ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72449– 2025

СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИЙ СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Методы управления

Издание официальное

Москва

Российский институт стандартизации

2025

Предисловие

1РАЗРАБОТАН Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет), Самарским отделением Межрегиональной общественной организации «Академия проблем качества имени В.В. Бойцова» (Самарское отделение МОО «Академия проблем качества им. В.В. Бойцова»), Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 070 «Станки»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____20 __г. № ____

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения .....
2 Нормативные ссылки .....
3 Термины, определения и сокращения .....
3.1 Термины и определения .....
3.2 Сокращения .....
4 Структура основных методов менеджмента качества .....
5 Применение основных методов менеджмента качества .....
5.1 Метод MFMEA .....
5.2 Метод QFD .....
5.3 Метод TPM .....
5.4 Метод SPC .....
5.5 Метод MSA .....
5.6 Метод DoE .....
5.7 Методы ТРИЗ .....
5.8 Метод 8D .....
Библиография .....

Введение

Настоящий стандарт устанавливает основные методы менеджмента качества, в первую очередь по обеспечению качества продукции в станкоинструментальной промышленности.

Настоящий стандарт разработан для применения в любых организациях станкоинструментальной промышленности и распространяется на все организации в цепи поставок комплектующих, узлов и оборудования независимо от их размера, формы собственности и вида деятельности.

Методы менеджмента качества в настоящем стандарте приведены для всех уровней руководителей в системах управления и производственной деятельности организаций, но не ограничивают организации в использовании дополнительных подходящих инструментов и методов.

Настоящий стандарт может использоваться как справочное руководство по применению инженерных методов для менеджмента качества.

Настоящий стандарт входит в комплекс стандартов менеджмента качества организаций станкоинструментальной промышленности, опирается на процессный и риск-ориентированный подходы, принципы менеджмента качества, бережливого производства, основополагающие принципы концепции «Индустрия 4.0», систему стандартов цифровой станкоинструментальной промышленности и предусматривает ответственность каждого руководителя на всех уровнях организации за осуществление менеджмента качества.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИЙ СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Методы управления

Quality management systems in the machine tool industry.
Management methods

Дата введения – 20_____–_____–_____

1 Область применения

Настоящий стандарт описывает основные методы менеджмента качества для предприятий станкоинструментальной промышленности.

Развитие станкоинструментального предприятия, повышение качества высокоточной продукции и процессов невозможно без реализации системных методов менеджмента качества, зарекомендовавших себя в других отраслях машиностроения, таких как автомобильная, авиационная, ракетно-космическая.

Применение методов менеджмента качества, описанных в настоящем стандарте, базируется на межфункциональном командном подходе и принципах менеджмента качества.

Настоящий стандарт должен применяться совместно с другими стандартами в области управления предприятием, цифровой трансформации предприятия и развития систем управления умным (интеллектуальным) производством.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 24026 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения

ГОСТ Р 27.303 (МЭК 60812:2018) Надежность в технике. Анализ видов и последствий отказов

ГОСТ Р 51814.2 Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов

ГОСТ Р 56404 Бережливое производство. Требования к системам менеджмента

ГОСТ Р 56407 Бережливое производство. Основные инструменты и методы их применения

Издание официальное

ГОСТ Р 58046 Системы менеджмента качества предприятий авиационной, космической и оборонной отраслей промышленности. Перспективное планирование качества продукции. Руководство по анализу процессов измерений

ГОСТ Р 70988 Система стандартов в цифровой промышленности. Основные положения. Общие требования к системе

ГОСТ Р 71240 Станки металлорежущие. Организация технического обслуживания и ремонта станочного парка в формате "по техническому состоянию". Общие положения

ГОСТ Р 71815 Цифровая станкоинструментальная промышленность. Общие положения

ГОСТ Р 71842 (IEC/TR 63283-1:2022) Цифровая промышленность. Умное производство. Часть 1. Термины и определения

ГОСТ Р 72068/ISO/TS 16355-6:2019 Статистические методы. Применение к новым технологиям и процессу разработки продукции. Часть 6. Руководство по подходам к оптимизации, связанным с QFD-методом

ГОСТ Р ИСО 7870-2 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта

ГОСТ Р ИСО 9001 Системы менеджмента качества. Требования

ГОСТ Р ИСО 11462-1 Статистические методы. Руководство по внедрению статистического управления процессами. Часть 1. Элементы

ГОСТ Р ИСО 11462-2 Статистические методы. Руководство по внедрению статистического управления процессами. Часть 2. Методы и приемы

ГОСТ Р ИСО 13053-2 Статистические методы. Количественные методы улучшения процессов «Шесть сигм». Часть 2. Методы

ГОСТ Р ИСО 16336 Статистические методы. Применение к новым технологиям и процессу разработки продукции. Робастное параметрическое проектирование (RPD)

ГОСТ Р МЭК 31010 Надежность в технике. Методы оценки риска

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному

указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **система менеджмента качества (организаций станкоинструментальной промышленности):** Система управления на основе принципов менеджмента качества, в том числе процессного и риск-ориентированного подходов, обеспечения ответственности каждого руководителя на всех уровнях организации за результаты осуществляемой деятельности.

3.1.2 **принципы менеджмента качества (организаций станкоинструментальной промышленности):** Интегрированные принципы, охватывающие принципы менеджмента качества, бережливого производства, основополагающие принципы концепции «Индустрия 4.0».

3.1.3 **методы менеджмента качества (организаций станкоинструментальной промышленности):** Методы оценки и повышения качества продукции, производительности и качества управления, применительно к станкоинструментальной промышленности, которые ориентированы на реализацию процессной модели управления и рискориентированного мышления руководителей всех уровней станкоинструментальной организации.

Примечание — Применение методов менеджмента качества (MFMEA, ТРИЗ, QFD, TPM, 8D и др.) предусматривает также реализацию в системе менеджмента качества

статистических методов (SPC, MSA, DoE и др.) и соответствующего математического обеспечения.

3.1.4

станкоинструментальная промышленность: Базовая фондообразующая отрасль, обеспечивающая оснащение средствами производства широкого спектра предприятий, выпускающих машиностроительную продукцию как гражданского, так и специального назначения.

Примечание — Станкоинструментальная промышленность производит преимущественно технологическое оборудование, автоматизированные комплексы, автоматические линии, средства технологического оснащения и комплектующие для обработки металлических и неметаллических материалов с использованием различных физических, химических и иных методов воздействия на обрабатываемый материал.

[ГОСТ Р 71815–2024, пункт 3.4]

3.1.5 **цифровая трансформация промышленности:** Направление развития экономики, связанное со стратегической трансформацией бизнеса и реализацией управленческих и производственных процессов посредством сквозных цифровых технологий, позволяющее создавать умное производство и обеспечивать новые формы цифрового взаимодействия предприятий промышленности и смежных отраслей, включая создание цепей добавленной стоимости.

Примечание — Процессы цифровой трансформации могут быть реализованы на различных уровнях: межгосударственном, национальном, межотраслевом, региональном, корпоративном, на уровнях предприятия и производственной площадки.

3.1.6 **цифровая промышленность:** Результат развития процессов цифровой трансформации в ключевых секторах промышленности, характеризующийся возможностью значительной части производственных структур функционировать в рамках модели умного производства или иных форм эффективного цифрового взаимодействия.

3.1.7

цифровая станкоинструментальная промышленность: Результат развития процессов цифровой трансформации, характеризующийся возможностью значительной части производственных структур и предприятий отрасли функционировать в рамках модели цифрового предприятия и/или умного

(интеллектуального) производства с применением новых форм цифрового взаимодействия в рамках отрасли и смежных отраслей промышленности.

Примечание — Процессы цифровой трансформации станкоинструментальной промышленности имеют стратегическое значение для долгосрочного развития отрасли в соответствии с новым технологическим укладом и принципами четвертой промышленной революции.

[ГОСТ Р 71815–2024, пункт 3.5]

3.1.8

экосистема станкоинструментальной промышленности: Партнерство органов государственной власти, предприятий, промышленных объединений и других заинтересованных сторон, взаимодействующих в интересах развития станкоинструментальной отрасли на основе инновационных методов управления, унификации и стандартизации технологической и производственной среды, обеспечения интеграции и интероперабельности автоматизированных систем управления и цифровых платформ.

[ГОСТ Р 71815–2024, пункт 3.6]

3.1.9

технологическое оборудование: Технические средства и приспособления, применяемые для реализации технологического процесса.

Примечание – В ряде производств приспособления, применяемые для реализации технологического процесса, называют оснасткой.

[ГОСТ Р 58916–2021, статья 7]

3.1.10

надежность (объекта): Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в заданных режимах, условиях применения, стратегиях технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Примечание — Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

[ГОСТ Р 27.102–2021, статья 5]

3.1.11

ключевой показатель эффективности; KPI: Показатель эффективности (конкретной бизнес-системы), поддающийся количественному определению и выраженный в терминах целей и задач предприятия.

Примечание — KPI-показатели получают непосредственно по результатам физических измерений, данных и/или из других KPI-показателей.

[ГОСТ Р ИСО 22400-1–2016, пункт 2.1.5]

3.1.12 **планирование экспериментов:** Процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

Примечание — При планировании эксперимента существенно следующее:

- стремление к минимизации общего числа опытов;
- варьирование переменными, определяющими процесс, по специальным правилам — алгоритмам;
- использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора;
- выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов.

Примечание — См. [1].

3.1.13 **анализ измерительной системы:** Серия исследований, направленных на проверку функционирования измерительной системы.

Примечание – Валидация измерительных систем позволяет обеспечить их целостность и стабильность данных.

3.1.14 **структурирование (развертывание) функции качества:** Метод преобразования требований потребителя в характеристики проекта, продукта и в итоге в требования к управлению процессами и производством.

Примечание – Прием, используемый в данном методе, – «Дом качества».

3.1.15 **простые инструменты качества** (7 простых статистических инструментов): Статистические инструменты сбора и анализа данных: контрольный листок

(лист сбора данных), гистограмма (гистограмма распределения частот данных), расслоение (стратификация по разным признакам), диаграмма Парето, диаграмма Исикавы, диаграмма рассеяния (оценка корреляции), контрольные карты Шухарта.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ТРИЗ – теория решения изобретательских задач;

8D – 8 шагов (8 Disciplines);

DFMEA – анализ видов и последствий несоответствий/отказов конструкции (design failure modes and effects analysis);

DoE – планирование экспериментов (design of experiments);

FMEA – анализ видов и последствий несоответствий/отказов (failure modes and effects analysis);

MFMEA – анализ видов и последствий несоответствий/отказов оборудования и процессов его производства (machinery failure modes and effects analysis);

MSA – анализ измерительной системы (measurement system analysis);

OEE – общая эффективность оборудования (overall equipment effectiveness);

PDCA – цикл управления «Планируй – Делай – Проверяй – Действуй» (Plan – Do – Check – Action);

PFMEA – анализ видов и последствий несоответствий/отказов процесса (process failure modes and effects analysis);

QFD – структурирование/развертывание функции качества (quality function deployment);

SPC – статистическое управление процессами (statistical process control);

TPM – всеобщее обслуживание оборудования (total productive maintenance);

VOC/VOCT – голос потребителя, таблица голоса потребителя (voice of customer/voice of customer table).

4 Структура основных методов менеджмента качества

4.1 В условиях цифровой трансформации и инновационного развития промышленности (см. ГОСТ Р 70988, ГОСТ Р 71842, ГОСТ Р 71815, ГОСТ Р 56404, ГОСТ Р ИСО 9001, [2] – [5]) повышение качества продукции и эффективности процессов и в целом предприятий в станкоинструментальной промышленности должно обеспечиваться выбором и использованием соответствующих методов менеджмента качества.

4.2 Методы менеджмента качества необходимо применять в соответствии со структурой цикла PDCA:

- Plan – MFMEA, DoE, QFD;
- Do (Deployment) – QFD, TPM;
- Control (Check) – SPC, MSA;
- Action – 8D, ТРИЗ.

4.3 Необходимо выбирать методы в соответствии с их влиянием на выполнение требований и достижение целей. Степень влияния на выполнение требований и достижение целей (риски и возможности, качество продукции, производительность) разделяется на три уровня: малое (+), среднее (++) и сильное (+++) (см. таблицу 1).

Приведенное в настоящем стандарте описание методов позволяет руководителям всех уровней предприятий станкоинструментальной отрасли определить необходимость и целесообразность применения того или иного метода, исходя из поставленных целей.

Во всех методах применяется командный межфункциональный подход с учетом ценностей, способностей и возможностей каждого сотрудника. Интеллектуальными помощниками руководителей на каждом уровне являются системы искусственного интеллекта, быстро реализующие методы менеджмента качества и генерирующие варианты для дальнейшего принятия решения руководителем.

Таблица 1 – Степень влияния основных методов менеджмента качества на выполнение требований и достижение целей управления

Метод управления	Влияние метода на выполнение требований и достижение целей управления		
	Риски и возможности	Качество	Сокращение издержек и потерь
MFMEA (см. таблицу 2)	+++	++	+
QFD (см. таблицу 3)	++	+++	+
TPM (см. таблицу 4)	+	++	+++
SPC (см. таблицу 5)	+	+++	+++
MSA (см. таблицу 6)	++	+++	+
DoE (см. таблицу 7)	++	+++	+++
ТРИЗ (см. таблицу 8)	++	+++	++
8D (см. таблицу 9)	+	+++	+

Примечание – Методы подробно описаны в [1], [6] – [18] и в соответствующих стандартах.

Использование методов менеджмента качества, кроме решения управленческих задач по достижению целей повышения качества продукции, снижения рисков и сокращения издержек и потерь, направлено также на реализацию и совершенствование функций управления, формирование целей и решение других управленческих задач:

а) определение перспектив роста технического уровня и требований заказчиков к станкам, ключевым компонентам (двигатель, шпиндель, шарико-винтовые передачи, подшипники и др.) и их цифровизации. Методы: QFD, DOE, MFMEA;

б) управление разработкой высокоточных станков на основе опережающих стандартов, включающих цифровизацию, перспективные требования заказчиков (Роскорпораций) и критические технологии. Методы: QFD, DOE, MFMEA, ТРИЗ;

в) установление планов по достижению целей, цифровизация и доведение, вплоть до бригад, показателей деятельности (рост производительности труда, уровень затрат на производство, экономия материальных ресурсов, использование производственных мощностей и т. д.). Метод – QFD;

г) управление ритмичностью производства комплектующих и станков путем организации непрерывного цифрового планирования использования ресурсов. Методы: SPC, MSA, DOE, TPM;

д) управление закупками станкоинструментального предприятия материалов, заготовок и комплектующих на основе цифрового контроля и управления. Методы: QFD, MFMEA, SPC, MSA, 8D;

е) осуществление научно обоснованного управления деятельностью персонала с учетом ценностей, способностей и возможностей каждого сотрудника. Методы: QFD, ТРИЗ, командный межфункциональный подход;

ж) создание современных цифровых систем оценки качества, в том числе надежности станков при исследовании и испытаниях оборудования на всех этапах его жизненного цикла. Методы: MFMEA, SPC, MSA, DoE;

и) системное развитие организации станкоинструментальной промышленности на основе информационных технологий, быстрого решения управленческих противоречий с применением искусственного интеллекта. Методы: QFD, искусственный интеллект.

5 Применение основных методов менеджмента качества

5.1 Метод MFMEA

В таблице 2 приведено описание метода MFMEA.

Т а б л и ц а 2 — Метод MFMEA

Наименование метода	Анализ видов и последствий потенциальных несоответствий оборудования и процессов его производства (MFMEA)
Похожие названия методов и средств	Анализ видов и последствий потенциальных несоответствий конструкции или процесса, анализ рисков конструкции или процесса, DFMEA, PFMEA
Краткое описание	Систематизированный метод исследования объекта (оборудования, узла, детали станка: станина, бабка, суппорт, коробка передач, двигатель, шпиндель, подшипники, пульт управления, контроллер и др.), в основе которого лежит выявление потенциальных (возможных) несоответствий, а также влияния этих несоответствий на функционирование объекта, процессов, окружающую среду, персонал, пользователей
Цели метода	Менеджмент качества: поддержка принятия решений, направленных на снижение вероятности несоответствий оборудования и значимости их последствий. Инженерный метод: применение MFMEA помогает улучшить работу оборудования либо непосредственно, либо с помощью других методов, использующих результаты MFMEA. Применение MFMEA способствует повышению безотказности, снижению воздействия на окружающую среду, снижению закупочных и эксплуатационных расходов, повышению деловой репутации и т. п.
Совместно реализуемые методы	TPM, SPC, DoE, MSA, структурный анализ, функциональный анализ
Этапы управления реализацией метода	1 Выбор объекта анализа. Определяется конкретное оборудование, система или их часть (станина, бабка, суппорт, коробка передач, двигатель, шпиндель, подшипники, пульт управления, контроллер и др.), подлежащие анализу. Важно четко обозначить границы и объем анализа, чтобы сфокусироваться на ключевых элементах и избежать излишней сложности. 2 Формирование межфункциональной команды. Создается команда специалистов с разным опытом (проектирование, эксплуатация, техническое обслуживание, безопасность), способных объективно оценивать информацию и работать совместно. 3 Разбиение оборудования на компоненты. Система или оборудование разбивается на управляемые части или подсистемы для детального анализа каждого элемента и его функций.

Продолжение таблицы 2

Этапы управления реализацией метода	4 Определение функций компонентов. Для каждого элемента определяется его функция в системе (например, регулирование давления, контроль расхода и т. д.). 5 Идентификация потенциальных видов несоответствий/отказов. Команда выявляет все возможные механизмы несоответствий/отказов для каждого компонента, включая механические, электрические, износ и другие типы сбоев. 6 Анализ последствий несоответствий/отказов. Оцениваются последствия каждого несоответствия/отказа для работы оборудования и производственного процесса — от незначительных до критических. 7 Определение причин несоответствий/отказов. Анализируются корневые причины каждого выявленного механизма несоответствия/отказа, используя данные технической документации, истории обслуживания и опыта эксплуатации. 8 Оценка рисков. Для каждого несоответствия/отказа выставляются оценки по 10-балльной шкале по трем параметрам: серьезность (S) — насколько критично несоответствие/отказ, вероятность возникновения (O), обнаружение (D) — насколько вероятно обнаружение несоответствия/отказа до его проявления. 9 Приоритезация рисков. На основе произведения этих оценок определяется, какие несоответствия/отказы требуют первоочередного внимания и корректирующих действий. 10 Разработка и внедрение мер по снижению рисков. Формируются рекомендации по предотвращению или уменьшению вероятности несоответствий/отказов, а также по улучшению обнаружения и устранения несоответствий/дефектов. 11 Документирование результатов. Все данные фиксируются в протоколе FMEA, включая выявленные несоответствия/отказы, оценки рисков, предложенные меры и ответственных за их реализацию. 12 Повторная оценка после внедрения мер. После реализации корректирующих действий проводится повторная оценка рисков для подтверждения эффективности принятых мер.

Окончание таблицы 2

Возможности и риски выполнения требований и достижения целей	Возможности	Проактивное выявление и предотвращение несоответствий. MFMEA позволяет выявлять потенциальные виды несоответствий и отказов оборудования на ранних стадиях, что помогает предотвратить дорогостоящие сбои и аварии в эксплуатации. Снижение затрат на исправление дефектов, доработку, ремонт и обслуживание. Анализ способствует улучшению конструкции и технологических процессов, что повышает надежность и функциональную безопасность оборудования, снижая вероятность отказов в эксплуатации. Оптимизация технического обслуживания, идентификация наиболее критичных узлов, что улучшает эффективность TPM. Повышение конкурентоспособности и имиджа производителя. Документирование и создание базы знаний облегчает обучение, планирование и внедрение улучшений в будущих проектах. Поддержка непрерывного совершенствования, устойчивое развитие производства и снижение количества производственных несоответствий с течением времени
	Риски	Поверхностный анализ без вовлечения необходимых специалистов и создания межфункциональной команды может привести к имитации анализа, потерям времени и повышению рисков
Основные источники о методе		См. ГОСТ Р 27.303, ГОСТ Р 51814.2, ГОСТ Р МЭК 31010, [1], [9] – [13]

5.2 Метод QFD

В таблице 3 приведено описание метода QFD

Т а б л и ц а 3 — Метод QFD

Наименование метода	QFD
Похожие названия методов и средств	Развертывание функции качества, структурирование качества по функциям Хосин Канри, сбалансированная система показателей
Краткое описание	Метод преобразования требований потребителя в характеристики продукта и требования к управлению процессом производства
Цели метода	Менеджмент качества: формирование, структурирование и развертывание стратегических направлений, целей, задач и мероприятий. Инженерный метод: QFD обеспечивает систематический переход от голоса потребителя к конкретным техническим решениям и процессам производства станка, что позволяет создавать продукцию, максимально соответствующую требованиям рынка

Продолжение таблицы 3

Совместно реализуемые методы	Матрица взаимосвязи («Дом качества»), VOCT, бенчмаркинг (анализ позиции на рынке, анализ конкурентных технических характеристик), структурный анализ
Этапы управления реализацией метода	1 Сбор и уточнение требований потребителей VOC. На этом этапе выявляются и систематизируются потребности и ожидания заказчиков станка, включая анализ конкурентов и рынка для понимания, насколько существующие решения удовлетворяют эти потребности. 2 Ранжирование и приоритизация требований. Определяется важность каждого требования для клиента, что позволит сосредоточиться на ключевых характеристиках, влияющих на качество и конкурентоспособность станка. 3 Первый уровень QFD. Перевод требований в технические характеристики продукта. Требования потребителей преобразуются в конкретные инженерные параметры и функциональные характеристики станка, которые должны быть реализованы в конструкции и узлах: 3.1 разработка структуры продукта. Формируется структурная модель станка с распределением технических требований по подсистемам, узлам и деталям, обеспечивая их взаимосвязь и соответствие требованиям качества; 3.2 построение матрицы «Дом качества». Визуализируется связь между требованиями клиентов и техническими характеристиками, оцениваются их взаимозависимости и конкурентные позиции, что помогает принимать управленческие решения по улучшению качества; 3.3 учет технических ограничений и конкуренции. Анализируются возможные ограничения и сравниваются характеристики с конкурентами для оптимизации проектных решений и повышения конкурентоспособности станка. 4 Второй уровень QFD. Определение ключевых характеристик узлов и компонентов с учетом приоритетности харакетистик станка по результатам анализа первого уровня с использованием матрицы «Дом качества». 5 Третий уровень QFD. Проектирование технологического процесса изготовления. На основе данных о приоритетах технических характеристик станка и компонентов (1 и 2 уровень QFD) разрабатываются процессы изготовления и сборки, с использованием матрицы «Дом качества»

Окончание таблицы 3

Этапы управления реализацией метода		определяются критические параметры процессов, влияющие на качество станка. 6 Четвертый уровень QFD. Планирование производственного процесса. Определяются необходимые контрольные и вспомогательные операции и инструменты, с учетом ключевых параметров процессов (третий уровень QFD), требований к качеству и технологическим возможностям производства
Возможности и риски выполнения требований и достижения целей	Возможности	Разработка структурной модели, которая является основой для применения в анализе рисков и компьютерного моделирования. Можно применять отдельные уровни QFD. Возможно гибко учитывать изменение потребностей, путем изменения важности конкретного требования
	Риски	Необходимость в серьезных исследованиях рынка, работе с клиентами конкурентов, необходимость глубоко понимать структуру объекта и учитывать технические ограничения
Основные источники о методе		См. ГОСТ Р ИСО 13053-2, ГОСТ Р 72068, [12], [13]

5.3 Методы TPM

В таблице 4 приведено описание метода TPM.

Т а б л и ц а 4 — Метод TPM

Наименование метода	TPM
Похожие названия методов и средств	Планово-предупредительное обслуживание, предиктивное обслуживание оборудования
Краткое описание	Система обслуживания оборудования, направленная на повышение эффективности его использования за счет предупреждения и устранения потерь на протяжении всего жизненного цикла оборудования
Цели метода	Менеджмент качества: планирование и реализация мероприятий по предупреждению и устранению потерь, связанных с человеческими ресурсами и безопасностью труда. Инженерный метод: планирование и реализация мероприятий по предупреждению и устранению потерь, связанных с оборудованием
Совместно реализуемые методы	PDCA
Этапы управления реализацией метода	1 Подготовка рабочих мест и оборудования (организация рабочего пространства на основе 5S).

Окончание таблицы 4

Этапы управления реализацией метода		2 Оценка текущих показателей OEE. 3 Определение и анализ существующих и потенциальных отказов оборудования и их причин (FMEA, диаграмма Исикавы и др.). 4 Разработка стандартов по обслуживанию оборудования. 5 Распределение действий по обслуживанию оборудования между работниками. Подготовка работников производственных, технических и ремонтных подразделений к выполнению разработанных стандартов. 6 Планирование мероприятий по управлению жизненным циклом оборудования. 7 Проведение мониторинга показателей OEE
Применяемые совместно инструменты		Организация рабочего пространства (5S), визуализация, стандартизация работы
Возможности и риски выполнения требований и достижения целей	Возможности	Снижение затрат на обслуживание оборудования. Повышение производительности оборудования. Улучшение взаимодействия между работниками производственных, обслуживающих и ремонтных подразделений. Снижение времени реагирования на возникающие проблемы. Сокращение времени простоя оборудования
	Риски	Большие затраты на реализацию предупреждающих действий. Возможность возникновения технических ошибок вследствие неподготовленности производственных работников
Основные источники о методе		См. ГОСТ Р 56407, ГОСТ Р 71240, [9] – [11]

5.4 Метод SPC

В таблице 5 приведено описание метода SPC

Т а б л и ц а 5 — Метод SPC

Наименование метода	SPC
Похожие названия методов и средств	Управление с использованием контрольных карт, статистические методы, статистический контроль
Краткое описание	Систематический контроль и управление качеством продукции и процессов непосредственно в процессе производства с помощью статистических методов и контрольных карт
Цели метода	Менеджмент качества: своевременное реагирование на случайные причины изменчивости в управленческом процессе и обеспечение качественного достижения целей. Инженерный метод: своевременное реагирование на случайные причины изменчивости в производственном процессе и

Окончание таблицы 5

Цели метода		обеспечение бездефектного изготовления продукции
Совместно реализуемые методы		Простые инструменты качества, MSA
Этапы управления реализацией метода		1 Определение ключевых параметров процесса. Выбор критичных для качества характеристик технологического процесса или продукции, подлежащих контролю. 2 Сбор данных от идентифицированных объектов. Непрерывный сбор измерений выбранных параметров в процессе производства для формирования статистической выборки. 3 Построение контрольных карт (например, карты Шухарта). Визуализация данных во времени с нанесением контрольных границ, позволяющих определить стабильность и управляемость процесса. 3 Анализ состояния процесса. Определение, находится ли процесс в статистически управляемом состоянии, выявление особых причин изменчивости и трендов. 4 Принятие корректирующих действий. При обнаружении отклонений или нестабильности — своевременное вмешательство для устранения причин сбоев и предотвращения выпуска брака. 5 Поддержание и улучшение процесса. Мониторинг процесса для поддержания его стабильности и непрерывного снижения вариации, что ведет к улучшению качества и снижению издержек
Возможности и риски выполнения требований и достижения целей	Возможности	Обеспечение качественного изготовления продукции, повышение компетентности и культуры статистического мышления и менеджмента качества на всех уровнях организации
	Риски	Требуется не только статистическое мышление и знание метода, но и глубокое понимание производственных процессов и факторов, влияющих на качество продукции. Излишнее вмешательство в процессы или принятие неправильных решений в случае недостаточного понимания метода, при незнании или высокой неопределенности применяемой измерительной системы (см. метод MSA)
Основные источники о методе		См. ГОСТ Р ИСО 7870-2, ГОСТ Р ИСО 11462-1, ГОСТ Р ИСО 11462-2, [7], [19]–[21]

5.5 Метод анализа измерительной системы MSA

В таблице 6 приведено описание метода MSA.

Т а б л и ц а 6 — Метод MSA

Наименование метода	MSA
Похожие названия методов и средств	Анализ измерительных процессов, анализ процессов измерения, анализ сходимости и воспроизводимости, анализ точности и воспроизводимости результатов измерения
Краткое описание	Оценка качества измерительных процессов и измерительных систем на основе анализа повторяемости результатов измерения
Цели метода	Менеджмент качества: оценить неопределенность оценки показателей управленческой деятельности и потенциальные риски при принятии управленческих решений. Инженерный метод: оценить неопределенность измерений и потенциальные риски при принятии решения о качестве продукции на основе результатов измерений
Совместно реализуемые методы	SPC, простые инструменты качества, структурный анализ
Этапы управления реализацией метода	1 Планирование анализа. Определение объектов измерений, измерительных приборов, операторов и условий проведения измерений с учетом требований к качеству продукции. 2 Сбор данных измерений. Проведение повторных измерений выбранных образцов разными операторами и приборами для получения статистически значимой выборки. 3 Статистический анализ результатов. Оценка ключевых характеристик измерительной системы: повторяемости (один оператор), воспроизводимости (разные операторы), стабильности, линейности и смещения (bias) с помощью методов, таких как анализ дисперсии (ANOVA) и метод исследование повторяемости и воспроизводимости измерительной системы GRR/R&R (Gage Repeatability and Reproducibility). 4 Интерпретация и оценка пригодности системы. Определение, насколько измерительная система обеспечивает достоверность и точность измерений, выявление источников вариаций и ошибок. 5 Разработка и внедрение корректирующих мер. При необходимости — калибровка приборов, обучение операторов, стандартизация методик измерений и повторная проверка системы. 6 Документирование и контроль. Формирование отчетов по результатам анализа и организация постоянного мониторинга измерительной системы для поддержания ее качества

Окончание таблицы 6

Возможности и риски выполнения требований и достижения целей	Возможности	Получение информации о достоверности результатов измерения, знание рисков принятия решений о качестве продукции на границах поля допуска, возможность применения метода статистического управления процессами SPC
	Риски	Неправильное понимание измерительной системы, процесса, метода могут приводить к неправильной оценке неопределенности (или воспроизводимости), неправильному принятию решений и распространению результатов оценки на другие измерительные процессы и системы
Основные источники о методе		См. ГОСТ Р 58046, [22]

5.6 Метод планирования экспериментов DoE

В таблице 7 приведено описание метода DoE.

Т а б л и ц а 7 — Метод DoE

Наименование инструмента	DoE
Похожие названия	Возможны варианты применения: полный факторный эксперимент, дробный факторный эксперимент, методы Тагути, регрессионный анализ, дисперсный анализ
Краткое описание	DoE — системный процесс, направленный на эффективное выявление влияния различных факторов на результаты путем планирования и последовательного проведения экспериментов
Цели метода	Менеджмент качества: определение оптимальных значений целей и параметров управленческих деятельности для предупреждения рисков принятия управленческих решений. Инженерный метод: определение оптимальных значений технических характеристик продукции и параметров процессов производства для предупреждения рисков дефектов и различного рода потерь на этапах жизненного цикла продукции
Совместно реализуемые методы	Простые инструменты качества, структурный анализ
Этапы управления реализацией метода	1 Определение цели эксперимента — формулировка задачи, характеристик и вида эксперимента (исследовательский, контрольный и т. п.). 2 Выбор факторов и откликов — определение входных параметров (факторов), влияющих на выходные параметры (отклики), с учетом анализа рисков и выбора ключевых факторов для исследования. 3 Создание плана эксперимента — построение матрицы эксперимента (полный, дробный факторный план, по методу

Окончание таблицы 7

Этапы управления	Тагути), выбор уровней факторов (обычно два уровня: нижний и

реализацией метода		верхний). 4 Проведение эксперимента — выполнение опытов согласно плану с соблюдением принципов рандомизации, копирования и блокирования для повышения надежности результатов. 5 Статистическая обработка данных — анализ результатов, проверка однородности дисперсий, оценка значимости коэффициентов модели, проверка адекватности модели. 6 Определение оптимальных условий — поиск оптимальных значений факторов, обеспечивающих желаемый отклик, с помощью построенной модели
Возможности и риски выполнения требований и достижения целей	Возможности	Эффективное определение целевых значений характеристик продукции и процессов с минимальными затратами и максимальной точностью. Возможно проведение виртуальных экспериментов
	Риски	Большие затраты времени и материалов из-за большого количества экспериментов при использование полного факторного эксперимента
Основные источники о методе		ГОСТ 24026, ГОСТ Р ИСО 16336, [23], см. также [13], [14]

5.7 Метод ТРИЗ

В таблице 8 приведено описание метода ТРИЗ.

Т а б л и ц а 8 — Метод ТРИЗ

Наименование метода	ТРИЗ
Похожие названия методов и средств	ТРИЗ, бизнес-ТРИЗ
Краткое описание	Метод ТРИЗ — систематический подход к решению изобретательских задач, основанный на выявлении и устранении противоречий в системе для поиска идеального решения с максимальным эффектом и минимальными затратами на основе принципов объективных законов развития систем, понимания технических и физических противоречий, с применением специальных приемов и алгоритмов
Цели метода	Менеджмент качества: быстрое и эффективное нахождения инновационных решений, близких к идеальным управленческим решениям, разрешение управленческих противоречий. Инженерный метод: быстрое и эффективное нахождения инновационных решений, близких к идеальным решениям при проектировании продукции и разработке технологических процессов

Окончание таблицы 8

Совместно реализуемые	Структурный анализ, функциональный анализ,

методы		функционально-стоимостной анализ
Этапы управления реализацией метода		1 Формулировка задачи — изучение и анализ ситуации, четкое определение проблемы и цели изобретательской задачи. 2 Построение модели задачи — выявление и формулирование технического и/или физического противоречия, определение конфликтующих элементов системы. 3 Определение идеального конечного результата — формулировка условия, при котором задача решается максимально просто и эффективно, без нежелательных побочных эффектов. 4 Анализ имеющихся ресурсов — выявление доступных средств и возможностей системы, которые можно использовать для решения задачи. 5 Применение приемов и инструментов ТРИЗ — использование таблиц устранения противоречий, физических эффектов, морфологического анализа и других методов для поиска решения. 6 Формулировка и проверка решения — разработка способа решения, оценка его эффективности, анализ и возможное улучшение результата
Возможности и риски выполнения требований и достижения целей	Возможности	Применение ТРИЗ сужает поле поиска решений, переходя от метода проб и ошибок к структурированному алгоритму, что ускоряет и упрощает нахождение эффективных решений. Устранение противоречий без компромиссов. Развитие творческого и креативного мышления. Универсальность применения
	Риски	Вероятность ошибок и неточностей, отсутствие гарантии успеха при недостаточной компетентности, особенно в сложных и многокритериальных системах. Длительное и сложное обучение. Зависимость от технических знаний, квалификации и опыта, в том числе в области исследования. Нежелание персонала менять привычные подходы увеличивает риски неэффективного использования. Неуниверсальность для всех задач, ТРИЗ не всегда оправдан при решении простых или рутинных задач
Основные источники о методе		См. [6], [15] – [18], [24], [25]

5.8 Метод 8D

В таблице 9 приведено описание метода 8D.

Т а б л и ц а 9 — Метод 8D

Наименование метода		8D
Похожие названия методов и средств		Global8D, RCCA, RCA, анализ корневых причин, анализ корневых причин и решение проблемы
Краткое описание		Структурированный и системный подход, разработанный для выявления и устранения корневых причин проблем, особенно когда причины неизвестны или частично известны
Цели метода		Выявление и устранение корневых причин проблем, связанных с качеством
Совместно реализуемые методы		FMEA, простые инструменты качества, структурный анализ
Этапы управления реализацией метода		Метод состоит в последовательном осуществлении шагов: 1) пределение проблемы и подготовка: выявление проблемы, оценка необходимости применения метода, защита потребителя (например, карантин продукции). Шаг D0; 2) формирование команды: создание кросс-функциональной группы специалистов для решения проблемы. Шаг D1; 3) описание проблемы: сбор подробной информации, описание симптомов, масштабов и влияния проблемы. Шаг D2; 4) сдерживание проблемы: временные меры для предотвращения дальнейших негативных последствий. Шаг D3; 5) анализ причины: выявление корневых причин проблемы с помощью методов анализа (например, диаграмма Исикавы, метод «пять почему»). Шаг D4; 6) разработка корректирующих действий: определение постоянных решений для устранения корневых причин. Шаг D5; 7) внедрение и проверка корректирующих действий: реализация решений и подтверждение их эффективности. Шаг D6; 8) предупреждение повторения: разработка мер для предотвращения повторного возникновения проблемы. Шаг D7; 9) закрытие проекта и признание команды: подведение итогов, оценка результатов, поощрение участников. Шаг D8
Возможности и риски выполнения требований и достижения целей	Возможности	Структурированный подход 8D позволяет не только устранить проблему, но и предотвратить ее повторение, обеспечивая системное улучшение процессов. Создание и наработка базы знаний предприятия. Повышение компетентности и мотивации персонала

Окончание таблицы 9

Возможности и риски выполнения требований и достижения целей	Риски	Формализм и поверхностное выполнение без глубокого анализа и командной работы приводят к безрезультатным потерям времени Качественное проведение 8D требует значительных временных и человеческих ресурсов. Недостаток квалификации участников и их умения работать совместно этих условий снижает эффективность метода. Внедрение 8D требует изменений в культуре и процессах, что может вызвать сопротивление персонала и руководства. Недостаточный анализ результатов приводит к потере знаний и опыта, проблемы повторяются

Библиография

[1] Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий – Наука, 1976 – 279 с.

[2] Стратегия развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 5 ноября 2020 г. № 2869-р)

[3] Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года на период до 2035 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 июня 2020 г. № 1512-р)

[4] Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года (утверждена Министерством промышленности и торговли Российской Федерации)

[5] Афанасьев А.А. Цифровая трансформация промышленного производства: теоретические аспекты и политика ее реализации: Научный доклад. – М.: ИЭ РАН, 2024. – 76 с.

[6] Петров В. М. Алгоритм решения изобретательских задач. Учебное пособие. Тель-Авив, 1999, – 249 с.

[7] Дональд Уилер, Дэвид Чамберс. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. – М.: Альпина Паблишер, 2016, – 410 с.

[8] Ротер М., Шук Дж. Учитесь видеть бизнес-процессы. Построение карт потоков создания ценности. // Пер. с англ. Г. Муравьева. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2017, – 144 с.

[9] Елагина В.Б. Менеджмент качества и основы бережливого производства: учебное пособие: / В.Б. Елагина, Г.Р. Царева; Поволжский государственный технологический университет. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019, – 178 с.

[10] Итикава А., Такаги И., Такэбэ Ю., Ямасаки К., Идзуми Т, Синоцука С. TPM в простом и доступном изложении. — М.: Деловое совершенство, 2008, – 128 с.

[11] Общая эффективность оборудования. 2-е изд. перераб. // Пер. с англ. — М.: Институт комплексных стратегических исследований 2012, – 120 с.

[12] Анализ видов и последствий потенциальных отказов. FMEA. Ссылочное

руководство. 4-е изд// Пер. с англ.— Н.Новгород: СМЦ «Приоритет», 2012, – 283 с.

[13] Дмитриев А. Я. Робастное проектирование и технологическая подготовка производства изделий авиационной техники / А. Я. Дмитриев, Ю. А. Вашуков, Т. А. Митрошкина; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва. – Самара: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 2016. – 76 с.

[14] Управление качеством. Робастное проектирование. Метод Тагути / Р. Леон, А. Шумейкер, Р. Какар [и др.]; пер. с англ., 2002. – 384 с.

[15] Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука: теория решения изобретательских задач / Генрих Альтшуллер. — [2-е изд., доп.]. — Петрозаводск : Скандинавия, издание Официального Фонда Г.С. Альтшуллера, 2004. — 203 с.

[16] Кислов А.В. ТРИЗ и алгоритмы мышления. – Москва. КТК Галактика, 2023. – 336 с.

[17] Кукалев С.В. Инструменты современной ТРИЗ. Справочник. — М.: СОЛОН-Пресс, 2023. — 500 с.

[18] Глазунов В.Н. Концептуальное проектирование. Теория изобретательства. URSS, 2018. – 508 с.

[19] Р 50.1.087–2013 Статистические методы. Примеры применения. Часть 8. Статистическое управление процессами

[20] Уилер Дональд. Понимание вариабельности как ключ к устранению организационного хаоса. Москва.: Lean Institute Russia, 2020. – 192 с.

[21] Адлер Ю. П. Статистическое управление процессами. «Большие данные»: учебное пособие / Ю. П. Адлер, Е. А. Черных. — Москва: Издательский Дом МИСиС, 2016. — 52 с.

[22] Р 50.1.097–2014 Статистические методы. Примеры измерений при анализе повторяемости и воспроизводимости

[23] Р 50.1.040–2002 Статистические методы. Планирование экспериментов. Термины и определения

[24] Глазунов В.Н. Программный комплекс «Новатор». Компания «Метод».

[25] Кожемяко А.П. ТРИЗ: Решение бизнес-задач. Издательский дом Университета «Синергия», 2020. – 284 с.

УДК 621.9:658.5:006.352 ОКС 25.060.01

Ключевые слова: менеджмент качества, цифровая станкоинструментальная промышленность, качество, методы