**Контрольные карты Шухарта**

Представляемая книга посвящена управлению качеством. Поскольку я уже давно исповедую управление на основе сбора и анализа информации, книга мне понравилась. Фактически я и так использую контрольные карты. Правда, я на них не строю контрольные границы, а анализирую отклонения по своему разумению. Добавит ли что-то в мой менеджерский арсенал описанная в книге методика? Уверен, что «да». Это типичный пример, когда ты что-то такое полезное нащупал интуитивно, а потом получаешь теоретическое подтверждение, систематизацию знаний. Такой подход весьма продуктивен. Не будь у меня практики построения контрольных карт, возможно и *контрольные карты Шухарта* меня бы не впечатлили.

Д. Уилер, Д. Чамберс «Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта». М: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 409 с.



А еще книга о том, что любой метод полезен в контексте. Если не анализировать контрольные карты, не принимать на их основе управленческих решений, так и строить их нужды нет!..

Свои исследования и методику контрольных карт Шухарт изложил в 1931 году! К сожалению, менеджмент в то время не был готов воспринять эти идеи. И только в 50-х годах благодаря работам Деминга и благодатной японской почве *контрольные карты Шухарта* получили развитие.

Любые процессы подвержены вариабельности, но некоторые из них обладают управляемой вариабельностью (объясняемой действием случайных причин), а некоторые – неуправляемой (обусловленной особыми причинами, действием внешних возмущений).

Два пути улучшения процесса:

* если процесс управляем, **менеджмент** способен изменить процесс для снижения вариабельности;
* если процесс неуправляем, **участники процесса** способны найти и устранить особые причины, и сделать процесс управляемым.

Цель инженерной концепции вариабельности – соответствие допускам, цель концепция Шухарта – устойчивость процесса. Почувствуйте разницу!

Состояния любого процесса:

* идеальное (процесс управляем, 100% годной продукции)
* пороговое состояние (процесс управляем, есть некоторое количество брака)
* на грани хаоса (процесс неуправляем, 100% годной продукции)
* хаос (процесс неуправляем, есть брак)

Процессы, предоставленные сами себе, в соответствии с эффектом возрастания энтропии имеют тенденцию сваливаться в хаос.

Свертки[[1]](#footnote-1) данных (статистики на основе исходных данных): среднее, медиана, размах (максимум – минимум), стандартное отклонение (n – 1), гистограмма (с диапазонами), стебель и листья, график хода процесса (временнáя зависимость).

Численные и графические методы свертки дополняют друг друга. Численные свертки способны упустить что-то важное (из-за своей агрегированности).

*Контрольные карты Шухарта* действуют на основе индукции, раз управляемый процесс ранее был в таких-то рамках, то и в будущем мы считаем, что с определенной вероятностью он будет в таких же рамках. Прогноз поведения неуправляемого процесса значительно менее определен. *Контрольные карты Шухарта* используют группировку данных. График групповых средних показывает, насколько меняется параметр от группы к группе. График размахов показывает, насколько стабилен параметр внутри группы. Прелесть *контрольных карт Шухарта* в простоте, поскольку *контрольные карты Шухарта* строятся на основе только двух параметров: группового среднего и размаха группы[[2]](#footnote-2).

*Контрольные пределы карты средних значений: среднее средних ± А2 \* средний размах*

*Верхний контрольный предел карты размахов: D4 \* средний размах*

*Нижний контрольный предел карты размахов: D3 \* средний размах*

Для групп из одного значения используются индивидуальные значения и скользящий размах (mR)

*Контрольные пределы карты индивидуальных значений: среднее ± 2,66 \* средний скользящий размах*

*Верхний контрольный предел карты размахов: 3,268 \* средний скользящий размах*

*Нижний контрольный предел карты размахов: отсутствует (ноль)*

Почему используют 3-сигмовые границы? Около 99% «естественной» (статистически управляемой) вариации попадает в 3-сигмовые границы. При этом, не важно, распределены ли данные по нормальному закону.

Четыре кита *контрольных карт Шухарта*

* контрольные пределы *контрольных карт Шухарта* всегда устанавливаются на расстоянии три сигма по обе стороны от центральной линии
* при вычислении 3-сигмовых пределов используются среднее статистик рассеяния (средний размах)
* в основе построения *контрольных карт Шухарта* лежит правильное выделение подгрупп (вариации между группами и стабильность внутри групп)
* *контрольные карты Шухарта* эффективны только когда организация использует полученные с их помощью знания

Критерии отсутствия управляемости (серии):

* выход одной точки за 3-сигмовые пределы
* выход двух из трех точек подряд за 2-сигмовые пределы по одну сторону от центральной линии
* выход 4 из 5 точек подряд за 1-сигмовые пределы по одну сторону от центральной линии
* расположение 8 точек подряд по одну сторону от центральной линии

(Пример с четырьмя полостями муфты: как неверная группировка может скрыть информацию; аналогично объединение данных от разных операторов)

Принципы группировки

* не собирайте непохожие вещи в одну группу
* минимизируйте вариацию внутри каждой группы
* максимизируйте возможную вариацию между группами
* **усредняйте шумы, а не сигналы!**
* обрабатывайте карту в соответствии с тем, как будете использовать данные
* сформулируйте операциональное определение процедуры сбора данных.

Поле допуска (в числе сигм) = (верхняя граница допуска – нижняя граница допуска) / сигма

DNS – the distance to the nearest specification, расстояние от среднего (в количестве сигм) до ближайшей границы допуска.

Показатели воспроизводимости

Cp – поле допуска / 6$σ$; величина обратная PCI = 6$σ$ / поле допуска; Cpk – DNS / 3$σ$

Чтобы считать процесс воспроизводимым Cp и Cpk должны быть больше единицы, PCI – меньше.

Лучше использовать не показатели воспроизводимости, а размерные единицы. Сравните: «поле допуска равно 4,5 $σ$-единицы» и «Cp равно 0,75»!

Качество мирового уровня. Помните, что допуски – произвольные границы, и между производителем и потребителем постоянно идет борьба за изменение этих границ.

Концепция доктора Тагути:
**точно в соответствии с целью (номиналом) при минимальной дисперсии!**

См. рис. [www.inventech.ru/pic/methods-22.gif](http://www.inventech.ru/pic/methods-22.gif)

Если на кривую потерь Тагути наложить кривую Гаусса (вариация параметра), то становится понятна концепция: чем лучше среднее совпадает с центром кривой Тагути и чем ниже рассеивание, тем большая часть вариаций приходится на потери близкие к нулю.



Пример *контрольных карт Шухарта –* за два года с завода производящего комплектующие для а/м (прикуриватель).

Нельзя просто внедрить *контрольные карты Шухарта*. Их использование выдвигает определенные требования к философии управления, к рабочим и менеджменту. Статистическое управление процессами – это в первую очередь мировоззрение, подкрепленное определенными методами. Обозначить важность КК для непрерывного совершенствования может только высшее руководство.

Не допускайте неадекватного выбора единиц измерения при ведении *контрольных карт Шухарта*. Единица измерения влияет на *контрольные карты Шухарта*, когда она сравнима или больше сигмы. Хорошая подсказка – на диаграмме размахов должно быть 5 и более значений.

Возможно также построение карт для групповых медиан и размахов (не требует ПК для ведения). Такие карты дают меньше информации (менее чувствительны к выходу за контрольные пределы), но проще в построении.

Приведены графики, из которых понятно, как получаются коэффициенты для расчета пределов *контрольных карт Шухарта*.

Для дискретных величин (атрибутов) используются индивидуальные значения (если выборки одинаковы) или доли (если выборки разные) и скользящий размах (XmR-карты).

Для биноминальных величин (да / нет) используются те же XmR-карты или специальные карты. Их особенность – зависимость контрольных пределов от числа элементов в выборке.

На мой взгляд, поскольку в результате анализа *контрольных карт Шухарта* возникает управленческое воздействие, то точность в том, в какой момент оказывать воздействие не очень важна (само по себе управленческое воздействие довольно субъективно).

Три характеристики дискретных данных:

* чем лучше процесс, тем реже отклонения, тем менее чувствительна карта; нужно увеличивать область определения;
* дискретные данные хуже измерений; да / нет годится для отбраковки, а для приближения к номиналу требуются измерения
* трудно идентифицировать вариацию из разных источников (разные операторы, разные контролеры, определяющие да / нет,..)

Нужно стремиться разделить «дефект» на причины его появления, и изучать их. Например, не просто число не полностью собранных грузов, а по причинам неполного соответствия…

С чего начать:

* блок-схемы процессов
* диаграмма причин и результатов (рыбий скелет, диаграмма Исикавы)
* диаграмма Парето

Эти инструменты позволят сосредоточиться на конкретном участке для совершенствования.

Асимметрия – мера несимметричности хвостов распределения (третья степень); центральная часть не вносит существенного вклада в параметр; если распределение симметрично, асимметрия равна нулю; если асимметрия отрицательна, левый «хвост» тяжелее правого.

Эксцесс – мера совместного «веса» хвостов (четвертая степень); их доля по отношению ко всей площади под кривой распределения.

Сбалансированные системы – это миф. Если существует поток работ (конвейер), в котором все операции будут синхронизированы, то вариабельность приведет к снижению производительности всей линии. В таких линиях постепенно будут накапливаться запасы. До тех пор, пока запасы не накопятся до такого уровня, что элементы процесса не станут НЕЗАВИСИМЫ, производительность будет ниже расчетной. Второй подход – увеличение средней мощности большинства операций, так чтобы только одна из операций осталась узким местом. Если поток материалов будет планироваться по узкому месту, запасов в системе возникать не будет. Если спрос будет равен средней производительности для одного узкого места, система сможет работать по графику (типичные идеи ТОС!)

В книге представлено семь инструментов для выявления, определения, решения и предотвращения проблем. Три инструмента перечисленные выше – организационные инструменты. Простые статистические инструменты – гистограммы и графики хода процесса – дают возможность исследователям и группам средства обобщения данных. И, наконец, более сложные инструменты – ККШ и установка цели процесса – позволяют проводить углубленное изучение процессов.

**Контрольная карта для подгруппы, состоящей из одного элемента**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 39 | 41 | 41 | 41 | 43 | 44 | 41 | 42 | 40 | 41 | 44 | 40 |
| mR |  | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 |

Среднее по выборке Xср = 41,42

Средний скользящий размах mRср = 1,73

Верхняя граница карты средних = Xср + 2,66\* mRср = 41,42 + 2,66\* 1,73 = 46,02

Нижняя граница карты средних = Xср – 2,66\* mRср = 41,42 – 2,66\* 1,73 = 36,82

Где 2,66 = 3 / 1,128, где 3 – число сигм, а 1,128 – значение параметра d2, соответствующего подгруппе с n = 2.

Верхняя граница карты размахов = D4 \* mRср = 3,268\* 1,73 = 5,65

1. Свертка – представление большого числа исходных данных одним числом. [↑](#footnote-ref-1)
2. Значение коэффициентов приведены в приложениях (похоже с неточностями) и в самом тексте книги. [↑](#footnote-ref-2)