

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

© 2009 С.Н. Морозова*

Ключевые слова: качество, продукция, управление, конкурентоспособность, метод, инструменты, “Шесть сигм”, дефект, цикл.

Рассмотрены основные методики и инструменты статистического управления процессами, в частности качеством продукции, начиная с контроля качества.

По мере развития экономических реформ в России все большее внимание уделяется качеству продукции и услуг. В настоящее время одной из серьезных проблем для российских предприятий является создание системы качества, позволяющей обеспечить производство конкурентоспособной продукции. Именно качество обеспечивает конкурентоспособность товара. Оно складывается из технического уровня продукции и полезности товара для потребителя через функциональные, социальные, эстетические, эргономические, экологические свойства. Система качества должна учитывать особенности предприятия, обеспечивать минимизацию затрат на разработку продукции и ее внедрение. Качество является важным инструментом в борьбе за рынки сбыта.

Современное управление качеством исходит из того, что деятельность по управлению качеством не может быть эффективной после того, как продукция произведена, эта деятельность должна осуществляться в ходе производства продукции. Важна также деятельность по обеспечению качества, которая предшествует процессу производства.

Качество определяется действием многих случайных, местных и субъективных факторов. Для предупреждения влияния этих факторов на уровень качества необходима система управления качеством. При этом нужны не отдельные разрозненные и эпизодические усилия, а совокупность мер постоянного воздействия на процесс создания продукта с целью поддержания соответствующего уровня качества¹.

Причину необходимости проведения статистического управления качеством легко понять, руководствуясь основными принципами качества:

1) качество постоянно соответствует требованиям, установленным потребителем;

2) требования потребителя, выраженные языком поставщика, становятся техническими требованиями;

3) поставка материалов или услуг, удовлетворяющих техническим требованиям, осуществляется менеджерами и работниками, сфокусированными на процессе, а не на его результате, т.е. на предупреждении, а не на проверке и исправлении;

4) сфокусированность на процессе означает его контроль и минимизацию нежелательных вариаций. Избыточная вариабельность - враг качества и источник возникновения дефектов;

5) для контроля процесса и минимизации вариаций необходимы специальные инструменты, чтобы измерить, отобразить и проанализировать вариации. Используя эти инструменты, мы сможем понять и прореагировать на два принципиальных типа вариаций. Один тип вариации связан с многочисленными небольшими и ожидаемыми изменениями в производственных факторах и факторах окружающей среды, таких как температура, влажность, точность установочных параметров и т.д. Второй тип вариации связан с причинами, которые носят неслучайный характер и обычно связаны с изменением методов, материалов, сменой персонала, заменой станков. Поняв тип вариации, возможно ее проконтролировать, а также свести к минимуму вероятность ее появления, что в итоге приведет к снижению уровня дефектов и ошибок;

6) по мере улучшения качества понижаются затраты и повышаются прибыли и продажи².

Статистические методы являются эффективным инструментом сбора и анализа информации о качестве. Применение этих ме-

* Морозова Светлана Николаевна, аспирант Оренбургского государственного университета. E-mail: morozovasnik@rambler.ru.

тодов, не требует больших затрат и позволяет с заданной степенью точности и достоверностью судить о состоянии исследуемых явлений (объектов, процессов) в системе качества, прогнозировать и регулировать проблемы на всех этапах жизненного цикла продукции и на основе этого вырабатывать оптимальные управленческие решения.

Семейство статистических методов, применяющихся для описания функционирования процессов или использующих методы решения проблем с целью улучшения процесса, возможно, лучше всего были описаны К. Исикавой³. К ним относятся расслоение данных, диаграмма Парето, причинно-следственная диаграмма, гистограмма, диаграмма разброса, контрольная карта и контрольный листок. Ввиду их сравнительной несложности, убедительности и доступности эти методы получили название семь простых статистических методов. Они были выделены в начале 50-х годов прошлого столетия японскими специалистами под руководством К. Исикавы. В своей совокупности эти методы образуют эффективную систему методов контроля и анализа качества. С их помощью, по свидетельству самого К. Исикавы, может решаться от 50 до 95% всех проблем, находящихся в поле зрения производителей.

Семь простых методов могут применяться в любой последовательности, в любом сочетании, в различных аналитических ситуациях, их можно рассматривать и как целостную систему, как отдельные инструменты анализа.

Основной инструмент статистического управления процессами, необходимый для описания и анализа вариаций процесса или его выхода, - гистограмма.

Гистограмма - один из видов столбиковой диаграммы, дающей наглядное представление того, с какой частотой повторяется то или иное значение или группа значений. Если данные ежедневных измерений или контроля одного и того же или нескольких параметров, полученных за определенный период, сгруппировать по частоте попадания в тот или иной интервал значений и представить это распределение данных графически в виде столбиков, получим график, называемый гистограммой. Гистограмма может дать много ценной информации, если сравнить полученное распределение с контрольными нормативами.

Хотя гистограмма и является бесценным инструментом для отображения распределения большого числа результатов измерений, она, тем не менее, имеет недостаток в том случае, когда мы имеем дело с текущим производством, так как показывает распределение только после того, как будет произведено достаточно много готовой продукции. Если существует проблема, связанная со специальными причинами вариаций, то она не будет обнаружена до тех пор, пока не будет произведено большое число дефектной продукции. Для обнаружения проблемы в момент ее появления в реальном времени существует другой инструмент - контрольные карты.

Контрольная карта - это специальный бланк, на котором проводятся центральная линия и две линии выше и ниже средней, называемые верхней и нижней контрольными границами. На карту точками наносятся данные измерений или контроля параметров и условий производства. Исследуя изменение данных с течением времени, следят, чтобы точки графика не вышли за контрольные границы. Если обнаруживается выброс одной или нескольких точек за контрольные границы, это воспринимается как информация об отклонении параметров или условий процесса от установленной нормы. Для выяснения причины отклонения исследуют влияние качества исходного материала, методов, операций, условий проведения технологических операций, оборудования.

Диаграмма Парето - разновидность столбиковой диаграммы, применяемой для наглядного отображения рассматриваемых факторов в порядке уменьшения их значимости. Диаграмма Парето названа по имени итальянского экономиста Парето (1845-1923). Диаграммы Парето часто используют для анализа причин брака. С помощью диаграмм Парето в удобной и наглядной форме можно представить потери от брака в зависимости от причин появления брака. Диаграмма Парето может выражать результаты расслоения дефектов по причинам, по условиям, по положению и т. д. В результате анализа диаграмм Парето выявляют причины брака, имеющие наибольшую долю и намечают мероприятия по их устранению. Сравнивая диаграммы Парето, построенные по данным до и после улучшения процесса, оценивают эффективность принятых мер.

Причинно-следственная диаграмма часто называется также диаграммой Исикавы, диаграммой “причина-следствие”, “рыбья кость”, “рыбий скелет”. Она позволяет выявить и систематизировать различные факторы и условия, оказывающие влияние на рассматриваемую проблему (на показатели качества). Информация о показателях качества для построения диаграммы собирается из всех доступных источников: используется журнал регистрации операций, журнал регистрации данных текущего контроля, сообщения рабочих производственного участка и т. д. При построении диаграммы выбираются наиболее важные, с технической точки зрения, факторы. Причины сортируются на наиболее вероятные; на причины, связанные с рассеянностью, и причины, связанные с небрежностью персонала; на причины трудноустраняемые и причины, которые невозможно устранить. Разброс факторов (причин), таких как размеры, температура и другие количественные данные, получаемые с помощью измерений, анализируется с использованием гистограмм и других графических методов. При обнаружении отклонений, указывающих на возможность появления брака, принимают меры по устранению причин отклонений.

Расслоение данных (стратификация) - группировка данных на страты (группы). На практике стратификация используется для расслаивания статистических данных по различным признакам и анализа выявленной при этом разницы в диаграммах Парето, схемах Исикавы, гистограммах, диаграммах рассеивания и т.д.

Диаграмма разброса - используется для выявления зависимости между показателями качества (результат) и основными факторами производства (причина) при анализе причинно-следственной диаграммы или для выявления корреляционной зависимости между факторами. Диаграмма разброса строится как график зависимости между двумя переменными x и y .

Контрольный листок - служит для сбора и упорядочения первичных данных. Заполнение контрольных листков является вспомогательным методом для использования контрольных карт, гистограмм и т. п. Формы листка могут быть самыми разнообразными и зависят от поставленной задачи. В контрольный листок заносят необходимые и достаточные данные для решения этой задачи.

Такой листок позволяет осуществлять сбор данных за большой период времени. Сбор данных с помощью контрольных листков не требует больших затрат труда и времени - это лишь регистрация результатов контроля, который постоянно или периодически проводится исполнителем или контролером⁴.

В настоящее время лидирующей методологией по переносу качества мирового уровня в XXI в. является концепция “Шесть сигм”. Цель методологии “Шесть сигм” выражается в достижении очень низкого уровня дефектности.

Как возник термин “Шесть сигм”? Сам по себе термин Сигма является статистическим и обозначает стандартное отклонение. В идеале вы видите свой процесс без отклонений, с постоянным качеством на выходе. В реальности отклонения возникают, и те из них, которые выходят за пределы приемлемого уровня, называются дефектами. В понятии “приемлемого уровня” и заключается “изюминка Шести сигм”: максимальное отклонение выхода процесса должно быть в 6 раз меньше того отклонения, которое требует потребитель. Отсюда и возникло понятие качества Сигма: сколько раз фактическое отклонение укладывается в допуск, указанный потребителем. Начальным уровням качества Сигма соответствуют сотни и десятки дефектов на тысячу, более высоким, пятому и шестому - десятки и единицы на миллион. (см. таблицу). Цель “Шести сигм” - увеличить качество и уменьшить количество дефектов. Таким образом, достигается снижение расходов (меньше гарантийных претензий по качеству), экономится время и упрочняется позиция компании на рынке.

Сегодня приверженцы концепции “Шесть сигм” говорят о двух возможных типах циклов, с помощью которых предлагается совершенствовать процессы. Один цикл - “определяй-измеряй-анализируй-улучшай-контролируй” (Define-Measure-Analyze-Improve-Control = DMAIC), другой - “определяй-измеряй-анализируй-разрабатывай-проверяй” (Define-Measure-Analyze-Design-Verify = DMADV). Цикл DMAIC рекомендуется применять для совершенствования уже существующих процессов, не соответствующих требованиям потребителя, тогда как цикл DMADV - при создании новой продукции или нового процесса.

Уровень сигм и качество

Уровень сигм	Кол-во дефектов на миллион	Кол-во дефектов на тысячу	% дефектов от общего количества
6	3,4	0,0034	0,00034
5	233	0,233	0,0233
4	6210	6,210	0,6210
3	66807	66,807	6,6807
2	308537	308,537	30,8537

Процесс применения последовательности DMAIC состоит в выполнении комплекса мер, назначенного для каждого из 5-ти этапов, по начальным буквам названия.

Define - Определение.

Основные задачи данного этапа - определить, кто является потребителем процесса и его требования, какие цели преследует и какие результаты должен принести проект. Для этого этапа используются уже разработанные карты процесса, на которых можно идентифицировать поставщиков, входы, потребителей и выходы. Базовые рекомендации для анализа моделей сводятся к следующему:

- ◆ простаивающие функции (работы) необходимо ликвидировать или включить в процесс;
- ◆ функции, не ведущие к удовлетворению потребителя также необходимо ликвидировать. Например: исправление неисправностей, которые можно предотвратить, утилизация дефектных продуктов, нерациональные задержки. Ликвидация подразумевает комбинирование нескольких функций (работ) в одну для предотвращения задержек, а также определение и исправление причин, вызывающих необходимость переделок или утилизации.

Все проблемы вариабельности процесса в конечном итоге сводятся к неспособности удовлетворения потребностей потребителей. Для предотвращения данных проблем необходимо идентифицировать характеристики продукта или процесса и способ их измерения. Характеристики Выходов процесса и их важность для потребителя рекомендуется свести в таблицу. Выделение характеристик необходимо для концентрации усилий на наиболее важных мероприятиях и для облегчения создания измерительной шкалы, которая будет использоваться при статистическом анализе. Примерами измерительных шкал могут быть отзывы потребителей, геометрические размеры, вкусовые качества.

Measure - Измерение.

На этом этапе последовательности необходимо определить дефект процесса и вызы-

вающие его причины путем измерения тех факторов, которые оказывают наибольшее влияние на выбранные характеристики. Для выбора данных факторов целесообразно использовать диаграмму Парето, на которой можно идентифицировать те 20% факторов, которые генерируют 80% проблем. Вторым статистическим инструментом, используемым на данном этапе - это контрольные диаграммы. Они позволяют оценить стабильность, следовательно, предсказуемость процесса. Это обуславливается тем, что нестабильные (непредсказуемые) процессы необходимо стабилизировать перед тем, как начинать улучшение.

Analyze - Анализ.

Этот этап требует анализа результатов деятельности путем утверждения критериев оценки и исследования причин дефектов. Это может быть построение причинно-следственной диаграммы. Могут проводиться и другие виды исследований, например, по модели FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)- анализ дефекта и его причины, применяется при исследовании технологических аспектов процесса.

Improve - Совершенствование.

Очевидная задача данного этапа - реализация мер, запланированных при анализе причин дефектов. При решении технологических вопросов необходимо использовать методику проектирования экспериментов (DOE- design of experiments в Minitab и Excel). Суть данного статистического инструмента в определении оптимального соотношения факторов для достижения наивысшего качества.

Control - Контроль.

На завершающем этапе последовательности DMAIC необходимо разработать план контроля над улучшением процесса путем повторения статистических исследований, определения и денежной оценки эффективности проведенных мер⁵.

В системе "Шесть сигм" используется механизм обучения и тренинга, позаимствованный у восточных единоборств: в началь-

ной стадии обучения участники получают “желтый пояс”, после овладения базовыми статистическими знаниями - “зеленый”, а “черного” удостоиваются те, кто овладел наиболее продвинутыми методами статистического анализа. На самой высокой ступени вручается “черный пояс” мастера, обладатель которого, помимо статистических навыков, овладел навыками лидерства и управления.

В конечном счете, в рамках концепции “Шесть сигм” создается определенная инфраструктура, через которую в первую очередь и происходит собственно внедрение данного подхода в культуру организации.

“Шесть сигм” можно применять в организациях практически любого типа и размера. “Шесть сигм” - это процесс, философия, позиция, комплект инструментов и понимание высшим руководством высокого качества как вернейшего пути к рентабельности. Внедряться эта система может по-разному, в зависимости от объема и природы организации, типа ее продукции или сервиса.

Некоторые специалисты еще помнят программы “нулевых дефектов” 60-х годов. Чем отличается от них метод “Шесть сигм”? Прежде всего тем, что сосредоточен на определении меры удовлетворенности потребителя на каждой стадии процесса, а также на непрерывном снижении времени производственного цикла и числа дефектов на миллион операций на каждой стадии. Результат 3,4 дефекта на миллион событий, на который нацелена система “Шесть сигм”, воспринимается как “фактическое совершенство”. Тот факт, что это - не нуль, как раз позволяет людям доверять этой системе. Они будут, вероятно, стремиться к трем дефектам на миллион в плане долговременной цели и различным десятикратным нормам улучшений на промежуточных этапах, потому что эти числа имеют предел. Если исполнительный штат, средние администраторы и другие участники производства убеждены, что такие цели и промежуточные уровни достижимы, тогда имеется возможность успеха. Практика показала, что обученные бригады, используя количественные аналитические методы, могут добиться впечатляющих уровней улучшения качества⁶.

Акцент на определение дефектов на каждом шаге процесса, измерение их в едини-

цах дефектов на миллион событий и постановка долгосрочных целей улучшения качества и отличают концепцию “Шесть сигм” от предшествующих подходов непрерывного улучшения качества.

Подход “Шесть сигм” всеобъемлющий, и от других подходов к улучшению качества его отличают следующие характеристики:

1. Инициатива исходит от лидеров в высших кругах организации и распространяется по всем уровням управления предприятия.

2. Финансовые показатели требуются как для выбора проекта, так и для оценки успеха, и показатели работы тщательно прослеживаются.

3. Для работы над проектами в области “Шесть сигм” отбирается значительное число людей, занимающихся этой деятельностью примерно от 50 до 100% своего рабочего времени.

4. Акцент делается на обучении.

5. Прежде всего акцент делается на определении количества всех результатов, наблюдения и формализованное использование статистических инструментов.

По мере вхождения в новое тысячелетие статистическое управление процессами будет продолжать играть важнейшую роль в улучшении позиций компаний на рынке. Эта роль может отличаться от той, что была в прошлом, так как эта важная методология подвергалась эволюции, начиная от зарождения контроля качества и вплоть до улучшения качества и доведения его до мирового уровня. После примерно столетнего применения инструменты статистического управления процессами по-прежнему остаются основой поддержания и улучшения качества.

¹ Управление качеством: Учеб. для вузов / С.Д. Ильенкова, Н.Д. Ильенкова, В.С. Мхитарян и др.; Под ред. С.Д. Ильенковой. 2-е изд., перераб. и доп. М., 2003.

² Шоттмиллер Д. Статистическое управление процессами // Методы менеджмента качества. 2004. № 5. С. 37-41.

³ Там же.

⁴ Статистические методы повышения качества: Пер. с англ. / Под ред. Х. Кумэ. М., 1990.

⁵ Пэнди П., Ньюмен Р., Кэвенег Р. Курс на Шесть Сигм: Пер. с англ. М., 2002.

⁶ Брю Г. Шесть сигм для менеджеров: Пер. с англ. В.Н. Егорова. М., 2004.

Поступила в редакцию 02.07.2009 г.