

Для цитирования

Дмитриев А.Я., Купцова Д.В., Новиков И.С. Цифровая трансформация стандартизации: использование структурирования функции качества QFD для перехода от требований потребителя к требованиям стандарта / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», Москва, 15 октября 2025 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 363–367.

УДК 006.011

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА QFD ДЛЯ ПЕРЕХОДА ОТ ТРЕБОВАНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ К ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТА

Дмитриев А.Я., канд. техн. наук, заместитель директора Научно-консультационного центра экспертизы (НКЦЭ), доцент кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П.Королёва, Россия, Самара

Купцова Д.В., аспирант кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П.Королёва, Россия, Самара

Новиков И.С., старший преподаватель, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), советник министра промышленности и торговли Российской Федерации, Россия, Москва

Статья посвящена трансформации стандартизации в условиях цифровой экономики. Обоснована необходимость перехода к гибким, детализированным моделям в ответ на усложнение технических систем. В качестве решения предложено использование методологии структурирования функции качества QFD для обеспечения сквозной прослеживаемости требований от потребителя к стандарту. Это позволит повысить качество и конкурентоспособность продукции за счет эффективного структурирования знаний и проектирования качества на основе ожиданий рынка.

Ключевые слова: стандартизация, Индустрия 4.0, требования потребителя, структурирование функции качества QFD, проектирование качества.

DIGITAL TRANSFORMATION OF STANDARDIZATION: USING QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT TO TRANSITION FROM CUSTOMER REQUIREMENTS TO STANDARD REQUIREMENTS

Dmitriev A.Ya., PhD in Engineering, Deputy Director of the Scientific and Consulting Center of Expertise, Samara University, Russia, Samara

Kuptsova D.V., Postgraduate student, Samara University, Russia, Samara

Novikov I.S., Senior Lecturer in the Quality Management Department of the Moscow Aviation Institute, Advisor to the Minister of Industry and Trade of the Russian Federation, Russia, Moscow

This article examines the transformation of standardization in the digital economy. It substantiates the need to transition to flexible, detailed models in response to the increasing complexity of technical systems. A proposed solution is the use of the Quality Function Deployment (QFD) methodology to ensure end-to-end traceability of customer requirements to the standard. This will improve product quality and competitiveness through effective knowledge structuring and quality design based on market expectations.

Keywords: standardization, Industry 4.0, customer requirements, Quality Function Deployment QFD, quality design.

Интенсивная цифровая трансформация обусловила возникновение новой модели взаимодействия между людьми, технологиями и процессами, где информационные системы стали неотъемлемым элементом цепочки создания ценности. Создание сложных технических систем в наукоемких отраслях промышленности, отвечающих запросу Индустрии 4.0 и шестому технологическому укладу в контексте цифровой трансформации, требует использования совершенно новых подходов. Система стандартизации как нормативно-техническая основа создания ценности и подходы к стандартизации также должны быть трансформированы [1]. Эволюция стандартизации носит адаптивный характер и обуславливается усложнением объектов стандартизации и использованием технологий для их создания. Усложнение технических систем и процессов, характеризующееся ростом количества элементов, связей и нелинейностью их взаимодействий, влечет за собой необходимость перехода к более сложным, гибким и детализированным моделям стандартизации. В таблице рассмотрен один из возможных вариантов зависимости развития стандартизации от развития техники¹.

Возможный вариант зависимости развития стандартизации от развития техники

Период	1770–1880 гг.	1880–1930 гг.	1930–1970 гг.	1970–2010 гг.	2010–2040 гг.
Ключевая технология преобразования энергии в работу	Текстильные машины, паровой двигатель	Электродвигатель	Двигатель внутреннего сгорания	Микроэлектроника + цифровая революция	Нанотехнологии + цифровая революция
Подходы к производству	Механизированное производство	Массовое производство и сборочные линии	Автоматизация и сетевое производство		Интеллектуальное, гибкое, сетевое производство
Подходы к стандартизации	Создание единых систем мер и весов с целью универсальной передачи и интерпретации научных знаний	Создание международных организаций по стандартизации. Стандарт для упорядочения и классификации.	Развитие государственных (национальных) систем стандартизации. Появление мета-стандартов (управленческих, терминологических и пр.). Развитие опережающей стандартизации		Цифровая трансформация государственных (национальных) систем стандартизации.
Форма представления стандарта	Книги, схемы, чертежи	Бумажный стандарт	Бумажный стандарт и его электронный вид		Открытый цифровой формат, переход к SMART стандартам

Роль стандартов в промышленности всегда была высока. С проникновением цифровых технологий модели стандартизации в промышленности все более приближаются к моделям информационно-коммуникационных технологий, что открывает новые возможности в части инновационной активности предприятий за счет расширения механизмов распространения новых знаний. Стандарты могут стать важным каналом распространения знаний и в более широком смысле – технологической модернизации промышленности [3]. Стандарты оказывают прямое воздействие на экономику страны за счет распространения (диффузии) знаний (информации, инновационных решений), сокращают экономически неоправданное разнообразие, обеспечивают взаимозаменяемость и совместимость.

¹ За основу для разработки таблицы взята схема С.Ю. Глазьева смены технологических укладов в ходе современного экономического развития с указанием их ключевых технологий преобразования энергии в работу [2] с дополнениями в части стандартизации и цифровой революции.

В конечном итоге стандартизация направлена на улучшение качества продукции и повышение конкурентоспособности, экономию общественных ресурсов, защиту общества и окружающей среды от недоброкачественной продукции, работ (услуг) [4]. Стандарты представляют собой систематизированные знания об объекте стандартизации, полученные в результате накопленного опыта, исследований и испытаний, на основании которых определены характеристики, общие правила и принципы в отношении объектов стандартизации.

Стандартизация в общем смысле становится инструментом непрерывного управления полезными знаниями, которые обеспечивают создание сложной техники и реализацию процессов. Эти знания, будучи результатом накопленного опыта и отработанной практики, формализуются в стандартах. Целевая функция любых создаваемых объектов – удовлетворение потребностей (решение задач) общества (потребителей). Ключевым элементом современных управленческих стандартов является удовлетворение требований потребителя [5], что обуславливает необходимость формирования требований к объекту стандартизации исходя из требований потребителя, т.е. создавать продукцию на основе ожиданий потребителя, знаний и параметрической идентификации характеристик качества – проектировать качество продукции. Идентификация качества (определение приоритетов и целевых значений характеристик) на основе ожиданий потребителей и знаний разработчика является ключевой задачей, от решения которой зависят дальнейшие этапы проектирования и жизненного цикла продукции и в конечном итоге конкурентоспособность организации. Таким образом, повышение качества и конкурентоспособности продукции может быть реализовано за счет проектирования и модернизации продукции и технологических процессов на основе широкого использования различного рода информации (знаний) и идентификации целевых значений характеристик продукции и параметров процессов при эффективном применении структурирования (развертывания) функции качества QFD (Quality Function Deployment) [6].

Основной задачей цифровизации стандартов сейчас является переход от документа к требованию. Внедрение цифровых технологий в процедуры разработки документов по стандартизации направлены на формирование объектно-ориентированных требований и их предоставление в едином информационном пространстве в электронном формате, что обеспечит возможность управлять ключевыми требованиями к жизненному циклу продуктов и процессов [7]. Для решения задачи проектирования качества этот переход должен стать более структурированным, т.е. с помощью цифровых технологий важно обеспечить прозрачность перехода от требования потребителя к требованию стандарта.

Цифровые стандарты должны предоставлять всю необходимую информацию в форме, подходящей для применения. Они могут создаваться, адаптироваться и применяться как людьми, так и машинами, учитывать требования пользователей. Эти требования являются эталоном качества для стандартизации. Промышленность должна использовать исследования потребностей потребителей в качестве основы для разработки и обновления стандартов. В настоящее время в профессиональном сообществе активно дискутируется проблема стандартизации процессов цифровой трансформации, что находит отражение в разработке комплексных серий стандартов. Параллельно актуализируется вопрос формирования реестров требований к компетенциям персонала как инженерного, так и непрофильного. Однако ключевая проблема – обеспечение согласованного взаимодействия этих разнородных требований при их интеграции в цифровую среду – остается недостаточно изученной. В качестве методологического решения предлагается применение матричного представления требований стандартов. Данный подход позволяет формализовать и визуализировать взаимосвязи и потенциальные конфликты между элементами системы. Дальнейшее развитие методологии за счет интеграции метода QFD позволит обеспечить сквозную прослеживаемость от конкретных положений стандартов до исходных требований потребителя, повышая обоснованность и эффективность системы стандартизации.

С 2017 года Росстандарт проводит работы по переводу (и созданию) документов Федерального информационного фонда стандартов (ФИФС) в машиночитаемый формат.

Предлагаемый для формирования библиотеки машиночитаемый формат предназначен для представления информации, которая подлежит размещению в сети Интернет, в общедоступном структурированном виде, обеспечивающем заинтересованным пользователям более простой доступ к информации, ее автоматическую обработку в целях повторного использования без предварительного изменения человеком и свободное применение в любых соответствующих закону целях любыми пользователями независимо от формы ее размещения [8]. В результате такой трансформации информация приобретает структурированный характер и доступность, эволюционируя из традиционного стандарта в базу данных. Однако для повышения степени структуризации представляется необходимым установление семантических взаимосвязей между отдельными требованиями различных стандартов. Решению данной задачи может способствовать методология QFD. К примеру, международный стандарт ISO 9001 отказался от обязательства разрабатывать документы, что говорит о том, что документирование требований с настоящее время стало недостаточно эффективным инструментом [9]. Внедрение методологии QFD в процессы стандартизации не только позволяет обеспечить разработку стандартов на основе требований потребителя и установление соответствия между потребительскими свойствами и свойствами изделия, контролируемые изготовителем, но и способствует прозрачному сближению позиций заинтересованных сторон – участников процесса разработки стандартов (потребитель, изготовитель, государство и пр.), что повышает эффективность разработки стандарта как оптимального компромисса позиций сторон [10].

Использование предложенного подхода особенно актуально для наукоемких отраслей промышленности, где для создания объектов и организации процессов необходимо выполнять совокупность взаимоувязанных требований. Так, например, процессы создания, производства и эксплуатации ракетно-космической техники подразумевают реализацию огромной совокупности взаимоувязанных требований и многоуровневое взаимодействие предприятий ракетно-космической промышленности [11]. Техника в наукоемких отраслях должна быть не просто безопасной, но и качественной. Другой пример можно привести из отрасли станкостроения, когда производство средств производства (производство станков) должно реализовываться с более высоким качеством, т.к. средства производства – это не конечный продукт, а «инструмент» для создания других изделий и любая погрешность или нестабильность в самом станке многократно усиливается на следующих этапах производственной цепочки [12].

В данной работе затронуты общие вопросы применения методологии QFD в стандартизации в контексте повышения качества и инновационного потенциала при создании сложных технических систем. Перспективы реализации данного подхода требуют дальнейшей углубленной разработки методических и технических решений.

Список литературы

1. Стандартизация в условиях цифровой трансформации: учебник / [под ред. В.В.Окрепилова, И.А.Максимцева]. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2024. – 219 с.
2. Глазьев С.Ю. Рынок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. М.: Книжный мир, 2018. 768 с.
3. Туровец Ю.В., Вишневский К.О. Стандартизация цифрового производства: возможности для России и ЕАЭС // Бизнес-информатика. – 2019. – Т. 13. – № 3. – С. 78–96, DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96.
4. Аронов И.З., Версан В.Г., Чайка И.И. Стандартизация: по закону или по понятиям? // Стандарты и качество. – 2012. – № 10. – С. 8–14.
5. ГОСТ Р 9001–2015 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс]: Национальный стандарт / Профессиональная справочная система Техэксперт. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394> (дата обращения: 10.09.2025).
6. Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А. Проектирование качества продукции на основе параметрической идентификации моделей, требований потребителей, знаний: онтологическая парадигма. Онтология проектирования. – 2015. – Т.5. – №3(17). – С. 313–327. DOI: 10.18287/2223-9537-2015-5-3-313-327.
7. Будкин Ю.В. Цифровизация в стандартизации // Стандарты и качество. – 2024. – № 5. – С. 38–39.
8. Шалаев А.П. Цифровые стандарты – новый этап развития стандартизации? // Стандарты и качество. – 2019. – № 7. – С. 12–17.

9. Одинокоев С.А., Мандряков Е.С. Документированная информация «Управление знаниями» // Избранные научные труды восемнадцатой Международной научно-практической конференции «Управление качеством» (Москва, 14–15 март. 2019 г.). – Москва, 2019. – С. 220–223.
10. Рубин Г.Ш., Полякова М.А. Развитие научных основ стандартизации // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2014. – № 1(45). – С. 97–101.
11. Новиков И.С., Купцова Д.В., Ионов А.Г. Анализ и перспективы развития стандартизации в ракетно-космической отрасли // Стандарты и качество. – 2025. – №6. – С. 22–26.
12. Дмитриев А.Я., Ермилина Д.В., Кулаков Г.А., Митрошкина Т.А. Система качественного управления в станкостроении: отраслевой опыт и подход / I Научно-практическая конференция, посвященная 100-летию деятельности ФГБУ «Институт стандартизации»: «Стандартизация: траектория науки», Санкт-Петербург, 9 октября 2024 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6(81). С. 116–119.

References

1. Standardizatsiya v usloviyakh tsifrovoy transformatsii [Standardization in the context of digital transformation]. Saint Petersburg, Publishing house of St. Petersburg State University of Economics, 2024. 219 p.
2. Glazyev S.Yu. Ryvok v budushee. Rossiya v novikh tekhnologicheskoy i mirokhozyaistvennom ukladakh. [A Leap into the Future: Russia in the New Technological and Global Economic Orders]. Moscow. Book world, 2018. 768 p.
3. Turovets Yu.V., Vishnevsky K.O. *Standardizatsiya tsifrovogo proizvodstva: vozmozhnosti dlya Rossii i EAES – Business Informatics*, 2019, no. 3, pp. 78–96. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.78.96.
4. Aronov I.Z., Versan V.G., Chaika I.I. Standardizatsiya po zakonu ili po ponyatiyam? – *Standards and Quality*, 2012, no.10, pp. 8–14.
5. GOST R 9001-2015 National standard of the Russian Federation. Quality management systems. Requirements. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394> (accessed 10 September 2025).
6. Dmitriev A.Ya., Mitroshkina T.A. Proektirovanie kachestva productsii na osnove peremetricheskoy identifikatsii modeley, trebovaniy potrebitелей, snanii: ontologicheskaya paradigma – *Ontology of designing*, 2015, no. 3(17), pp. 313–327. DOI: 10.18287/2223-9537-2015-5-3-313-327.
7. Budkin Yu.V. Tsifrovizatsiya v standartizatsii – *Standards and Quality*, 2024, no. 5, pp. 38–39.
8. Shalaev A.P. Tsifrovie standarti – noviy etap resvitiya standartizatsii? – *Standards and Quality*, 2019, no.7, pp. 12–17.
9. Odiokov S.A., Mandrakov E.S. Dokumentirovannaya informatsiya «Upravlenie znaniyami» // *Izbrannye nauchnye trudy 18 mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Upravlenie kachestvom»* (Selected scientific papers of the eighteenth International scientific and practical conference «Quality Management»). Moscow, 2019, pp. 220-223.
10. Rubin G.Sh., Polyakova M.A. Razvitie nauchnikh osnov standartizatsii – *Bulletin of the Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov*, 2014, no. 1(45), pp. 97–101.
11. Novikov I.S., Kuptsova D.V., Ionov A.G. Analiz i perspektivi razvitiya standartizatsii v reketno-kosmicheskoy otrasli – *Standards and Quality*, 2025, no.6, pp. 22–26.
12. Dmitriev A.Ya., Ermilina D.V., Kulakov G.A., Mitroshkina T.A. Sistema kachestvennogo upravleniya v stankostroenii: otraslevoy opyt / I Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyaschennaya 100-letiyu deyatel'nosti FGBU Institut standartizatsii: Standartizatsiya – traekoriya nauki. Saint Petersburg, 2024, pp. 116–119.