ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 13053-2— 2015

Статистические методы

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ «ШЕСТЬ СИГМ»

Часть 2

Методы

ISO 13053-2:2011
Quantitative methods in process improvement — Six Sigma — Part 2: Tools and techniques

(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 125 «Применение статистических методов»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 ноября 2015 г. № 1850-ст.

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 13053-2:2011 «Количественные методы улучшения процессов «Шесть сигм». Часть 2. Методы и приемы» (ISO 13053-2:2011 «Quantitative methods in process improvement — Six Sigma — Part 2: Tools and techniques»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (подраздел 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 13053-2–2013

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

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 1
2 Термины и определения 1
3 Обозначения и сокращения 3
4 Цикл DMAIC 4
Приложение А (справочное) Контрольные листки 9
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации 40
Библиография 41

Введение

Методология «Шесть сигм» предназначена для организаций, стремящихся повысить свою конкурентоспособность. Методы «Шесть сигм» разработаны:

- для улучшения процессов и принятие решений, основанных на статистических методах;
- определения результатов деятельности с достаточной достоверностью;
- снижения неопределенности и количества ошибок;
- получения высоких доходов и прибыли в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе;
- устранения потерь при работе процессов.

Количество сигм Z_{value} является показателем качества процесса, определяющим его эффективность в части способности изготавливать продукцию или оказывать услугу, соответствующие требованиям и ожиданиям потребителя и третьей стороны. Значение Z_{value} напрямую связано:

a) с долей соответствующих единиц продукции в выходе процесса;

b) долей несоответствующих единиц продукции в выходе процесса (%, число дефектов на миллион единиц продукции, число дефектов на миллион возможных дефектов).

В таблице 1 приведены значения Z_{value} в виде средней доли несоответствующих единиц продукции на миллион.

Таблица 1 – Значения Z_{value}

Число дефектов на миллион единиц продукции Y_{DPMO}	Количество сигм Z_{value}
308538,0	2
66807,0	3
6210,0	4
233,0	5
3,4	6
Примечание 1 – Таблица полностью приведена в приложении А ИСО 13053-1.	
Примечание 2 – Расчеты основаны на сдвиге в 1,5σ от математического ожидания.	

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Статистические методы

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ «ШЕСТЬ СИГМ»

Часть 2
Методы

Statistical methods. Quantitative methods in process improvement «Six Sigma».
Part 2. Techniques

Дата введения — 2016—07—01

1 Область применения

В настоящем стандарте приведены методы и приемы, проиллюстрированные в соответствующих контрольных листках, которые должны быть использованы на каждом этапе выполнения методологии DMAIC.

Методология DMAIC, установленная в ИСО 13053-1, является универсальной и может быть применена для всех отраслей промышленности и экономики. Методы и приемы, установленные в настоящем стандарте, применимы к организациям любой сферы деятельности, любого размера, стремящимся к повышению своей конкурентоспособности.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

2.1 **бенчмаркинг** (benchmarking): Метод сравнения между собой деятельностей организаций, занимающих лидирующие позиции в определенном сегменте рынка.

2.2 **мозговой штурм** (brainstorming): Групповой творческий метод, целью которого является выработка большого количества идей.

2.3 **диаграмма причин и следствий (диаграмма Исикавы, диаграмма причинно-следственных связей)** (cause and effect diagram): Визуальное средство логического структурирования возможных причин проблемы в ходе действий по анализу проблемы (например, в ходе мозгового штурма).

2.4 **общая причина** (common cause): Причина изменчивости параметров процесса, присущая данному процессу в течение продолжительного времени.

2.5 **доверительный интервал** (confidence interval): Интервал, который накрывает оцениваемый параметр с вероятностью не менее (1 — α), обычно 95 % или 99 %.

2.6 **непрерывные данные** (continuous data): Данные, представляющие собой результаты измерений величин по непрерывной шкале, значения которых представляют собой действительные числа.

2.7 **критичный для качества**; CTQ (critical-to-quality, CTQ): Критичные характеристики, которые должны быть выполнены для удовлетворения требований потребителя.

2.8 **потребитель** (customer): Организация или физическое лицо, получающие продукцию.

Примечание – Потребитель может быть внутренним или внешним по отношению к организации.

[ИСО 9000:2005, 3.3.5]

2.9 **дефект** (defect): Невыполнение требования, связанного с предполагаемым или установленным использованием.

[ИСО 9000:2005, 3.6.3]

2.10 **возможность дефекта** (defect opportunity): Любое измеримое событие, вызывающее возможный дефект.

2.11 **дефектная единица продукции** (defective unit): Единица продукции с одним или несколькими дефектами.

[ИСО 3534-2:2006, 1.2.16]

Издание официальное

2.12 **проектирование экспериментов**; DOE (design of experiments, DOE): Систематизированная методология работы с информацией, целью которой является улучшение анализируемого процесса.

Примечание 1 – Анализ процесса выполняют на основе статистических моделей.

Примечание 2 – Для проверки улучшений и проверки их результативности могут быть использованы методы моделирования и оптимизации.

2.13 **дискретные данные** (discrete data): Данные, к элементам которых применима операция классификации, но сами элементы неделимы, то есть их нельзя разделить на совокупность некоторых других элементов.

Примечание 1 – Группы, на которые каким-либо образом можно подразделить непрерывные данные, могут быть рассмотрены как дискретные данные.

Примечание 2 – Данные, классифицированные по различным признакам, являются дискретными и называются «альтернативными данными».

Примечание 3 – Данные символьного или порядкового типов — дискретны.

2.14 **экологический аспект** (environmental aspect): Подход, в соответствии с которым деятельность, продукцию или услугу рассматривают во взаимодействии с окружающей средой.

2.15 **анализ выполнения в контрольных точках** (gate review): Анализ проекта, проводимый спонсором проекта при завершении каждого этапа DMAIC с целью подтверждения выполнения результатов данного этапа.

2.16 **вход** (input): Ресурс, который является исходным для начала действий при осуществлении процесса и/или подвергается преобразованию в выход процесса.

2.17 **модель Кано** (Kano model): Прием управления качеством, используемый для ранжирования требований потребителя.

2.18 **анализ измерительных систем**; MSA (measurement system analysis): Серия исследований, направленных на проверку функционирования измерительной системы.

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

2.19 **защита от ошибки (человека) (метод «poka-yoke»)** (mistake proofing): Метод защиты, разработанный в виде простого приема для предотвращения:

- внесения незапланированных или нежелательных изменений в систему;
- любых ошибок, которые являются результатом негативного воздействия на систему.

2.20 **цель** (objective): Целевое значение уровня процесса, определяемое с учетом требований потребителя.

2.21 **рабочее определение** (operational definition): Четкое краткое описание измеряемой величины и процесса ее измерения.

2.22 **выход** (output): Результат процесса, представленный в виде продукции или услуги.

2.23 **анализ Парето** (Pareto analysis): Методология, используемая для обработки дискретных данных с целью определения частоты появления дефектов на основе классификации показателей.

2.24 **процесс** (process): Совокупность взаимодействующих и взаимосвязанных действий, преобразующих входы в выходы.

2.25 **карта процесса** (process map): Способ графического представления процесса.

2.26 **положение о проекте** (project charter): Документ, в котором установлены требующая решения проблема, задачи по улучшению, область применения проекта, этапы проекта, а также распределение ответственности и полномочий при выполнении проекта.

2.27 **развертывание функции качества**; QFD (quality function deployment, QFD): Метод преобразования требований потребителя в характеристики проекта и, в итоге, в требования к управлению процессом.

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

2.28 **план отбора выборки** (sampling plan): План, описывающий процедуру отбора выборок.

2.29 **карта показателей** (scorecard): Средство проверки с участием потребителя соответствия характеристик требованиям потребителя.

2.30 **специальная (особая) причина** (special causes): Причина изменчивости процесса, не являющаяся причиной собственной изменчивости процесса.

Примечание – Специальные причины, вызванные известными или исключительными факторами, иногда называют неслучайными причинами.

2.31 **третья сторона** (third party): Лицо или организация, не являющиеся в контексте рассматриваемого проекта поставщиком или потребителем, но чьи интересы каким-либо образом затрагивает данный проект.

2.32 **высшее значение**; *Y* (top *Y*): Основное критичное для качества значение, важное как для потребителя, так и для организации.

2.33 **единица продукции** (unit): Изготавливаемый или обрабатываемый объект.

2.34 **голос потребителя**; VOC (voice of the customer, VOC): Информация, выражающая ожидания потребителя.

Примечание – В некоторых случаях может быть необходимо, чтобы потребитель установил необходимые цели и помогал изготовителю узнать и понять его позицию и ожидания.

3 Обозначения и сокращения

3.1 Обозначения

b_0 — свободный член уравнения регрессии;
b_1 — угловой коэффициент уравнения регрессии;
C — критическое значение, используемое в FMEA:
c — число дефектов (несоответствий);
D — ранг обнаружения дефектов, используемый в FMEA;
d — коэффициент, используемый для определения доверительного интервала;
L — нижняя граница поля допуска;
N — объем совокупности;
n — объем выборки;
n_{CTQC} — количество характеристик, критичных для качества;
O — ранг появления дефектов, используемый в FMEA;
p — пропорция;
r — коэффициент корреляции;
Σ — знак суммирования;
$\hat{\sigma}$ — оценка стандартного отклонения совокупности;
S — ранг тяжести дефектов, используемый в FMEA;
s — выборочное стандартное отклонение;
U — верхняя граница поля допуска;
X — случайная величина (независимая);
$\overline{X}$ — выборочное среднее величины X;
Y — случайная величина (зависимая);
$\overline{Y}$ — выборочное среднее величины Y;
$\hat{Y}$ — прогнозируемое значение величины Y;
Y_{DPMO} — расчетное значение числа дефектов на миллион возможных дефектов;
Y_{ppm} — расчетное значение числа дефектных единиц продукции на миллион единиц продукции;
Z_{value} — количество сигм.

3.2 Сокращения

ANOVA — дисперсионный анализ;
COQ — затраты на обеспечение качества;
COPQ — затраты на низкое качество;
CTQ — критичный для качества;
CTQC — характеристика, критичная для качества;
DMAIC — метод: определение, измерение, анализ, улучшение, контроль.

Примечание 1 – Метод DMAIC, используемый для улучшения процесса и его конечной продукции, состоит из пяти этапов: определение, измерение, анализ, улучшение, контроль;

DPMO — число дефектов на миллион возможных дефектов.

Примечание 2 – Величина DPMO может быть использована для определения количества сигм;

FMEA — анализ видов и последствий отказов;
FMECA — анализ видов, последствий и критичности отказов;
GRR — исследование повторяемости и воспроизводимости измерительной системы;
ppm — число дефектных единиц продукции на миллион единиц продукции;
RACI — анализ на основе матрицы «ответственный за выполнение, ответственный за проверку, с кем можно проконсультироваться, кого следует информировать;
ROI — рентабельность инвестиций (капиталовложение);
RPN — категория приоритетности риска;
SIPOC — метод описания процесса в виде карты с указанием связей «поставщик — входы — процесс — выходы — потребитель».

4 Цикл DMAIC[1)]

4.1 Определение

4.1.1 Цели

Целями данного этапа являются:

a) определение требований и ожиданий заинтересованных сторон;
b) определение мнения потребителя и третьих сторон (посредством диаграмм CTOC и т. д.);
c) формирование группы проекта;
d) разработка карты процесса (SIPOC), визуального представления данных (схема Парето);
e) составление положения о проекте.

4.1.2 Выполнение этапа «определение»

4.1.2.1 Определение. Этап 1

Определение потребителей и третьих сторон, анализ их потребностей и представление этих потребностей в виде измеримых требований. Установление целей улучшения.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Рассмотрение претензий потребителей, реакции рынка, изучение ситуации	Контрольный листок 04, ИСО 9001 или другие стандарты по менеджменту
Изучение ожиданий третьих сторон, морально-этических аспектов	Контрольный листок 04, ИСО 14001 или другие стандарты по менеджменту
Анализ рентабельности капиталовложений, затрат и отчетности	Контрольный листок 01
Показатели проекта «Шесть сигм»	Контрольный листок 20
Диаграмма средства	Контрольный листок 02
Модель Кано	Контрольный листок 03
Формирование требований к показателям, критичным для качества	Контрольный листок 04
Дом качества	Контрольный листок 05
Бенчмаркинг	Контрольный листок 06

4.1.2.2 Определение. Этап 2

Определение и установление цели группы проекта: сроков, этапов, ограничений, рисков, рентабельности, компетентности, области применения и объема проекта.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Положение о проекте	Контрольный листок 07
Способ планирования проекта: диаграмма Ганта, график выполнения проекта	Контрольный листок 08
Матрица ответственности RACI	Контрольный листок 28
Анализ рентабельности затрат и отчетности	Контрольный листок 01
Анализ рисков проекта (в положении о проекте)	Контрольный листок 07

4.1.2.3 Определение. Этап 3

Описание деятельности или процесса.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Разработка карты процесса (SIPOC)	Контрольный листок 09
Составление карты процесса и данных о процессе	Контрольный листок 10

[1)] Контрольные листки, перечисленные в таблицах данного раздела, приведены в приложении А.

4.2 Измерения

4.2.1 Цели

Целями являются:

a) наглядное представление данных (посредством графиков трендов, гистограмм и т.п.);

b) определение базовой эффективности текущего процесса для конкретизации целей проекта.

4.2.2 Выполнение

4.2.2.1 Измерение. Этап 1

На основе измеримых требований *Y* выбирают одну или несколько критичных переменных *X* для улучшения.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Мнение потребителя (дом качества и т. п.)	Контрольный листок 05
Мнение третьих сторон (экологические аспекты, социальная ответственность, жизнеспособность)	Контрольный листок 05
Древовидная диаграмма критичных для качества показателей CTQ	Контрольный листок 04

4.2.2.2 Измерение. Этап 2

Определение данных, которые должны быть собраны для выявления факторов, влияющих на изменчивость процесса *X*.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Матрицы приоритетов	Контрольный листок 11
Диаграмма причинно-следственных связей	Контрольный листок 12
Мозговой штурм	Контрольный листок 13
Анализ видов и последствий отказов FMEA	Контрольный листок 14

4.2.2.3 Измерение. Этап 3

Повторная проверка применимости выбранных показателей.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Анализ измерительных систем MSA	Контрольный листок 15

4.2.2.4 Измерение. Этап 4

Разработка плана сбора расслоенных данных *X* и *Y*.

Методы	Контрольный листок или стандарт
План сбора данных	Контрольный листок 16
Определение объема выборки	Контрольный листок 17

4.2.2.5 Измерение. Этап 5

Анализ и валидация данных.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Проверка на нормальность распределения и преобразование распределений в нормальное	Контрольный листок 18
Наглядное представление данных посредством: гистограммы; коробковой диаграммы (диаграммы «ящик с усами»); схемы Парето; блок-схемы	Контрольный листок 19
Контрольная карта	Контрольный листок 30

4.2.2.6 Измерение. Этап 6

Определение пригодности или воспроизводимости процесса.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Определение показателей: P_p, P_{pk}, C_p, C_{pk}, ppm, DPMO, Z_{value}	Контрольный листок 20

4.2.2.7 Измерение. Этап 7

Подтверждение или корректировка целей улучшения.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Сопоставление первоначальных целей с фактическими показателями (положение о проекте)	Контрольный листок 07

4.3 Анализ

4.3.1 Цели

Целями являются:

a) идентификация потерь;

b) определение отрицательных воздействий на окружающую среду и социальные факторы;

c) выбор и ранжирование ключевых переменных процесса *X*;

d) установление взаимосвязей между *X* и *Y*;

e) валидация ключевой причины *X*, влияющей на *Y*;

f) определение слабых мест проекта в его текущем состоянии.

4.3.2 Выполнение

4.3.2.1 Анализ. Этап 1

Анализ процесса для выявления действий, не приводящих к появлению добавленной стоимости, или действий, требующих улучшения.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Анализ причин и последствий	Контрольный листок 12
Анализ потерь	Контрольный листок 21
Функционально-стоимостной анализ	Контрольный листок 22
Моделирование оказания услуг (анализ процессов в сфере оказания услуг)	Контрольный листок 23
Составление карт процессов	Контрольный листок 10

4.3.2.2 Анализ. Этап 2

Определение возможных связей между *X* и *Y*.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Диаграммы разброса, Парето и графики разброса	Контрольный листок 19
Блок-схемы	Контрольный листок 19

4.3.2.3 Анализ. Этап 3

Количественный анализ влияния ключевых переменных процесса *X* и их возможных взаимодействий.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Проверка гипотез	Контрольный листок 24
Регрессионный анализ	Контрольный листок 25
Корреляционный анализ	Контрольный листок 25

4.3.2.4 Анализ. Этап 4

Дальнейшее уточнение экспериментальным путем влияния ключевых переменных процесса для выявления новых факторов.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Планирование экспериментов	Контрольный листок 26
Регрессионный анализ	Контрольный листок 25
Проверка гипотез	Контрольный листок 24

4.4 Улучшение

4.4.1 Цели

Целями являются:

a) выбор решений;

b) планирование и разработка испытаний опытного образца (например, с использованием методов планирования экспериментов);

c) выработка устойчивых решений (обновление FMEA);

d) выполнение выбранных решений.

4.4.2 Выполнение

4.4.2.1 Улучшение. Этап 1

Определение целевых показателей процесса.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Визуализация описательных статистик	Контрольный листок 19

4.4.2.2 Улучшение. Этап 2

Выработка/доработка решений и идей.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Мозговой штурм и иные способы стимулирования творческой активности	Контрольный листок 13
Планирование экспериментов	Контрольный листок 26

4.4.2.3 Улучшение. Этап 3

Испытания.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Анализ надежности	Контрольный листок 27

4.4.2.4 Улучшение. Этап 4

Оценка риска.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Анализ видов и последствий отказов FMEA	Контрольный листок 14

4.4.2.5 Улучшение. Этап 5

Выбор.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Принятие решений с применением матрицы приоритетов и иных методов	Контрольный листок 11

4.4.2.6 Улучшение. Этап 6

Организация выполнения принятых решений.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Методы планирования проекта: - диаграмма Ганта; - график выполнения проекта	Контрольный листок 08
Средства управления ресурсами (матрица ответственности RACI и др.)	Контрольный листок 28

4.4.2.7 Улучшение. Этап 7

Выполнение намеченных действий

4.5 Контроль

4.5.1 Цели

Целями являются:

a) анализ, проверка и валидация улучшений (в соответствии с планом контроля);

b) сохранение преимуществ (например, внедрение системы всеобщего управления оборудованием);

c) установление улучшений (например, внедрение системы 5S), поддержание непрерывной работоспособности процесса);

d) обеспечение обратной связи и признания работы группы.

4.5.2 Выполнение

4.5.2.1 Контроль. Этап 1

Доработка плана контроля.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Доработка FMEA	Контрольный листок 14
План контроля (документированный)	Контрольный листок 29

4.5.2.2 Контроль. Этап 2

Документирование оптимальных действий.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Разработка процедур процессов	ИСО 9001, ИСО 14001 или другие стандарты по менеджменту
Обучение	ИСО 9001 или другие стандарты по менеджменту

4.5.2.3 Контроль. этап 3

Реализация мониторинга решений.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Контрольные карты	Контрольный листок 30

4.5.2.4 Контроль. Этап 4

Повторная проверка и определение результативности проведенных улучшений.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Статистические критерии, графическое представление данных	Контрольные листки 04, 19 и 24
Вычисление полученной прибыли	Контрольный листок 01, ИСО 9001, ИСО 14001 или другие стандарты по менеджменту
Воспроизводимость процесса	Контрольный листок 20
Анализ удовлетворенности потребителя	ИСО 9001 или другие стандарты по менеджменту
Бенчмаркинг (доработка)	Контрольный листок 06

4.5.2.5 Контроль. Этап 5

Капитализация полученных знаний.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Анализ проекта и полученного опыта	Контрольный листок 31
Сообщения о достижениях: с размещением в локальной сети, в сети Интернет и т. д.	Контрольный листок 07

4.5.2.6 Контроль. Этап 6

Установление.

Методы	Контрольный листок или стандарт
Анализ возможных выгод и рисков в других сферах деятельности организации	Контрольный листок 07. ИСО 9001 или другие стандарты по менеджменту

4.5.2.7 Контроль. Этап 7

Закрытие проекта.

Приложение А
(справочное)

Контрольные листки

Контрольный листок 01. Анализ рентабельности инвестиций (капиталовложений), затрат и отчетности

Содержание

Целью проекта «Шесть Сигм» является увеличение текущих доходов, преимуществ или/и чистой прибыли. Важно управлять данной программой, как и любой бизнес-задачей, посредством установления:

a) функциональных и финансовых целей (ROI и затраты);

b) моделей учета, иллюстрирующих расходы и доходы проекта;

c) процесса бюджетирования, помогающего в управлении проектом «Шесть Сигм» в течение среднесрочного периода.

Назначение

Анализ ROI и затрат обеспечивает получение финансовых результатов от внедрения проекта «Шесть Сигм».

Методы анализа ROI вместе с соответствующей моделью учета затрат помогают управлять выполнением проекта и подтвердить, что каждый этап находится в области финансовых целей.

Необходимые действия

Существует три этапа:

1 Построение модели учета затрат для проекта «Шесть сигм».

Проект «Шесть сигм» основан на процессном подходе: контролируемой переменной является разность между стоимостью продукции на выходе и затратами. Каждый вид деятельности приносит доходы (связанные с выходом продукции), но также и издержки. Учет затрат — часть бухгалтерского учета, которая включает специальный учет затрат и доходов, связанных с деятельностью процесса.

Учет затрат предлагает одинаковое представление доходов и затрат как для финансовых, так и для производственных подразделений. Важно, чтобы эти подразделения использовали одну и ту же модель учета затрат для описания деятельности организации.

В результате учет затрат помогает:

- показать затраты и доходы каждого элемента процесса;
- построить процесс учета для цепочки начисления стоимости.

2 Определение величины ROI для проекта.

Главной целью данного этапа является принятие положительного или отрицательного решения о возможности финансирования проекта.

Расчет ROI должен быть доступным в модели учета затрат, определенной на этапе 1.

3 Составление сметы и управление проектом.

Для среднесрочного или долгосрочного проекта «Шесть сигм», расчеты времени выполнения работ по улучшению и получению ожидаемой прибыли различны, а расходы возникают до получения прибыли. Финансовая смета является способом планирования доходов и расходов.

Общие принципы применения

Учет затрат и ROI является непрерывным процессом, который охватывает все виды деятельности и все процессы организации.

Дополнительные сведения:

Контрольный листок 02. Диаграмма сродства

Содержание

Метод использования диаграммы сродства, который иногда называют «методом KJ», разработан Дзиро Кавакито.

Данный метод включает объединение всех идей, мнений и отзывов по поводу рассматриваемых вопросов, а затем их систематизацию и объединение в группы для более детального анализа и обсуждения.

Этот метод часто продолжает мозговой штурм (см. контрольный листок 13).

Назначение

Диаграмма сродства обеспечивает простой подход анализа субъективных идей, эмоциональных впечатлений и личных ощущений. Метод позволяет вырабатывать ключевые решения, помогающие установить реальные причины проблемы.

Диаграмма сродства помогает вовлекать группы людей в рассмотрение проблемы и вопросов благодаря структурированию представленной ими информации, что для участников происходит естественным образом.

Необходимые действия

Посредством групповой работы над темой проекта каждый участник высказывает свои идеи, соображения и мнения в отношении поднятой темы.

Каждую идею записывают на небольшой листок или стикер. Ведущий поясняет, при необходимости, предложенные идеи и просит участников распределить взаимосвязанные идеи по категориям. Одна и та же идея может быть отнесена к нескольким разным категориям.

Стикеры с «отдельными идеями», которые не вписываются в общую картину, откладывают вместе с еще не отсортированными записями.

Группа анализирует структуру выявленных категорий и может принять решение о формировании новых подкатегорий или совокупностей.

Наименование для каждой категории группа выбирает тогда и только тогда, когда все стикеры отсортированы должным образом

Взаимосвязь категорий может быть пересмотрена при выявлении причины рассматриваемой проблемы и ее дальнейшем анализе.

Общие принципы применения

Метод может быть использован вместе с другими методами, основанными на фактах и расчетах.

Связь между идеями устанавливают, опираясь на интуицию. Одна категория может включать только одну карточку с идеей.

Благодаря использованию правого полушария мозга более быстрое проведение процесса классификации позволяет категориям возникать естественным образом, не оставляя времени на разумные объяснения и логические обоснования.

Дополнительные сведения:

См. [31] и [44].

Контрольный листок 03. Модель Кано

Содержание

В соответствии с моделью Кано различают шесть типов качества продукции:

1 «Привлекательная» характеристика качества (или восхищающая). Характеристика качества, которую покупатель не требует, но она оказывает влияние на его решение о покупке. Это «дополнительная», «инновационная» характеристика качества, воздействующая на принятие решения покупателем (выбрать продукт, отличающийся от множества других привлекательными или превышающими ожидания качествами).

2 «Одномерная» характеристика качества (или желаемая). Если данная характеристика не реализована, покупатель заметит это и будет недоволен. Напротив, если она реализована, покупатель будет удовлетворен.

3 «Обязательная» характеристика, которая присуща всей продукции, имеющейся на рынке. Это минимальное требование, так как без наличия данной обязательной характеристики покупатели могут отказаться от продукции (итоговые ожидания).

4 «Предлагаемая» характеристика, соответствующая требованиям рынка. Предпочтения покупателя всегда определяют экономические критерии (рекламное предложение). Более или менее совершенная технология может повлиять на решение (технологические ожидания).

5 «Безразличная» характеристика. Характеристика качества, не оказывающая влияния на удовлетворение потребностей покупателя.

6 «Вызывающая скепсис» характеристика. Характеристики, которая может оказывать негативное влияние на покупателя, вследствие чего он может отказаться от предлагаемой продукции или услуги.

Назначение

Модель Кано помогает разработчикам определить, какие функции, параметры и характеристики вызывают интерес потребителя, способствуют росту (или снижению) удовлетворенности потребителя продукцией, а какие всего лишь соответствуют основным ожиданиям или безразличны потребителю. В некоторой степени модель Кано концентрируется на скрытых потребностях потребителя, что способствует лучшему их пониманию. Ответы, полученные в ходе опроса по методу Кано, могут помочь в установлении скрытой сегментации рынка.

Модель имеет две главные задачи:

1 Определение того, каким образом функции, параметры и характеристики продукции способствуют удовлетворению или неудовлетворению потребителя, которому задают специфичные вопросы, предполагающие только ответ «да» или «нет».

2 Определение связи функций, параметров и характеристик продукции со стратегическими критериями.

Необходимые действия

Выделяют пять этапов:

1 Составление опросного листа Кано.

2 Определение состава респондентов.

3 Обеспечение условий проведения анкетирования.

4 Анкетирование.

5 Обработка ответов.

Общие принципы применения

Методы структурирования функции качества QFD.

Использование опросного листа Кано.

Дополнительные сведения:

См. [36], [38] и [47].

Контрольный листок 04. Древовидная диаграмма показателей, критичных для качества CTQ

Содержание Диаграмма CTQ показателей (критичных для качества) является средством визуализации. Представляет собой горизонтальное дерево, ветви которого отображают информацию, выраженную фокус-группами потребителя или полученную при сборе заявленных или подразумеваемых ожиданий потребителя.
Назначение Древовидная диаграмма CTQ способна преобразовывать широкие потребности потребителя, включая иногда даже те, которые он не осознает, в более конкретные, определяя в то же время ожидания покупателя в рамках характеристик показателя, критичного для качества. Использование диаграммы CTQ необходимо на этапе 1 («Определение») и на этапе 4 («Контроль») при применении метода DMAIC.
Необходимые действия Группа работает со скрепленным из нескольких листов полотном для установления основных потребностей потребителя. Группа устанавливает первый уровень требований, исходя из базовых потребностей. Далее, по мере уточнения спускается на второй уровень, выводя из начальных требований более подробные показатели, затем переходит на следующий уровень и определяет показатели, критичные для качества. Например: a) основная потребность: «надлежащая доставка»; b) требования первого уровня: «сроки доставки», «хорошее состояние доставляемого товара»; c) критичные параметры: «перевозчик», «дата доставки», «упаковка товаров», «комплектность» и т. д.
Общие принципы применения Ключевой момент — не «угадывать» ожидания потребителя, а перепроверять их непосредственно у потребителя. Древовидная структура не должна включать более трех уровней. Использование этого метода часто помогает выявить незначительные дефекты, которые могут быть сразу же устранены.
Дополнительные сведения: См. [8], [13] и другие стандарты по управлению.

Контрольный листок 05. Дом качества

Содержание процесса

«Дом качества» — это метод, в основе которого лежит матрица для установления и определения связей между:

1) ожиданиями покупателя или намеченными целями;

2) выдвигаемыми решениями или постоянной деятельностью (функциональные характеристики).

Дом качества является основой процесса структурирования функций качества (QFD), охватывающего весь срок службы изделия, от ожиданий покупателя до поставки продукции (услуги), ее использования и возврата.

Назначение процесса

Метод разработан для определения различных критериев принятия решений и вариантов перекрестного контроля ожиданий покупателя. Полученные таблицы помогают объединить мнения членов группы, что способствует принятию решения.

Метод позволяет также объединять взгляды по проектированию с ориентацией на требование клиента.

Дом качества

Функциональные характеристики (ФХ)

Ожидание потребителя (ОП)	ФХ1	ФХ2	ФХ3	ФХ4	ФХ5	ФХ6	ФХ7
ОП1							
ОП2							
ОП3							
ОП4							
ОП5							

Необходимые действия

При применении данного метода выделяют четыре этапа:

1) установление предложенных решений (функциональных характеристик) и намеченных целей (например, ожиданий покупателя);

2) определение внутренних взаимосвязей:

a) связей и проектных ограничений между предложенными решениями (функциональными характеристиками)

b) связей и проектных ограничений между намеченными целями (ожиданиями покупателя);

3 анализ степени соответствия предложенных решений намеченным целям;

4 «взвешивание» предложенных решений и намеченных целей.

Общие принципы применения

Необходимыми условиями применения данного метода являются:

1) ознакомление с «мнением покупателя», документирование намеченных целей, вариантов решения и так далее, а также

2) наличие группы для проведения нескольких исследований.

Дополнительные сведения:

См. [36], [40], [47] и [48].

Контрольный листок 06. Бенчмаркинг

Содержание

Бенчмаркинг — это метод совершенствования работы организации, состоящий в изучении деятельности других компаний и определении наилучших способов функционирования организации. Этот метод включает в себя несколько методов, целью которых является сопоставление деятельности данной организации с работой наиболее известных организаций в том же сегменте рынка.

Назначение

В процессе менеджмента качества или непрерывного улучшения бенчмаркинг является важным шагом, который позволяет определить уровень управления процессами организации. Целью является сопоставление деятельности организации с деятельностью группы организаций, функционирующих на том же сегменте рынка.

Существуют несколько типов бенчмаркинга:

a) внутренний (между подразделениями организации);

b) конкурентный (между конкурирующими организациями);

c) функциональный (например, кадровый персонал, материально-техническое снабжение, научные исследования и разработки и т. д.).

Необходимые действия

Выделяют два этапа.

1 Этап планирования

В качестве первого этапа выступает планирование сбора информации о работе организации. Затем необходимо выбрать организации-эталоны (бенчмарки) и оценить уровень их работы.

2 Этап анализа и улучшения

Необходимо установить показатели и методы анализа для установления разницы в работе рассматриваемой организации и организаций-эталонов. По завершении анализа внедряют наилучшие практические разработки для достижения нового уровня деятельности.

Общие принципы применения

Бенчмаркинг является способом внедрения эффективных методов работы.

Следует начинать с внутреннего бенчмаркинга, когда сопоставляют главные подразделения внутри организации. Затем проводят конкурентный бенчмаркинг.

Дополнительные сведения:

Предлагаем подписаться на сеть бенчмаркинга и обмениваться информацией о методах совершенствования деятельности организаций.

Контрольный листок 07. Положение о проекте

Содержание Положение о проекте устанавливает отношения между структурой, финансирующей проект, и рабочей группой.
Назначение 1 Четкое определение целей и функций рабочей группы. 2 Ориентация рабочей группы на приоритетные направления деятельности. 3 Передача проекта структуры, финансирующей проект, рабочей группе.
Необходимые действия В положении о проекте необходимо указать: a) наименование проблемы; b) описание проблемы; c) прогнозируемые кризисные и выгодные моменты проекта; d) цели, которых необходимо достичь; e) область применения; f) риск проекта; g) обязанности рабочей группы; h) ключевые стадии, этапы проекта и ожидаемые результаты; i) оценки затрат проекта; j) необходимые ресурсы; k) оценки соответствия проекта установленным требованиям при первом анализе проекта в контрольных точках.
Общие принципы применения В положении о проекте устанавливают сроки сдачи проекта и его результаты. Положение о проекте должно быть согласовано с руководителем проекта и структурой, финансирующей разработку проекта. Положение о проекте должно быть утверждено и подписано спонсором, владельцем и руководителем проекта, а также представителем высшего руководства организации. Пока проект находится на стадии выполнения, в положение о проекте могут быть внесены изменения. В данном случае вышеперечисленные лица должны утвердить обновленную версию проекта.
Дополнительные сведения: См. [43].

Контрольный листок 08. Диаграмма Ганта

Содержание Диаграмма Ганта — это метод планирования по времени всех видов работ, представленных в проекте, на одном графике.
Назначение Диаграмма Ганта является одним из неотъемлемых методов планирования работ руководителем проекта. Руководитель проекта получает возможность иметь наглядное представление о графике выполнения работ, устанавливая даты начала и окончания работ.
Необходимые действия Устанавливают полный перечень всех видов работ (или задач) проекта. Каждая строка на диаграмме Ганта обозначает отдельный вид работы. Для каждой деятельности необходимо установить даты начала и окончания работ. Столбцы обозначают календарные сроки (дни, недели, года). С помощью стрелки соединяют различные виды работ (окончание одной деятельности является началом другого этапа работы). В ходе выполнения задачи на диаграмме указывают процент выполненной работы. Данную процедуру повторяют последовательно для всех видов работ проекта. Проценты указывают между работами, помеченными стрелками.
Общие принципы применения Определяют критический путь, представляющий последовательность задач, которые необходимо выполнить. Используют диаграмму Ганта для информирования о выполнении проекта с течением времени. При завершении каждого важного этапа проекта должен быть оформлен отчет о проделанной работе.
Дополнительные сведения: См. [39] и [45].

Контрольный листок 09. SIPOC

Содержание

Картирование и составление структурной схемы процесса.

Назначение

SIPOC — это наглядное представление процесса, которое помогает рабочим группам подробно устанавливать все пять составляющих «SIPOC» и, таким образом, осознавать весь процесс.

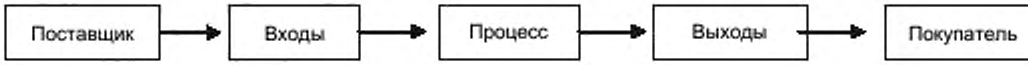
Мы имеем:

Поставщики:	должен быть установлен поставщик проекта;
Входы:	должны быть описаны входные данные;
Процесс:	краткий план преобразований, осуществляемых в ходе выполнения проекта;
Выходы:	должен быть установлен результат (данные на выходе) процесса;
Потребители:	должен быть определен потребитель проекта.

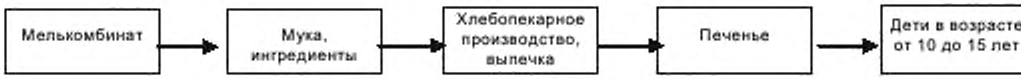
Необходимые действия

Все пять составляющих SIPOC должны быть описаны в виде схемы, гарантируя, таким образом, что ни одна составляющая не упущена. Это также наглядно представляет связи между включенными и последовательно представленными блоками.

Диаграмма SIPOC



Пример из пищевой промышленности:



Общие принципы применения

Схемы SIPOC используют на этапе «определение» процесса DMAIC для непрерывного улучшения.

Дополнительные сведения:

См. литературу по методике «Шесть сигм».

Контрольный листок 10. Карта и данные процесса

Содержание Составление карты процесса — это метод представления и анализа функционирования процесса. Карта процесса является формальной моделью работы процесса. Карта процесса предоставляет собой отдельную карту всех процессов и их взаимодействий. Карту бизнес-процесса используют для анализа связей между процессами. Любой отдельный процесс может включать в себя несколько операций, но не каждая бизнес-операция может быть частью данного процесса. Взаимно-однозначного соответствия между процессами и операциями не существует по ряду причин: a) некоторые операции не учитывают, так как процесс не описывает все реальные операции или он может быть недостаточно хорошо оформлен; b) существует множество операций, которые необязательно фиксировать (архивирование в каталогах, передвижение между цехами и так далее), процесс должен отражать только важные операции (в противном случае будет невозможно им управлять); c) в определенный момент времени главные операции процесса завершаются, но изменение его работы вместе с постоянным улучшением процесса означает, что некоторые операции прекращаются, в то время как начаты новые, и нет смысла включать эти новые операции в отдельный процесс.
Назначение Подробное представление всех работ процесса при его разработке.
Необходимые действия Символическая модель, разработанная для установления: 1) продвижения проекта; 2) этапов проекта (преобразование или сборка), которые представляют добавленную стоимость для покупателя; 3) этапов проекта, не добавляющих стоимость; 4) периода ожидания (включая незавершенную работу); 5) величины добавленной стоимости.
Общие принципы применения Обучение пользователей. Использование библиотеки символов.
Дополнительные сведения: См. [29] и [33].

Контрольный листок 11. Матрица приоритетов

Содержание

1 Классификация первопричины/решения проблемы в соответствии с их влиянием на рассматриваемую проблему.

2 Выявление основных разногласий, которые можно быстро разрешить.

3 Выявление наиболее значимых вопросов, так как выполнено может быть не все.

4 Поэтапное выявление критериев, на основе которых определяют обязательные контрольные точки в технологической цепочке процесса.

Назначение

1 Способствует принятию решения, когда проектная группа не может прийти к единому мнению о возможном разрешении проблемы и необходимо ранжировать возможные решения.

2 Используется всякий раз, когда ряд установленных причин, решений и последствий должен быть упорядочен, для того чтобы сосредоточить внимание на приоритетных выходах из проблемы.

3 Отсекает определенное число возможных решений посредством расположения их в порядке значимости согласно установленным критериям.

Необходимые действия

1 Выбор конечной цели.

Все члены группы должны согласовать намеченные задачи. Установленная цель значительно влияет на выбор критериев.

2 Создание перечня критериев.

Список может быть создан с помощью мозгового штурма или анализа старых документов (бюджетной отчетности, обязательства по выполнению целей и др.). Важно, чтобы группа пришла к единому мнению относительно критериев и их значения.

3 Сопоставление критериев.

Для начала необходимо составить таблицу с описанием причин, решений и установленных критериев.

Затем каждый член группы проекта оценивает значимость каждого критерия.

Например:

Очень важный критерий	9 очков.
Важный критерий	3 очка.
Стандартный критерий	1 очко.
Критерий, не имеющий значения	0 очков.

См. пример ниже.

4 Использование результатов.

Для выявления наиболее значимых причин/решений им приписывают баллы по каждому критерию. Набранное количество баллов указывает на то, какие причины/решения необходимо рассмотреть в первую очередь.

Пример – Матрица приоритетов

	Критерий 1	*Критерий 2*	*Критерий 3*	*Критерий 4*	*Сумма очков*	*Рейтинг*
Причина A	***9***		***9***	***1***	***19***	***1***
Причина B					***0***	***5***
Причина C	***3***	***9***	***1***	***3***	***16***	***2***
Причина D		***1***	***3***		***4***	***4***
Причина E	***1***	***3***		***9***	***13***	***3***

Примечание – Главной выявленной причиной является причина A, которая набрала 19 баллов.

Общие принципы применения

При невозможности ранжирования нескольких причин вместо суммирования баллов можно перемножить баллы по каждому критерию для различения причин по степени воздействия.

Дополнительные сведения:

См. литературу по методологии «Шесть сигм».

Контрольный листок 12. Диаграмма причинно-следственных связей

Содержание Диаграмма причинно-следственных связей наглядно представляет возможные причины проблемы. Она также известна как «диаграмма Исикавы» или диаграмма «рыбьего скелета».
Назначение 1 Определяет причинно-следственные связи (вместо прямого перехода от проблемы к решению). 2 Стимулирует генерацию идей посредством метода мозгового штурма о потенциальных первопричинах. 3 Категоризирует и наглядно отображает причины, влияющие на результат.
Необходимые действия 1 Определение желаемого результата. 2 Определение причин с помощью метода мозгового штурма. 3 Распределение причин по наиболее используемым категориям, относящимся к принципу 5Ms+E: оборудование, материалы, рабочая сила, метод, измерения и окружающая среда. 4 Разработка наброска диаграммы «рыбий скелет», помещая результат в «голову», а соответствующие причины на «костях»; при необходимости количество «костей» может быть увеличено. 5 Деление причин на категории и подкатегории.
Общие принципы применения Дополнительный сеанс мозгового штурма может установить другие причины в рамках категорий, в которых определено лишь несколько причин. Диаграмма показывает потенциальные причины. Следующим действием после формирования диаграммы является проверка причин. Выгодно выдвигать на первый план потенциальные причины, которые больше остальных влияют на результат или воздействие которых на результат нужно подтвердить. Таким образом, можно легко определить приоритеты.
Дополнительные сведения: См. [37] и ИСО/МЭК 31010:2009 [22].

Контрольный листок 13. Мозговой штурм

Содержание

Метод мозгового штурма — групповой метод решения проблем и создания большого количества идей за короткий промежуток времени.

Для записей всех возникающих идей используют планшет.

Различные вариации процедур мозгового штурма используют в разных ситуациях и для разных намеченных результатов:

1 Мозговой штурм в наиболее свободной форме используют для стимулирования максимального творческого потенциала (примером из рекламной сферы может служить подобная формулировка: «подберите новое название марки»).

2 Метод мозгового штурма, обеспечивающий более целенаправленный поиск решений проблемы, используют при наличии меньшего пространства для творчества (пример из технической области: «найдите решение, удовлетворяющее определенным критериям»).

Назначение

Метод мозгового штурма — гибкий рациональный метод, стимулирующий поиск новых идей членами группы проекта, а также создание такой обстановки, в которой подвергают сомнению распространенные гипотезы и системы понятий.

Метод мозгового штурма используют на этапе 2 «Измерение» и этапе 2 «Улучшение» метода DMAIC. Метод мозгового штурма может быть использован всегда, когда необходима генерация идей.

Необходимые действия

a) Определение плана и цели группы проекта, определение планируемых результатов для мозгового штурма.

b) Определение границы мозгового штурма.

c) Согласование формулировки проблемы или вопросов, которые требуется решить в ходе сеанса мозгового штурма; в верхней части планшета пишут наименование рассматриваемой проблемы.

d) Перечисление основных правил:

i. запрет на критику высказываемых идей;
ii. запрет на оценку высказываемых идей;
iii. поощрение нестандартных идей;
iv. создание новых идей, основанных на уже высказанных;
v. фиксирование всех идей.

e) В начале работы необходимо убедиться в том, что все члены группы проекта могут прочесть все сгенерированные идеи, которые записаны на планшете.

f) Необходимо убедиться в том, что каждый участник может свободно высказывать свои идеи. Нельзя позволять какому-либо одному человеку доминировать в ходе сеанса.

g) Ведущему следует прохаживаться вокруг стола, чтобы поддерживать темп обсуждения; если идея не возникает, участник пропускает свою очередь.

h) Ведущий не должен отсекать или разъяснять сгенерированные идеи; ведущий записывает все идеи на планшете сразу же, как только они возникают.

i) Как только накопилось достаточное количество идей, возможно потребуется объяснить определенные моменты, так как не все участники могут уловить суть всех предложенных идей.

j) По окончании сеанса мозгового штурма применяют другие аналитические методы, такие как анализ причинно-следственных связей, попарное сравнение и т. д.

Общие принципы применения

Необходимо использовать планшет с легко снимаемыми листами, хорошие маркеры и приспособления для фиксации листов к стене. Ведущий на протяжении всего сеанса записывает все идеи.

Дополнительные сведения:

См. [32].

Контрольный листок 14. Анализ видов и последствий отказов (FMEA)

Содержание

Методы FMEA и FMECA (анализ видов, последствий и критичности отказов) важны для обеспечения качества и играют ключевую роль в обеспечении надежности. Оба метода могут применяться к техническим системам. В различных ситуациях они могут быть расширены или приспособлены в той или иной степени к намеченной цели. Анализ может применяться на стадиях планирования и разработки проекта и при проектировании и реализации систем. FMEA является индуктивным методом качественного анализа безопасности и надежности системы.

Диаграммы функциональной безотказности (графики безотказности основных и дополнительных функций) и графики состояния (описание системы между двумя изменениями), построенные на основе структурной схемы надежности системы, тесно связаны с FMEA. Отдельные диаграммы необходимы в соответствии:

1) со способом установления различных критериев определения отказов систем;

2) со значимостью функционального отказа или негативного влияния на гарантированный уровень функционирования системы;

3) с фактором безопасности;

4) с другими этапами функционирования процесса.

Методологии FMEA и FMECA также используют:

a) для оценки последствий и последовательности событий, вызванных каждым установленным видом отказа системы, независимо от происхождения, на различных функциональных уровнях в пределах системы;

b) для установления значимости или критичности каждого вида отказа относительно его влияния на нормальное функционирование или уровень производительности системы, а также для оценки влияния на безотказность или безопасность определенной функции;

c) для категоризации известных видов отказов согласно простоте их обнаружения, моделирования простоты изменения компонента, а также согласно ресурсам, используемым для устранения отказов и поддержания работоспособности системы (ремонт, техническое обслуживание, материально-техническое обеспечение и т. д.) наравне с другими важными параметрами;

d) для установления вероятности отказов и их влияния при условии наличия необходимых входных данных;

e) для повышения коэффициента готовности процесса.

Существуют три главных области применения FMEA: система, продукция и уровни процесса. Во всех трех случаях метод FMEA может помочь в прогнозировании риска и выделении моментов, наиболее подверженных риску, в соответствии с показателем критичности.

Назначение

Целью является уменьшение вероятности отказов, влияющих на безотказность, ремонтопригодность, готовность и безопасность. Анализ системы, продукции или процесса помогает установить технические характеристики и способствует их улучшению, заметному для покупателя.

Необходимые действия

Данный метод включает (используется шкала оценок от 1 до 10):

a) анализ значимости возможных отказов и их последствий S;

b) определение причин возможных отказов O;

c) анализ способов определения отказов D.

Критичность (C) также называют категорией приоритетности риска (RPN): $C = S \times O \times D$.

Высокий показатель критичности соответствует высокому риску.

В большинстве случаев группа проекта ищет временные решения для элементов системы с неприемлемым уровнем критичности. Оценки для этих элементов будут пересчитаны в соответствии с доступными решениями.

Общие принципы применения

Для анализа F:

a) специальная универсальная фокус-группа;

b) тщательная подготовка;

c) отслеживание коррекционных мер совместно с контролем влияния данных мер на критичность.

Дополнительные сведения:

См. методику FMEA в [27], [25] и [22].

Контрольный листок 15. Анализ измерительных систем (MSA)

Содержание

В списке обозначены основные причины неопределенности измерений в случае непрерывных переменных.

1 Разрешающая способность: минимальное приращение измеряемой величины, которое может быть обнаружено.

2 Точность измерений: разность между истинным значением и величиной, полученной измерительной системой.

3 Ошибка линейной аппроксимации: смещение измерений во всем диапазоне использования измерительной системы.

4 Стабильность: изменчивость результатов, предоставленных измерительной системой, измеряющей одни и те же характеристики и продукцию в течение длительного периода времени.

5 Повторяемость: разность между результатами последовательных измерений одной и той же величины (все измерения выполняются в одинаковых условиях: одна и та же процедура измерений; один и тот же оператор, один и тот же измерительный инструмент, используемый в одних и тех же условиях и месте, измерения повторяют в течение небольшого промежутка времени).

6 Воспроизводимость: разность между результатами измерений одной и той же величины (измерения выполняют в разных условиях).

В случае категориальных переменных (часто встречаются в транзакционных процессах) главными причинами ошибок измерений являются различия в навыках и опыте персонала.

Назначение

Оценка неопределенности измерений для непрерывных переменных является важным этапом подтверждения соответствия измерительного оборудования относительно допусков на параметры процесса или характеристики продукции, которые необходимо измерить. Наиболее широко используют GRR-тест (анализ повторяемости и воспроизводимости измерений).

Данный тест сравнивает неопределенность измерений с полем допуска измеряемой характеристики процесса или продукции, которую выражают в процентах, для установления допустимости использования измерительного оборудования.

Традиционные критерии принятия решений:

i. GRR < 10 %: измерительная система соответствует установленным требованиям;
ii. 10 % <GRR < 30 %: измерительной системе необходимо улучшение
iii. GRR > 30 %: измерительная система непригодна.

Оценка уровня согласованности различных элементов процессов в принятии определенных решений является важным шагом определения неопределенности измерений для альтернативных данных.

Необходимые действия

1 Выбор компонентов, которые необходимо измерить.

2 Несколько операторов производят измерения, процедуру повторяют несколько раз (к примеру, 10 компонентов, каждый из которых измеряют три раза три оператора).

3 Анализ результатов с использованием электронной таблицы или специального статистического программного обеспечения (наглядное отображение результатов расчета).

4 Интерпретация.

5 Принятие решения о пригодности системы.

Общие принципы применения

Рекомендуется использовать для выполнения расчетов и оформления результатов специализированное программное обеспечение. Измерения, значения которых резко отличаются от других, должны быть исключены или выполнены повторно. Однако причина выбросов должна быть исследована для исключения ее повторения.

При получении недопустимого результата иногда необходимо организовать мозговой штурм для установления возможных факторов, влияющих на неопределенность измерений, а затем устранить ее или сократить ее влияние.

Дополнительные сведения:

См. [12], [19], [26] и [28].

Контрольный листок 16. План сбора данных

Содержание

Предоставить необходимые носители для записи соответствующего набора данных ключевой информации в заранее установленном формате. Установить, какие данные должны быть собраны, а также их количество и промежуток времени для сбора этих данных. Предусмотреть рабочие определения для измеряемых данных и категоризированных данных.

Примечание Результаты даже лучших методов обработки данных могут быть сомнительными (или опасными), если используемые этими методами данные неудачно определены или неправильно записаны.

Назначение

В любое время предоставляет наиболее правдоподобную картину состояния различных организационных, технических, экологических и коммерческих процессов, а также характеристики продукции на различных этапах ее производства.

Это производится посредством данных (исходных или обработанных), иногда в виде простейшего показателя, чтобы держать в курсе дела лиц, принимающих решения. Данные могут быть использованы для технических характеристик, проведения цикла улучшений и создания баз данных.

Необходимые действия

Не существует математической формулы для определения информации, которую необходимо собрать. При установлении способа сбора данных необходимо обратить внимание:

1) на способы сбора данных, используемых в настоящее время, которые могут быть применены;
2) на информацию, необходимую для (внутреннего или внешнего) потребителя, аудитора или руководителей разного уровня;
3) на опыт оператора, который должен быть чем-либо подтвержден, а основные моменты документированы;
4) на стандарты.

Способ сбора данных выбирают исходя из целей, которые должны быть четко обозначены. Помимо способа сбора данных, существует и их содержание. Оно включает:

a) параметры, определяющие соответствующий объект;
b) параметры, относящиеся к условиям сбора данных, — к месту, дате, оператору и т. д.;
c) целевые характеристики;
d) условия работы и среды процесса во время записи данных.

Варианты способов сбора информации:

i. однозначный ответ: «да»—«нет»;
ii. качественный — обычный текст (в виде набора слов или в нетекстовом виде) и закодированный текст;
iii. количественный (результаты измерений объектов).

Если данные собираются сразу на компьютер, они почти всегда соответствуют способу сбора данных и формату.

Иногда требуется разработать этап проверки для некоторых наборов данных.

Общие принципы применения

Необходимо всегда четко устанавливать, что требуется сделать и почему это нужно. При изложении информации требуется убедиться, что все понятно.

Дополнительные сведения:

См. [37] и [17].

Контрольный листок 17. Определение объема выборки

Содержание

Определяет количество объектов, отбираемых из совокупности.

Больший объем выборки приводит к более точному результату. Однако расходы по проведению измерений возрастают вместе с объемом выборки *n*. Таким образом, необходимо добиться оптимального объема выборки.

Назначение

Определяет и минимизирует количество объектов *N*, отбираемых из совокупности (известной или неизвестной), с целью определения параметров совокупности (математическое ожидание, стандартное отклонение, относительная частота) с заданным уровнем доверия.

1 При рассмотрении непрерывной характеристики (например, рост человека) для описания совокупности можно использовать математическое ожидание (параметр положения) и среднеквадратическое отклонение (параметр разброса). Математическое ожидание и стандартное отклонение выборки объема *n* являются оценками математического ожидания и стандартного отклонения совокупности) объема *N* (известного или неизвестного).

Пример 1 – У скольких человек необходимо измерить рост, чтобы средний рост был определен с точностью ± 1 мм?

2 При рассмотрении других характеристик человека (например, цвет глаз) относительная частота голубоглазых людей в выборке из *n* человек, отобранных из совокупности, является показателем доли голубоглазых людей в совокупности объема *N* (известного или неизвестного).

Пример 2 – Сколько человек нужно осмотреть, чтобы средний процент голубоглазых людей был определен с точностью ± 1 %?

Необходимые действия

Существуют формулы для расчета объема выборки, которые широко используются.

Пример 1 – При оценке математического ожидания объем выборки, обеспечивающий уровень вероятности накрытия среднего значения доверительным интервалом ± d, равный 95 %, приблизительно равен $n \approx (2s/d)^2$ ***(где s — стандартное отклонение значений выборки объема n).***

Пример 2 – При оценке относительной частоты объем выборки, обеспечивающий уровень вероятности накрытия частоты доверительным интервалом ±d, равный 95 %, равен $n = p(1 - p)(2/d)^2$ ***(где p — количество людей в выборке, обладающих данным свойством).***

Общие принципы применения

Для получения более точных оценок среднего и частоты необходимо увеличить объем выборки. Увеличение объема выборки в два раза обеспечивает снижение точности результата в пропорции

$d/\sqrt{2}$.

Дополнительные сведения:

См. [23] и [16].

Контрольный листок 18. Проверка нормальности

Содержание

Большое количество характеристик подчиняется нормальному распределению (распределению Гаусса). Методы статистического анализа легко применять при использовании данного распределения.

Проверка соответствия характеристики нормальному распределению позволяет выявлять отклонения нормального распределения и возможность его применения.

Если данные не подчиняются нормальному распределению, возможно что:

1) характеристика нестабильна — существуют особые причины (тренды, смещения, выбросы и т. д.);
2) характеристика изначально подчиняется другому распределению.

Назначение

Соответствие (или несоответствие) данных нормальному распределению выявляют с помощью критериев согласия.

Если данные не подчиняются нормальному распределению, часто их можно преобразовать к нормальному распределению.

Использование нормального распределения дает возможность прогнозировать количество дефектов или количество выходов, не соответствующих установленным требованиям.

Необходимые действия

a) Построение графика вероятности, показывающего соответствие данных нормальному распределению.

b) Применение критерия Андерсона-Дарлинга для проверки соответствия данных нормальному распределению.

c) Вычисление по данным коэффициентов асимметрии и эксцесса.

Общие принципы применения

График вероятности указывает на несоответствие нормальному распределению, если он не совпадает с прямой линией.

Критерий Андерсона-Дарлинга определяет степень отклонения набора данных от нормального распределения. Как правило, с данным критерием связано соответствующее значение вероятности (величина *p*). Если значение *p* меньше 0,05, говорят о несоответствии данных нормальному распределению.

Существуют стандартные алгоритмы преобразования данных к нормальному распределению. Наиболее распространенные — преобразование Бокса-Кокса и преобразование Джонсона. Алгоритм преобразования не способен преобразовывать нестабильные характеристики (есть особые причины), и в этом случае преобразование не работает. В последнем случае пользователю следует проконсультироваться у профессионального статистика.

Дополнительные сведения:

См. [5] и [14].

Контрольный листок 19. Методы визуализации описательной статистики

Содержание

Обобщают в графической и цифровой форме статистики для набора данных.

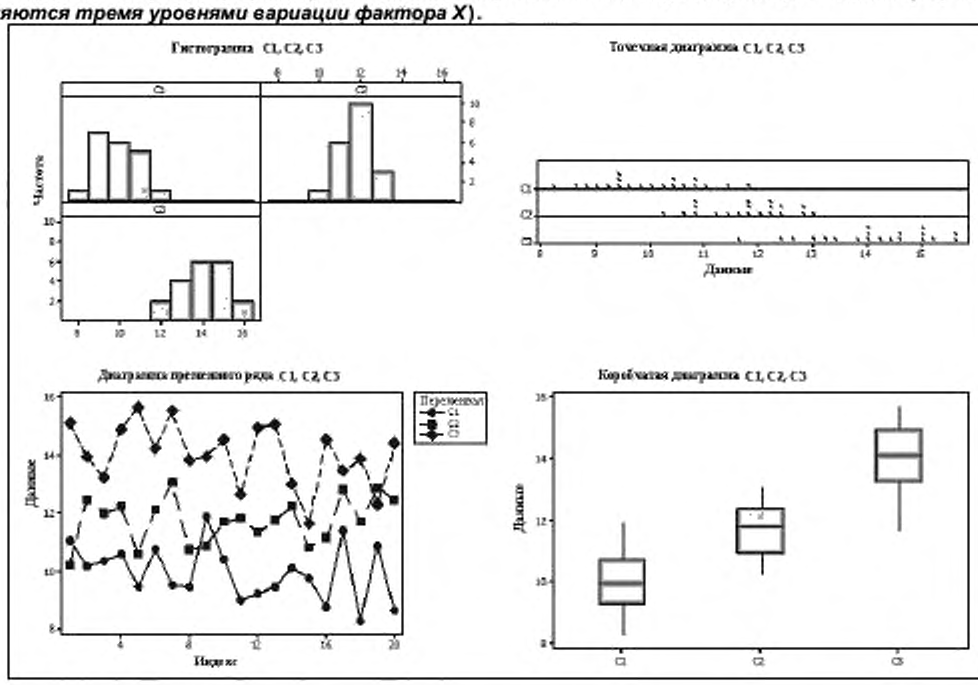
Назначение

Целью данного анализа является анализ изменчивости факторов *X*. Сюда также можно отнести стратификацию по уровням фактора *X*.

Необходимые действия

Данные анализируют посредством их группировки (стратификации) по разным уровням.

Пример – Первый график, приведенный ниже, показывает стратификацию данных (C1, C2 и C3 являются тремя уровнями вариации фактора X).



Общие принципы применения

Графическое отображение позволяет определять потенциальное влияние фактора на характеристику. Для подтверждения правильности влияния необходимо провести проверку статистическими методами.

Дополнительные сведения:

См. [37].

Контрольный листок 20. Индикаторы

Содержание

Индикатор — мера отслеживания наличия отклонений в определенном интервале от заданной величины. Предпочтительно, чтобы индикатор ассоциировался с некоторым критерием качества. Наиболее распространенными индикаторами, используемыми в концепции «Шесть сигм», являются:

1 индикаторы доли некачественных (или дефектных) выходных или входных данных процесса: % (процентное отношение) или ppm (количество дефектных изделий на миллион) или DPMO (количество дефектов на миллион единиц продукции);

2 индексы пригодности и воспроизводимости процесса: C_p, C_{pk}, P_p, P_{pk} или z, число стандартных отклонений процесса.

Другие экономические показатели, такие как коэффициент окупаемости продукции, своевременная поставка или количество жалоб от потребителей вместе с общей характеристикой качества в виде затрат на обеспечение качества или затрат на низкое качество, также используются на практике.

Назначение

1 Постоянное обеспечение команды проекта « Шесть сигм» информацией о функционировании процесса.

2 Использование для выражения уровня характеристики критичной для качества.

Необходимые действия

1 Вычисление числа дефектных изделий на миллион: ppm.

$$Y_{\text{ppm}} = \frac{c}{n} \cdot 1000000.$$

2 Вычисление числа дефектов на миллион единиц продукции (или несоответствий): DPMO.

$$Y_{\text{DPMO}} = \frac{c}{n_{\text{опыт}} \cdot n_{\text{стрс}}} \cdot 1000000.$$

3 Вычисление индексов воспроизводимости процесса: C_p

$$C_p = \frac{U - L}{6\hat{\sigma}}$$

Общие принципы применения

1 Учитывая то, что процессы постоянно улучшаются, а их уровни дефектности становятся все меньше, использование % несоответствий становится практически нецелесообразным из-за неудобства пользования (например, уровень дефектности 0,0015 % затрудняет расчеты из-за большого числа нулей), что способствует более частому использованию показателя ppm, который является более удобным.

2 Пояснительные примеры:

a) процесс производит 11 % дефектных кирпичей, т. е. 110000 частей на миллион;

b) превышение срока завершения работы в 0,0015 % случаев, т. е. 15 случаев на миллион.

3 Любой процесс может иметь несколько типов дефектов. Расчет DPMO учитывает это.

4 В качестве пояснительного примера можно привести процесс доставки пиццы: три типа дефектов (доставка с опозданием, холодная пицца и не та пицца, которую заказывали), всего 36 дефектов, 50000 доставок:

$$Y_{\text{DPMO}} = \frac{c}{n_{\text{опыт}} \cdot n_{\text{стрс}}} \cdot 1000000 = \frac{36}{50000 \cdot 3} \cdot 1000000 = 240 .$$

5 Необходимо убедиться, что группа хорошо знакома с принципами статистики, объясняющими расчет C_p и z.

6 Перед вычислением C_p или z требуется проверить, что данные подчиняются нормальному распределению, так как вычисления должны быть выполнены иначе, если распределение не является нормальным.

Дополнительные сведения:

См. [20].

Контрольный листок 21. Анализ потерь

Содержание

Термин «7 видов потерь», изначально введен исследователем Тайити Оно (Taiichi Ohno) в компании Toyota. Потери — это затраты на такие виды деятельности, которые не несут добавочной стоимости, а требуют дополнительных расходов.

Несмотря на то что они, как правило, касаются производственной сферы, эти «7 видов потерь» могут быть легко рассмотрены в сфере услуг, бизнесе, а также в частных и государственных административных подразделениях.

1 Потери из-за перепроизводства: наиболее опасный из всех видов потерь, так как они приводят к другим видам потерь. Заключается в производстве большего количества продукции, чем требуется, или производстве того, что несет дополнительные расходы на более ранней стадии, чем планировалось, например рекламные материалы, изделия, изготовленные раньше намеченного срока, и т. д.

2 Потери из-за ожидания: потеря времени из-за ожидания чего-либо, например ожидание ремонта, расход исходных материалов, безрезультатные совещания и пр.

3 Потери при ненужной транспортировке: расходы на любое перемещение оборудования или изделия, которое не несет выгоды, например использование специальных услуг по перевозке для транспортировки изделия вследствие его производства с отклонением от выполнения графика.

4 Потери из-за лишних этапов обработки: затраты на сложные, громоздкие процедуры, причиной которых является излишне усложненная разработка процесса, не соответствующая реальным потребностям, например бюрократические проволочки.

5 Потери из-за лишних запасов: затраты на хранение запасов, превышающих необходимые, например, при закупке большого объема материалов в целях получения скидки на них.

6 Потери из-за перемещений: затраты на перемещения по причине плохой планировки рабочего места, например, затраты на хранение готового товара вдали от места его отгрузки.

7 Потери из-за выпуска дефектной продукции: затраты, связанные с продукцией, признанной бракованной службой контроля качества, или некачественной услугой, например затраты, связанные с возвратом продукции покупателем.

Назначение

Выделение «7 видов потерь» способствует устранению почти всех факторов, образующих данные «потери», значительно уменьшает расходы и повышает эффективность работы.

Необходимые действия

Потери необходимо обнаруживать, изучать, устранять и регулярно перепроверять, чтобы предотвратить их повторение. Эти действия включают:

a) Составление плана процессов.
b) Формирование группы проекта для определения этапов процесса, которые несут убытки.
c) Определение годовых убытков.
d) Установление приоритетов действий по устранению потерь.
e) Разработка процессов, устраняющая источники потерь.

Общие принципы применения

Методика «7 видов потерь» должна осуществляться тщательно, так как потери часто касаются устоявшихся методов работы и иногда даже основополагающих принципов организации.

Методика «7 видов потерь» является ключевым компонентом в концепциях экономного менеджменте или своевременного производства.

Дополнительные сведения:

См. [41].

Контрольный листок 22. Функционально-стоимостной анализ (VSM[1])

Содержание Это объектно-ориентированная система, направленная на получение при минимальных затратах только необходимых свойств продукции или услуги, в то же время совершенствующая факторы, определяющие их качество, безопасность, устойчивость и дизайн.
Назначение 1 Функционально-стоимостной анализ является ключевым методом для любой сферы бизнеса. 2 Сокращение производственных расходов до минимума, основываясь на производстве только того, что необходимо. 3 Предложение новых методов, которые частично способствуют сокращению производственных затрат и лучшему удовлетворению потребностей покупателя.
Необходимые действия Анализ добавленной стоимости производится согласно рабочему плану, состоящему из следующих семи этапов: a) ориентация на действия по повышению ценности продукции; b) сбор информации; c) анализ деятельности и расходов — утверждение потребностей и целей; d) выработка идей и потенциальных вариантов решения; e) рассмотрение решений и их оценка; f) прогнозирование — предъявление выбранных решений — принятие решения; g) выполнение.
Общие принципы применения i. Метод следует использовать как только появляются признаки того, что продукция или услуга устаревают, становятся недостаточно конкурентоспособными или не удовлетворяют требованиям покупателя или рынка. ii. Метод применяют к каждому уровню процесса производства: от разработки до производства и сбыта.
Дополнительные сведения: См. [42].

[1] VSM – Value stream analysis.

Контрольный листок 23. Моделирование предоставления услуг

Содержание

Предоставление услуг — это один из процессов сферы бизнеса. В моделировании процесса предоставления услуг можно выделить три основных аспекта:

1) «функции потребителя», которые могут изменяться от высокой степени участия, когда потребитель выступает в качестве активного участника, до низкой вовлеченности, когда в роли потребителя выступают внешние факторы;

2) «степень взаимодействия с потребителем», которая может изменяться от высокой до низкой;

3) «физические средства», которые обеспечивают выполнение требований по двум показателям опыта эксплуатации: художественное оформление вместе с соответствующим восприятием пользователя и функциональные параметры, обеспечивающие реальное предоставление услуг.

Услуга складывается из операций, которые могут быть описаны и оценены по некоторому критерию качества или исполнения. К примеру, переезд из одной страны в другую — это одна операция услуги, произведенной агентством. Операции, составляющие услугу, могут быть плохого или хорошего качества и имеют свою цену. Данная операция активируется потребителем, взаимодействует с интерфейсом и поддерживается некоторыми физическими средствами.

Интернет-маркетинг и веб-службы являются онлайн-инструментами предоставления услуг.

Назначение

Модели предоставления услуг, как и любая карта процесса, могут быть использованы для детализации всех потоков предоставления услуг и определения критичных для качества показателей, основанных на трех выделенных составляющих.

Построение моделей предоставления услуг для каждой отдельной услуги является эффективным методом получения информации о способе организации процесса с пониманием мнения потребителя.

Создание моделей оказания услуг необходимо на этапе 1 (этап определения) и на этапе 3 (этап анализа).

Необходимые действия

Установление пути (маршрут, движение, перемещение...) потребителя и определение ключевых моментов, где предстоит делать выбор.

Затем описание на данном пути точек, где ожидается взаимодействие с потребителем. В конце определение физических средств поддержки на протяжении всего пути. Все это составляет модель предоставления услуги.

Общие принципы применения

Данную методику используют для услуг, предоставляемых в сфере туризма, путешествий, отдыха, развлечений, где управление расходами и удовлетворение требований потребителя (критические для качества показатели) являются ключевыми пунктами.

Дополнительные сведения:

См. [35].

Контрольный листок 24. Проверка гипотез

Содержание

Проверка гипотез о значении или равенстве таких статистических параметров как:

a) математическое ожидание;

b) дисперсия или стандартное отклонение;

c) наличие одного или нескольких свойств данных (например, «хорошо» или «плохо»).

Назначение

1 Проверку гипотез о сравнении двух или нескольких выборок данных используют для ответа на два следующих вопроса:

a) Для данной выборки, представляющей вариант решения: способствует ли это решение достижению цели или заданного значения?

b) Для двух выборок, каждая из которых представляет решение: приводит ли одно из этих решений к результатам, отличным от другого, или наоборот, насколько лучше или хуже одно из этих решений, чем другое?

2 Это означает, что данные критерии могут быть использованы для:

a) проверки соответствия решения ожидаемым результатам;

b) сравнения результатов двух вариантов решения.

Необходимые действия

В таблице ниже приведены наиболее распространенные статистические критерии

Параметр	Соответствие заданному значению или цели	Сравнение двух величин
Математическое ожидание	*t*-критерий Стьюдента	*t*-критерий Стьюдента или дисперсионный анализ
Дисперсия или стандартное отклонение	Критерии хи-квадрат	*F*-критерий. Критерий Левена. Критерий Снедекора
Доля или частота	Биномиальный критерий. Критерий Пуассона. Проверка нормального распределения	Проверка аппроксимации нормальным распределением

Общие принципы применения

Дополнительные сведения:

См. [1] и [10].

Контрольный листок 25. Регрессия и корреляция

Содержание

1 Сбор пар данных X и Y.

2 Построение графика рассеяния данных.

3 Расчет линии регрессии для имеющихся точек.

4 Расчет точности прогнозирования значения Y по значению X.

Назначение

Проверка и /или доказательство количественной взаимосвязи между двумя переменными.

Пример – Длина ступни человека = f(рост человека) + f(рост новорожденного ребенка)

Необходимые действия

1 Сбор пар данных X и Y.

2 Построение графика рассеяния данных и проверка наличия зависимости. Если наблюдается линейная зависимость, можно продолжить вычисления. В противном случае следует обратиться к помощи специалиста.

3 Вычисление коэффициентов линии регрессии с использованием модели:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X ,$$

где b_0 и b_1 рассчитывают на основе данных с использованием следующих уравнений:

$$b_1 = \frac{\sum (X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})}{\sum (X_i - \overline{X})^2} \text{ и } b_0 = \overline{Y} - b_1 \overline{X} .$$

4 Вычисление коэффициента корреляции по формуле:

$$r = \frac{\sum (X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \overline{X})^2 (Y_i - \overline{Y})^2}} .$$

Общие принципы применения

Рекомендуется построить график рассеяния X_i, Y_i, для определения применимости модели первой степени. Для $r > r_{crit}$ возможно, что модель первой степени не является наилучшей.

Корреляция определяет степень линейной зависимости между двумя или несколькими случайными величинами. Для того чтобы доказать количественную связь между X и Y, необходимо установить значение коэффициента корреляции r, характеризующего степень зависимости между двумя величинами X и Y. Интерпретация следующая:

$r = 0$: линейная зависимость между X и Y отсутствует.

$r = -1$ или $+1$: линейная зависимость: все точки(X_i, Y_i) соответствуют положительной или отрицательной корреляции.

$0 < r < 1$: это значит, что можно утверждать с заданным риском (α), что r значительно отличается от нулевого значения, если абсолютная величина r больше r_{crit}, приведенного в таблице.

Критические значения коэффициента корреляции r_{crit} для α = 0,05 (5 %)

$n-2$	2	5	7	10	15	20	30	50	100
r_{crit}	0,950	0,755	0,666	0,576	0,482	0,423	0,349	0,273	0,195

Пример – n = 12, т.е. имеется 12 пар X_i, Y_i, что дает r = 0,65.
Для α = 5 % взятое из таблицы значение n — 2 = 10 дает r_{crit} = 0,576.
r = 0,65 > r_{crit} = 0,576: сильная зависимость.

Дополнительные сведения:

См. [2].

Контрольный листок 26. Планирование экспериментов (DOE)

Содержание

1 Выбор используемых откликов *Y* и факторов *X*.

2 Установление количества уровней каждого фактора, которые будут использованы в эксперименте.

3 Выбор плана эксперимента и определение требуемого количества испытаний и повторений.

4 Начало эксперимента и сбор данных.

5 Анализ результатов.

6 Верификация полученной информации.

Назначение

1 Планирование экспериментов — это метод моделирования воздействий, таких как наблюдения (например, результаты процесса или деятельности) таким образом, чтобы они могли быть проанализированы и поняты. Целью является понимание воздействий и решение любых проблем, которые они могут вызвать.

2 Сбор как можно большего количества информации (изучение наибольшего количества причин) за наименьшее количество попыток.

3 Сокращение времени и увеличение эффективности исследований.

4 Поиск решения для количественных элементов.

5 Подтверждение, измерение и моделирование влияния причин (параметров или факторов и их взаимодействий).

Необходимые действия

1 Определение проблемы (задачи).

2 Определение цели и преобразование ее в измеримые отклики.

3 Выбор факторов и соответствующих им уровней.

4 Определение возможных взаимодействий.

5 Построение плана эксперимента на основе используемых стандартных таблиц, например классических матриц или матриц Тагучи.

6 Проведение испытаний в соответствии с планом эксперимента.

7 Обработка результатов испытаний.

8 Построение графиков взаимосвязей факторов и откликов.

9 Определение наиболее важных факторов и взаимодействий (дисперсионный анализ).

10 Проведение испытаний на достоверность данных с использованием обозначенных предпочтительных значений для факторов, определенных в ходе эксперимента, и подтверждение начальных результатов.

Общие принципы применения

1 Использование в качестве отклика измеримого значения *Y* (выход процесса)

2 Проверка того, что причины, параметры или факторы являются управляемыми и независимыми.

3 Формирование группы анализа проблемы, имеющей опыт работы с рассматриваемым вопросом.

4 Выполнение измерений для проверки того, что все оборудование, применяемое при выполнении эксперимента, работоспособно.

5 Использование ограниченного количества причин, параметров или факторов.

6 Проведение испытаний в соответствии с планом эксперимента.

7 Исключение ситуаций, вызывающих одновременное изменение нескольких факторов.

Дополнительные сведения:

См. [4], [21].

Контрольный листок 27. Надежность

Содержание

Безотказность объекта, компонента, сборочной единицы процесса, системы или сети выполнять свою функцию в течение установленного периода времени в заданных условиях. Предполагается, что невосстанавливаемые объекты безотказно работают со времени ввода в эксплуатацию.

Поскольку восстанавливаемым объектам может потребоваться ремонт или техническое обслуживание, подразумевается в качестве показателя безотказности использовать коэффициент готовности, т. е. отношение периода времени пребывания объекта в работоспособном состоянии к общему времени эксплуатации.

Оборудование, используемое в аварийной ситуации (например, оборудование, обеспечивающее безопасность) или в качестве запасного, должно соответствовать установленным требованиям к показателям безотказности.

Безотказность программного обеспечения обеспечивается с помощью инструкций по эксплуатации, относящихся к данной области.

Назначение

Безотказность обеспечивает доверие пользователя продукции. Безотказность является не только сильным коммерческим преимуществом, но также предоставляет основную информацию об использовании изделия: периоды безотказной работы, их влияния на производительность, техническое обслуживание в соответствии с планом (частота, уровни, используемые ресурсы), оценка количества запасных частей и резервного оборудования.

Необходимые действия

Безотказность объекта определяется по наработкам на (до) отказа.

Показателями безотказности являются MTTF (средняя наработка до отказа) и MTBF (средняя наработка на отказ). Первый параметр определяет среднее время пребывания объекта в работоспособном состоянии до первого отказа. Показатель MTBF применяют к восстанавливаемым объектам. Он показывает среднее время между двумя последовательными отказами.

Как правило, наработка до отказа электронных систем подчиняется экспоненциальному распределению, а наработка до отказа механических систем – распределению Вейбулла.

Показателем безотказности оборудования автопарка является доля единиц исправного оборудования в определенный момент времени или его среднее количество в заданный отрезок времени.

Прогнозирование безотказности используют до разработки новой продукции или перед внесением в нее изменений, т. е. после составления технических условий на этапе проектирования. В зависимости от доступных данных на входе прогнозирование выполняют на основе данных о предыдущих моделях продукции или аналогичной продукции, баз данных, мнений экспертов.

Для обеспечения безотказности за продолжительный период времени рекомендуется внедрение плана общего обслуживания продукции

Общие принципы применения

Безотказность определяют на основе соответствующего сбора данных, включая отчеты об аварийных ситуациях и технических моментах на каждой стадии жизненного цикла.

Для восстанавливаемого оборудования следует применять техническое обслуживание, ориентированное на надежность.

Дополнительные сведения:

См. [34], [24].

Контрольный листок 28. Матрица ответственности RACI

Содержание

RACI — это матрица «ответственный за выполнение, ответственный за проверки, с кем можно проконсультироваться, кого следует информировать». RACI является методикой управления ответственностью, которая помогает распределить полномочия и ответственности при изменении процесса.

Распределение обязанностей складывается следующим образом:

ответственный: лицо, отвечающее за надлежащее исполнение процесса;

подотчетный: лицо, контролирующее правильное функционирование процесса;

консультирующий: лицо или лица с кем можно проконсультироваться;

информированный: лицо или лица, которых необходимо держать в курсе результатов выполняемой работы.

Назначение

Суть заключается в том, что изменения процесса не происходят сами по себе, их осуществляют люди, наделенные определенными функциями. Цель — убедиться в том, что все виды работ охвачены, а функции и ответственность определены должным образом.

Необходимые действия

Наиболее простым методом является разработка матрицы, где этапы работ размещены в строках, а ответственные (должности, обязанности) - в столбцах. В ячейках на пересечении указывают одну из четырех букв RACI для определения ответственности участника работ (в столбце) согласно назначенному ему этапу работы (в строке). Эту схему можно также рассматривать как матрицу распределения функций и ответственности.

Процессы	Руководитель проекта	Консультант	Юрисконсульт	Директор
Процесс 1	R	I	I	A
Процесс 2	I	R	I	A
Процесс 3	I	A	R	I

Общие принципы применения

В случае пересечения сфер ответственности необходимо разрешить данную несогласованность для получения надлежащей схемы выполнения работ (повторяющиеся функции необходимо распределить заново). При наличии нераспределенных обязанностей [(в процессе не указаны R (ответственный) или A (подотчетный)] необходимо назначить человека для выполнения данной функции.

Дополнительные сведения:

См. [49].

Контрольный листок 29. План контроля/мониторинга

Содержание

1 План контроля (мониторинга) — это план обеспечения качества для продукции и процесса, охватывающий процесс и его конечную продукцию; это документ, определяющий процедуры (четко установленное выполнение работы) и связанные с ними ресурсы, а также время и ответственных. План охватывает каждый вид деятельности в процессе, указывая запланированные действия в области:

a) контроля качества и измерений характеристик продукции и процесса;

b) средств безопасности/ ресурсов и/или поддержания навыков вовлеченного в процесс персонала.

2 В плане контроля должны быть описания требуемых процессов и систем, используемых для обеспечения полного контроля качества продукции.

Назначение

План в соответствии со всеми принятыми действиями по мониторингу и измерениям, которые выполняют для управления каждым процессом по отдельности, может иметь две цели:

a) обеспечение качества продукции на выходе процесса;

b) обеспечение доверия потребителей данного процесса (некоторые из которых требуют плана управления качеством): потребители процесса знают, какие моменты контролируют при изготовлении продукции.

Необходимые действия

1 Определение действий внутри процесса.

2 При необходимости инициация системы 5S.

3 Для каждого действия перечисляют желаемые или необходимые решения по мониторингу и измерению, необходимые для обеспечения полного контроля за процессом, акцентируя внимание:

a) на требованиях потребителя (посредством матрицы QFD, к примеру);

b) на целях;

c) на риске процесса и видах деятельности, с ними связанных.

4 В отношении каждого принятого решения по мониторингу и измерениям описывают:

a) метод и соответствующую систему мониторинга и измерений (или контроля);

b) уровень контроля: уровень 1, уровень 2 или уровень 3;

c) используемые методы poka-yoke;

d) график проведения контроля;

e) вид записей, используемый для ведения отчетности.

Пример 1 – План мониторинга (модель 1) — Процесс: «Информирование потребителей о продукции».

Контроль и измерения (продукт, процесс)	Мероприятия
1 Процент непрерывной разработки: a) метод, мониторинг и измерения: анализ проекта; b) уровень: 1 и 2 (инструктор и руководитель); c) частота: количество выполнения анализа проекта; d) вид ведения записей: отчеты об анализе проектов. 2 (длительность начальных этапов работы)/(общая длительность обучения)	1 Установление плана 2 Разработка плана обучения

Пример 2 – План мониторинга (модель 2) — Процесс: «Информирование потребителей о нашей продукции»

В отношении материальной продукции рекомендуется различать действия по мониторингу или измерениям, направленные непосредственно на продукцию, от действий, направленных на процесс. Это необходимо для обеспечения управляемого состояния процесса, что является основой для сокращения обязательства по контролю и измерениям продукции. Таким образом, план мониторинга может иметь следующий вид:

Продукт	Процесс		
Контроль и измерения	Мероприятия	Контроль и измерения	Техническое обслуживание / поддержка
	Виды деятельности (*n*)...		

Общие принципы применения

Определение наиболее четких различий между продукцией (выходом процесса) и процессом.

Дополнительные сведения:

См. [15] и стандарты по управлению процессом.

Контрольный листок 30. Контрольные карты

Содержание

Для составления контрольной карты необходимо выбрать характеристики или параметры продукции или процесса, а также отобрать выборку значений этой характеристики в течение некоторого времени. Данные наносят на контрольную карту. На карте начерчены линии, обозначающие среднее значение, верхнюю и нижнюю допустимые границы. Правила определения выхода характеристики из статистически управляемого состояния основаны на специальных статистиках.

Назначение

План в соответствии со всеми принятыми действиями по мониторингу и измерениям, которые выполняются для управления процессом, может иметь две цели:

1 Применение контрольных карт метода, используемого для контроля, управления и улучшения процесса в течение некоторого времени.

2 Анализ управляемости процесса.

3 Выявление изменений параметров процесса.

4 Помощь в установлении и определении мер защиты от последующих причин выхода процесса из управляемого состояния.

Необходимые действия

1 Определение процесса, данные о параметрах которого наносят на карту.

2 Определение метода отбора выборки.

a) Определение частоты отбора и объема выборки.

b) Отбор около 25 выборок для установления статистик и контрольных границ.

3 Начало сбора данных.

a) Отбор выборок без внесения изменений в процесс.

b) Нанесение данных на контрольную карту

4 Вычисление соответствующих статистик.

Эти статистики включают математическое ожидание, стандартное отклонение, размах, число несоответствий, число несоответствующих единиц продукции и т. д.

5 Вычисление верхней и нижней контрольных границ.

6 Построение контрольной карты.

7 Нанесение на карту контрольных границ и центральной линии на основе статистик.

Общие принципы применения

Следующие ситуации указывают на то, что процесс вышел из управляемого состояния. В случае их возникновения необходимо выполнить определенные, заранее установленные действия (настройка оборудования, привлечение технического персонала и т. д.):

1) одна или несколько точек находятся за пределами контрольных границ;

2) наличие семи последовательных точек, расположенных с одной стороны от центральной линии;

3) наличие семи последовательных интервалов монотонного роста или убывания;

4) наличие четырнадцати последовательных точек, в которых характеристика поочередно возрастает и убывает («движение зигзагом»).

Можно добавить другие правила, которые устанавливают выход процесса из статистически управляемого состояния посредством определения количества зон в пределах контрольных линий (зоны A, B и C).

Дополнительные сведения:

См. [6]

Контрольный листок 31. Анализ проекта

Содержание

1 Сопоставление достигнутых результатов с намеченными на этапе «определение».
2 Сбор отзывов об элементах внедренного проекта, требующих улучшения.
3 Определение (непроектных) действий, которые должны быть выполнены.
4 Установление ответственного за контроль выполнения анализа проекта.
5 Обсуждение завершения проекта и выполнение изменений (нового процесса и так далее.).

Назначение

Этап анализа проекта выполняют при подтверждении документами завершения проекта и роспуска группы проекта. На этом этапе возможно обсуждение итогов проекта.

Необходимые действия

1 Группа проекта представляет свой отчет с ответами на следующие вопросы:
a) Какие моменты были легкими в работе?
b) Какие моменты удавались с трудом?
c) Что необходимо изменить, и как?
d) Какие уроки извлечены, и каковы факторы успеха?
e) Кому необходимо направить данные ответы?

2 Составление опросного листа о степени удовлетворенности и передача его «потребителям».

3 Составление отчета об анализе проекта, содержащего описание выполненных на протяжении этапов DMAIC действий, а также результаты проекта. В идеальном случае данный документ подписывают члены группы проекта, руководитель проекта и представитель финансирующей структуры.

Данный документ может охватывать:

Краткий план проекта, начальные цели, группу проекта, используемые методы и отчет о проекте, доходы, выполненные действия и мероприятия, которые необходимо выполнить для более длительного срока службы проекта, ожидаемая в будущем прибыль, возможности и пр.

4 Обмен информацией. Может быть использовано несколько различных СМИ, к примеру, статья в корпоративном бюллетене, заметка, опубликованная во внутренней сети, вечер в честь закрытия проекта, временная публикация информации на рабочем месте и т. д.

Общие принципы применения

Проведение анкетирования со всеми вовлеченными в процесс лицами является неотъемлемой и основной процедурой.

Дополнительные сведения:

Обращение к опубликованным материалам по управлению проектами. См. стандарты по управлению проектами.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 2854:1976	NEQ	ГОСТ Р 50779.21—2004 «Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение»
ИСО 3534-1: 2006	—	*
ИСО 3534-2: 2006	—	*
ИСО 3534-3: 2013	—	*
ИСО 5479:1997	IDT	ГОСТ Р ИСО 5479—2002 «Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения»
ИСО 7870-1:2007	IDT	ГОСТ Р ИСО 7870-1—2011 «Статистические методы. Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы»
ИСО 9000:2005	IDT	ГОСТ ISO 9000—2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»
ИСО 9001:2008	IDT	ГОСТ ISO 9001—2011 «Системы менеджмента качества. Требования»
ISO/TR 10017:2003	IDT	ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 «Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001»
ИСО 11453:1996	IDT	ГОСТ ИСО 11453—2005 «Статистические методы. Статистическое представление данных. Проверка гипотез и доверительные интервалы для пропорций»
ISO/TR 12845:2010	—	*
ISO/TR 12888:2011	IDT	Р 50.1.097—2014 «Статистические методы. Примеры измерений при анализе повторяемости и воспроизводимости»
ИСО 14001:2004	IDT	ГОСТ Р ИСО 14001—2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»
ИСО 16269-4:2010	—	*
ISO/TS 16949:2009	IDT	ГОСТ Р ИСО/ТУ 16949—2009 «Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ИСО 9001:2008 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части»
ISO/TR 18532:2009	—	*
ИСО/МЭК 19795-1:2006	IDT	ГОСТ Р ИСО/МЭК 19795-1—2007 «Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Эксплуатационные испытания и протоколы испытаний в биометрии. Часть 1. Принципы и структура»
ИСО 21500:2012	—	*
ИСО 22514-3:2008	IDT	ГОСТ Р ИСО 22514-3—2013 «Статистические методы. Управление процессами. Часть 3. Анализ пригодности машин на основе данных измерений единиц продукции»
ISO/TR 22514-4:2007	IDT	ГОСТ Р 50779.46—2012/ISO/TR 22514-4:2007 «Статистические методы. Управление процессами. Часть 4. Оценка показателей воспроизводимости и пригодности процесса»
ISO/TR 29901:2007	—	*
ИСО/МЭК 31010:2009	IDT	ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска»
BS 600:2000	—	*
BS EN 60812:2006	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT – идентичные стандарты;
- NEQ – неэквивалентные стандарты.

Библиография

[1] ISO 2854 Statistical interpretation of data – Techniques of estimation and tests relating to means and variances

[2] ISO 3534-1 Statistics – Vocabulary and symbols – Part 1: General statistical terms and terms used in probability

[3] ISO 3534-2:2006 Statistics – Vocabulary and symbols – Part 2: Applied statistics

[4] ISO 3534-3 Statistics – Vocabulary and symbols – Part 3: Design of experiments

[5] ISO 5479:1997 Statistical interpretation of data – Tests for departure from the normal distribution

[6] ISO 7870-1:2007 Control charts – Part 1: General guidelines

[7] ISO 9000:2005 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary

[8] ISO 9001:2008 Quality management systems – Requirements

[9] ISO/TR 10017:2003 Guidance on statistical techniques for ISO 9001:2000

[10] ISO 11453 Statistical interpretation of data – Tests and confidence intervals relating to proportions

[11] ISO/TR 12845 Selected illustrations of fractional factorial screening experiments

[12] ISO/TR 12888 Selected illustrations of gauge repeatability and reproducibility studies

[13] ISO 14001:2004 Environmental management systems – Requirements with guidance for use

[14] ISO 16269-4:2010 Statistical interpretation of data – Part 4: Detection and treatment of outliers

[15] ISO/TS 16949:2009 Quality management systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations

[16] ISO/TR 18532 Guidance on the application of statistical methods to quality and to industrial standardization

[17] ISO/IEC 19795-1:2006 Information technology – Biometric performance testing and reporting – Part 1: Principles and framework

[18] ISO 21500 Guidance on project management

[19] ISO 22514-3 Statistical methods in process management – Capability and performance – Part 3: Machine performance studies for measured data on discrete parts

[20] ISO/TR 22514-4:2007 Statistical methods in process management – Capability and performance – Part 4: Process capability estimates and performance measures

[21] ISO/TR 29901:2007 Selected illustrations of full factorial experiments with four factors

[22] ISO/IEC 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques

[23] BS 600:2000 A guide to the application of statistical methods to quality and standardization

[24] BS 5760 Reliability of systems, equipment and components

[25] BS EN 60812:2006 Analysis techniques for system reliability. Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)

[26] AFNOR (ed.). Estimation et utilisation de l'incertitude des mesures et des résultats d'analyses et d'essais. Recueil Normes, 2005, 717 pp. ISBN 2-12-210911-4

[27] AIAG (Automotive Industry Action Group). Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Reference Manual 4th Edition. 2008, 151 pp. ISBN: 978-1-60534-136-1

[28] AIAG (Automotive Industry Action Group). Measurement Systems Analysis (MSA), Reference Manual 4th Edition. 2010, 241 pp. ISBN: 978-1-60534-211-5

[29] BITEAU, R. and BITEAU, S. Maitriser les flux industriels. Les outils d'analyse. Editions d'organisation, 1998, 219 pp. ISBN 2-7081-2176-6

[30] BOULET, C. and BALLIEU, J. L'analyse de la valeur. AFNOR, 1995, 37 pp.

[31] BRASSARD, M. and RITTER, D. The Memory Jogger II: A Pocket Guide of Tools for Continuous Improvement and Effective Planning. GOAL/QPC, 1994

[32] CAPLEN, R.H. A practical approach to quality control. Hutchinson Publishing Group, London. 1982. ISBN 0091735815

[33] CROUHY, M. and GREIF, M. Gérer simplement les flux de production du plan directeur au suivi des ateliers: la stratégie du juste-à-temps. Editions du moniteur, Paris. 1991, 268 pp.

[34] CROWDER, M.J., KIMBER, A., SWEETING, T. and SMITH, R. Statistical Analysis of Reliability Data. Chapman & Hall, 1991

[35] EIGLIER, P. and LANGEARD, E. Servuction: Le marketing des services. Ediscience International, 1994, 205 pp.

[36] FIORENTINO, R. Qfd, Quality Function Deployment. AFNOR, A Savoir, 1993

[37] ISHIKAWA, K. Guide to Quality Control. Asian Productivity Organisation. 1991

[38] KANO, N., SERAKU, N., TAKAHASHI, F. and TSUJI, S. Attractive Quality and Must-Be Quality. Tokyo: Japan Society for Quality Control. Translated by G. MAZUR. Hinshitsu. 1984, **14**(2), pp. 39–48

[39] MINANA, M. Conduite de projet — Volume 2: les outils de l'exploitation du planning et de la maîtrise des délais. AFNOR Editions, 2002, 43 pp.

[40] MIZUNO, S. and AKAO, Y. QFD: The Customer Driven Approach to Quality Planning and Deployment. Translated by G. MAZUR and Japan Business Consultants, Ltd. Tokyo: Asian Productivity Organization. p. 94. ISBN 92-833-1122-1

[41] Ohno, T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, 1988. ISBN 0-915299-14-3

[42] PETITDEMANGE, P. Conduire un projet avec le management par la valeur. Méménto AFNOR, AFNOR

Editions, Paris, 2001
[43] PILLET, M. Six Sigma: Comment l'appliquer. Editions d'organisation, 2004
[44] ROCHET, C. Le Diagramme d'affinités (Méthode KJ). May 1998 [viewed 2011-04-29]. Available from: http://claude.rochet.pagesperso-orange.fr/publi.html
[45] SINIT, J. The story of Henry Laurence Gantt — The inventor of the Gantt Chart. (ed. Lamar Stonecypher), May 2009
[46] Toyota Production System (TPS)
[47] VIGIER, M.G. La practique du Q.F.D.: Quality function deployment. Editions d'organisation, 1992
[48] YOJI, A. Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design. Translated by Glenn MAZUR. Cambridge, MA: Productivity Press. 1990. ISBN 0-915299-41-0
[49] TONNELÉ, A. 65 outils pour accompagner le changement individuel et collectif. Editions d'organisation, 2011

УДК 311 (075.8): 006.354 ОКС 03.120.30

Ключевые слова: улучшение процесса; бенчмаркинг; характеристики, критичные для качества; голос потребителя; анализ проекта; карта процесса; положение о проекте; мозговой штурм; принятие решений; статистические данные; контрольный лист

Редактор *И.Р. Шайняк*

Корректор *П.М. Смирнов*

Компьютерная вёрстка *Е.К. Кузиной*

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 5,58. Тираж 34 экз. Зак. 4073.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru