

УДК 621:658.516
DOI

РАЗВЕРТЫВАНИЕ ФУНКЦИЙ КАЧЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Протасова Л.Г., Кузьмина Н.С.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
Екатеринбург, e-mail: protasova.mila@mail.ru*

В современных условиях роста городов использование высокотехнологичной и экологичной коммунальной техники для поддержания чистоты и порядка на улицах становится все более актуальной, что открывает новые горизонты для повышения качества жизни населения и комфортных условий в городской среде. Это напрямую связано с развитием машиностроения и решением задач обеспечения промышленной безопасности и технологического суверенитета страны. Цель выполнения исследования – улучшение качества проектирования коммунальной машины. Результаты исследования показали, что применение метода развертывания функций качества позволило сопоставить требования потребителей с техническими характеристиками коммунальной машины, обеспечило детализацию характеристик, связь с процессами производства и определение видов контроля качества указанных процессов. Поскольку наиболее значимыми для потребителя являются требования: функциональность, удобство в управлении и надежность коммунальной машины, показано, что для выполнения указанных требований необходим контроль соблюдения технологии установки двигателя, цельносварной рамы шасси и электронного блока управления. Соответствующие технологии разрабатываются в документации на стадии проектирования. Метод развертывания функций качества позволяет расширять исследование, например с учетом требований потребителей по долговечности, безопасности и других. Таким образом, ориентация на удовлетворение требований потребителей будет способствовать повышению качества проектирования и производства продукции машиностроительного предприятия.

Ключевые слова: коммунальная машина, развертывание функций качества, показатели качества, процессы производства, контроль процессов

DEPLOYMENT OF QUALITY FUNCTIONS USING THE EXAMPLE OF ENGINEERING PRODUCTS

Protasova L.G., Kuzmina N.S.

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, e-mail: protasova.mila@mail.ru

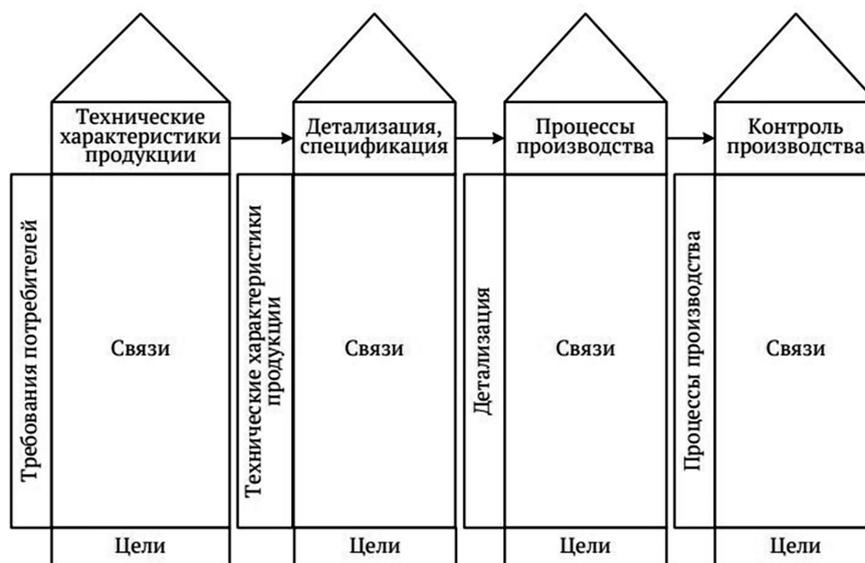
In the modern conditions of urban growth, the use of high-tech and environmentally friendly municipal equipment to maintain cleanliness and order on the streets is becoming increasingly important, which opens up new horizons for improving the quality of life of the population and comfortable conditions in the urban environment. This is directly related to the development of mechanical engineering and solving the problems of ensuring industrial safety and technological sovereignty of the country. The purpose of the study is to improve the quality of municipal vehicle design. The results of the study showed that the use of the quality function deployment method made it possible to compare consumer requirements with the technical characteristics of the municipal vehicle, ensured detailing of the characteristics, connection with production processes and determination of the types of quality control of the specified processes. Since the most significant requirements for the consumer are: functionality, ease of operation and reliability of the municipal vehicle, it is shown that to meet these requirements, it is necessary to control compliance with the technology of installing the engine, all-welded chassis frame and electronic control unit. The corresponding technologies are developed in the documentation at the design stage. The quality function deployment method allows expanding the study, for example, taking into account consumer requirements for durability, longevity, safety and others. Thus, focus on meeting consumer requirements will help improve the quality of design and production of products of an engineering enterprise.

Keywords: municipal machine, quality function deployment, quality indicators, production processes, processes control

Введение

Качество является основным фактором, определяющим уровень развития промышленности и жизнедеятельности общества [1; 2]. Для развития и повышения эффективности процессов производства, внедрения перспективных технологий проектирования и управления качеством машиностроительной продукции необходимо использование ряда современных инструментов системы менеджмента качества (СМК) [3]. Например, использование риск-ориентированного подхода, идентификации и управление вну-

тренними рисками позволят сократить неэффективное использование ресурсов [4], ошибки на стадии проектирования продукции [5], издержки, а также повысить качество менеджмента и эффективность производства; особенно важно применять этот подход к процессу проектирования в машиностроительной отрасли [6; 7]. В частности, Денисовой Я.В. предложена межотраслевая модель управления качеством процессов производства продукции машиностроения в промышленном комплексе в целом для укрепления кооперационных связей и технологического суверенитета [8, с. 34].



Набор информации по разворачиванию функций качества
Примечание: составлено авторами на основе источника [12]

Авторы отмечают, что сертификация системы менеджмента качества на машиностроительном предприятии является важным условием достижения целей в области совершенствования качества продукции [9, с. 27].

Современным инструментом также является карта знаний и модель управления знаниями (УЗ) по накоплению и извлечению знания для решения проблем, разработанная Ивахник Д.Е., которая предоставляет машиностроительным предприятиям краткосрочные и долгосрочные преимущества, направленные на предотвращение циклического возникновения ранее зафиксированных проблем [10]. Анализ видов и последствий отказов (FMEA-анализ) – еще один эффективный инструмент повышения качества разрабатываемой технической продукции, направленный на предотвращение дефектов или снижение негативных последствий от них [11]. Применение описанных подходов и инструментов управления качеством не требует от производственного персонала какой-либо специальной подготовки, это в основном логические инструменты [12].

К ним можно отнести и разворачивание функций качества, которое используется как метод установления связей для принятия решений, основанный на сосредоточении внимания на важнейших характеристиках продукции с целью обеспечения высокого качества, соответствующего требованиям и ожиданиям потребителя [13]. Последовательное выполнение разворачивания функций качества представляет собой структурированный процесс в виде набора тесно связанной информации на основе требований потребителя (рисунок).

Цель исследования – улучшение качества проектирования коммунальной машины путем выявления взаимосвязей требований потребителей к качеству коммунальной машины с ее техническими характеристиками.

Материалы и методы исследования

Методы исследования: анализ литературных данных, технических характеристик коммунальной машины МК-2000 и метод разворачивания функций качества.

Результаты исследования и их обсуждение

Эффективное управление качеством на предприятии является на современном этапе важнейшей задачей выполнения требований международных стандартов менеджмента качества для повышения качества и конкурентоспособности продукции машиностроения. Коммунальные машины являются востребованной продукцией. Данная техника предназначена для уборки и санитарной очистки территорий. Коммунальная техника значительно ускоряет время проведения работ, избавляет людей от ручного труда, выполняет уборку качественно и эффективно.

Разворачивание функций качества (QFD) является гибким методом принятия решений и помогает организации сосредоточить внимание на важнейших характеристиках новой или существующей продукции с точки зрения требований отдельного потребителя. Достоинством метода является повышение качества проектирования, что позволяет удовлетворить требования потребителей, переводя их в цели проекта, обеспечивая

при этом выпуск продукции, действительно необходимой и востребованной потребителем, при этом перемещается фокус управления качеством к проекту разработки продукции с заданными показателями качества.

Апробацию методики развертывания функции качества провели на примере коммунальной машины МК-2000 производства Свердловского предприятия машиностроения. Миссия машиностроительного предприятия: создание и продвижение на рынке продукции гражданского назначения и выстраивание долговременных отношений с потребителями. Коммунальная машина МК-2000 может использоваться как для вакуумной уборки мусора, пыли, так и свежевыпавшего снега, при температуре от -15 до $+25$ °С, осуществляется также транспортировка в бункере мусоросборника и разгрузка самосвальным способом. Преимуществом коммунальной машины являются высокие показатели экологичности и экономичности, так как она может работать на газомоторном (пропан или метан) топливе. Скорость движения машины

транспортная 38 км/час, и при уборке территории скорость рабочая – 10 км/час.

В таблице 1 приведены результаты сопоставления требований потребителей с техническими характеристиками коммунальной машины (где: 1 – слабые, 3 – средние и 5 – сильные связи). Цель – выявить сильные взаимосвязи.

Технические характеристики коммунальной машины были взяты с сайта предприятия, а требования и рейтинги определены опросом потенциальных потребителей. Из таблицы 1 видно, что рейтинги распределены следующим образом: на первом месте – функциональность, затем удобство в управлении, надежность, производительность и экологичность. Понятно, что выполнение заявленных функций машиной наиболее важно для потребителя. Отсюда и сильная связь с объемом бункера мусоросборника. Отметим, что производительность машины будет определяться не только мощностью двигателя, но и производительностью вакуумной установки, в данной модели – равной 13 000 куб. м/час.

Таблица 1

Связи требований потребителей с техническими характеристиками коммунальной машины

Требования потребителей к коммунальной машине	Рейтинг	Технические характеристики коммунальной машины				
		Мощность двигателя 76 л.с.	Объем бункера 2 куб. м	Привод полный/передний	Битопливный двигатель газ/бензин	Рабочая температура внешней среды $-15^{\circ}\dots +25^{\circ}$
Функциональность	1		5			3
Производительность	4	5	3	1		
Удобство в управлении	2	1		5	3	
Экологичность	5	3			5	1
Надежность	3	1		3		5

Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования.

Таблица 2

Детализация технических характеристик коммунальной машины

Технические характеристики коммунальной машины	Детализация				
	Скорость вращения двигателя 2500 обор./мин.	Наличие сменного навесного оборудования	Электронный блок управления по CAN-шинам	Качество бимоторного топлива	Запуск двигателя на бензине до -25 градусов
Мощность двигателя 76 л.с.	5			3	1
Объем бункера 2 куб. м		5	3	1	
Привод полный/передний	1		5	3	
Битопливный двигатель газ/бензин			1	5	3
Рабочая температура $-15^{\circ}\dots +25^{\circ}$			1	3	5

Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования.

Таблица 3

Детализация технических характеристик коммунальной машины и процессов производства

Детализация технических характеристик коммунальной машины	Процессы производства				
	Установка двигателя мощностью 76 л.с.	Установка цельносварной рамы шасси для сменного оборудования	Установка электронного блока управления по CAN-шинам	Заправка двигателя битопливом	Обкатка гидравлической навесной системы и двигателя в течение 7 часов
Скорость вращения двигателя 2500 обор./мин.	5			1	3
Наличие сменного навесного оборудования		5	3		1
Электронный блок управления по CAN-шинам	1		5		1
Качество бимоторного топлива	1		3	5	
Запуск двигателя на бензине до -25 градусов	3			5	1

Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования.

Таблица 4

Контроль качества процессов производства

Процессы производства	Контроль процессов				
	Контроль соблюдения технологии установки двигателя	Контроль соблюдения технологии монтажа цельносварной рамы шасси	Контроль технологии монтажа электронного блока управления по CAN-шинам	Контроль запасов газового и бензинового топлива	Контроль времени обкатки гидравлической навесной системы и двигателя в течение 7 часов
Установка двигателя мощностью 76 л.с.	5		1		3
Установка цельносварной рамы шасси для сменного оборудования		5	3		
Установка электронного блока управления по CAN-шинам			5		3
Заправка двигателя битопливом			3	5	1
Обкатка гидравлической навесной системы и двигателя	1		3		5

Примечание: составлено авторами по результатам данного исследования.

В таблице 2 приведены результаты детализации технических характеристик коммунальной машины. Цель – выявить сильные взаимосвязи.

Из таблицы 2 видно, что удобство управления полным приводом коммунальной машины находится в сильной взаимосвязи с электронным блоком управления по CAN-шинам, а работа битопливного двигателя – с качеством газового и бензинового топлива.

В таблице 3 приведены результаты детализации технических характеристик комму-

нальной машины с процессами производства. Цель – выявить сильные взаимосвязи.

Как показано в таблице 3, технические характеристики коммунальной машины формируются в процессах производства, в частности, обеспечение многофункциональности, важной для потребителя, реализуется в процессе установки цельносварной рамы шасси для последующего монтажа сменного оборудования. В таблице 4 приведены виды контроля процессов производства. Цель – выявить сильные взаимосвязи.

Как следует из таблицы 4, сильные взаимосвязи процессов производства закономерно установлены с контролем соблюдения технологии установки двигателя, цельносварной рамы шасси, электронного блока управления, так как в случае нарушения технологии получить качественный результат не представляется возможным. В этом суть процессного подхода – эффективнее управлять процессом, чем результатом. Технологии же должны быть разработаны на стадии проектирования и описаны в технологической документации.

Следует отметить, что для потребителей важны и показатели долговечности техники. Так, например, на срок службы коммунальной машины будет влиять конструкция, которая сделана оптимально под рабочий режим, чтобы исключить износ деталей. При проектировании необходимо предусмотреть удобство проведения мероприятий по техническому обслуживанию данной системы.

Требования по безопасности также важны для потребителей коммунальной машины, которые определены в [14]. В пункте 13 уточнены требования к транспортным средствам для коммунального хозяйства и содержания дорог, в частности по устойчивости, по выбросам и шуму, по массе, по обзорности, по оборудованию световыми сигналами (проблесковыми маячками) и т.п. А в приложении 6 пункт 1.1.3 устанавливает дополнительные требования по блокировке и усилиям, прилагаемым к рычагам управления [15].

Следовательно, для более полного развертывания функций качества можно дополнять таблицы 1-4 с учетом показателей долговечности, безопасности и других, важных для потребителей.

Заключение

Таким образом, в результате развертывания функций качества коммунальной машины МК-2000 получены таблицы с понятной взаимосвязанной информацией, которые могут быть дополнены новыми требованиями потребителей либо повторно использованы для других видов продукции машиностроения. Данный метод позволил идентифицировать наиболее эффективным способом ключевые требования и ожидания потребителей, что будет способствовать совершенствованию проектирования и производства качественной и востребованной продукции, тем самым повышая удовлетворенность потребителей продукцией машиностроительного предприятия.

Можно рекомендовать к использованию метод развертывания функций качества предприятиям машиностроительной отрасли, поскольку методология позволяет сократить время процессов жизненного цикла продукции, обеспечить оптимальное распре-

деление ресурсов на проектирование, предварительную разработку и выпуск опытной партии продукции машиностроения.

Список литературы

1. Салихов В.А. Управление качеством: учебное пособие. М.: Директ-Медиа, 2023. 128 с. DOI: 10.23681/695400.
2. Глушенко В.В. Проектирование систем технического сервиса изделий машиностроения // Вестник машиностроения. 2020. № 8. С. 82-88. EDN: LSJPEW. DOI: 10.36652/0042-4633-2020-8-82-88.
3. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартинформ, 2015. 48 с.
4. Мальцева С.С., Филатов В.В. Внедрение риск-ориентированного подхода в интегрированную систему менеджмента качества и контроллинга на предприятии // Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (вектор-2024): материалы Всероссийской конференции (г. Москва, 19 июня 2024 г.). М., 2024. С. 105-111. URL: www.elibrary.ru/download/elibrary_72973317_15021798.pdf (дата обращения: 24.01.2025).
5. Толкачева И.М., Гришина Т.Г., Балаболин В.Н. Проектирование импортозамещающих объектов в машиностроении: монография. М.: Янус-К, 2024. 199 с. ISBN 978-5-8037-0965-7. EDN: LUAZYV.
6. Панов А.Н. Риск-ориентированное проектирование в машиностроении // Стандарты и качество. 2021. № 9. С. 106-108. URL <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=202890> (дата обращения: 29.07.2025).
7. Панов А.Н., Ромашова Е.Ю. Основы методологии риск-ориентированного проектирования в машиностроении // Машиностроение и инженерное образование. 2024. № 1-2 (74). С. 8-16. URL: https://www.elibrary.ru/query_results.asp?pagenum=2 (дата обращения: 29.07.2025).
8. Денисова Я.В. Управление качеством процессов производства продукции машиностроения в сети // Омский научный вестник. 2024. № 1 (189). С. 28-34. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_60780214_22028329.pdf (дата обращения: 14.03.2025). DOI: 10.25206/1813-8225-2024-189-28-34.
9. Управление качеством продукции в машиностроительном производстве в условиях рыночных отношений. // Управление качеством. 2015. № 10. С. 27-33. EDN: QRSXKM.
10. Ивахник Д.Е. Модель управления знаниями машиностроительного предприятия // Известия высших учебных заведений. Серия: экономика, финансы и управление производством. 2022. № 1. С. 40-53. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48230002_64086739.pdf (дата обращения: 24.01.2025). DOI: 10.6060/ivecofin.2022511.584.
11. Гарельский В.А., Воробьев А.Л. Применение FMEA-анализа в управлении качеством продукции: методические указания. Оренбург: ОГУ, 2018. 85 с. URL: <http://elibrary.ru/bitstream/123456789/12778/1/%D0%93%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9.pdf> (дата обращения: 14.03.2025).
12. Шарафутдинова Е. Н., Плиско О.В. Системы инструментов управления качеством: учебное пособие /Екатеринбург: УрГЭУ, 2021. 180 с. URL: <https://lib.usue.ru/resource/limit/ump/22/p494347.pdf> (дата обращения: 14.03.2025).
13. Егорова Е.С., Анохина М.Е. Методика QFD в стратегическом управлении компанией // Стратегии бизнеса. 2021. № 2. С. 53-57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-qfd-v-strategicheskom-upravlenii-kompaniy/viewer> (дата обращения: 24.01.2025).
14. ТР ТС 018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств» [Электронный ресурс]. URL: https://www.novotest.ru/upload/medialibrary/a18/TR_TS_018_.pdf п.1.13 (дата обращения: 26.05.2025).
15. Приложение 6 ТР ТС 018/2011 «О безопасности колёсных транспортных средств» п.1.1.3. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.novotest.ru/tr-ts/018-2011/prilozhenie-6.pdf> (дата обращения: 26.05.2025).