



Six Sigma: что? почему? как?

Статья посвящена концепции контроля качества процессов и продуктов, получившей название "Six Sigma". В ней описаны основные принципы, на которых основана методология контроля качества, и приводятся базовые формулы для расчёта индекса качества процессов. Опыт практического применения Six Sigma поделились специалисты компании Dataforth, многие годы успешно использующей данную методологию в собственных проектах.

Отклонения от заданной спецификации и дефектность продуктов подрывают лояльность клиентов и прибыль компаний, особенно работающих в высокоточном технологическом секторе. Six Sigma – 6 сигма («сигма» обозначается строчной буквой греческого алфавита – σ) – это строгая методология, разработанная для повышения качества продукции и рентабельности компании путём улучшения производственных и бизнес-процессов.

Для количественного измерения контролируемых процессов Six Sigma использует статистический анализ, а сами процессы при этом могут представлять собой промышленное производство, бизнес-процессы, производство продуктов или услуг. Six Sigma декларирует, что процесс не должен производить больше, чем 3,4 дефекта на миллион единиц продукции (DPMO) – это означает эффективность 99,9997%. Дефектом в Six Sigma считается нечто, могущее вызывать неудовлетворённость клиентов, например, несоответствие его спецификации. Таким образом, Six Sigma определяет и регламентирует вероятность дефекта на выходе производства.

Концепция Six Sigma

Концепция Six Sigma была разработана компанией Motorola в 1986 году с целью улучшения производственных процессов и сокращения дефектности про-

дукции. Основная цель заключалась в том, чтобы достичь почти совершенного (99,9997%) отсутствия отклонений в пределах заданных спецификаций. Основываясь на более ранних методах улучшения качества, Six Sigma предполагает следующее:

- для успеха в бизнесе необходимы постоянные усилия по достижению стабильных, предсказуемых результатов процесса;
- производственные и бизнес-процессы имеют характеристики, которые можно измерить, проанализировать, улучшить и контролировать;
- устойчивое улучшение качества требует участия в этом всей организации.

Внедрение Six Sigma

Чтобы добиться соответствия требованиям Six Sigma, причины вариаций и дефектов в производственных и бизнес-процессах должны быть идентифицированы и устранены.

Разработаны и применяются два класса методологии Six Sigma: метод улучшения DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control – идентификация, измерение, анализ, улучшение, контроль) и метод проектирования DMADV (Define, Match, Analyze, Design, Verify – определение, идентификация, анализ, разработка, верификация).

DMAIC используется для улучшения существующих процессов, описанных

далее; DMADV применяется для разработки новых процессов или продуктов, соответствующих требованиям Six Sigma. Метод DMADV (известный ещё как DFSS – разработка по требованиям Six Sigma) также может применяться и к существующим процессам, нуждающимся в масштабном улучшении. Профессиональная иерархия управления качеством, сформулированная в заимствованной из боевых искусств терминологии, – ключевое нововведение Six Sigma. Эта структура способствует вовлечению в достижение успеха проектов Six Sigma всех уровней организации:

- *лидеры* (исполнительное руководство) – это генеральный директор и другое высшее руководство;
- *чемпионы* (высший менеджмент) отвечают за внедрение Six Sigma в рамках организации;
- *мастера чёрных поясов*, выявленные чемпионами или лидерами, становятся коучами, тренерами и наставниками чёрных поясов. 100% их времени посвящено обеспечению приближения бизнеса к требованиям Six Sigma;
- *чёрные пояса* фокусируются на применении методологии Six Sigma для конкретных проектов. 100% их времени посвящено Six Sigma;
- *зелёные пояса* занимаются реализацией Six Sigma наряду с другой работой.

Текущей отраслевой тенденцией является Lean Sigma, согласно которой процессы удешевляются в преддверии внедрения Six Sigma.

Вычисление Six Sigma

Понятие “Six Sigma” было взято из терминологии математической статистики. Sigma отражает среднеквадратическое отклонение статистической совокупности, являясь мерой вариабельности. Процесс производства считается практически бездефектным, если промежуток между математическим ожиданием процесса и его границей поля допуска (точкой перегиба графика нормального распределения) будет равным шести среднеквадратическим отклонениям. Тогда на его выходе почти не будет продуктов, не соответствующих спецификации. Это и есть принцип Six Sigma.

Индекс качества процесса (C_p) вычисляется по следующей формуле:

$$C_p = (USL - LSL)/(6 \times \sigma).$$

Здесь USL – верхний предел спецификации, LSL – нижний предел спецификации.

Чем более высоки значения C_p , тем процессы более качественны. При возрастании среднеквадратического отклонения параметра качества процесса или отклонении среднего значения параметра качества процесса от центрального значения поля допуска, в интервал между средним и ближайшим пределом спецификации будет попадать всё меньшее число стандартных отклонений, тем самым уменьшая число Sigma, что свидетельствует о повышении вероятности появления дефектных элементов. В Интернете доступны многочисленные Sigma-калькуляторы процессов, обеспечивающие быструю оценку соответствия конкретного процесса спецификации Six Sigma.

Расчёт Sigma, основанный на количестве дефектов на миллион возможностей (DPMO), производится по формуле:

$$DPMO = (\text{число выявленных дефектов} \times 1\,000\,000) / (\text{количество экземпляров процесса} \times \text{количество возможностей совершить ошибку})$$

Например, если у нас на 10 000 изделий пришлось 38 дефектов и 1 возможность совершения ошибки, то:

$$DPMO = (38 \times 1\,000\,000) / (10\,000 \times 1) = 3800$$

$$\% \text{ дефектов} = 0,38$$

$$\% \text{ выхода продукта} = 99,62$$

$$Sigma = 4,17$$

Расчёт Sigma процесса включает в себя сдвиг 1,5 Sigma, учитывающий временные изменения.

Сдвиг 1,5 Sigma

Этот сдвиг был добавлен к методике вычисления в результате анализа данных, собранных компанией Motorola за многие годы, который показал, что процессы изменяются и дрейфуют во времени. Известный как долгосрочное динамическое среднее изменение, этот сдвиг обычно составляет от 1,4 до 1,6 Sigma. Протокол отчётности Six Sigma, однако, требует отчёта о бездефектности процесса в краткосрочной перспективе, которая включает общие, а не особые случаи. В результате краткосрочные данные обычно дают более высокий индекс качества процесса, чем долгосрочные. Чтобы определить достоверные долгосрочные ожидания, из них вычитается 1,5 Sigma. Таким образом, процесс, который соответствует Six Sigma в промежутке между средним значением процесса и ближайшим пределом спецификации в краткосрочном исследовании, в долгосрочной перспективе будет соответствовать только 4,5 Sigma.

В книге “Six Sigma Producibility Analysis and Process Characterization”, написанной Mikel J. Harry и J. Ronald Lawson и опубликованной Motorola в 1992 году, приведена таблица стандартного нормального распределения, распространяющаяся до значения z 6 (большинство таких таблиц содержат показатели z только до 3):

Уровень	DPMO
1	690000
2	308000
3	66800
4	6210
5	320
6	3,4

Согласно этой таблице, Six Sigma трактуется как 2 дефекта на миллиард возможностей, а 3,4 дефекта на миллион возможностей, которые обычно и называются Six Sigma, фактически соответствуют значению Sigma 4,5. Это кажется немного странным, но упомянутая разница между краткосрочной и долгосрочной дефектностью процесса всё объясняет, поскольку включение сдвига предотвращает недооценку уровня дефектности, который может проявиться с течением времени.

Преимущества Six Sigma

Возможность с помощью инструмента Six Sigma достигать измеряемых и поддающихся учёту финансовых целей (снижение затрат/увеличение прибыли) ставит эту методологию особняком среди прочих методик и тактик повышения качества. Оценка финансовых выгод от потенциального улучшения процессов может использоваться для определения приоритетов в реализации проектов. Эти выгоды затем переоцениваются на этапах анализа, как DMAIC, так и DMADV, и проверяются на этапе контроля DMAIC и фазы верификации DMADV. Тесная привязка проектов Six Sigma ко всей деятельности компании даёт каждому в организации возможность участия в успехе проектов. Six Sigma также помогает идентифицировать критически важные аспекты деятельности, обеспечивающие существенное улучшение процессов. К концу 1990-х годов примерно две трети компаний из списка “Fortune 500” внедрили у себя проекты Six Sigma, а Motorola сообщила о более чем \$17 млрд средств, сбережённых с 2006 года.

Компания Dataforth также много лет работает по принципам Six Sigma и, по сути, добилась лучшей надёжности процессов, чем того требует методология:

Семейство продуктов Dataforth	13-месячное среднее значение DPMO
DSCA DIN-модули изоляторов сигналов	0,6
Модули нормализации сигналов SCM5B	0,01
Модули нормализации сигналов SCM7B	0,12

Помимо значительной финансовой выгоды Six Sigma предоставляет организациям методологию и структуру для принятия решений на основе проверяемых данных и статистического анализа и тем самым позволяет достичь измеряемых улучшений качества в производстве и бизнес-процессах. Проекты Six Sigma на самом деле не имеют слабых мест, так как качество продукции улучшается при одновременном сокращении её дефектности, сотрудники компании в значительной степени влияют на результат проектов, прибыльность компании заметно увеличивается, растут лояльность и удовлетворённость клиентов. ●

Перевод Юрия Широкова
E-mail: textoed@gmail.com

Статья подготовлена по материалам компании Dataforth.