П.А. Цифровизация процессов СМК и управление жизненным циклом изделия // Методы менеджмента качества. – 2021. – № 5. – С. 44–49

