

Для цитирования

Логинова М.А., Самсонов Е.А., Лушпай Д.В. Цифровая трансформация стандартизации в нефтегазовом машиностроении: анализ нормативной базы в условиях технологического разрыва / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 57–62.

УДК 006.072:006.062

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ МАШИНОСТРОЕНИИ: АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЫВА

Логинова М.А., аспирант, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва

Самсонов Е.А., аспирант, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва

Лушпай Д.В., начальник управления устойчивого развития и взаимодействия с поставщиками, ООО «Сахалинская Энергия», г. Москва

Развитие цифровых технологий в нефтегазовом машиностроении требует перехода к SMART-стандартам. Однако текущая нормативная база фрагментарна и отстает от темпов цифровизации, что тормозит внедрение инноваций. В исследовании предлагается системный анализ проблем стандартизации и разработка «дорожной карты». Она включает аудит инфраструктуры, оценку информационной безопасности и создание унифицированной модели данных для интероперабельности систем. Реализация предложенной «дорожной карты» позволит обеспечить интеграцию цифровых технологий, повысить уровень защищенности данных и укрепить конкурентоспособность нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: цифровизация, SMART-стандарт, «дорожная карта», мониторинг, кибербезопасность, система управления.

DIGITAL TRANSFORMATION OF STANDARDIZATION IN OIL AND GAS ENGINEERING: ANALYSIS OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE CONTEXT OF A TECHNOLOGICAL GAP

Loginova M.A., Postgraduate Student, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow

Samsonov E.A., Postgraduate Student, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow

Lushpay D.V., Head of Sustainable Development and Supplier Relations Division, Sakhalin Energy LLC

The development of digital technologies in the oil and gas engineering industry requires a transition to SMART standards. However, the current regulatory framework is fragmented and lags behind the pace of digitalization, which slows down innovation. The study suggests a systematic analysis of standardization issues and the development of a roadmap. It includes infrastructure audits, information security assessments, and the creation of a unified data model for system interoperability. The implementation of the proposed roadmap will ensure the integration of digital technologies, increase the level of data security and strengthen the competitiveness of the oil and gas industry.

Keywords: digitalization, SMART standard, roadmap, monitoring, cybersecurity, management system.

Развитие цифровых технологий в нефтегазовом машиностроении сопровождается существенным изменением принципов проектирования, производства и эксплуатации оборудования. Цифровые двойники, системы предиктивной аналитики, интеллектуальные

сенсорные сети и интегрированные платформы управления жизненным циклом изделий становятся неотъемлемой частью отраслевой практики. Однако нормативно-техническая база, обеспечивающая регулирование и унификацию этих процессов, переживает собственную революцию, связанную с переходом от традиционных документов к машиночитаемым, «умным» стандартам. Скорость развития интеллектуальных систем и методов проектирования, таких как сквозное проектирование CAD/CAE/CAM [1], на порядок опережает темпы актуализации и цифровизации нормативной документации. В результате создается «цифровой разрыв» – передовые производственные активы управляются по устаревшим, зачастую бумажным, регламентам, что затрудняет внедрение инноваций, снижает прозрачность процессов и препятствует формированию единого цифрового контура отрасли.

Настоящее исследование направлено на анализ степени цифровизации действующих нормативных документов, определение барьеров для внедрения SMART-стандартов и формирование «дорожной карты» по развитию цифровой стандартизации на примере нефтегазовых предприятий. Поскольку цифровизация в рамках исследования подразумевает не только перевод стандартов в машиночитаемый формат, но и актуализацию подходов сбора, накопления и обмена информацией, то в настоящей статье особое внимание уделено вопросам согласования новых подходов со спецификой производственных процессов, обеспечения информационной безопасности и повышения готовности предприятий к цифровому переходу.

Проблемы современности требуют перехода от традиционных статичных нормативных документов к SMART-стандартам – динамическим, машиночитаемым и интегрируемым в цифровые системы нормативам, обеспечивающим автоматизацию проверки соответствия и взаимосвязь между различными этапами жизненного цикла продукции.

Анализ современной промышленной нормативной базы, сфокусированный на стандартах в области цифровизации нефтегазового машиностроения, позволил выявить две ключевые проблемы, сдерживающие эффективное внедрение интеллектуальных технологий: фрагментарность SMART-стандартов и системную неготовность производств.

Современные стандарты, призванные регулировать цифровую трансформацию, зачастую носят рамочный характер. Ярким примером служит ГОСТ Р 71765–2024 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Общие требования». Данный документ комплексно описывает философию построения АСУ ТП (автоматизированной системы управления технологическим процессом) в условиях цифровизации, охватывая все важные аспекты при построении систем и подчеркивая необходимость интеграции данных, кибербезопасности и взаимодействия с другими системами. Однако он практически не содержит ссылок на конкретные стандарты, регламентирующие, например, форматы обмена данными (OPC UA – стандарт обмена данными в системах промышленной автоматизации, MQTT – облегченный протокол обмена данными для низкопроизводительных датчиков и WITSML – стандарт обмена данными в нефтегазовой промышленности), протоколы интернета вещей или требования к машиночитаемым моделям оборудования [2]. При этом такие международные спецификации, как OPC UA, WITSML и MQTT, уже давно и повсеместно применяются в нефтегазовой отрасли, но их использование остается стихийным и разрозненным. Ключевой причиной этой проблемы является невозможность создания универсального решения для всех отраслей промышленности в виде единого документа.

Таким образом, возникает ситуация, при которой стандарт формулирует требования к обеспечению взаимодействия на уровне функциональных целей, однако не регламентирует конкретные технические методы и средства реализации данных требований. В результате на практике возникают разночтения, и каждый интегратор или производитель вынужден самостоятельно интерпретировать требования, что приводит к созданию несовместимых проприетарных решений и усугубляет проблему «цифровых разрозненных данных» (Data Silos).

Вторая проблема вытекает из первой и усугубляет ее. Даже при наличии прогрессивного стандарта предприятия сталкиваются с такими системными барьерами, как технологическая гетерогенность, отсутствие комплексной диагностики, неопределенность в области кибербезопасности. Производственные активы представляют собой «лоскутное одеяло» из оборудования и ПО разных поколений – от современных датчиков с IoT-интерфейсами (интерфейсы для взаимодействия устройств, подключенных к сети) до устаревших систем, не имеющих средств цифрового взаимодействия. На многих предприятиях отсутствует ясная картина о текущем состоянии своей ИТ- и АСУ ТП-инфраструктуры, что делает невозможным построение реалистичного плана модернизации. Под каждую отрасль, в том числе нефтегазовую, необходимо адаптировать уже существующие технологии и разрозненные стандарты, а также подготавливать к SMART-стандартизации само производство, что и было отражено в рамках дальнейшего исследования.

Для решения рассмотренных проблем предлагается создание «дорожной карты» развития цифровой стандартизации предприятий нефтегазовой отрасли – последовательной методологии, направленной на подготовку предприятия и создание технического фундамента для внедрения SMART-стандартов (см. таблицу).

Дорожная карта развития цифровой стандартизации предприятия

Этап	Мероприятия
1. Аудит	Инвентаризация оборудования, систем управления
	Обзор и проверка согласованности имеющегося ПО
	Проверка полноты руководств пользования
2. Оценка и обеспечение внедрения систем защиты информации	Мониторинг деятельности предприятия
	Внедрение использования хэш-функций при аутентификации
	Создание нескольких уровней доступа к информации
	Периодическое обновление ключей доступа и создание резервных мест хранения данных
3. Разработка целей внедрения smart-стандартизации	Создание Canonical Data Model
	Формирование пакета документов под конкретный кейс
4. Внедрение smart-стандартизации на предприятии	Объединение оборудования в группы по форматам накопления данных
	Унификация формата обмена данными/создание единых протоколов обмена
	Апробация полученной системы
	Выявление ошибок и доработка SMART-стандартов

Прежде всего необходимо провести комплексный аудит технологического стека, включающий в себя тотальную инвентаризацию всего парка оборудования, программного обеспечения и систем управления организации, выбранной для апробации новой системы стандартизации на предприятии. В качестве нормативной основы для реализации больше всего пригоден стандарт ГОСТ Р 71998–2025 «Информационные технологии. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения. Определение качества ИТ-услуг». Он позволит количественно посредством прохождения логической схемы оценить качество ИТ-услуг, в каком объеме они реализованы на предприятии, есть ли дублирование функций и в полной ли мере выполняется поставленная задача каждой программой.

Дополнительно необходимо проверить как актуальность версий ПО, так и наличие программ, через которые осуществляется передача данных в зависимости от их формата. К примеру, стандарт ГОСТ Р 58141–2018 «Проектирование и освоение газовых, газоконденсатных, нефтегазовых и нефтегазоконденсатных месторождений. Движение геолого-технологической информации в процессе строительства скважин. Технические требования» устанавливает требования к обмену информацией между измерительными

системами и системами сбора и анализа данных на основе уже упомянутого стандарта обмена данными WITSML.

На основе данных аудита необходимо провести оценку соответствия существующих систем защиты информации актуальным требованиям. Среди международных стандартов существует целая серия документов ISA/IEC 62443, устанавливающих требования к кибербезопасности, охватывающие весь жизненный цикл автоматизированных промышленных систем управления. Несмотря на отставание национальной стандартизации в области защиты от утечек данных и прочих киберугроз, базовую основу для выстраивания защиты может предоставить национальный стандарт ГОСТ ISO/IEC 27014–2021 «Информационные технологии. Информационная безопасность, кибербезопасность и защита конфиденциальности» [3]. Руководство деятельностью по обеспечению информационной безопасности», который гармонизирован в идентичной форме с международным.

Применение этого документа, а также соответствие положениям серии стандартов ISA/IEC 62443 обеспечат защищенность на всех уровнях:

- на уровне программируемого логистического контроля, датчиков и SCADA-систем следует применять OPC UA, который обладает встроенной безопасностью, включая шифрование, аутентификацию и контроль доступа;

- для передачи данных бурения и скважинной информации стандартом защиты является использование WITSML поверх защищенного протокола ETP (Energestics Transfer Protocol), который также предусматривает механизмы аутентификации и безопасной передачи данных.

Основные действия, которые необходимо провести для защиты получаемой и обрабатываемой информации, отражены в таблице.

По завершении этапа, включающего модернизацию технологической инфраструктуры и реализацию комплекса мер по киберзащите, формируется основа для перехода к следующей фазе. На основе полученных данных комплексного аудита вместо расплывчатого «повышения цифровизации» осуществляется постановка целей внедрения SMART-стандартов, которые формулируются применительно к выбранной организации. Общей целью проведения работ по внедрению таких стандартов для любого производства или промысла будет сохранение семантической целостности всех документов для создания их связи друг с другом, чтобы свести к минимуму взаимодействие человека, стандарта и объекта стандартизации. Основой для этого служит ПНСТ 864–2023 «Умные (SMART) стандарты. Общие положения». Этот стандарт вводит понятия машиночитаемых, машиноинтерпретируемых и машинопонимаемых форматов, обеспечивая нормативную базу для цифрового представления требований.

Для того чтобы стандарты внутри системы могли «понимать» друг друга, необходимо задать Canonical Data Model (каноническую модель данных) – стандартизированный формат данных, единый набор сущностей и информационных элементов с уникальными идентификаторами и обязательными метаданными (атрибуты пригодности, источник, версия, единицы измерения). Эта модель создается в соответствии с положениями ПНСТ 864–2023, что делает ее машиночитаемой. Внутренняя шина данных или API-слой предприятия выполняют роль маппера, преобразуя данные из разнородных полевых систем (OPC UA, WITSML) в эту единую модель, устраняя семантические разрывы.

После нахождения уязвимых мест предприятия и задания целей внедрения SMART-стандартов формируется конкретный пакет документов – профиль стандартизации для конкретного класса задач. Помимо наличия стандартов на все объекты системы, получающей информацию, необходимо стандартизировать и каналы связи, определиться с единым языком обмена или, если это невозможно, найти своего рода «переводчика».

К примеру, если крупная вертикально-интегрированная компания хочет с помощью SMART-стандартов реализовать цифровое месторождение, то перед ней будет стоять задача связки процессов бурения с процессами мониторинга состояния месторождения [4]. Один из ключевых стандартов OPC UA по обмену данными в промышленных сетях, обеспечивающих коммуникацию между устройствами и оборудованием, в таком случае необходимо связать с WITSML (частный случай стандарта обмена информацией в процессе бурения). И тот, и

другой стандарт хорошо себя показали на практике, но для связки необходимо либо остановиться на одном стандарте данных (что в уже действующих организациях будет проблематично и нецелесообразно), либо создать протокол-переводчик, который сможет повысить функциональность системы. На создание такого протокола и была направлена совместная работа OPC Foundation и консорциума Energistics, которые уже работают над созданием протоколов ETP (Energistics Transfer Protocol), описывающих, как данные WITSML должны быть представлены в информационной модели OPC UA.

Перспективные проекты цифровизации нефтегазовой отрасли – от БПЛА для мониторинга трубопроводов до создания цифровых двойников – упираются в проблему интеграции разнородных систем [4]. Ни один из них не может быть масштабирован без фундамента в виде SMART-стандартов. Помимо этого, следуя современным тенденциям, подавляющее большинство упомянутых проектов необходимо реализовывать на базе искусственного интеллекта для еще большей оптимизации временных и финансовых затрат [5]. Совместное действие SMART-стандартов и обученного искусственного интеллекта превратит набор технологий в целостную и управляемую цифровую экосистему, обеспечивающую совместимость данных и бесшовное взаимодействие всех компонентов.

Реализация предложенного подхода поможет заложить основу для сокращения нормативно-технологического разрыва, формирования доверенной среды цифрового взаимодействия и повышения конкурентоспособности отечественных предприятий на мировом рынке. В долгосрочной перспективе это позволит перейти от реактивного обновления стандартов к превентивной модели, в которой стандартизация не догоняет технологические изменения, а становится их драйвером.

Заключение

Цифровая трансформация нефтегазового машиностроения объективно требует радикальной модернизации существующей системы стандартизации. Как показал проведенный анализ, действующая нормативная база характеризуется фрагментарностью, отставанием от темпов технологического развития и недостаточной проработкой технических аспектов реализации цифровых решений. В условиях ускоренного внедрения таких технологий, как цифровые двойники, предиктивная аналитика и интеллектуальные сенсорные сети, сохранение традиционного подхода к стандартизации, основанного на статичных, человекочитаемых документах, создает системные барьеры для интеграции, повышает риски киберугроз и снижает общую эффективность цифровых инициатив.

Переход к SMART-стандартам, обладающим свойствами машиночитаемости, динамичности и семантической совместимости, становится не просто желательным, а необходимым условием обеспечения технологического суверенитета и конкурентоспособности отечественной нефтегазовой отрасли. Предложенная в исследовании «дорожная карта» развития цифровой стандартизации позволяет последовательно преодолеть ключевые вызовы: от комплексного аудита технологической инфраструктуры и оценки уровня кибербезопасности до формирования канонической модели данных и внедрения унифицированных протоколов обмена информацией. Особое значение при этом приобретает гармонизация национальных нормативных документов с международными спецификациями (такими, как OPC UA, WITSML, MQTT), а также адаптация этих решений к специфике производственных процессов и гетерогенности существующих активов.

Реализация предложенного подхода способствует не только устранению «цифрового разрыва» между передовыми технологиями и устаревшими регламентами, но и формированию доверенной цифровой среды, в которой данные могут свободно и безопасно циркулировать между всеми элементами производственной экосистемы. В перспективе это открывает путь к переходу от реактивной модели стандартизации, ориентированной на фиксацию уже внедренных решений, к превентивной, в которой стандарты становятся драйверами технологического развития, обеспечивая предсказуемость, совместимость и масштабируемость инноваций. Таким образом, системная цифровизация стандартизации

выступает стратегическим ресурсом устойчивого развития нефтегазового машиностроения в условиях глобальной технологической трансформации.

Список литературы

1. Пьявченко Т.А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы Trace Mode: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – С. 336.
2. Сравнительный анализ форматов обмена данными, используемых в приложениях с клиент-серверной архитектурой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fundamental-research.ru> (дата обращения 15.10.2025).
3. Бузов Г.А. Защита от утечки информации по техническим каналам: учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – С. 416.
4. Интеллектуальный upstream: стратегия выживания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vygon-consulting.ru> (дата обращения: 14.10.2025).
5. Пантелеев А.С., Шматин А.К. Будущее управления качеством: искусственный интеллект как ключевой инструмент оптимизации процессов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2024. – № 1 (139). – С. 18–22.

References

1. Piavchenko T.A. Automated information and control systems using the Trace Mode SCADA system: A textbook. St. Petersburg: Lan Publishing House, 2015. 336 p.
2. Comparative analysis of data exchange formats used in applications with client-server architecture [Electronic resource]. – Access mode: <https://fundamental-research.ru> (accessed 10/15/2025).
3. Buzov G.A. Protection against information leakage through technical channels: A textbook. Moscow: Hotline – Telecom, 2005, 416 p.
4. Intellectual upstream: a survival strategy [Electronic resource]. – Access mode: <https://vygon-consulting.ru> (date of request: 10/14/2025).
5. Panteleev A.S., Shmatin A.K. The future of quality management: artificial intelligence as a key tool for optimizing processes // Equipment and technologies for the oil and gas complex. – 2024. – № 1 (139). – Pp. 18–22.