ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 13053-1— 2015

Статистические методы

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ «ШЕСТЬ СИГМ»

Часть 1

Методология DMAIC

ISO 13053-1:2011
Quantitative methods in process improvement — Six Sigma — Part 1: DMAIC methodology
(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. № 1849-ст.

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 13053-1:2011 «Количественные методы улучшения процессов. Шесть сигм. Часть 1. Методология DMAIC» (ISO 13053-1:2011 «Quantitative methods in process improvement — Six Sigma — Part 1: DMAIC methodology»).

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 13053-1–2013

*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

Введение

Целью методологии «Шесть сигм» является совершенствование бизнеса и показателей качества продукции, а также получение более высокой прибыли путем решения серьезных проблем, которые иногда существуют в течение длительного периода времени. В основе подхода лежит стремление организации достичь высокой конкурентоспособности без ошибок и ненужных затрат. Многие проекты «Шесть сигм» направлены на уменьшение потерь. Некоторые организации требуют, чтобы их персонал использовал методологию «Шесть сигм», и требуют того же от своих поставщиков. Методология «Шесть сигм» основана на процессном подходе и сосредоточена на достижении стратегических целей бизнеса.

В методологии «Шесть сигм» мало нового с точки зрения используемых методов. Среди прочих, методология использует статистические методы и, таким образом, имеет дело со случайными событиями и принятием решений в условиях неопределенности. Следовательно, нормальной практикой считается согласование общей программы «Шесть сигм» с планами менеджмента риска и деятельности по предотвращению появления дефектов.

Отличие данной методологии повышения качества от других состоит в том, что для каждого проекта, до начала его реализации, должно быть подготовлено обоснование. В методологии «Шесть сигм» использован язык бизнеса, а философия методологии состоит в повышении удовлетворенности потребителя за счет предотвращения и исключения возможности появления дефектов и в результате увеличении прибыльности бизнеса организации.

Еще одним отличием методологии является особая структура обычного распределения функций (игра в присвоение «поясов» по аналогии с карате) и соответствующих обязанностей. Требование наличия у каждого проекта соответствующего обоснования, единый подход, в соответствии с которым проверяют все проекты, четко определенная методология (DMAIC), которую проверяют по всем проектам, являются дополнительными элементами методологии.

Область применения настоящего стандарта ограничена только рассмотрением улучшения существующих процессов. Она охватывает методологию DFSS (планирование новой продукции и услуг на основе методологии «Шесть сигм») и модернизацию процесса, в котором не полностью реализована методология DMAIC и сертификации. Возможны также ситуации, когда любая дальнейшая работа с существующим процессом невозможна по техническим или по финансовым причинам.

Стандарты серии ИСО 13053 образуют комплекс стандартов, направленных как на улучшение существующих, так и на разработку новых процессов для достижения уровней качества «Шесть сигм» и выше.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Статистические методы

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ «ШЕСТЬ СИГМ»

Часть 1
Методология DMAIC

Statistical methods. Quantitative methods in process improvement «Six Sigma».
Part 1. DMAIC methodology

Дата введения — 2016—07—01

1 Область применения

В настоящем стандарте установлена методология совершенствования бизнеса, «Шесть сигм». Методология DMAIC включает пять этапов: определение, измерение, анализ, улучшение и контроль[1)].

В настоящем стандарте представлены рекомендации по выбору предпочтительного или наилучшего метода выполнения каждого этапа методологии DMAIC при реализации проекта «Шесть сигм». В стандарте также даны рекомендации по управлению проектами «Шесть сигм», установлены требования к функции, необходимому опыту и процессу обучения персонала, участвующего в выполнении проекта. Методология применима как к организациям, реализующим производственные процессы, так и к организациям, работающим в сфере услуг и продаж.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующий стандарт:

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

3 Обозначения и сокращения

3.1 Обозначения

c — число дефектов (несоответствий);

μ — математическое ожидание генеральной совокупности (характеризует положение процесса);

μ^* — «сдвиг» математического ожидания генеральной совокупности (характеризует «сдвиг» положения процесса);

n_{CTQS} — количество характеристик, критичных для качества;

n_{units} — количество исследованных единиц продукции;

p — доля несоответствующих единиц продукции;

R — выборочный размах;

R_{moving} — скользящий размах (разность двух последовательных наблюдений);

σ — среднеквадратическое отклонение генеральной совокупности;

u — число дефектов (несоответствий) на единицу продукции;

X — значение наблюдаемой характеристики;

$\overline{X}$ — среднее арифметическое значение в выборке (выборочное среднее);

Y_{DPMO} — расчетное значение числа дефектов на миллион возможных дефектов;

z — случайная величина, подчиняющаяся стандартному нормальному распределению;

Z_{value} — количество сигм.

[1)] английская аббревиатура DMAIC – define, measure, analyse, improve and control.

3.2 Сокращения

5S – система организации и рационализации рабочего места (акроним от японских слов Сэири, Сэитон, Сэисо, Сэикэцу, Сицукэ, означающих: сортировка, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизация, совершенствование);
5-WHY – метод изучения возможных причин проблемы (5-почему);
8D – метод решения проблем качества процесса или продукции с помощью 8 шагов;
ANOVA – дисперсионный анализ;
C&E – причинно-следственная диаграмма;
COPQ – затраты на низкое качество;
COQ – затраты на обеспечение качества;
CTC – критерий стоимости;
CTQ – критерий качества;
CTQC – характеристика, критичная для качества;
DMAIC – определение, измерение, анализ, улучшение, контроль;
DOE – планирование эксперимента;
DPMO – число дефектов на миллион возможных дефектов;
EVOP – эволюционное планирование;
FMEA – анализ видов и последствий отказов;
FTA – анализ дерева отказов;
KPI – ключевой показатель эффективности;
KPIV – ключевая входная переменная процесса;
KPOV – ключевая выходная переменная процесса;
MCA – многомерный анализ соответствий;
MSA – анализ измерительных систем;
NPR – количество отчетов о проблеме;
OTD – своевременная доставка;
ppm – число дефектных единиц продукции на миллион единиц продукции;
QFD – развертывание (структурирование) функции качества;
RACI – анализ, исполнение, ответственность, консультирование, информирование;
RR – доля возвратов;
RTY – штучный сквозной выход;
SIPOC – карта «поставщик — исходные данные — процесс — выходные данные — потребитель»;
SOP – стандартная процедура функционирования;
SPC – статистическое управление процессом;
TPM – общее обслуживание оборудования.

4 Основы подхода концепции «Шесть сигм» в организации

4.1 Общие положения

Главной целью подхода концепции «Шесть сигм» при разработке проектов является поиск решения конкретной проблемы для достижения бизнес-целей организации. Проекты «Шесть сигм» следует предпринимать, только когда решение проблемы еще не найдено.

Установленные действия по проекту «Шесть сигм» включают:

a) сбор данных;
b) анализ данных для извлечения информации;
c) выработку решения;
d) обеспечение достижения желаемых результатов.

При выполнении этих действий следует отдавать предпочтение практическому подходу (см. таблицу 1).

Таблица 1 — Основы методологии «Шесть сигм»

Вопрос	Этап методологии «Шесть сигм»	Описание
Какова проблема?	Определение	Определение направления работ
На каком этапе сейчас находится процесс?	Измерение	Измерение текущих показателей процесса, которые необходимо улучшить
Что является причиной проблемы?	Анализ	Анализ процесса для установления главной причины неудовлетворительной работы процесса

Окончание таблицы 1

Вопрос	Этап методологии «Шесть сигм»	Описание
Что можно сделать для устранения проблемы?	Улучшение	Улучшение процесса путем проверки и анализа возможных решений устойчивого улучшенного процесса
Как сохранить процесс в данном состоянии?	Контроль	Контроль улучшенного процесса посредством создания стандартизованного процесса, способного функционировать и постоянно улучшаться для поддержания требуемых характеристик в течение длительного времени

4.2 Обратная связь с потребителем

Обратная связь с потребителем должна действовать в течение всего проекта «Шесть сигм». Потребителем может быть спонсор проекта, внутренние или внешние потребители. Важно, чтобы каждый проект «Шесть сигм» начинался с определения потребностей и ожиданий потребителей. Впоследствии на каждом этапе при контроле результатов выполненных работ необходимо убедиться в отсутствии отклонений от первоначальных ожиданий потребителя.

4.3 Отчетность

Методология улучшения «Шесть сигм» должна быть направлена на повышение финансовой эффективности, но она также должна учитывать безопасность и удовлетворенность потребителя.

Во всех случаях в качестве первого шага должна быть внедрена учетная модель, позволяющая правильно оценивать финансовые показатели процесса. Это позволяет финансовому и производственному подразделениям использовать один и тот же набор данных и прогнозировать аналогичные результаты.

Показатели исследуемого проекта следует оценивать с точки зрения результативности и пригодности для потребителя или эффективности для бизнеса. Руководитель проекта должен регулярно анализировать показатели проекта.

4.4 Зрелость процессов в организации

Непрерывное улучшение охватывает набор действий, повышающих продуктивность работы организации. Концепция зрелости была введена для оценки разных уровней результативности деятельности организации и составления плана действий по непрерывному улучшению проектов. Обычно используют пять уровней зрелости:

- начальный (уровень 1): в организации отсутствует описание процессов;
- управляемый (уровень 2): процесс удовлетворения требований потребителя формальный;
- определенный (уровень 3): определены процессы во всей организации;
- управляемый на основе количественных данных (уровень 4): всеми процессами уровня 3 управляют и выполняют необходимые измерения;
- совершенствуемый (уровень 5): все процессы в организации постоянно улучшают.

В организации, применяющей методологию «Шесть сигм», уровни зрелости постепенно изменяются. Каждый этап развития обусловливает соответствующие план действий непрерывного улучшения и уровень зрелости организации. Уровни зрелости показаны на рисунке 1.

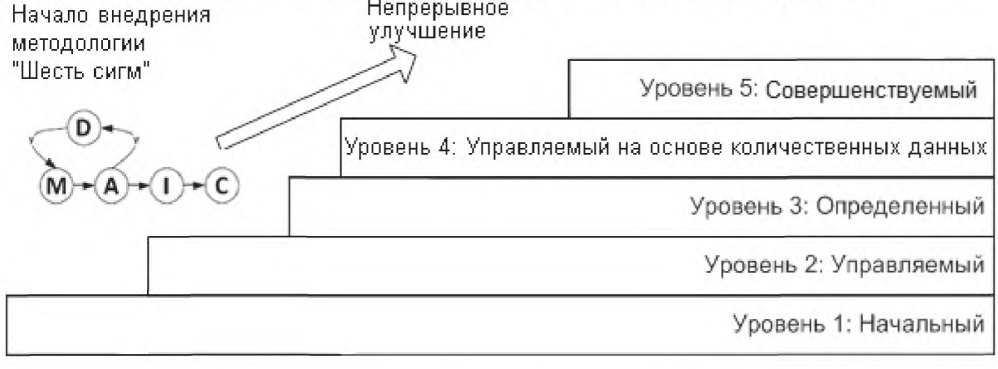


Рисунок 1 — Непрерывное улучшение и уровни зрелости процессов

4.5 Связь с ИСО 9001

Стандарты по менеджменту качества ИСО 9000 и ИСО 9001 основаны на следующих принципах: применение подхода к принятию решений, основанного на фактах; применение процессного подхода для достижения целей в области качества и внедрение методов постоянного улучшения.

Методы «Шесть сигм» являются мощным средством достижения высокой результативности в каждой из этих областей.

Качество является результатом работы системы менеджмента предприятия. Методы качества, такие как «Шесть сигм», работают более эффективно, когда они являются неотъемлемой частью действующей системы менеджмента качества и процессов организации маркетингового исследования с целью планирования качества и управления процессами жизненного цикла.

Организация, внедряющая «Шесть сигм», должна исследовать действующую систему менеджмента качества для определения существующих процессов, которые необходимо изменить. Внедрение ряда методов, основанных на использовании данных, и методов решения проблем (таких как DMAIC) может помочь улучшить действующую систему менеджмента качества организации и в дальнейшем непрерывно улучшать существующую систему менеджмента в соответствии с требованиями ИСО 9001. Организации, следующие по данному пути, имеют возможность повышения производительности, удовлетворенности потребителей и устойчивого конкурентного положения на рынке.

Сотрудники предприятия получают преимущества от обучения, изучения и применения методов «Шесть сигм». Это позволяет им повысить компетентность и осведомленность в области статистических методов, понимания изменчивости процесса и применения этих методов в системе менеджмента качества.

Еще одним важным преимуществом интеграции методов «Шесть сигм» в систему менеджмента качества организации является возможность сбора и хранения основных сведений по каждому проекту и процессу. Эти сведения (об удовлетворенности потребителей, проектировании, производстве, воспроизводимости процессов и данных о безотказной работе при эксплуатации) передают последующим командам по разработке проектов и таким образом включают в основные сведения организации, которые необходимы для обеспечения устойчивого развития организации в долгосрочной перспективе. При этом необходимо избегать потерь сведений в тех случаях, когда ключевые сотрудники покидают предприятие или уходят на пенсию.

Потребители и заинтересованные стороны являются основными получателями преимуществ интеграции методологии «Шесть сигм» в систему менеджмента качества, что позволяет достигнуть высокого качества продукции, стабильности процессов изготовления продукции и снижения затрат.

5 Количественные показатели в методологии «Шесть сигм»

5.1 Цель

Целью введения количественных показателей является определение количественных характеристик функционирования процесса. Они дают возможность сравнения, анализа и понимания причин нежелательных отклонений показателей процесса. Для количественного описания проблемы, на разрешение которой направлен один или несколько проектов «Шесть сигм», могут быть использованы различные количественные показатели. Для количественного описания проблемы при реализации проекта «Шесть сигм» может быть использовано несколько показателей. Выбор показателей зависит от особенностей проекта. Чаще всего используют следующие три показателя: «доля возвратов продукции», «количество отчетов о проблемах» и «своевременная поставка». Постоянный контроль этих характеристик позволяет определить, насколько необходимо их улучшить. Еще одним важным показателем являются затраты на низкое качество.

5.2 Число дефектов (несоответствий) на миллион возможных дефектов

Значение Y_{DPMO} вычисляют по следующей формуле:

$$Y_{DPMO} = \frac{c}{n_{units} \times n_{CTQC}} \cdot 1000000 ,$$

где n_{units} — количество проверенных единиц продукции;

c — количество выявленных дефектов (несоответствий);

n_{CTQC} — количество возможных дефектов (несоответствий) в единице продукции.

Далее значение может быть использовано для определения количества сигм (Z_{value}). См. таблицу 2.

Таблица 2 — Количество сигм

Вычисленное значение Y_{DPMO}	Количество сигм (стандартных отклонений случайной величины) Z_{value}
308538,0	2
66807,0	3
6210,0	4
233,0	5
3,4	6
Примечание 1 — Полная таблица количества сигм приведена в приложении А. Примечание 2 — Расчеты основываются на сдвиге в 1,5 стандартных отклонения от математического ожидания.	

Ориентиром, используемым для ранжирования качества или функционирования процесса, является количество сигм. Количество сигм, равное шести, стало синонимом качества мирового уровня, который означает такой уровень функционирования процесса, при котором на каждый миллион единиц продукции приходится 3–4 дефекта (несоответствия). Таким образом, непрерывный процесс с количеством сигм, равным шести, имеет границу допустимых значений, отстоящую на 4–5 стандартных отклонений от математического ожидания.

В качестве иллюстрации применения приведенных расчетов рассмотрим продукцию с 1000 характеристиками, критичными для качества. Если для всех характеристик установлено требование 3,4 дефекта на миллион возможных дефектов, то вероятность того, что единица продукции не имеет дефектов, составляет $(1 — (0{,}0000034)^{1000}) = 0{,}996606$. Если должна быть изготовлена партия из 150 единиц продукции, вероятность того, что в партии не будет дефектов, составляет $0{,}996606^{105} = 0{,}60$. Другими словами, даже если для каждой характеристики количество сигм составляет 6, вероятность того, что появится хотя бы один дефект в партии из 150 таких единиц, равна 0,40. Таким образом, для сложной продукции уровень дефектов на миллион возможных дефектов должен быть намного выше, чем 6 сигм. То есть 6 сигм является самым начальным пороговым уровнем.

5.3 Количество сигм

Количество сигм выведено из нормального распределения со сдвигом на 1,5σ от математического ожидания на основе экспериментальных данных. См. рисунок 2. Смещение на 1,5σ (= 6 — 4,5) обычно называют сдвигом.

Примечание – Сдвиг на 1,5σ позволяет исследовать изменение при переходе от краткосрочных изменений процесса к долгосрочным.

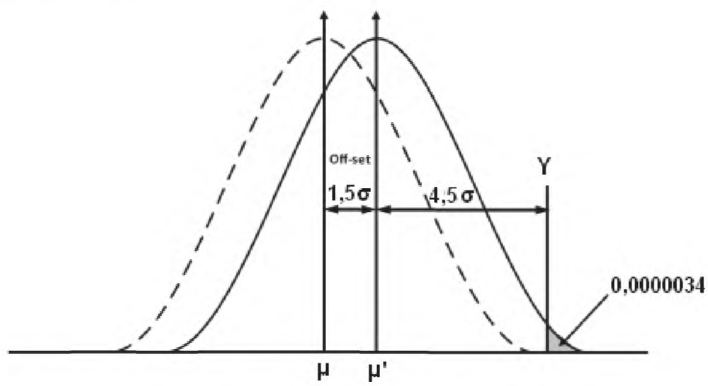


Рисунок 2 — Определение количества сигм

Шестисигмовый уровень качества фактически обеспечивает сдвиг на 4,5 стандартного отклонения от математического ожидания. Таким образом, для определения доли, остающейся в хвосте кривой распределения, *z* берут равной 4,5 при использовании стандартного нормального распределения. Таким способом получена таблица 2. Последующие значения можно найти в таблице А.1, которая была получена таким же способом.

Следует помнить, что нормальное распределение не всегда может быть использовано.

5.4 Штучный сквозной выход

Штучный сквозной выход представляет собой вероятность того, что отдельная единица продукции может пройти все этапы процесса без дефектов.

В случае многоэтапных процессов Y_{RTY} рассчитывают как произведение вероятностей отсутствия дефектов (выхода бездефектной единицы продукции) на каждом этапе процесса. При этом из рассмотрения исключают единицы продукции, прошедшие переделку, дополнительный ремонт, дополнительную настройку и т. д. Этот показатель также называют «нерегулируемая интенсивность» или «сквозная интенсивность». См. пример на рисунке 3.

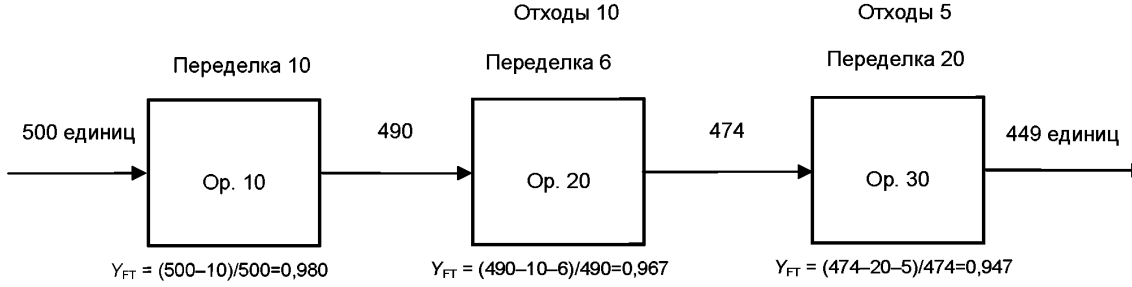


Рисунок 3 — Пример штучного сквозного выхода

Расчет Y_{RTY} является более подходящим и лучше характеризует функционирование процесса, чем расчет после операции 30, когда 485 делят на 500 (485/500 = 0,970). Этот показатель имеет более высокое значение, чем Y_{RTY}, равный, как видно из расчетов, 0,897.

Примечание — При расчете Y_{RTY} предполагается, что этапы процесса являются независимыми.

5.5 Доля возвратов

Доля возвратов представляет собой количество возвращенных единиц продукции (или заявлений о возврате) за конкретный период (например, за месяц), деленное на количество отгруженных единиц продукции. Количество отгруженной продукции определяют за тот же период, что и количество возвращенных единиц продукции (например, за тот же месяц), или может быть «нормированной» величиной, такой как среднее количество отгруженной продукции за месяц в течение года.

5.6 Количество отчетов о проблемах

Количество отчетов о проблемах представляет собой количество отчетов о проблемах, исходящих от потребителей в течение конкретного периода времени, например в течение месяца, причем отчеты касаются качества продукции. Продукцией может быть аппаратное обеспечение, готовое программное обеспечение, система, установленная у потребителя, или услуга, оказанная потребителю.

Иногда отчеты делят на три категории в соответствии с их тяжестью: критические, значительные и незначительные. В таких случаях для определения количества отчетов о проблемах вводят три разных количественных показателя, по одному на каждый уровень тяжести.

5.7 Своевременная поставка

Данный показатель определяет своевременность поставки потребителям. Он представляет собой процент заказов поставляемых потребителям в соответствии с графиком за конкретный период времени.

5.8 Затраты на низкое качество

Традиционно затраты на обеспечение качества отражают затраты по всей организации и включают: затраты на предупреждающие действия, затраты на проверки, внутренние и внешние потери. Часто большая часть затрат на обеспечение качества связана с затратами на низкое качество, которые появляются при производстве и устранении дефектов, приводящих к внутренним или внешним отказам. Эти затраты включают в себя все затраты на отгрузку продукции с дефектом, ее замену, диагностику главной причины дефектов, ремонт продукции с дефектами или ее списание, повторное испытание, переупаковку новой продукции и т. д. Они не включают убытки потребителя или затраты, понесенные из-за недостаточной удовлетворенности потребителя продукцией.

6 Функции персонала

6.1 Общие положения

Организация, внедряющая методологию «Шесть сигм», должна учитывать, что для этого необходимо наличие персонала, выполняющего определенные функции. Кроме того, следует определить, насколько выполнение этих функций возможно в организации. Иногда, в зависимости от размера организации и сложности проекта, может потребоваться полная занятость в проекте некоторых специалистов (см. раздел 14, таблицы 8, 9 и 10). Схематическое представление возможных взаимосвязей показано на рисунке 4.

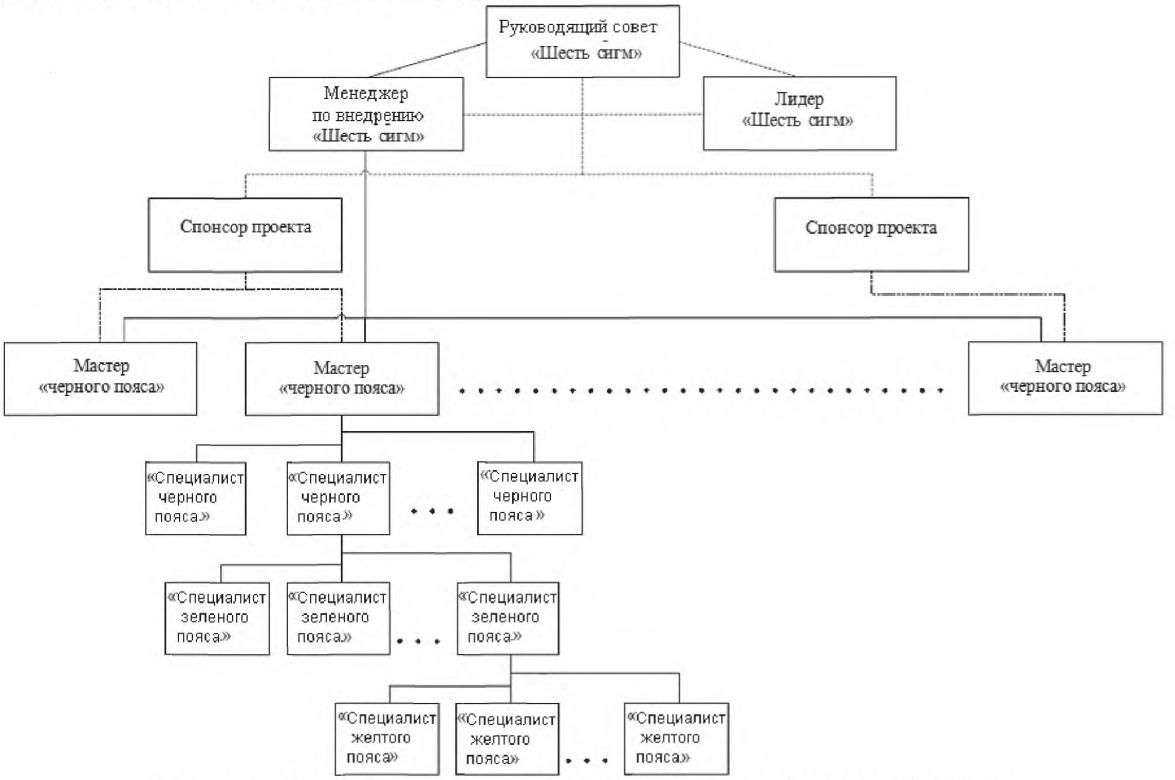


Рисунок 4 — Пример функций персонала в проекте «Шесть сигм» и их взаимосвязи

6.2 Лидер

Лидером обычно является член руководства организации, например директор или вице-президент по качеству, тот, кто обладает большими полномочиями в организации. Лидер:

a) определяет стратегию внедрения методологии «Шесть сигм» в организации;

b) отвечает за постановку и продвижение в достижении целей бизнеса, связанных с инициативами в области «Шесть сигм».

6.3 Менеджер по внедрению

Для обеспечения надзора и управления за внедрением методологии «Шесть сигм» каждой организации требуется менеджер по внедрению. В зависимости от размера организации это может быть должность с полной занятостью. Менеджер по внедрению выполняет следующие функции:

a) продвигает внедрение методологии «Шесть сигм»;

b) определяет вместе с руководством область применения методологии «Шесть сигм» в организации, численность мастеров «черного пояса», специалистов «черного», «зеленого» и других поясов и длительность стажировки этого персонала;

c) поддерживает связь и представляет отчеты руководству о ходе всех инициатив «Шесть сигм»;

d) привлекает новых спонсоров проектов и нанимает новых мастеров «черного пояса» и кандидатов в специалисты «черного пояса» для работы в области «Шесть сигм»;

e) ведет переговоры с различными подразделениями организации о командировании и последующем переводе кандидата в специалисты «черного пояса» на другое место работы;

f) управляет всеми объектами, которые предоставляются для выполнения проектов «Шесть сигм», например центром «Шесть сигм» для использования мастером «черного пояса» и специалистами «черного пояса»;

g) осуществляет поиск потенциальных проектов;

h) принимает участие в «главных» оценках результатов в контрольных точках проекта при необходимости.

6.4 Спонсор проекта

Спонсор проекта выполняет чрезвычайно важные функции для успешного выполнения проекта «Шесть сигм». Спонсором проекта может быть владелец процесса, в рамках которого предпринят проект «Шесть сигм». Обязанности спонсора проекта связаны с (1) успехом проекта, (2) важностью и эффективным использованием результатов выполнения проекта в контрольных точках, (3) утверждением решения проблемы, (4) ликвидацией старых способов ведения бизнеса после внедрения новых решений и (5) удовлетворением потребностей в обучении.

Основные функции спонсора проекта:

a) обеспечение выполнения методологии «Шесть сигм» с руководителями своего уровня и вышестоящими руководителями организации;

b) поддержка выдвинутого проекта «Шесть сигм»;

c) обеспечение ресурсами, запрошенными специалистами «черного пояса», необходимыми для выполнения проекта «Шесть сигм»;

d) устранение всех преград, возникающих перед специалистами «черного пояса» при реализации проекта;

e) непосредственное участие в анализе всех результатов выполнения проекта в контрольных точках и поддержка проекта, если работа выполнена надлежащим образом;

f) обеспечение полного выполнения всех рекомендаций проекта «Шесть сигм»;

g) обеспечение выполнения и поддержка улучшений, определенных в рамках выполняемых проектов;

h) обеспечение проведения для выполненных проектов анализа возможности его применения в организации или других организациях в условиях такого же производства.

6.5 Мастер «черного пояса»

Мастер «черного пояса» поддерживает специалистов «черного пояса» в применении методологии DMAIC, а также в выборе и использовании необходимых методов. В частности, мастер «черного пояса»:

a) обеспечивает коучинг и наставничество специалистов «черного пояса» в применении методологии DMAIC, выборе и использовании необходимых методов;

b) обеспечивает постоянную реализацию и поддержку конкретных улучшений в выдвинутых проектах;

c) предоставляет внутренние консультации в области статистических методов;

d) оказывает помощь при выявлении подходящих проектов для улучшения;

e) оказывает помощь в определении области применения выбранного проекта;

f) оказывает помощь в проведении периодического анализа проектов по улучшениям;

g) обеспечивает обучение по вопросам использования методов методологии «Шесть сигм» для специалистов «черного» и «зеленого» поясов в соответствии с требованиями;

h) определяет эффективность обучения;

i) возглавляет проекты по улучшению в соответствии с требованиями.

Примечание — Если у организации нет возможности подготовить мастера «черного пояса» в своем коллективе, так как мастеру «черного пояса» обычно требуется опыт работы с несколькими организациями, а также обширные знания бизнес-процессов (часто это бывшие руководители высшего звена), организация может использовать услуги консультантов и мастеров «черного пояса» со стороны.

6.6 Специалисты «черного пояса»

Ожидается, что специалист «черного пояса» будет обеспечивать достижение организацией заранее установленного преимущества от внедрения проекта «Шесть сигм», при этом специалист «черного пояса»:

a) работает с другими участниками проекта по идентификации и определению возможностей улучшения;

b) организует, при необходимости, многопрофильные команды (из специалистов различных подразделений организации, участвующих в процессе) и руководит проектами по улучшению;

c) возглавляет проекты по улучшению или помогает специалистам «зеленого пояса» применять в работе над проектом методологию DMAIC;

d) обучает, осуществляет коучинг и наставничество специалистов «зеленого пояса» по методологии DMAIC и связанных с ней методов улучшения процессов;

e) принимает участие в анализе выполненных работ по проекту в контрольных точках путем подготовки представления работ, выполненных на дату проведения анализа.

6.7 Специалист «зеленого пояса»

Ожидается, что специалист «зеленого пояса» будет обеспечивать достижение организацией установленных преимуществ проекта «Шесть сигм». Эти работы по совершенствованию чаще всего относятся к обычным должностным обязанностям специалиста «зеленого пояса». При этом специалист «зеленого пояса»:

a) работает со своим непосредственным руководством по идентификации возможностей улучшения процесса, в выполнении которого он участвует;

b) работает под руководством специалиста «черного пояса» в качестве члена более крупного проекта «Шесть сигм», возглавляемого специалистом «черного пояса»;

c) возглавляет более мелкий проект «Шесть сигм» под руководством специалиста «черного пояса»;

d) может осуществлять коучинг операторов технологических процессов (специалистов «желтого пояса») по методам и деятельности в области улучшения процессов.

6.8 Специалист «желтого пояса»

Специалистом «желтого пояса» обычно является оператор процесса. Ожидается, что специалист «желтого пояса» принимает участие в команде проекта «Шесть сигм», если проект «Шесть сигм» касается процесса, в работе которого участвует специалист «желтого пояса».

При этом специалист «желтого пояса»:

a) работает со специалистом «зеленого пояса» по идентификации возможностей улучшения процесса, в выполнении которого он участвует;

b) работает под руководством специалистов «черного пояса» или «зеленого пояса» в качестве члена более крупного проекта «Шесть сигм», возглавляемого специалистом «черного пояса»;

c) участвует в более мелком проекте «Шесть сигм» под руководством специалиста «зеленого пояса».

7 Необходимая минимальная компетентность

Рекомендуемая минимальная компетентность персонала, участвующего в выполнении проектов «Шесть сигм» (см. раздел 6), представлена в таблице 3. В таблице показан минимальный уровень компетентности для каждого сочетания «навыки/функции». Оценка изменяется от 0 (не требуется компетентности) до 3 (требуется компетентность высокого уровня).

Таблица 3 — Необходимый минимум компетентности персонала

Навыки	Оценка компетентности			
	Мастер «черного пояса»	Специалист «черного пояса»	Специалист «зеленого пояса»	Специалист «желтого пояса»
Восприятие изменений в бизнес-среде	3	2	1	1
Компьютерная грамотность	3	3	1	1
Ориентированность на потребителя	3	3	3	3
Навыки межличностного общения	3	3	2	1
Мотивационные навыки	3	3	2	1
Математическая грамотность	3	2	1	1
Навыки решения практических задач	3	2	3	1
Умение выполнения презентаций	3	3	2	0
Опыт улучшений процесса	3	2	1	0
Навыки управления процессом	3	3	2	0
Навыки управления проектом	3	3	2	0
Ориентированность на результат	3	3	2	2
Знание методов методологии «Шесть сигм»	3	2	1	1
Статистические навыки	3	2	1	0
Навыки использования статистического программного обеспечения	3	3	1	0

Окончание таблицы 3

Навыки	Оценка компетентности			
	Мастер «черного пояса»	Специалист «черного пояса»	Специалист «зеленого пояса»	Специалист «желтого пояса»
Навыки обучения	3	3	1	0
Навыки коучинга	3	2	2	0

Уровень 0 — компетентность не требуется; уровень 1 — базовая компетентность; уровень 2 — опытный пользователь; уровень 3 — наивысший уровень компетентности.

Примечание — В таблице значение 0 означает, что для выполнения данной функции может не требоваться определенных навыков. Это не значит, что человек, выполняющий данную функцию, не обладает этими конкретными навыками.

8 Минимальные требования к обучению для выполнения проекта «Шесть сигм»

8.1 Рекомендуемое обучение

Обучение может быть проведено несколькими способами: в форме обычных курсов в учебной аудитории или с использованием других методов обучения, таких как электронное обучение или аналогичные курсы дистанционного обучения. Рекомендуемые требования к обучению для каждой функции персонала «Шесть сигм» (см. раздел 6), расписанные по дням, приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Рекомендуемая минимальная продолжительность курса обучения

Категория	Лидер[a] / менеджер по внедрению	Спонсор	Мастер «черного пояса»[b]	Специалист «черного пояса»	Специалист «зеленого пояса»	Специалист «желтого пояса»
Инструктаж[c] (дни)	3	1	10	20	5	1
Консультации (дни)	–	–	2	5	1	0
Количество квалификационных проектов «Шесть сигм»	–	–	2	2	1	0

[a] Для того чтобы стать лидером, недостаточно просто закончить курс обучения лидеров.

[b] Необходимо, чтобы мастер «черного пояса» ранее прошел обучение по курсу для специалистов «черного пояса» и выполнял функции специалиста не менее двух лет и, следовательно, имел несколько завершенных проектов «Шесть сигм».

[c] Предполагается, что инструктаж проводится в учебной аудитории. Некоторые компании заменяют часть учебного времени дистанционным электронным обучением.

Обучение мастеров «черного пояса» обычно проводят в течение двух недель с коротким перерывом, например в две недели.

Обучение специалистов «черного пояса» обычно делится на пять четырехдневных модулей или может делиться на другое удобное количество модулей, например четыре пятидневных модуля, каждый из которых проводят с интервалом в три-четыре недели.

8.2 Требования к обучению лидера/менеджера по внедрению

Целью обучения является ознакомление лидера и менеджера по внедрению с методологией DMAIC, ее методами и приемами. Обучение обеспечивает правильное понимание лидерами и менеджерами команд «Шесть сигм» хода и результатов выполнения проектов.

Это обучение должно быть таким же, как обучение специалистов «зеленого пояса», но с большим акцентом на выбор проектов, их области применения и выполнение рекомендаций. Типовое содержание программы обучения специалистов «зеленого пояса» приведено в таблице В.2.

8.3 Требования к обучению спонсора проекта

Целью обучения является ознакомление спонсора проекта с методологией DMAIC, помощь в понимании ее методов и приемов. В результате спонсор проекта получает возможность правильного понимания отчетов команд «Шесть сигм» о ходе и результатах выполнения проектов и участия в анализе результатов выполнения проекта в контрольных точках, а также утверждения подхода «Шесть сигм» для улучшения бизнеса.

Содержание обучения спонсора проекта может изменяться в зависимости от особенностей бизнеса и организации, но должно быть сосредоточено на анализе результатов выполнения проекта в контрольных точках и всего проекта в целом.

8.4 Требования к обучению мастера «черного пояса»

Кандидат в мастера «черного пояса» должен быть специалистом «черного пояса» и, следовательно, он должен пройти необходимое обучение на специалиста «черного пояса». Если кандидат не получил такого обучения, мастер «черного пояса» должен пройти дополнительное обучение, рекомендованное для углубленного изучения статистических методов и других соответствующих математических методов и методов управления организацией. Программу обучения разрабатывают индивидуально для конкретных кандидатов с учетом области применения проекта (производство, купля-продажа), которую должен поддерживать мастер «черного пояса».

8.5 Требования к обучению специалистов «черного пояса»

Кандидат в специалисты «черного пояса» должен либо пройти обучение и работать в качестве специалиста «зеленого пояса», либо иметь соответствующий уровень опыта и знаний. Типовая программа обучения специалиста «черного пояса» приведена в таблице В.1.

Знания кандидата в специалисты «черного пояса» должны быть подтверждены оценкой за письменную работу или тестирование. Оценка может быть внутренней или проведена внешней организацией.

В дополнение к посещению занятий по программе обучения каждый кандидат в специалисты «черного пояса» должен завершить не менее двух проектов «Шесть сигм», которые были сертифицированы органом по сертификации. Сертификация может быть внутренней или внешней. Проекты позволяют кандидату в специалисты «черного пояса» возможность продемонстрировать свои знания и способность применять методы методологии «Шесть сигм». Проекты проверяет мастер «черного пояса». Проверка включает в себя устный экзамен, который может являться элементом наставничества в ходе реализации проектов как части процесса обучения и сертификации.

Если кандидат в специалисты «черного пояса» из-за особенностей первых двух проектов не может продемонстрировать полностью свое знание методов методологии «Шесть сигм», он может выполнить дополнительные проекты «Шесть сигм».

8.6 Требования к обучению специалистов «зеленого пояса»

Типовая программа обучения специалистов «зеленого пояса» приведена в таблице В.2. Знания кандидата в специалисты «зеленого пояса» должны быть подтверждены оценкой за письменную работу или тестирование. Оценка может быть внутренней или может быть проведена внешней организацией.

В дополнение к посещению занятий по программе обучения каждый кандидат в специалисты «зеленого пояса» должен завершить один проект «Шесть сигм», одобренный органом по сертификации. Сертификация может быть внутренней или внешней. Этот проект дает кандидату в специалисты «зеленого пояса» возможность продемонстрировать свои знания и способность применять методы методологии «Шесть сигм», соответствующие уровню специалиста «зеленого пояса».

Проект должен быть изучен независимым специалистом «черного пояса» и должен принадлежать области, в которой работает кандидат в специалисты «зеленого пояса». Анализ проекта следует проводить в виде устного экзамена.

8.7 Требования к обучению специалистов «желтого пояса»

Обучение специалистов «желтого пояса» следует проводить в форме однодневного ознакомительного семинара о концепции «Шесть сигм», на котором должны быть приведены объяснения цели проекта «Шесть сигм» и методологии «Шесть сигм» (DMAIC). Подробное описание методов «Шесть сигм» должно быть сведено к минимуму.

Предпочтительно проведение обучения специалистом «черного пояса», но эту функцию также могут выполнять специалисты «зеленого пояса».

Специалисты «желтого пояса» при включении в команду проекта «Шесть сигм» проходят обучение на рабочем месте по применению тех методов методологии «Шесть сигм», которые необходимы для реализации проекта. Это обучение проводят специалисты «зеленого» или «черного» поясов, участвующие в выполнении проекта.

Организация, реализующая методологию «Шесть сигм», должна рассмотреть, насколько выгодно для успешного выполнения проекта обучение всех сотрудников по крайней мере до уровня специалиста «желтого пояса».

9 Определение приоритетности и выбор проекта «Шесть сигм»

9.1 Общие положения

Проекты следует выбирать в соответствии с целями организации. В качестве проекта «Шесть сигм» могут быть рассмотрены любые проекты, в которых решение заранее неизвестно.

Результаты выполнения каждого проекта должны вносить вклад в общее улучшение прибыльности организации. Для выбора проекта организации полезно вести список потенциальных проектов, ранжированных в соответствии с их потенциальной прибылью. Некоторые проекты могут оказаться более простыми в выполнении, чем другие, и это следует учитывать при выборе.

9.2 Определение приоритетности проектов

Существует несколько способов сравнения достоинств потенциальных проектов «Шесть сигм».

Пример одного из способов ранжирования проектов приведен на рисунке 5. Конкурирующие проекты «Шесть сигм» оценивают по сложности их реализации и по их потенциальной прибыльности. Эти значения представляют собой координаты, которые затем переносятся на график.

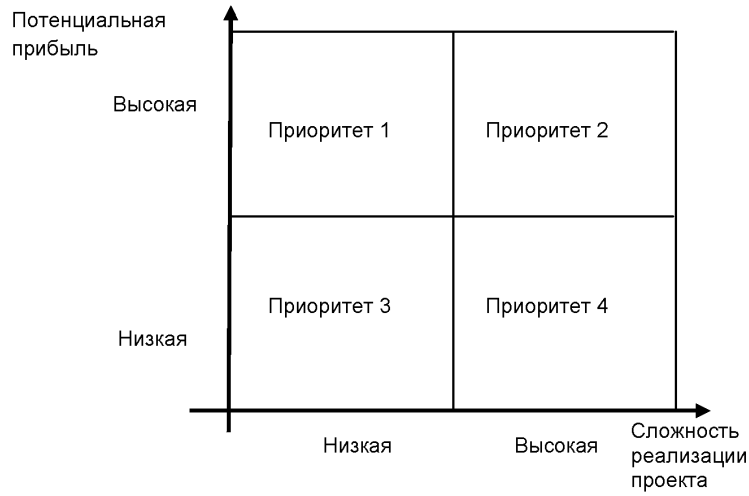


Рисунок 5 — Схема ранжирования

Проекты, которые попадают в квадрат под названием «Приоритет 1», представляют собой проекты, которые должны быть выполнены в первую очередь, так как эти проекты имеют большие преимущества от внедрения и низкую сложность выполнения. Можно обсуждать, стоит ли выполнять некоторые проекты из квадрата «Приоритет 3» ранее некоторых проектов из квадрата «Приоритет 2». Может случиться так, что проекты из квадрата «Приоритет 4» никогда не будут выбраны, если выполнения проекта из этого квадрата не потребует какой-либо важный для организации потребитель.

Еще одним, более объективным подходом является использование таблицы или матрицы, аналогичной таблице 5. Ее иногда называют «урна для голосования за проект». В колонках таблицы указаны ранги, присвоенные проектам по определенным критериям. Значение приоритетности проекта рассчитывают перемножив ранги проекта, указанные в колонках A—E. Чем выше произведение этих рангов, тем выше приоритетность проекта.

Можно построить таблицу и рассчитать значения с использованием электронных таблиц или аналогичного программного обеспечения.

Таблица 5 — Пример определения приоритетности проектов

Наименование проекта	(A) Значимость для потребителя	(B) Ожидаемая общая стоимость проекта	(C) Вероятность успеха проекта	(D) Ожидаемый вклад в увеличение прибыли	(E) Применимость к другим отраслям	(F) Значение приоритетности проекта	(G) Порядковый номер проекта
Анализ ошибок в счетах-фактурах	8	2	9	5	4	2 880	2
Низкое значение выхода на линии и т. д.	6	5	7	8	8	13 440	1

Примечание 1 — Ранг представляет собой значение от 1 до 10, где 1 — наихудшее, а 10 — наилучшее.

Примечание 2 — Значение приоритетности в колонке (F) представляет собой произведение рангов, указанных в колонках от (A) до (E).

Примечание 3 — Порядковый номер проекта в колонке (G) представляет собой ранг значений в колонке (F).

9.3 Выбор проекта

9.3.1 Общий перечень проектов

Методология DMAIC «Шесть сигм» больше всего подходит для решения «хронических» проблем. Для решения «острых» проблем лучше подходят другие методы, такие как 8D или методы, описанные в ИСО 9004, приложение В.

Ниже приведен перечень вопросов, которые необходимо использовать при включении потенциальных проектов «Шесть сигм» в число подходящих для реализации.

a) Существует ли у потенциального проекта возможность повторения?

b) Существуют ли количественные показатели? Если «нет», можно ли определить количественные показатели за приемлемый промежуток времени?

c) Существует ли возможность управления процессом?

d) Повысит ли реализация проекта удовлетворенность потребителей?

e) Можно ли применить к потенциальному проекту хотя бы один количественный показатель, используемый в бизнесе?

f) Позволит ли проект получить экономию?

g) Соответствует ли потенциальному проекту высокая вероятность завершения за счет применения методологии DMAIC в течение 6 месяцев после его начала?

h) Можно ли сформулировать критерии успешного завершения проекта?

Если для рассматриваемого проекта на приведенные выше вопросы получен ответ «да», то потенциальный проект следует рассматривать как подходящий для реализации.

В результате анализа результатов выполнения проекта в контрольных точках спонсор может решить, является ли проект подходящим для включения в перечень. При принятии решения следует учитывать значимость предлагаемого проекта (для стратегии бизнеса), измеримость его показателей (для процесса могут быть разработаны количественные показатели) и управляемость (область применения проекта является подходящей).

9.3.2 Проблемы, связанные с процессами

Продуктивность каждого процесса следует оценивать с помощью показателей, присущих процессу (например, своевременность поставок по сравнению с графиком). По возможности, продуктивность процесса необходимо представлять в денежном выражении.

Подходящие для выбора проекты — это проекты улучшения процессов с результатами ниже среднего по отношению к установленным для них требованиям.

9.3.3 Проблемы, связанные с продукцией или услугой

Если существует известная проблема с продукцией или услугой (например, наличие ошибки в счетах-фактурах), должны быть исследованы возможные причины и особенности этого процесса.

Каждая конкретная проблема является результатом работы системы (или процесса), имеющей отклонения от нормы. Необходимо контролировать частоту появления и сложность проблемы для определения того, является ли эта проблема постоянной или единичной, увеличивается ли ее сложность или уменьшается и т. д.

9.3.4 Область применения

Необходимо, чтобы область применения проекта «Шесть сигм» не была слишком широкой. Проект должен быть разделен на серию более простых проектов, которыми может управлять в течение приемлемого периода времени небольшая команда проекта.

Рекомендуемым подходом для использования является метод $Y = f(X)$. Логическое обоснование метода схематично проиллюстрировано на рисунке 6.

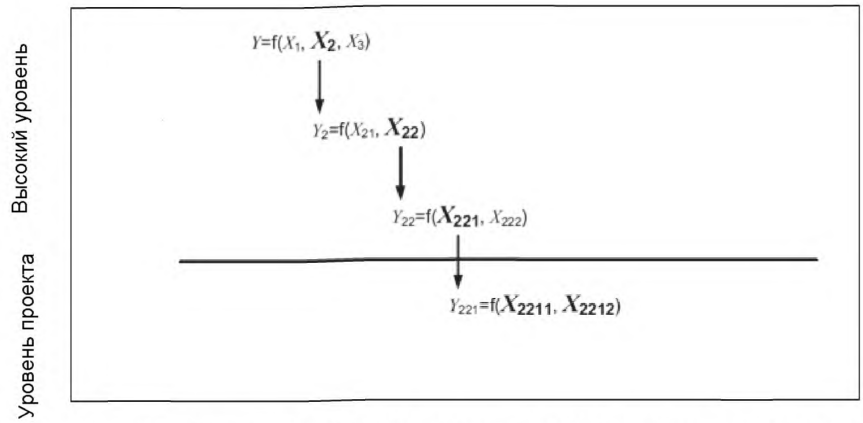


Рисунок 6 — Пример каскадного метода $Y = f(X)$ для определения области применения проекта «Шесть сигм»

Переменная Y — это ключевая выходная переменная (KPOV) для каждого уровня. На каждом уровне процесс или проблему необходимо анализировать для определения ключевых входных переменных X. Это значение X следует использовать в качестве выходной переменной Y на следующем уровне. Предпочтительно, чтобы значения ключевых входных переменных (X) были установлены на основе соответствующих данных. Однако могут быть использованы другие методы, такие как FMEA или метод экспертных оценок, в зависимости от особенностей конкретного проекта.

Процесс уточнения необходимо продолжать до тех пор, пока станет невозможным обнаружить различие значимости разных ключевых входных переменных (X). Это тот уровень, на котором должна быть установлена область применения проекта. Пример, демонстрирующий каскадный метод для проблемы «снижение неэффективных затрат времени в механической мастерской», показан на рисунке 7.

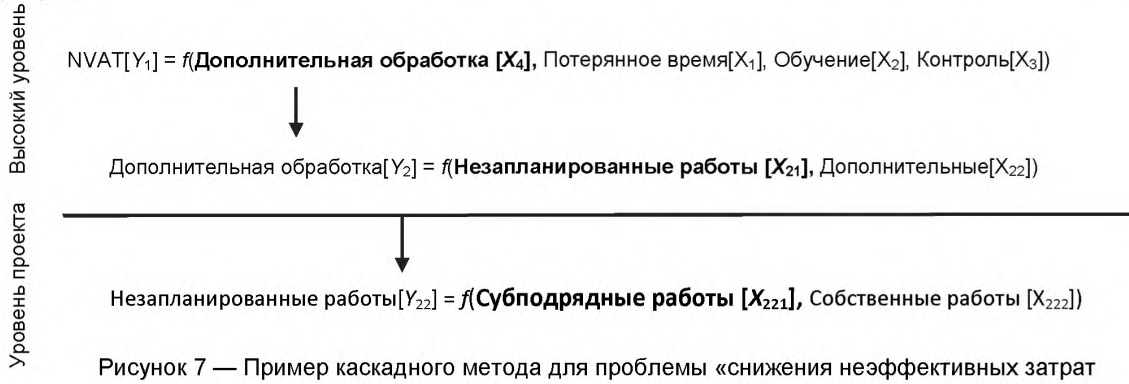


Рисунок 7 — Пример каскадного метода для проблемы «снижения неэффективных затрат времени в механической мастерской»

10 Методология DMAIC проекта «Шесть сигм»

10.1 Введение

Проект «Шесть сигм» обычно выполняют в соответствии с методологий DMAIC, показанной на рисунке 8.

Методология включает пять этапов: определение, измерение, анализ, улучшение и контроль. Однако после того как данные собраны и проанализированы, проект должен быть пересмотрен и, при необходимости, повторены этапы определения, измерения и анализа. Первые три этапа следует повторять до тех пор, пока определение проекта не будет согласовано с информацией, полученной из данных. Методология должна продвигаться к конечным двум этапам только после четкого определения проекта.

На всех этапах спонсор проекта должен регулярно получать отчеты (см. раздел 12). На каждом этапе процесса DMAIC спонсор проекта должен проводить регулярный анализ результатов выполнения проекта в контрольных точках.

Дополнительная информация о методах, описываемых в последующих подпунктах, приведена в ИСО 13053-2.

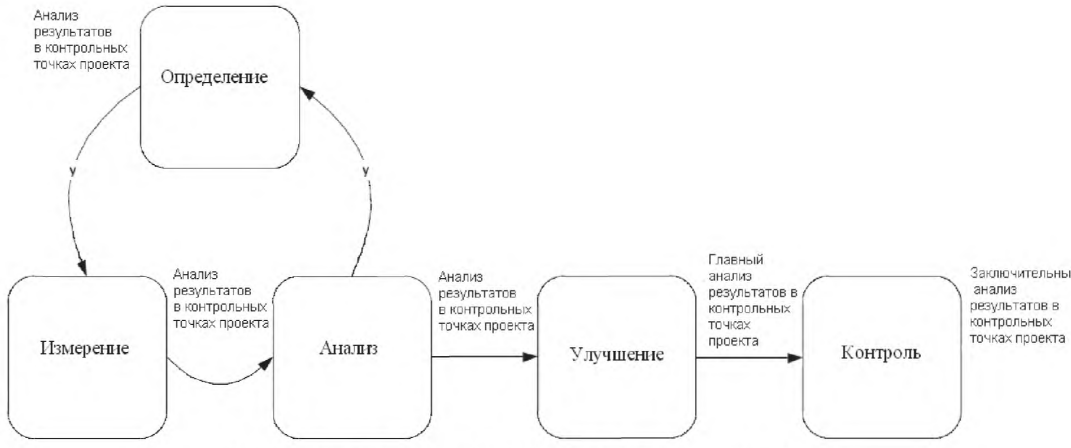


Рисунок 8 — Пример цикла DMAIC при выполнении проекта

10.2 Этап определения

Выходом этого этапа является положение о проекте, в котором перечислены основные проблемы проекта. Положение о проекте содержит описание проблемы и включает в себя данные о масштабе проблемы и ее влиянии на прибыль. Область применения проекта вместе с целями, которые должны быть реализованы к концу проекта, должны быть четко определены как в отношении производства (включая вопросы безопасности, если это существенно), так и в отношении финансов.

Выходы этого этапа в зависимости от ситуации могут включать в себя:

a) положение о проекте, включая анализ риска (см. пример в ИСО 13053-2);
b) показатели процесса;
c) диаграмму SIPOC (поставщик, исходные данные, процесс, выходные данные, потребитель);
d) карту процесса;
e) диаграммы Парето;
f) перечень характеристик, критичных для качества CTQC;
g) финансовые результаты затрат (оценка прибыли);
h) анализ проекта.

10.3 Этап измерения

Целями этапа измерений являются разработка плана сбора данных, анализ оценок показателей процесса, которые в дальнейшем будут служить основой для проверки эффективности внедренных решений.

На этапе измерений необходимо собрать все данные о переменных величинах, которые, как предполагается, влияют на проблему. Однако перед началом сбора данных следует провести анализ эффективности процессов измерений, от которых зависит проект. Все используемые измерительные системы должны обеспечивать получение результатов измерений с необходимой точностью и повторяемостью, в том числе процессы измерений, результатом которых являются альтернативные данные. Следует помнить, что статистический анализ на основе недостоверных данных может дать ошибочные результаты.

Результаты, полученные при выполнении этапа измерений, включают в себя:

a) анализ измерительных систем всех процессов, используемых в проекте, в том числе для альтернативных данных, где это необходимо, и всех количественных характеристик, критичных для качества;
b) план сбора данных;
c) определение объема выборки;
d) число дефектов на миллион возможных дефектов (DPMO);
e) критерии выбора распределения вероятностей;
f) карты тренда;
g) контрольные карты;
h) гистограммы;
i) анализ воспроизводимости и/или пригодности рассматриваемых процессов;
j) анализ результатов проекта.

10.4 Этап анализа

Целью этапа анализа является определение соответствия основных характеристик процесса установленным требованиям, выявление источников отклонений и определение приоритетности возможных действий по улучшению процесса.

Данные, полученные на этапе измерений, должны быть детально исследованы с учетом конкретной ситуации для идентификации, обеспечения и проверки входных параметров процесса (KPIV).

Результаты, полученные на этапе анализа (см. 10.1), могут изменить понимание проблемы и привести к необходимости переопределения проекта.

Первые два этапа необходимо повторять до тех пор, пока определение проекта не станет стабильным.

Результаты, полученные при выполнении данного этапа в зависимости от ситуации, должны включать в себя:

a) диаграммы причинно-следственных связей;
b) результаты FMEA процесса;
c) результаты FTA процесса;
d) результаты анализа «5 почему»;
e) данные дополнительного MSA;
f) определение объема выборки;
g) результаты применения критериев согласия к распределениям вероятностей;
h) результаты проверки гипотез;
i) данные ANOVA;
j) результаты регрессионного и корреляционного анализа;
k) результаты планирования экспериментов;
l) перечень важных входных параметров;
m) анализ добавленной/не добавленной стоимости/определение потерь;
n) анализ проекта.

10.5 Этап улучшения

Целью этапа является установление устойчивого улучшения процесса. Рассматриваемые работы охватывают действия от внедрения операций, защищенных от ошибок, до использования методов оптимизации и создания процессов, устойчивых к случайным факторам на основе использования методов планирования экспериментов. На этом этапе необходимо определить все препятствия, мешающие применению выбранного решения, а также способы их преодоления. Способы преодоления потенциальных препятствий должны быть определены до внедрения изменений процесса.

В тех ситуациях, где существует более одного решения, а выбор является неясным, необходимо использовать такие методы, как «матрица выбора решения».

Результаты выполнения этапа, в зависимости от ситуации, должны включать в себя:

a) матрицу выбора решения;
b) обеспечение защиты от ошибок;
c) определение объема выборки;
d) планы экспериментов для поверхности отклика;
e) планы экспериментов для параметров проекта;
f) результаты FMEA обновленного процесса;
g) индексы воспроизводимости и пригодности исследуемого процесса (начальные);
h) карту процесса в том виде, в котором процесс должен быть сейчас;
i) обновленный перечень характеристик, критичных для качества (CTQC);
j) показатели «Шесть сигм»;
k) анализ проекта.

10.6 Этап контроля

Результативность решения должна быть подтверждена анализом актуальных данных. Следует подготовить план непрерывного «контроля» процесса для использования в подразделениях, работающих с процессом.

После того как подтверждены улучшения процесса, процесс сдают спонсору проекта и подразделениям, применяющим процесс. Приблизительно через шесть месяцев после окончания проекта следует провести аудит процесса и проанализировать его результаты. Дата аудита процесса определяется до даты «сдачи» процесса.

Все детали, факты или другая информация, полученная во время реализации проекта, должны быть записаны и переданы другим подразделениям, в которых они могут быть применены.

Специалист «черного пояса» документирует все вопросы, оставшиеся нерешенными при выполнении проекта, или разрабатывает перспективные планы, которые владелец процесса и другие заинтересованные лица должны использовать для полного внедрения улучшенного процесса. Такой план переходных действий проекта должен включать и запланированную дату проведения аудита процесса.

Для заинтересованных сторон следует подготовить и направить заключительный отчет. Отчет следует хранить таким образом, чтобы к нему был обеспечен легкий доступ. Все отчеты следует отформатировать по определенному стандарту и иметь алфавитный указатель по ключевым словам. Отчет должен отражать полученный опыт, который в дальнейшем будут использовать команды проектов «Шесть сигм».

Результаты выполнения этапа, в зависимости от ситуации, должны включать:

a) планы управления процессом;
b) обновленный перечень характеристик, критичных для качества;
c) дополнительный MSA;
d) контрольные карты;
e) существующую воспроизводимость процесса;
f) результаты 5S;
g) результаты полной производственной поддержки;
h) калькуляцию финансовых результатов (фактических по сравнению с ожидаемыми);
i) итоги, анализ проекта, анализ общих выгод, которые должны соответствовать согласованным целям, установленным в положении о проекте.

11 Методология проекта «Шесть сигм». Типовые методы

В таблице 6 кратко перечислены методы, которые обычно используют в рамках проекта «Шесть сигм». Дополнительная информация о некоторых методах приведена в ИСО 13053-2.

Таблица 6 — Типовые методы проекта «Шесть сигм»

Инструмент (метод)	Номер контрольного листка[a]	Определение	Измерение	Анализ	Улучшение	Контроль
Воспроизводимость/ пригодность	20	Р	Р	Р	Р	Р
CTQC	04	О	О		О	О
Фокус-группа потребителя	05	П				
Описательная статистика	19	П	П	П	П	П
Экономическое обоснование	01	О				Р
Диаграмма Ганта	08	Р				
Модель Кано	03	П				
Идентификация возможных несоответствий	04	Р				
Диаграмма Парето	19	П	П	П	П	
Матрица приоритетов	11	Р			Р	
Карта процесса	10	Р		П	Р	
Положение о проекте	07	О				
Анализ проекта	31	О	О	О	О	О
Анализ рисков проекта	07	О				
QFD	05	Р		Р	Р	
Матрица RACI	28	Р			Р	
Моделирование предоставления услуги	23	П	П		П	П
SIPOC	09	Р			П	
Показатель «Шесть сигм» метрики	20	О			О	
Анализ потерь	22	Р				
Анализ затрат	21	Р	Р	Р		
Бенчмаркинг	06		Р		Р	

Окончание таблицы 6

Инструмент (метод)	Номер контрольного листка[a]	Определение	Измерение	Анализ	Улучшение	Контроль
План сбора данных	16		О			
MSA	15		О	О		О
Критерии согласия для распределения вероятностей (например, нормальность распределения)	18		О (для постоянных данных) Р (для других)	О (для постоянных данных) Р (для других)		
Определение объема выборки	17		О	О	О	
SPC	30		Р	Р		Р
График тренда	19		П			П
Диаграмма сходства	02			П		
Дисперсионный анализ	24, 26			Р	Р	
Диаграмма причинно-следственных связей	12			Р		
DOE	26			Р	Р	
Проверка гипотез	24			Р	Р	
FMEA процесса	14			Р	О	
Регрессия и корреляция	25			Р	Р	
Надежность	27			Р	Р	
Анализ «5-почему»	—			П		
Мозговой штурм	13				П	
MCA	—				П	
Защита от ошибок (пока-йока)	29				Р	Р
Выбор решения	11				Р	
TPM	27				П	П
5S	29				П	П
План управления	29					О

[a] Контрольные листки приведены в ИСО 13053-2.

Примечание — О — обязательный; Р — рекомендованный; П — предлагаемый.

12 Мониторинг проекта «Шесть сигм»

12.1 Общие положения

Следует проводить постоянный мониторинг проекта «Шесть сигм» для проверки выполнения графика работ по проекту и требований к другим количественным показателям проекта.

Спонсору проекта необходимо регулярно представлять отчеты.

12.2 Анализ выполнения проекта в контрольных точках

Оценку результатов выполнения проекта в контрольных точках следует проводить при завершении одного этапа проекта и переходе к следующему этапу. Для проведения анализа следует собрать группу экспертов, состоящую из менеджера по внедрению (в зависимости от проекта), спонсора проекта, мастера «черного пояса», специалиста «черного» (или «зеленого») пояса, выполняющего проект, и других заинтересованных менеджеров в качестве наблюдателей. Копии всех соответствующих данных, анализ и отчеты должны быть распространены среди членов группы экспертов перед проведением заседания.

Специалист, выполняющий проект, должен сделать краткую презентацию о выполнении работ по проекту на дату проведения заседания и ответить на все вопросы других членов группы.

Спонсор проекта должен одобрить анализ выполнения проекта в контрольных точках, если группа экспертов согласилась, что работа выполнена соответствующим образом, а заключения являются правильными. После этого проект может переходить на следующий этап.

12.3 Управление проектом

Следует подготовить и постоянно обновлять диаграмму Ганта, с тем чтобы можно было проследить отставание по времени и предпринять корректирующие действия для выполнения графика работ. Рекомендуется в зависимости от ситуации применять все существующие методы, установленные в стандартах по управлению проектом.

Трудно прогнозировать точную общую продолжительность проекта «Шесть сигм», хотя большинство организаций предполагают, что такие проекты могут быть завершены в течение 6 мес. При планировании графика проекта необходимо предусмотреть допуски на непредвиденные задержки. Эти задержки могут возникнуть как из-за отсутствия данных и необходимости внедрения систем сбора данных на ранних этапах, так и из-за задержки в приобретении нового оборудования или инструментов в течение более позднего этапа.

12.4 Еженедельные наставнические совещания с мастером «черного пояса»

Для наблюдения за выполнением проекта следует проводить еженедельные обсуждения проекта специалистом «черного пояса» с мастером «черного пояса». Совещания предназначены для решения спорных вопросов, определения проблем с ресурсами и выявления трудностей. Сообщения о возникающих трудностях направляют спонсору проекта для выбора действий по устранению препятствий.

Продолжительность совещания должна составлять один час. В течение совещания мастер «черного пояса» изучает детали проекта, дает советы, рекомендации специалисту «черного пояса» и помогает всеми возможными способами.

Более частые и/или длительные совещания могут понадобиться при наставничестве, когда проект выполняет кандидат в специалисты «черного пояса», для которого работа над проектом является частью процесса обучения и сертификации.

13 Критические факторы для успеха проекта «Шесть сигм»

Для успешного выполнения проекта «Шесть сигм» необходимы наличие четко установленных и поддерживаемых заинтересованными сторонами планов управления и ориентация на использование данных.

Для подтверждения заинтересованными сторонами наличия плана управления проектом и соответствия проекта этому плану проект следует постоянно пересматривать. Факторы, перечисленные в таблице 7, следует рассматривать последовательно, выявлять и исправлять те из них, которые не основаны на данных или их анализе.

Таблица 7 — Факторы, критические для успеха или провала проекта «Шесть сигм»

Фактор успеха проекта (основанный на данных)	Фактор провала проекта (отсутствие данных)
Фактор, связанный с бизнес-целями организации	Цели слишком неопределенные
Фактор, связанный с ключевыми показателями эффективности	Не связан с ключевыми показателями эффективности, больше похож на «любимый проект», продвигаемый представителем высшего руководства
Фактор, связанный с параметрами критичными для качества или затрат	Нет связи с параметрами, критичными для качества, и есть пересечение с другими проектами
Спонсор проекта — член высшего руководства организации со значительным влиянием	Спонсора проекта нет или выбранный спонсор проекта слишком занят другой работой, и у него нет значительного влияния в организации
Цель проекта оказывает существенное влияние на организацию	Неясны результаты проекта
Проект быстро завершен в пределах отведенного времени	Отставание от графика проекта не корректируют. Количество выполненных анализов проекта недостаточно
Ресурсы проекта соответствуют уровню его потребностей	Недостаток времени и ресурсов
Процесс имеет четко определенные входные и выходные параметры	Нечетко определенный процесс
Наличие надежных данных	Недостаток данных, неудовлетворительная система сбора данных, нет четкого определения операций и измерительной системы

Необходимо убедиться в наличии:

a) четко определенных и поддерживаемых заинтересованными сторонами планов управления;

b) управления проектами на основе собираемых данных.

14 Инфраструктура «Шесть сигм» в организации

14.1 Общие сведения

Тип инфраструктуры, выбираемой организацией, зависит от нескольких факторов. Не существует «правильной» или «неправильной» организации работ. Соотношение функций персонала должно создавать критическую массу, которая зависит от отрасли промышленности или услуги для успешного внедрения и постоянного функционирования инициативы «Шесть сигм».

Как правило, это следующие факторы:

a) общая структура, установленная вышестоящей организацией;

b) количество сотрудников;

c) особенности деятельности организации.

14.2 Численность организации более 1000 сотрудников

Рекомендуемая инфраструктура для организаций, имеющих большое количество сотрудников, приведена в таблице 8. Для мастеров и специалистов «черного пояса» должно быть выделено специальное место во время работы над проектом. В качестве их непосредственного руководителя должен быть выделен менеджер по внедрению.

Таблица 8 — Типовая инфраструктура проекта «Шесть сигм» для организаций большой численности

Функция	Количество специалистов	Комментарии
Менеджер по внедрению	1	Постоянные функции
Спонсор проекта	Переменное	Функции в соответствии с количеством и видом проектов
Мастера «черного пояса»	1 на 5 специалистов «черного пояса»	Полная занятость
Специалисты «черного пояса»	1 на 5 специалистов «зеленого пояса»	Полная занятость. Обычно вводится в работу над проектом на два года, а потом снова возвращается к выполнению своих обязанностей
Специалисты «зеленого пояса»	1 на 30 сотрудников	Частичная занятость. Вводится в проект по мере необходимости
Специалисты «желтого пояса»	Все сотрудники	Частичная занятость. Вводится в проект по мере необходимости
Примечание — Количество, указанное в таблице, не всегда подходит в конкретном случае применения «Шесть сигм». Фактическое количество может быть другим.		

14.3 Численность организации от 250 до 1000 сотрудников

Рекомендуемая инфраструктура организаций, имеющих среднюю численность, приведена в таблице 9. Обычно для мастеров и специалистов «черного пояса» не выделяют специальное место для работы. Их руководителем может быть их непосредственный начальник.

Таблица 9 — Типовая инфраструктура «Шесть сигм» для организаций средней численности

Функция	Количество специалистов	Комментарии
Менеджер по внедрению	1	Частичная занятость
Спонсоры проекта	Переменное	Переменное, в соответствии с количеством и видом проектов
Мастера «черного пояса»	1 на 5 специалистов «черного пояса»	Полная занятость. Часто есть только в организациях, где работает более 500 сотрудников
Специалисты «черного пояса»	1 на 5 специалистов «зеленого пояса»	Комбинация полной и частичной занятости. Как правило, совмещает функции со своей обычной работой
Специалисты «зеленого пояса»	1 на 30 сотрудников	Частичная занятость. Вводится в проект по мере необходимости
Специалисты «желтого пояса»	Все сотрудники	Частичная занятость. Вводится в проект по мере необходимости
Примечание — Количество, указанное в таблице, не всегда подходит в конкретном случае применения «Шесть сигм». Фактическое количество может быть другим.		

14.4 Численность организации менее 250 сотрудников

Рекомендуемая инфраструктура организаций, имеющих малую численность, приведена в таблице 10.

Таблица 10 — Типовая инфраструктура «Шесть сигм» для организации малой численности

Функция	Количество специалистов	Комментарии
Менеджер по внедрению	0	Обязанности берет на себя существующий старший руководитель
Спонсоры проекта	Переменное	Переменное, в соответствии с количеством и видом проектов
Мастера «черного пояса»	0	Обычно не является сотрудником организации
Специалисты «черного пояса»	1 на 5 специалистов «зеленого пояса»	Частичная занятость. Работает в пределах своих обязанностей
Специалисты «зеленого пояса»	1 на 30 сотрудников	Частичная занятость. Вводится в проект по мере необходимости
Специалисты «желтого пояса»	Все сотрудники	Частичная занятость. Вводится в проект по мере необходимости
Примечание — Количество, указанное в таблице, не всегда подходит в конкретном случае применения «Шесть сигм». Фактическое количество может быть другим.		

14.5 Организации, имеющие несколько производственных объектов

Организации, имеющие производственные объекты, расположенные в разных местах для внедрения методологии «Шесть сигм», должны использовать рекомендации для «больших» или «средних» организаций, но, вероятнее всего, им понадобятся мастера «черного пояса», работающие с выделенными группами организаций и подразделениями, например по региональному признаку, а специалиста «черного пояса» обычно выбирают с объектов, имеющих наибольшие возможности получения преимуществ от проектов. Специалисты «черного пояса» могут помогать другим производственным организациям и подразделениям напрямую или через проекты, которые реализуют или в которых принимают участие специалисты «зеленого пояса».

Приложение А
(справочное)

Количество сигм

Количество сигм может быть определено с использованием таблицы А.1.

Таблица А.1 — Количество сигм

Сигма	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
6,0	3,4									
5,9	5,4	5,2	4,9	4,7	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7	3,6
5,8	8,5	8,2	7,8	7,5	7,1	6,8	6,5	6,2	5,9	5,7
5,7	13	13	12	12	11	11	10	9,8	9,3	8,9
5,6	21	20	19	18	17	17	16	15	15	14
5,5	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22
5,4	48	46	44	42	41	39	37	36	34	33
5,3	72	69	67	64	62	59	57	54	52	50
5,2	108	104	100	96	92	88	85	82	78	75
5,1	159	153	147	142	136	131	126	121	117	112
5,0	233	224	216	208	200	193	185	178	172	165
4,9	337	325	313	302	291	280	270	260	251	242
4,8	483	466	450	434	419	404	390	376	362	349
4,7	687	664	641	619	598	577	557	538	519	501
4,6	968	935	904	874	845	816	789	762	736	711
4,5	1350	1306	1264	1223	1183	1144	1107	1070	1035	1001
4,4	1866	1807	1750	1695	1641	1589	1538	1489	1441	1395
4,3	2555	2477	2401	2327	2256	2186	2118	2052	1988	1926
4,2	3467	3364	3264	3167	3072	2980	2890	2803	2718	2635
4,1	4661	4527	4396	4269	4145	4025	3907	3793	3681	3573
4,0	6210	6037	5868	5703	5543	5386	5234	5085	4940	4799
3,9	8198	7976	7760	7549	7344	7143	6947	6756	6569	6387
3,8	10724	10444	10170	9903	9642	9387	9137	8894	8656	8424
3,7	13903	13553	13209	12874	12545	12224	11911	11604	11304	11011
3,6	17864	17429	17003	16586	16177	15778	15386	15003	14629	14262
3,5	22750	22216	21692	21178	20675	20182	19699	19226	18763	18309
3,4	28717	28067	27429	26803	26190	25588	24998	24419	23852	23295
3,3	35930	35148	34380	33625	32884	32157	31443	30742	30054	29379
3,2	44565	43633	42716	41815	40930	40059	39204	38364	37538	36727
3,1	54799	53699	52616	51551	50503	49471	48457	47460	46479	45514
3,0	66807	65522	64255	63008	61780	60571	59380	58208	57053	55917
2,9	80757	79270	77804	76359	74934	73529	72145	70781	69437	68112
2,8	96800	95098	93418	91759	90123	88508	86915	85343	83793	82264
2,7	115070	113139	111232	109349	107488	105650	103835	102042	100273	98525
2,6	135666	133500	131357	129238	127143	125072	123024	121000	119000	117023
2,5	158655	156248	153864	151505	149170	146859	144572	142310	140071	137857
2,4	184060	181411	178786	176186	173609	171056	168528	166023	163543	161087
2,3	211855	208970	206108	203269	200454	197663	194895	192150	189430	186733
2,2	241964	238852	235762	232695	229650	226627	223627	220650	217695	214764
2,1	274253	270931	267629	264347	261086	257846	254627	251429	248252	245097
2,0	308538	305026	301532	298056	294599	291160	287740	284339	280957	277595
1,9	344578	340903	337243	333598	329969	326355	322758	319178	315614	312067
1,8	382089	378280	374484	370700	366928	363169	359424	355691	351973	348268
1,7	420740	416834	412936	409046	405165	401294	397432	393580	389739	385908
1,6	460172	456205	452242	448283	444330	440382	436441	432505	428576	424655
1,5	500000	496011	492022	488034	484047	480061	476078	472097	468119	464144
1,4	539828	535856	531881	527903	523922	519939	515953	511966	507978	503989
1,3	579260	575345	571424	567495	563559	559618	555670	551717	547758	543795
1,2	617911	614092	610261	606420	602568	598706	594835	590954	587064	583166
1,1	655422	651732	648027	644309	640576	636831	633072	629300	625516	621720
1,0	691462	687933	684386	680822	677242	673645	670031	666402	662757	659097

Окончание таблицы А.1

Сигма	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,9	725747	722405	719043	715661	712260	708840	705401	701944	698468	694974
0,8	758036	754903	751748	748571	745373	742154	738914	735653	732371	729069
0,7	788145	785236	782305	779350	776373	773373	770350	767305	764238	761148
0,6	815940	813267	810570	807850	805105	802337	799546	796731	793892	791030
0,5	841345	838913	836457	833977	831472	828944	826391	823814	821214	818589
0,4	864334	862143	859929	857690	855428	853141	850830	848495	846136	843752
0,3	884930	882977	881000	879000	876976	874928	872857	870762	868643	866500
0,2	903200	901475	899727	897958	896165	894350	892512	890651	888768	886861
0,1	919243	917736	916207	914657	913085	911492	909877	908241	906582	904902
0,0	933193	931888	930563	929219	927855	926471	925066	923641	922196	920730

Примечание 1 — В таблице приведено число дефектов на миллион единиц продукции. Для определения количества сигм необходимо найти число дефектов на миллион единиц продукции и прочитать в первой колонке количество сигм.

Примечание 2 — Расчеты основаны на сдвиге в 1,5σ от математического ожидания.

Приложение В
(справочное)

Обучение

В.1 Типовая программа обучения специалистов «черного пояса»

Таблица В.1 – Типовая программа обучения специалистов «черного пояса»

День	Неделя 1 (определение)	Неделя 2 (измерение)	Неделя 3 (анализ)	Неделя 4 (улучшение)	Неделя 5 (контроль)
День 1	Модели затрат на низкое качество; количественные показатели бизнеса; бенчмаркинг; финансовые методы проекта	Масштаб измерений; виды данных; определение возможностей; интерпретация изменчивости	Основные методы; скрытые факторы; краткосрочная и долгосрочная воспроизводимость; нормированное нормальное распределение; доверительный интервал	Полный факторный эксперимент	Защита от ошибок
День 2	Определение потерь; концепция стоимости; возможности; показатели «Шесть сигм»; выбор проекта	Изменчивость процесса; FMEA процесса	Проверка гипотез; расчет мощности критерия и объема выборки; распределения; дисперсионный анализ; многофакторный анализ	Дробный факторный эксперимент	SPC для альтерна-тивных данных
День 3	Формулировка проблемы; определение потребителей; составление карты процесса; матрицы выбора характеристик; диаграммы причинно-следственных связей	MSA для количественных данных; MSA для альтернативных данных	Линейная регрессия и корреляция; анализ остатков; непараметрические методы проверки гипотез	Эволюционное планирование эксперимента; множественный регрессионный анализ	SPC для количест-венных данных
День 4	Создание команды; преимущества индивидуального стиля; положение о проекте; управление проектом; диаграммы Ганта	Стратегии выборочного контроля; методы сбора данных; базовые статистические методы оценки пригодности процесса; воспроизводимость процесса	Анализ Вейбулла; анализ «5-почему»	Устойчивость процесса; эксперименты поверхности отклика; анализ силового поля	Планы контроля; 5S; TPM; аудит процесса; критерии успеха

В.2 Типовая программа обучения специалистов «зеленого пояса»

Таблица В.2 – Типовая программа обучения специалистов «зеленого пояса»

День 1 (определение)	День 2 (измерение)	День 3 (анализ)	День 4 (улучшение)	День 5 (контроль)
Выбор проекта	Концепция изменчивости	Анализ воспроизводимости процесса	Улучшение — разработка альтернативных идей	Защита от ошибок
Методология DMAIC	FMEA	Анализ Парето	Карта процесса «как должно быть»	Долгосрочный план MSA

Окончание таблицы В.2

День 1 (определение)	День 2 (измерение)	День 3 (анализ)	День 4 (улучшение)	День 5 (контроль)
Определение характеристик, критичных для качества	Виды данных	Коробчатые диаграммы	Проведение FMEA	*p*-карты
Составление карты проекта	Планы сбора данных	Гистограммы	Пилотные улучшения	*u*-карты
Уточнение области применения проекта	MSA	Диаграммы рассеяния	Валидация улучшений	$\bar{X}$-карты и *R*-карты
Причинно-следственные матрицы		Временны́е диаграммы		*X*-карты и R_{moving}-карты
Анализ доходов и потерь		Диаграммы причинно-следственных связей		Планы SOP (стандартного выполнения действий) и обучения

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
ISO 13053-2:2011	IDT	ГОСТ Р ИСО 13053-2–2013 «Статистические методы. Методология улучшения процессов «Шесть сигм». Часть 2. Методы и приемы»
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного документа. Перевод данного документа находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов. Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: IDT – идентичные стандарты.		

Библиография

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

[2] ISO 3534-2 Statistics — Vocabulary and symbols — Part 2: Applied statistics

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

[4] ISO 9000 Quality management systems — Fundamentals and vocabulary

[5] ISO 9001 Quality management systems — Requirements

[6] ISO 9004:2009 Managing for the sustained success of an organization — A quality management approach

[7] ISO 21500 Guidance on project management

[8] 8D Structured Problem Solving. The Ford Motor Company. 1986

[9] The Integrated Enterprise Excellence System. BREYGOGLE III, Forrest W. Citius Publishing, Inc.

УДК 311 (075.8):006.354 ОКС 03.120.30

Ключевые слова: методология DMAIC бизнеса, методология «Шесть сигм», мониторинг проекта, управление проектом, требования к обучению, методы управления процессами, управление рисками

Редактор *Л.Б. Базякина*

Корректор *П.М. Смирнов*

Компьютерная вёрстка *Е.К. Кузиной*

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

Усл. печ. л. 3,72. Тираж 34 экз. Зак. 4074.

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