

Статистическое управление



Sorochkina O.Y.

***Лекция «Карты статистического
управления».***

Донской государственный
технический университет

Кафедра «Управление качеством»

21.03.2020

Карты статистического управления.

Регулирование по количественному и альтернативному признаку. Непрерывные и дискретные факторы. Классификация контрольных карт. Правила анализа карт. Особенность построения контрольных карт для различных факторов. Снижение вариации процесса.

Содержание

1. Введение. Статистическое управление процессами (SPC)	1
1. Основы контрольных карт Шухарта.....	3
2. Почему трехсигмовые пределы.....	4
3. Четыре «кита» карт Шухарта	6
4. Эффективное применение контрольных карт	7
5. Рациональная группировка	3
6. Виды контрольных карт	5
Список литературы.....	11
Контрольные вопросы и задания	12

1. Введение. Статистическое управление процессами (SPC)

Статистическое управление процессами (далее - SPC) является способом применения статистических методов и/или статистических или стохастических алгоритмов контроля для достижения хотя бы одной из следующих целей:

- увеличения знаний о процессе;
- регулирования процесса для достижения желаемого поведения процесса;
- уменьшения отклонений параметров готовой продукции или достижения других улучшений работы процесса.

SPC действует наиболее результативно за счет управления отклонениями параметра процесса или незавершенной продукции, который коррелирован с параметром готовой продукции, и/или за счет увеличения устойчивости процесса к этим отклонениям. Параметр готовой продукции одного процесса может быть параметром следующего процесса.

Хотя SPC касается готовой продукции, он применим к процессам предоставления услуг или выполнения операций (например, процессам обработки данных, программного обеспечения обмена информацией или движения материалов).

В зависимости от рынка сбыта, особенностей продукции, технологии процесса и требований потребителя эффективное применение SPC позволяет уменьшать стоимость и увеличивать прибыль за счет:

- экономически эффективного управления процессом, нацеленного на более высокую стабильность и улучшение процесса и продукции;
- сокращения отклонений от целевых значений параметров готовой продукции или процесса;
- перевода отклонений параметра незавершенной продукции в управляемое состояние или к управляемой переменной процесса и компенсации его отклонений (используется в некоторых технических методах управления) для увеличения стабильности параметров готовой продукции;
- обеспечения признаками и данными вероятного поведения процесса в будущем;

- количественной и качественной оценки уровня качества и стабильности процесса для определения его готовности к производству;
- идентификации, когда и где искать неслучайные причины отклонений и проводить предупреждающие регулировки процесса, а в каких случаях этого не делать;
- указания потенциальных причин отклонений или видов и условий отказов и их источников, идентификации причин низкой производительности и отклонений в производстве и обнаружения неслучайных причин отклонений, что способствует увеличению скорости обнаружения неисправностей и сокращению затрат на их поиск;
- обеспечения информацией, которая помогает выявить, когда присутствуют неслучайные причины отклонений, которые требуют уменьшения или устранения последствий и выполнения эффективных корректирующих действий;
- контроля и/или сокращения случайных причин отклонений за счет внесения изменений в проект и процедуры;
- увеличения знаний о причинах отклонений системы, воздействующих на процессы, проведения улучшений процесса.

Традиционный подход к производству, вне зависимости от вида продукции, - это изготовление и контроль качества для проверки готовой продукции и отбраковка единиц, не соответствующих установленным требованиям. Такая стратегия часто приводит к потерям и не экономична, поскольку построена на проверке пост-фактум, когда бракованная продукция уже создана. Более эффективна стратегия предупреждения потерь, позволяющая избежать производства непригодной продукции. Такая стратегия предполагает сбор информации о самих процессах, ее анализе и эффективные действия по отношению к ним, а не к продукции.

Контрольная карта - это графическое средство, использующее статистические подходы, важность которых для управления производственными процессами была впервые показана доктором У.Шухартом в 1924 г. Теория контрольных карт различает два вида изменчивости.

Первый вид - изменчивость из-за "случайных (обычных) причин", обусловленная бесчисленным набором разнообразных причин, присутствующих постоянно, которые нелегко или невозможно выявить. Каждая из таких причин составляет очень малую долю общей изменчивости, и ни одна из них не значима сама по себе. Тем не менее, сумма всех этих причин измерима и предполагается, что она внутренне присуща процессу. Исключение или уменьшение влияния обычных причин требует управленческих решений и выделения ресурсов на улучшение процесса и системы.

Второй вид - реальные перемены в процессе. Они могут быть следствием некоторых определяемых причин, не присущих процессу внутренне, и могут быть устранены, по крайней мере, теоретически. Эти выявляемые причины рассматриваются как "неслучайные" или "особые" причины изменения. К ним могут быть отнесены поломка инструмента, недостаточная однородность материала, производственного или контрольного оборудования, квалификация персонала, невыполнение процедур и т.д.

Цель контрольных карт - обнаружить неестественные изменения в данных из повторяющихся процессов и дать критерии для обнаружения отсутствия статистической управляемости. Процесс находится в статистически управляемом состоянии, если изменчивость вызвана только случайными причинами. При определении этого приемлемого уровня изменчивости любое отклонение от него считают результатом действия особых причин, которые следует выявить, исключить или ослабить.

Задача статистического управления процессами - обеспечение и поддержание процессов на приемлемом и стабильном уровне, гарантируя соответствия продукции и услуг установленным требованиям. Главный статистический инструмент, используемый для этого, - контрольная карта, - графический способ представления и сопоставления информации, основанной на последовательности выборок, отражающих текущее состояние процесса, с границами, установленными на основе внутренне присущей процессу изменчивости. Метод контрольных карт помогает определить, действительно ли процесс достиг статистически управляемого состояния на правильно заданном уровне или остается в этом состоянии, а затем поддерживать управление и высокую степень однородности важнейших характеристик продукции или услуги посредством непрерывной записи информации о качестве продукции в процессе производства. Использование

контрольных карт и их тщательный анализ ведут к лучшему пониманию и совершенствованию процессов.

1. Основы контрольных карт Шухарта

Карта Шухарта требует данных, получаемых выборочно из процесса через примерно равные интервалы. Интервалы могут быть заданы либо по времени (например, ежечасно), либо по количеству продукции (каждая партия). Обычно каждая подгруппа состоит из однотипных единиц продукции или услуг с одними и теми же контролируемыми показателями, и все подгруппы имеют равные объемы. Для каждой подгруппы определяют одну или несколько характеристик, таких как среднее арифметическое подгруппы \bar{x} и размах подгруппы R или выборочное стандартное отклонение \bar{s} .

Карта Шухарта - это график значений определенных характеристик подгрупп в зависимости от их номеров. Она имеет центральную линию (CL), соответствующую эталонному значению характеристики. При оценке того, находится ли процесс в статистически управляемом состоянии, эталонным обычно служит среднее арифметическое рассматриваемых данных. При управлении процессом эталонным служит долговременное значение характеристики, установленное в технических условиях, или ее номинальное значение, основанное на предыдущей информации о процессе, или намеченное целевое значение характеристики продукции или услуги. Карта Шухарта имеет две статистические определяемые контрольные границы относительно центральной линии, которые называются верхней контрольной границей (UCL) и нижней контрольной границей (LCL)/

Контрольные границы на карте Шухарта находятся на расстоянии 3σ от центральной линии, где σ - генеральное стандартное отклонение используемой статистики. Изменчивость внутри подгрупп является мерой случайных вариаций. Для получения оценки σ вычисляют выборочное стандартное отклонение или умножают выборочный размах на соответствующий коэффициент. Эта мера не включает межгрупповых вариаций, а оценивает только изменчивость внутри подгрупп.

Границы $\pm 3\sigma$ указывают, что около 99,7% значений характеристики подгрупп попадут в эти пределы при условии, что процесс находится в статистически управляемом состоянии. Другими словами, есть риск, равный 0,3% (или в среднем три на тысячу случаев), что нанесенная точка окажется вне контрольных границ, когда процесс стабилен. Употребляется слово "приблизительно", поскольку отклонения от исходных предположений, таких как вид распределения данных, будут влиять на значения вероятности.

Вероятность того, что нарушение границ, в самом деле, случайное событие, а не реальный сигнал, считается столь малой, что при появлении точки вне границ следует предпринять определенные действия. Так как действие предпринимается именно в этой точке, то 3σ контрольные границы иногда называются "границами действий".

Часто на контрольной карте границы проводят еще и на расстоянии 2σ . Тогда любое выборочное значение, попадающее за границы 2σ , может служить предостережением о грозящей ситуации выхода процесса из состояния статистической управляемости.

При применении контрольных карт возможны два вида ошибок: первого и второго рода.

Ошибка первого рода возникает, когда процесс находится в статистически управляемом состоянии, а точка выскакивает за контрольные границы случайно. В результате неправильно решают, что процесс вышел из состояния статистической управляемости, и делают попытку найти и устранить причину несуществующей проблемы.

Ошибка второго рода возникает, когда рассматриваемый процесс не управляем, а точки случайно оказываются внутри контрольных границ. В этом случае неверно заключают, что процесс статистически управляем и упускают возможность предупредить рост выхода несоответствующей продукции. Риск ошибки второго рода - функция трех факторов: ширины контрольных границ, степени неуправляемости и объема выборки. Их природа такова, что можно сделать лишь общее утверждение о величине ошибки.

Если процесс статистически управляем, контрольные карты реализуют метод непрерывной статистической проверки нулевой гипотезы о том, что процесс не изменился и остается стабильным. Но поскольку значение конкретного отклонения характеристики процесса от цели, которое могло бы привлечь внимание, обычно нельзя определить заранее, как и риск ошибки второго рода, и объем

выборки не рассчитывается для удовлетворения соответствующего уровня риска, то карту Шухарта не стоит рассматривать с точки зрения проверки гипотез.

2. Почему трехсигмовые пределы.

Трехсигмовые границы — это не вероятностные пределы. Важнейшая причина использования именно трехсигмовых пределов — эмпирическое подтверждение их эффективности при работе с реальными данными. Поскольку строгого вероятностного доказательства не существует, рассмотрим эмпирическое правило, предоставляющее нам полезный способ описания данных при помощи меры положения и меры рассеяния.

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ПРАВИЛО. Если дано однородное множество данных:

- 1) примерно 60-75% данных находятся в пределах одной сигма-единицы по обе стороны от среднего;
- 2) ориентировочно от 90 до 98% данных лежат на расстоянии две сигма-единицы от среднего;
- 3) приблизительно 99-100% данных удалены от среднего не более чем на три сигма-единицы.

На рисунках 1-3 представлены реализация эмпирических правил для различных законов распределения величин.

Сигма-единица — это мера масштаба данных. Общие статистики рассеяния можно преобразовать в σ -единицы при помощи формул. Переходя от собственно единиц измерения к σ -единицам, можно оценить, сколько данных находится на определенном расстоянии по обе стороны от среднего. Таким образом, *σ -единицы показывают, сколько единиц измерений соответствует одной стандартной единице рассеяния.*

В этих моделях приведенные проценты соответствуют площади под кривой распределения, σ заменяется параметром рассеяния $SD(X)$, а эмпирическое среднее — параметром положения $MEAN(X)$.

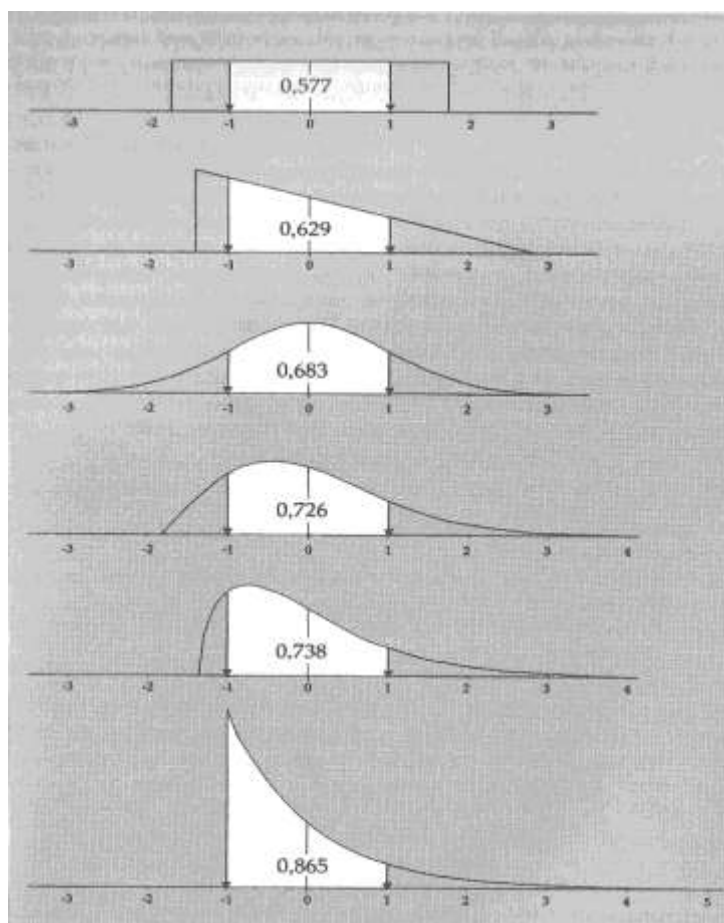


Рисунок 1 - Первый пункт эмпирического правила

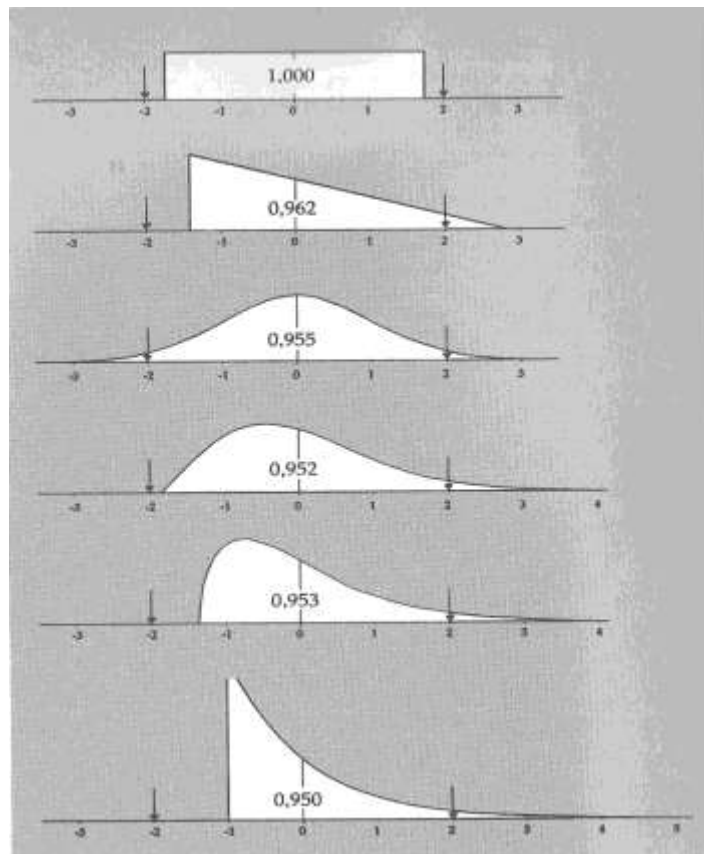


Рисунок 2 - Второй пункт эмпирического правила

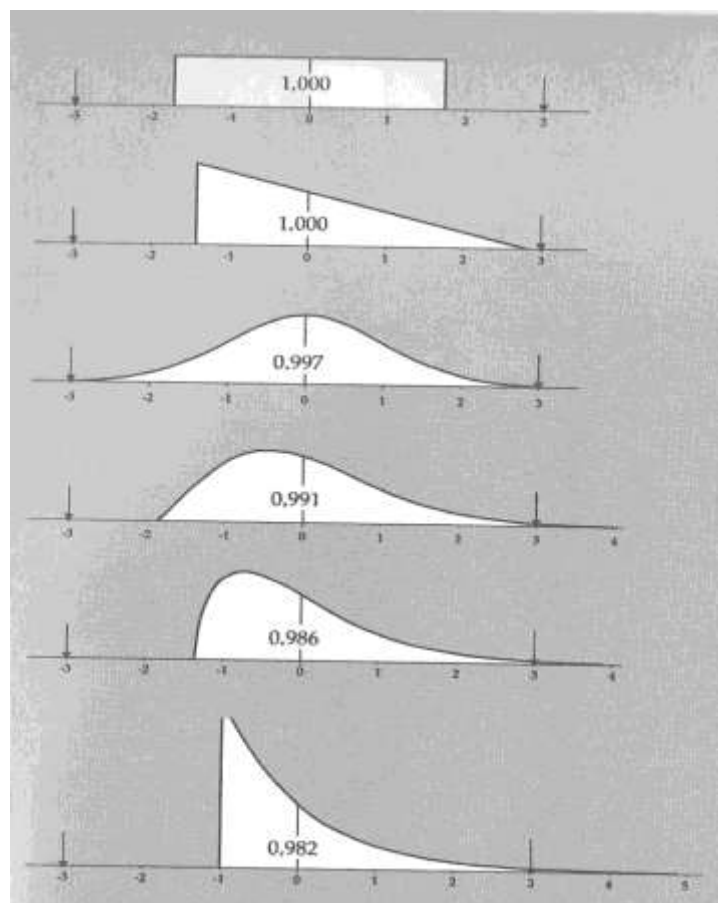


Рисунок 3 - Третий пункт эмпирического правила

3. Четыре «кита» карт Шухарта

ПЕРВЫЙ «КИТ»: *контрольные пределы карт Шухарта всегда устанавливаются на расстоянии три сигмы по обе стороны от центральной линии*

Вне зависимости от того, работаем ли мы с индивидуальными значениями, с групповыми средними, с групповыми размахами, с групповыми стандартными отклонениями, со скользящими размахами или со скользящими средними, контрольные пределы строятся по одному и тому же принципу.

ВТОРОЙ «КИТ»: *при вычислении трехсигмовых контрольных пределов всегда используется среднее статистик рассеяния*

Определение нескольких статистик рассеяния и использование либо среднего, либо медианы статистик рассеяния вносит в процедуру вычисления контрольных пределов определенную стабильность. Более того, если это делается для описания внутригрупповой вариации, то достигается гораздо меньшая чувствительность к отсутствию управляемости, чем при любом другом подходе. Выбор статистик рассеяния не так уж и важен: можно использовать размах, стандартное отклонение или корень из среднего квадрата отклонений.

При $n = 1$ для построения контрольных пределов можно использовать скользящий средний размах.

ТРЕТИЙ «КИТ»: *концептуальной основой карт Шухарта служит рациональный отбор данных и правильное выделение подгрупп*

Метод сбора данных, их распределение по подгруппам и нанесение этой информации на контрольную карту всецело зависит от свойств наблюдаемого процесса, источников вариации, целей, поставленных перед картой, и пользы, которую должно принести полученное с ее помощью понимание процесса.

Ошибки, сделанные при учете этих факторов, могут принести к получению абсолютно бессмысленной контрольной карты.

ЧЕТВЕРТЫЙ «КИТ»: *контрольные карты эффективны только тогда, когда организация правильно использует получаемые с их помощью знания*

Без организации, которая способна воплотить знание в действие, это знание бесполезно. И наоборот, знание полезно только тогда, когда оно служит критерием для действий. Если вы не можете адекватно отреагировать на предоставленное контрольной картой знание, SPC не будет столь эффективным инструментом в ваших руках, каким мог бы быть. Пока на предприятии есть великое множество внутренних барьеров и препятствий для использования контрольных карт, ничего не произойдет само собой. Вот почему многие из знаменитых 14 пунктов доктора Деминга связаны с этим основополагающим принципом.

14 пунктов доктора Деминга

1. Добейтесь постоянства цели — постоянного улучшения товаров и услуг для общества и распределения ресурсов с целью решения долгосрочных стратегических задач, а не только получения сиюминутной прибыли, что позволит стать конкурентоспособным, надолго остаться в бизнесе и обеспечить людей работой.

2. Усвойте новую философию! Мы живем в новом экономическом веке, который возник в Японии. Мы не можем больше мириться с общепринятым уровнем задержек, ошибок, качества материалов и непрофессионализма. Только изменение западного стиля менеджмента может остановить продолжающийся упадок экономики.

3. Откажитесь от потребности в массовых проверках как от способа существования, добивайтесь

качества, прежде всего встраивая его в продукцию. Требуйте статистического подтверждения встроенного качества в производстве и закупках.

4. Перестаньте судить о бизнесе только по ценникам! Вместо этого требуйте содержательных показателей качества. Сократите число поставщиков одинаковой продукции, исключая тех, кто не в состоянии статистически или иначе подтвердить качество. Наша цель — уменьшить общие, а не только начальные затраты, минимизировав вариацию. Это достигается наличием только одного поставщика для каждого вида сырья и долгосрочными доверительными отношениями лояльности и доверия. У менеджеров по закупкам теперь новая работа, они должны учиться.

5. Постоянно улучшайте каждый процесс планирования, производства и обслуживания. Постоянно ищите проблемы, решение которых позволит улучшить каждое действие в компании, повысить качество и производительность и, следовательно, постоянно снижать затраты. Введите инновации и постоянно совершенствуйте товары, услуги и процессы. Работа менеджмента — постоянно улучшать систему (разработку продукции, закупку сырья, ремонт и совершенствование оборудования, общее руководство, подготовку и переподготовку персонала).

6. Введите современные методы обучения на рабочем месте для всех, включая менеджмент, чтобы лучше использовать каждого человека. Новые навыки нужны при переменах в материалах, методах, продукции, оборудовании, технологии и услугах.

7. Учредите институт лидерства, чтобы помогать людям лучше делать свою работу. Ответственность менеджеров и руководителей надо изменить от учета штук к качеству. Повышение качества автоматически повышает производительность. Менеджмент должен гарантировать, что предпримет немедленные действия при получении отчета об обнаруженных дефектах, об обслуживании оборудования и смене инструментов, о нечетких операционных определениях и обо всех других условиях, определяющих качество.

8. Поощряйте двусторонний обмен информацией и другие способы изгнания страха из организации, чтобы каждый мог трудиться эффективно на благо компании.

9. Ломайте барьеры между отделами и подразделениями. Люди из разных подразделений, таких как отделы исследований, проектирования, снабжения, управления и производства, должны работать в командах над решением проблем, возникающих с товарами или услугами.

10. Устраните лозунги, плакаты и призывы к рабочим, требующие нули дефектов и нового уровня производительности, если не указаны методы достижения этих целей. Такие призывы только создадут атмосферу соперничества, которая снизит и производительность, и качество, и общий потенциал рабочей силы.

11. Исключите рабочие стандарты, которые предписывают нормы выработки для исполнителей и количественные цели для менеджеров. Вместо этого организуйте лидерство, чтобы достичь постоянного повышения производительности и качества.

12. Разрушьте барьеры, лишаящие постоянных рабочих и менеджеров права гордиться своим мастерством. Это подразумевает, между прочим, отмену всевозможных годовых рейтингов (оценки результатов) и управления по целям. И снова ответственность менеджеров, руководителей, мастеров надо переключить от штук к качеству.

13. Организуйте сильную образовательную программу и поощряйте самосовершенствование каждого сотрудника. Организации не нужны про сто хорошие люди, нужны хорошие люди, постоянно повышающие свое образование. Продвижение на конкурентную позицию должно основываться на знаниях.

14. Ясно определите постоянную приверженность высшего менеджмента к постоянному повышению качества и производительности и его обязательство следовать этим принципам. Действительно, недостаточно для высшего руководства просто быть приверженным идее повышения качества, нужно еще и действовать в этом направлении.

4. Эффективное применение контрольных карт

Структуры в текущих результатах

Контрольные карты Шухарта очень редко служат ложным сигналом. Точка, оказавшаяся за пределами 3σ , скорее всего, служит сигналом наличия какой-то особой причины, которую надо выявить и исключить. Пока результаты остаются в пределах трех сигм и варьируют относительно центральной линии случайным образом, можно уверенно сказать, что наш процесс стабилен.

Простые критерии серий

Серии — одна из неслучайных структур в текущих данных. Есть разные виды серий, но

самая распространенная из них — это серия относительно центральной линии.

Серия может представлять собой группу последовательных точек, находящихся по одну сторону от центральной линии. Если две соседние точки расположены по одну сторону от центральной линии, говорят о *серии из двух точек*. Если рассматривается точка, «соседки» которой лежат по другую сторону от центральной линии, эту точку называют *серией из одной точки*.

Если восемь или более точек подряд оказываются по одну сторону от центральной линии карты средних значений, они могут рассматриваться в качестве свидетельства устойчивого смещения среднего процесса, даже если все точки лежат внутри контрольных пределов.

Когда критерий серий применяется к карте размахов (или к карте любой другой меры рассеивания), надо сделать некоторые допущения об отсутствии симметрии распределения размахов. Это отсутствие симметрии увеличивает шансы появления длинных серий ниже центральной линии.

Эти простые критерии серий иллюстрируются с помощью данных таблицы

ПРИМЕР Содержание кремния в доменной печи. Серии длиной в восемь и более точек

Данные в табл. содержат 99 измерений содержания кремния в пробах расплавленного металла, взятых из доменной печи. Результаты были сгруппированы в 33 подгруппы (n = 3). Контрольные карты для этих данных показаны на рисунке

Подгруппа	Измерения			Среднее	Размах
1	144	80	72	98,67	72
2	150	101	97	116,00	53
3	180	106	112	132,67	74
4	193	95	126	138,00	98
5	210	90	132	144,00	120
6	225	107	144	158,67	118
7	235	127	156	172,67	108
8	233	142	163	179,33	91
9	228	159	170	185,67	69
10	198	167	181	182,00	31
11	190	178	180	182,67	12
12	178	199	202	193,00	24
13	168	181	250	199,67	82
14	137	173	205	171,67	68
15	121	163	175	153,00	54
16	116	158	157	143,67	42
17	85	147	148	126,67	63
18	65	134	140	113,00	75
19	88	128	157	124,33	69
20	111	113	139	121,00	28
21	120	104	121	115,00	17
22	138	113	131	127,33	25
23	160	122	125	135,67	38
24	179	108	111	132,67	71
25	200	135	118	151,00	82
26	245	145	115	168,33	130
27	248	158	92	166,00	156
28	211	133	99	147,67	112
29	201	125	79	135,00	122
30	155	112	111	126,00	44
31	145	105	127	125,67	40
32	102	95	135	110,67	40
33	83	63	130	92,00	67

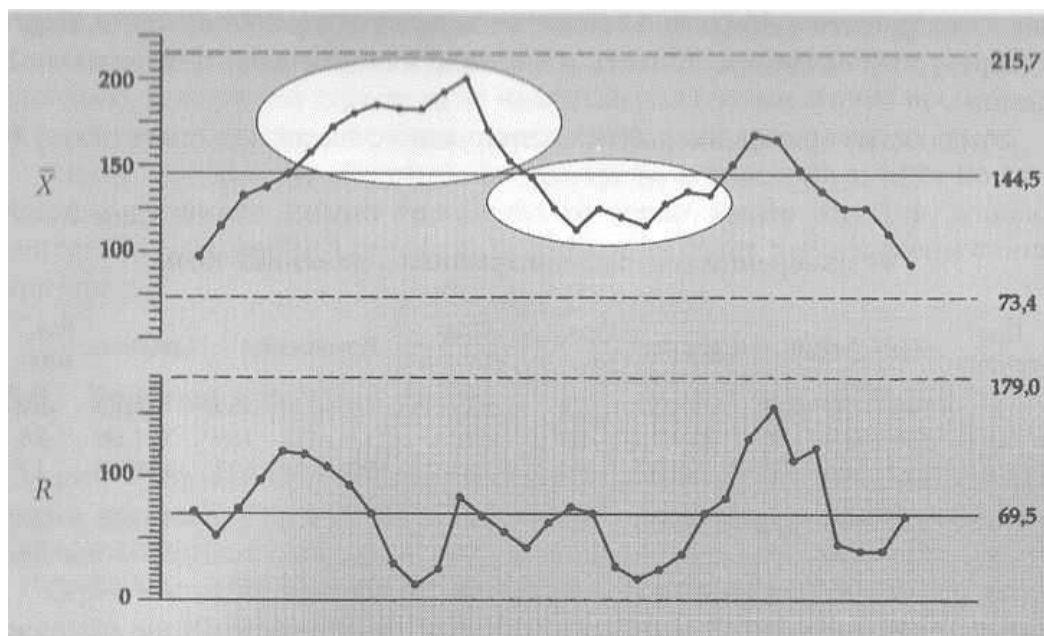


Рисунок 4 - Контрольные карты по содержанию кремния с трех сигмовыми пределами

Хотя все точки лежат внутри контрольных пределов, текущие данные на карте средних не ведут себя ожидаемым образом. В действительности есть две длинные серии, одна из них состоит из десяти точек над центральной линией, а другая содержит девять точек под центральной линией. Обе серии свидетельствуют об отсутствии управляемости.

На карте размахов видны десять серий относительно центральной линии. Две из них состоят из шести значений и лежат выше центральной линии. Но ни одна из них не удовлетворяет критерию серий.

Для серий относительно центральной линии новая серия начинается всякий раз, как только текущие данные пересекут эту линию. Как только некоторая точка попадет точно на центральную линию, она дает старт новой серии.

Более сложные критерии серий

Первый из этих двух критериев серий указывает на сдвиг в процессе, если:

1. по меньшей мере два из трех последовательных значений лежат по одну сторону от центральной линии;
2. эти два значения удалены от центральной линии больше, чем на 2σ (третье может лежать с любой стороны от центральной линии).

ПРИМЕР

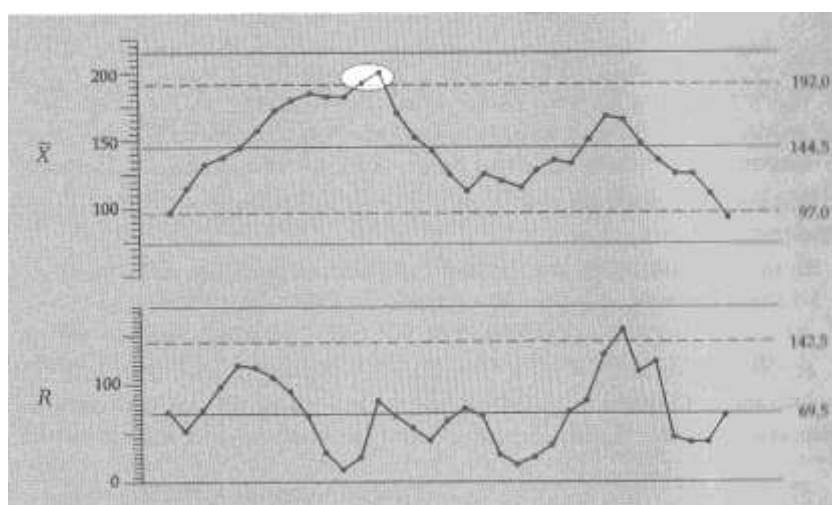


Рисунок 5 - Содержание кремния в доменной печи, данные с двухсигмовыми линиями

Второй из двух критериев серий позволяет обнаружить сдвиг, если:

1. по меньшей мере, четыре из пяти последовательных точек лежат по одну сторону от центральной линии;
2. все эти четыре точки отстоят от этой линии не менее чем на одну сигму (пятая точка может быть с любой стороны от центральной линии).

Это правило позволяет обнаруживать сдвиг путем идентификации сравнительно длинных серий, расположенных недалеко от центральной линии.

ПРИМЕР

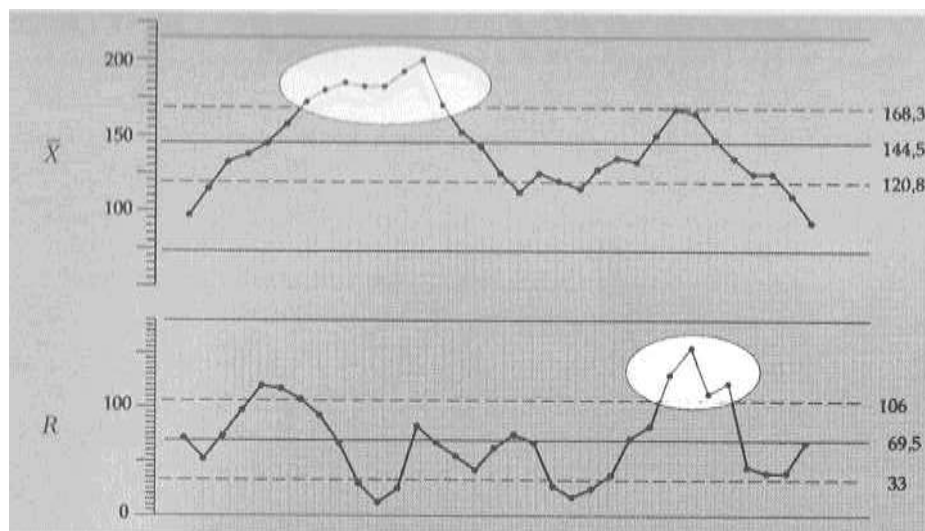


Рисунок 6 - Содержание кремния в доменной печи, данные с односигмовыми линиями

Четыре правила определения отсутствия управляемости

Если эти три правила объединить с исходным критерием отсутствия управляемости, получатся четыре правила определения особых причин. Для ясности можно пользоваться следующим их списком.

- **ПРАВИЛО 1.** Выход одной точки за трехсигмовые пределы указывает на отсутствие управляемости.
- **ПРАВИЛО 2.** Выход хотя бы двух из трех последовательных точек, лежащих по одну сторону от центральной линии, за двухсигмовые пределы указывает на отсутствие управляемости.
- **ПРАВИЛО 3.** Выход по меньшей мере четырех из пяти последовательных точек, лежащих по одну сторону от центральной линии, за пределы одной сигмы указывает на отсутствие управляемости.
- **ПРАВИЛО 4.** Расположение по меньшей мере восьми последовательных точек по одну сторону от центральной линии указывает на отсутствие управляемости.

По мере продвижения от правила 1 к правилу 4 нужны все более и более длинные серии для обнаружения отсутствия управляемости по точкам, лежащим сравнительно недалеко от центральной линии. Эти четыре правила образуют полный набор правил принятия решения при идентификации сдвига процесса.

Поскольку правила 1 и 4 не требуют никаких дополнительных вычислений, их целесообразно использовать в первую очередь. Затем, если требуется большая чувствительность и быстрый отклик, можно воспользоваться правилами 2 и 3.

Наконец, стоит иметь в виду, что цель применения контрольных карт—это углубление в понимание процесса. Это означает, что главной частью идентификации перехода процесса в неуправляемое состояние служит способность исследователя интерпретировать полученные карты с точки зрения характера протекания процесса.

5. Рациональная группировка

Важный аспект эффективного использования контрольных карт их способность отвечать на правильные вопросы. Для этого способ распределения данных по подгруппам должен соответствовать структуре данных. Обычно это означает, что в каждую подгруппу следует группировать данные из некоторой «малой области» — пространства, времени, партии продукции, чтобы внутри подгруппы данные были как можно более однородными.

Акцент на минимизации вариации внутри подгрупп проистекает из того факта, что именно эта вариация используется при расчете контрольных пределов. Контрольные пределы зависят от среднего размаха, которым, в свою очередь, зависит от индивидуальных групповых размахов, отражающих вариацию внутри подгрупп. Именно *вариация внутри подгрупп* используется для установления контрольных пределов, которые определяют, какая вариация допустима *между* подгруппами.

Вопрос, который ставит контрольная карта средних: «А не варьируют ли групповые средние больше, чем должны, если опираться на внутригрупповую новую вариацию?» Иначе говоря: «При допущенной вариабельности внутри подгрупп определимы ли различия между групповыми средними?»

Карта размахов спрашивает: «Устойчива ли вариация внутри подгрупп от подгруппы к подгруппе?» Или, иначе: «При допущенной средней вариации внутри подгрупп определимы ли различия вариаций в разных подгруппах?»

ПРИМЕР



Рисунок 7 - Карта, построенная на не группированных данных

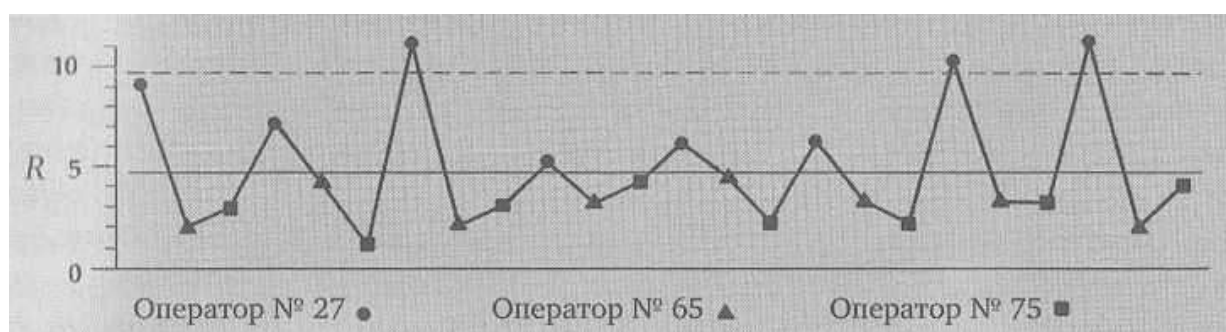


Рисунок 8 - Карта размахов, построенная на сгруппированных данных

Эти размахи служат мерой вариации некой физической характеристики пяти образцов изделий, извлеченных из продукции, произведенной каждым из трех операторов. Средний размах обобщает все групповые размахи, контрольные пределы рассчитываются на основании среднего размаха. Если все подгруппы имеют одинаковые рассеивания, их размахи должны лежать внутри этих контрольных пределов. Другими словами, если вариация продукции стабильна от подгруппы к подгруппе, то размах подгрупп должен быть постоянным. В данном примере три размаха

превысили верхний контрольный предел, а это означает, что вариация продукции нестабильна при переходе от одной подгруппы к другой. Поскольку разные подгруппы относятся к различным операторам, это говорит о том, что разные операторы производят продукцию с различной степенью устойчивости.

Контрольные карты сами по себе не имеют никакого смысла. Их можно интерпретировать только в определенном контексте. Вне зависимости от того, используются ли они отдельными людьми или коллективами, есть ряд вопросов, на которые нужно ответить, прежде чем можно будет интерпретировать карту.

1. Что представляют собой отдельные значения? Что означают эти числа?
2. Как получены эти значения? Кто их получает? Как часто? Где? Каким способом? При помощи каких инструментов или приборов?
3. Какие источники вариации представлены в этих данных?
4. Как эти данные организованы в подгруппы? Каковы источники вариации внутри подгрупп? Каковы источники вариации между подгруппами?
5. Как должны себя вести эти данные? Существуют ли какие-нибудь естественные барьеры в пределах интервала наблюдаемых значений?

Помимо этих вопросов существуют еще некоторые принципы группировки, которые следует соблюдать при построении контрольных карт.

ПЕРВЫЙ ПРИНЦИП ГРУППИРОВКИ: никогда сознательно не собирайте в одну подгруппу непохожие вещи.

Каждая подгруппа должна быть логически однородной.

ВТОРОЙ ПРИНЦИП ГРУППИРОВКИ: минимизируйте вариацию внутри каждой подгруппы

Именно вариация внутри каждой подгруппы задает основной уровень шума для данных.

ТРЕТИЙ ПРИНЦИП ГРУППИРОВКИ: максимизируйте возможную вариацию между подгруппами

Если существует какая-нибудь возможность того, что две вещи могут различаться, убедитесь, что они в разных подгруппах. Если надо просто сравнить две вещи, скажем А и Б, то убедитесь, что они в разных подгруппах. Контрольная карта нацелена именно на различия между подгруппами. Она использует внутригрупповую вариацию для определения того, какой вариацией можно пренебречь. Следовательно, минимизируя внутригрупповую и максимизируя межгрупповую вариацию, мы получим полезную и чувствительную контрольную карту.

ЧЕТВЕРТЫЙ ПРИНЦИП ГРУППИРОВКИ: усредняйте шумы, а не сигналы

Цель использования групповых средних заключается в усреднении шумов, чтобы выделить сигнал и сделать его легче обнаруживаемым. Никогда не стоит усреднять измерения, полученные таким образом, что априори известна их логическая неэквивалентность. Усреднение сигналов **или** потенциально возможных сигналов всегда ошибочно.

ПЯТЫЙ ПРИНЦИП ГРУППИРОВКИ: обрабатывайте карту в соответствии с тем, как будете использовать данные

Частоту отбора подгрупп следует согласовать с мониторингом и частотой принятия решений, подходящей для данного процесса. Если отбираются единичные значения, подгруппа единичного объема может оказаться самой подходящей для таких данных. Если же одновременно отбирается множество измерений одного процесса, то их логично сгруппировать вместе. Всякий раз, когда мы встречаемся с ограниченными экспериментальными данными хода процесса,

эксперимента или сертификационных испытаний, всегда стоит взглянуть на графики индивидуальных значений. Они могут раскрыть то, что было бы скрыто при группировке. Вот почему автоматическое разбиение на подгруппы — не лучший прием.

ШЕСТОЙ ПРИНЦИП ГРУППИРОВКИ: сформулируйте операциональное определение процедуры сбора данных

В тех случаях, когда в процессе сбора информации присутствует субъективность, вполне вероятно, что на свойства собранных данных существенно влияет смена наблюдателей. Систематическая, стабильная процедура измерения — важное условие получения качественных данных.

6. Виды контрольных карт

Контрольные карты Шухарта бывают двух основных типов: для количественных и альтернативных данных. Для каждой контрольной карты встречаются две ситуации:

- а) стандартные значения не заданы;
- б) стандартные значения заданы.

Стандартные значения - значения, установленные в соответствии с некоторыми конкретными требованиями или целями.

Контрольные карты, для которых не заданы стандартные значения

Цель таких карт - обнаружение отклонений значений характеристик (например, \bar{x} , R или какой-либо другой статистики), которые вызваны иными причинами, чем те, которые могут быть объяснены только случайностью. Эти контрольные карты основаны целиком на данных самих выборок и используют для обнаружения вариаций, которые обусловлены неслучайными причинами.

Контрольные карты при наличии заданных стандартных значений

Целью таких карт является определение того, отличаются ли наблюдаемые значения \bar{x} , R и т.п. для нескольких подгрупп (каждая объемом n наблюдений) от соответствующих стандартных значений x_0 (μ) и т.п. больше, чем можно ожидать при действии только случайных причин. Особенностью карт с заданными стандартными значениями является дополнительное требование, относящееся к положению центра и вариации процесса. Установленные значения могут быть основаны на опыте, полученном при использовании контрольных карт без априорной информации, или на заданных стандартных значениях, а также на экономических показателях, установленных после рассмотрения потребности в услуге и стоимости производства, или указаны в технических требованиях на продукцию.

Предпочтительно, чтобы установленные значения определялись на основе исследования предварительных данных, которые, как предполагается, станут типичными для всех будущих данных. Для эффективного использования контрольных карт стандартные значения должны быть сопоставимы с присущей процессу изменчивостью. Карты, основанные на таких стандартных значениях, особенно полезны для управления процессами и поддержания однородности продукции на желаемом уровне.

Таблица 1 - Общий перечень методов и приемов управления качеством продукции

	Элемент	Статистические методы и приемы	Обозначение соответствующего стандарта/документа
6.1	Контрольная карта недостатков	Методы, используемые при проведении аудита	-
6.2	p -карта	Контрольная карта по альтернативному признаку	ИСО 7870-1, ИСО 8258
6.3	np -карта контроля	Контрольная карта по альтернативному признаку	ИСО 7870-1, ИСО 8258
6.4	c -карта	Контрольная карта по альтернативному	ИСО 7870-1, ИСО 8258

	Элемент	Статистические методы и приемы	Обозначение соответствующего стандарта/документа
		признаку	
6.5	<i>u</i> -карта	Контрольная карта по альтернативному признаку	ИСО 7870-1, ИСО 8258
6.6	\bar{X} (\bar{X} - bar)-карта и <i>s</i> -карта	Контрольные карты по количественному признаку (часто применяющиеся для контроля технических устройств)	ИСО 7870-1, ИСО 8258
6.7	Контрольная карта нескольких альтернативных признаков, несоответствий (выявленных в ходе аудита), взвешенных характеристик	Контрольная карта по альтернативному признаку	ИСО 7870-1
6.8	Контрольная карта Парето	Анализ значимости и критичности	ИСО 8258
6.9	Групповые карты скользящего среднего (или медиана) и скользящего разброса	Контрольные карты выборочных данных малого объема	ИСО 7870-1, ИСО 7870-5
6.10	Приемочная контрольная карта	См. ИСО 8258 и ИСО 7870-3	ИСО 8258, ИСО 7870-3
6.11	Контрольная карта наклона	Групповые контрольные карты по количественному признаку	ИСО 7870-5
6.12	Контрольная карта вероятности, контрольная карта для ненормальных распределений	Определение распределения данных и оценки краткосрочной воспроизводимости	ИСО 22514-3, ISO/TR 22514-4
6.13	Контрольная карта вероятности	Определение распределения данных и оценки краткосрочной воспроизводимости	ИСО 22514-3, ISO/TR 22514-4
6.14	<i>X</i> -карты со скользящим размахом (ненормальное распределение)	Контрольная карта по количественному признаку	ИСО 7870-1, ИСО 8258
6.15	<i>X</i> -карты со скользящим размахом (нормальное распределение)	Контрольная карта по количественному признаку	ИСО 7870-1, ИСО 8258
6.16	Контрольные карты медианы	Контрольная карта по количественному признаку	ИСО 7870-1, ИСО 8258
6.17	Модифицированная контрольная карта	Карта допуска на дрейф процесса	ИСО 7870-5
6.18	Контрольная карта скользящих средних	Контрольная карта наблюдаемых тенденций изменения средних	ИСО 7870-5
6.19	Контрольная карта скользящего размаха	Карты наблюдаемых трендов	ИСО 7870-5
6.20	Предварительная контрольная карта (не рекомендуется)	Контрольная карта индивидуальных значений, использующая границы допустимых значений	-
6.21	Проверка серий	Проверка анализа данных на наличие тренда	ИСО 7870-1
6.22	Стандартизированные контрольные карты (<i>Z</i> -карты)	Контрольные карты по количественному признаку для коротких серий данных	ИСО 7870-5
6.23	Нормализованные (или номинальные) контрольные карты	Контрольные карты по количественному признаку для коротких серий данных	ИСО 7870-5
6.24	\bar{X} (\bar{X} -bar)-карта, подгруппы одинакового объема	Групповые карты по количественному признаку	ИСО 8258
6.25	\bar{X} (\bar{X} -bar)-карта, подгруппы неодинакового объема	Групповые карты по количественному признаку	ИСО 8258
6.26	Групповая контрольная карта	Прослеживание большого количества потоков или положений процесса	ИСО 7870 (все части)
6.27	Многомерная контрольная карта	Мониторинг нескольких характеристик	ИСО 7870-1
6.28	CUSUM-карта	Улучшенные контрольные карты по количественному признаку	ИСО 7870-4
6.29	EWMA-карта	Улучшенные контрольные карты по количественному признаку	ИСО 8258
6.30	Манхэттенская диаграмма (контрольная карта)	Карта ранних откликов	ISO/TR 18532
6.31	Адаптивная контрольная карта	Контрольная карта по количественному признаку для временного ряда данных	ИСО 8258

	Элемент	Статистические методы и приемы	Обозначение соответствующего стандарта/документа
6.32	Контрольная карта среднего	Описательная статистика	ИСО 7870 (все части)
6.33	Коэффициент вариации	Описательная статистика	
6.34	Оценки C_p , C_{pk} на основе измерений по отношению к границам установленных требований	Статистики воспроизводимости процесса	ИСО 22514 (все части)
6.35	Гистограмма (частотное распределение)	Описательная статистика	ИСО 7870 (все части)
6.36	Критерии нормальности распределения	Описательная статистика	ИСО 5479
6.37	Контрольные карты для элементов распределения частот	Описательная статистика	ИСО 7870 (все части)
6.38	P_m , P_{mk} для машины (или для любой единичной характеристики продукции)	Описательная статистика	ИСО 22514-3
6.39	p_m , p_{mk} для процесса	Описательная статистика	ISO/TR 22514-4
6.40	Значения или графики квантилей	Описательная статистика	ИСО 7870 (все части)
6.41	Критерии значимости	Принятие решения	ИСО 2854
6.42	Дисперсионный ковариационный анализ и ANOVA	Методы планирования эксперимента	-
6.43	Анализ средних (ANOM)	Методы планирования эксперимента	-
6.44	Причинно-следственная диаграмма	Метод исследования	-
6.45	Планирование эксперимента	Методы планирования эксперимента	ISO/TR 29901
6.46	Эволюционное планирование (эксперимента)	Экспериментальный метод	-
6.47	Многомерный анализ по Шайнину. Анализ компонентов, переменных, исследование продукция-процесс, попарное сравнение В и С (анализ взаимосвязи входных и выходных параметров)	Методы планирования эксперимента	-
6.48	Квадратики и черточки	Анализ экспериментальных данных	-
6.49	Опросный лист	Анализ экспериментальных данных	-
6.50	График плотности (диаграмма кори)	Анализ экспериментальных данных	-
6.51	Точечный график	Анализ экспериментальных данных	-
6.52	График разброса	Анализ экспериментальных данных	-
6.53	График стебель-лист	Анализ экспериментальных данных	-
6.54	Проверка гипотез	Принятие решения	ИСО 2854
6.55	Проверки наличия выбросов (количественные данные)	Принятие решения	-
6.56	Анализ воспроизводимости	Анализ системы измерений	ИСО 5725-1, ИСО 5725-2
6.57	Анализ калибровки	Анализ тенденции износа	-
6.58	Анализ разрешающей способности	Анализ системы измерений	-
6.59	Анализ промежуточной предикционности	Анализ системы измерений	-
6.60	Анализ линейности	Анализ системы измерения	-
6.61	Анализ стабильности	Анализ системы измерения	-
6.62	Кластерный анализ	Многомерный анализ	-
6.63	Анализ разрешающей способности	Многомерный анализ	-
6.64	T-карта Хотеллинга	Многомерный анализ	-
6.65	Анализ основных компонентов	Многомерный анализ	-
6.66	Регрессионный анализ	Диагностика регресса	-
6.67	FMEA и FMECA системы, проекта процесса	Анализ первопричины	-
6.68	Анализ дерева неисправностей (FTA)	Анализ первопричины	-
6.69	Анализ "Пять почему"	Анализ первопричины	-
6.70	Группировочная диаграмма	Относительные методы	-

	Элемент	Статистические методы и приемы	Обозначение соответствующего стандарта/документа
6.71	Опросный лист плана контроля	Относительные методы	-
6.72	Карта пересекающихся функций процесса	Относительные методы	-
6.73	Матричная диаграмма	Относительные методы	-
6.74	Метод "Пока-экз" (защита от ошибок)	Относительные методы	-
6.75	Карта процесса принятия решения (блок-схема PDPC)	Относительные методы	-
6.76	Блок-схема процесса	Относительные методы	-
6.77	Улучшение продукции (QFD)	Метод планирования качества	-
6.78	Диаграмма зависимостей	Формирование рациональных подгрупп	-
6.79	Стратификация	Относительные методы	-
6.80	Древовидная схема	Относительные методы	-
6.81	Анализ надежности: график функции опасности (обобщенный Вейбулл, неизвестное распределение); - анализ повышения надежности; прогнозирование надежности; прогнозирование живучести; - анализ живучести, логранговое направление распределения живучести; оценки распределений наработки до предельного состояния, процентиля наработки до предельного состояния, графики Вейбулла, логнормального, экспоненциального распределений (известное распределение)	Анализ надежности/выживания	-
6.82	Отбор выборки: оценка объема выборки; оценка уровня доверия и объема выборки; оценка точности объема выборки; рандомизация	Отбор выборки	
6.83	Построение статистических границ поля допуска	Анализ допусков	-
6.84	Вариационное моделирование	Анализ допусков	-

Таблица 2 - Рекомендуемые для применения в SPC методы и приемы

Наименование метода/приема	Этапы обеспечения качества	Область применения	Особенности применения и описание метода /приема	Обозначение соответствующего стандарта /документа
<i>p</i> -карта	Планирование, контроль и улучшение качества	Сбор данных контроля по альтернативному признаку, анализ воспроизводимости процесса, когда объемы выборок могут изменяться. Часто метод применяют к данным процесса на сборочной линии. Существуют и другие области применения, например анализ банковских ошибок, исследование данных внутреннего аудита, выполнение поставок	<i>p</i> -карта является картой контроля по альтернативному признаку, используемой для анализа процента несоответствующих единиц продукции. Часто данные собирают для многомерных характеристик	
<i>np</i> -карта контроля	Планирование, контроль и улучшение качества	Аналогично применению <i>p</i> -карт, но в ситуациях, когда объем выборки фиксирован, например при контроле числа несоответствующих единиц при фиксированном объеме (например, 30 единиц) случайной выборки	<i>np</i> -карту контроля используют аналогично использованию <i>p</i> -карты, но при наличии фиксированного объема выборки	
<i>c</i> -карта	Планирование, контроль и улучшение качества	Использование одной и той же карты с разными контрольными границами, например анализ несоответствий на одном листе материала уплотнительной прокладки	<i>c</i> -карта является картой контроля, которую используют для анализа числа дефектов или несоответствий на единицу продукции, например для анализа несоответствий на одном листе материала уплотнительной прокладки	
<i>u</i> -карта	Планирование, контроль и улучшение качества	Карты для нескольких характеристик часто используют при сборе данных, что позволяет максимально использовать доступную информацию, например число несоответствий на 100 двигателей, отнесенное к единице продукции	<i>u</i> -карта является картой контроля по альтернативному признаку, ее используют для сбора данных о доле несоответствий на единицу продукции для постоянного количества единиц продукции, когда число несоответствий может изменяться от одной партии к другой	
\bar{X} (\bar{X})-карта и <i>R</i> -карта	Планирование, контроль и улучшение качества	Анализ процесса статистического контроля и анализ возможностей процесса (замена сплошного контроля с целью сокращения расходов)	\bar{X} (\bar{X} - bar)- и <i>R</i> - карты также называют картами среднего и размаха соответственно: на \bar{X} - bar -карте отмечают изменения центральной линии процесса, на <i>R</i> -карте - размахи. Данные объединяют в подгруппы, изображают на отдельных картах и используют контрольные границы	
\bar{X} (\bar{X} - bar)-карта и <i>s</i> -карта	Планирование, контроль и улучшение качества	\bar{X} (\bar{X} - bar)- и <i>s</i> -карты обычно используют для управления автоматизированными процессами с автокоррекцией на основе сигналов статистического контроля	\bar{X} (\bar{X} - bar)- и <i>s</i> -карты используют в тех случаях, когда сбор и обработка данных автоматизированы	
<i>R</i> -карта	Планирование, контроль и улучшение качества	Используют в тех случаях, когда данные контроля по количественному признаку ограничены вследствие, например, изменения процесса или применения разрушающего контроля	Карты скользящего среднего (или медианы), группового и скользящего размаха за короткий промежуток времени включают карту среднего и карту скользящего размаха. Данные не объединены в подгруппы и результаты отдельных измерений нанесены на \bar{X} -карту, а различия между последовательными измерениями и скользящими размахами нанесены на <i>R</i> -карту	

Наименование метода/приема	Этапы обеспечения качества	Область применения	Особенности применения и описание метода /приема	Обозначение соответствующего стандарта /документа
X-карта	Планирование, контроль и улучшение качества	Анализ кумулятивных данных, которых не достаточно для \bar{X} (\bar{X} - bar)- и r -карт	Контроль индивидуальных значений со скользящим размахом (нормальное распределение) включает применение двух карт. Данные объединены в подгруппы, отдельные результаты измерений наносят на \bar{X} -карту, а различия между последовательными данными и скользящими размахами наносят на карту скользящих размахов	
Аналитическая контрольная карта Парето	Планирование, контроль и улучшение качества	-	Аналитическая карта Парето	
Групповая контрольная карта	Контроль и улучшение качества	Групповые контрольные карты используют для многопоточных процессов, таких как обработка деталей на многшпиндельном токарном станке, литье в несколько форм и много других применений в ситуациях, когда временные затраты, связанные с отбором выборки, велики. Анализ выполняют для выявления источника наибольшего количества данных и нетипичных отклонений данных (выбросов)	Групповые контрольные карты представляют собой адаптацию многомерной контрольной карты, где выборки отбирают из всех состояний в соответствии с предусмотренным планом выборочного контроля на подготовленной стандартной контрольной карте. Результаты наносят непосредственно на карту и проводят линии между самыми высокими и самыми низкими значениями. Вычисляют среднее и наносят на карту. Средние последовательных выборок соединяют. Контрольные границы вычисляют на основе верхних и нижних значений средних	
Причинно-следственная диаграмма	Планирование, контроль и улучшение качества	Причинно-следственную диаграмму, иногда называемую диаграммой рыбьего скелета или диаграммой Исикавы, используют для дальнейшего анализа специальных причин отклонений процесса	Причинно-следственная диаграмма обычно имеет вид рыбьего скелета с пятью основными ребрами (персонал, методы, материал, оборудование, измерения/рабочая среда) и перечисления соответствующих проблем (справа от ребра диаграммы)	
Индекс воспроизводимости процесса	Планирование, контроль и улучшение качества	Индекс воспроизводимости процесса позволяет при управлении процессом "видеть" его состояние, в том числе оценивать пригодность процесса для изготовления продукции или услуг. Обычно на практике устанавливают индексы в качестве новых целей программы качества	Индексы воспроизводимости C_p , C_{pk} показывают воспроизводимость процесса по отношению к границам поля допуска при контроле функционирования процесса в состоянии статистической управляемости	
Гистограмма	Планирование, контроль и улучшение качества	Гистограмму обычно используют для получения распределения частот. Составление гистограммы требует использования анализа основных компонентов, составления полигона частот, точечных графиков и карт CDF	Гистограмма (распределение частот) является одномерной диаграммой частоты, в которой прямоугольники, высота которых пропорциональна частотам классов, расположены на отрезках горизонтальной оси с шириной, соответствующей интервалу группировки наблюдений	
Контрольный список и опросные листы	Планирование, контроль и улучшение качества	-	Контрольный список и опросные листы. Контрольный список - заранее определенный перечень контролируемых характеристик для управления процессом. Опросный лист - подготовленная форма или шаблон для сбора и анализа данных	

Наименование метода/приема	Этапы обеспечения качества	Область применения	Особенности применения и описание метода /приема	Обозначение соответствующего стандарта /документа
Точечная диаграмма	Планирование, контроль и улучшение качества	Исследование взаимосвязей между переменными	Точечная диаграмма показывает взаимосвязь переменных и позволяет проверить их независимость. Для этого фиксируют одну переменную и рассматривают изменчивость другой. При наличии корреляции наблюдаемые значения располагаются вблизи от линии или кривой. Чем сильнее взаимосвязь переменных, тем ближе область распространения данных к линии	
Стратификация	Контроль и улучшение качества	Процесс стратификации может включать графическое деление области выборочных значений на меньшие области. Используют цветовую или другую идентификацию выделенных страт	Стратификация - разделение совокупности на части (страты) специально для целей отбора выборки. Назначенную пропорцию выборки отбирают из каждой страты	
Выборочный контроль	Контроль и улучшение качества	Выборочный контроль используют для принятия решения о партии материала или единиц продукции, когда сплошной контроль является дорогостоящим и трудоемким. Рациональная подгруппа важна, чтобы усилить результативность SPC при обнаружении максимальной изменчивости по отобранной выборке	Выборочный контроль представляет собой оценку качества материала или единиц продукции с помощью контроля части продукции процесса или партии вместо сплошного контроля на основе принятого плана статистического выборочного контроля или рационального разбиения на подгруппы при управлении процессом	
P_m, P_{mk}	Планирование, контроль и улучшение качества	Могут быть использованы для проверки или оценки потенциальных возможностей машины на основе методов теории вероятностей	Определение P_m, P_{mk} для машины (или для любой единичной характеристики продукции). Аналогично определению C_{pk} , но с использованием распределения вероятностей и не основано на времени или известных данных статистического управления	
CUSUM-карта	Планирование, контроль и улучшение качества	-	Контрольные карты накопленных сумм (CUSUM)	

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 11462-1-2007 Статистические методы. Руководство по внедрению статистического управления процессами. Часть 1. Элементы. Введен впервые. Дата введения 01.09.2007 – М.: Стандартинформ, 2007
2. ГОСТ Р ИСО 11462-2-2012 Статистические методы. Руководство по внедрению статистического управления процессами. Часть 2. Методы и приемы. Введен впервые. Дата введения 01.12.2012 – М.: Стандартинформ, 2014
3. ГОСТ Р ИСО 22514-1-2012 Статистические методы. Управление процессами. Часть 1. Основные принципы. Дата введения 01.12.2012 – М.: Стандартинформ, 2012.
4. ГОСТ Р ИСО 22514-2-2015 Статистические методы. Управление процессами. Часть 2. Оценка пригодности и воспроизводимости процесса на основе модели его изменения во времени
5. ГОСТ Р ИСО 22514-3-2013 Статистические методы. Управление процессами. Часть 3. Анализ пригодности машин на основе данных измерений единиц продукции. – М.: Стандартинформ, 2015.
6. ГОСТ Р ИСО 22514-6-2014 Статистические методы. Управление процессами. Часть 6. Статистики воспроизводимости процесса для многомерного нормального распределения. - М.: Стандартинформ, 2015.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение термину Статистическое управление процессом.
2. Для чего используется SPC?
3. За счет чего обеспечивается эффективное использование SPC?
4. В чем цель использования Контрольных карт.
5. Какие виды изменчивости существуют, в соответствии с теорией контрольных карт?
6. Какова задача использования SPC?
7. Основные принципы построения Контрольных карт Шухарта.
8. Как определяются контрольные границы карт?
9. В чем суть Ошибки первого рода при применении контрольных карт.
10. Когда возникает ошибка второго рода?
11. В чем суть эмпирических правил применения контрольных карт?
12. Почему σ используется как единица измерения при построении контрольных карт?
13. Что такое «Четыре кита» карт Шухарта?
14. Какова роль 14 пунктов Деминга в эффективности применения контрольных карт?
15. Что такое серия.
16. Критерии простых серий.
17. Критерии сложных серий.
18. Зачем проводить анализ серий?
19. Основные правила анализа контрольных карт Шухарта.
20. Что такое группировка данных?
21. Как группировка данных может повлиять на результаты анализа контрольных карт?
22. Основные принципы группировки данных.
23. Какие типы контрольных карт вы знаете?
24. Цель использования контрольных карт, для которых не заданы стандартные значения.
25. Виды карт по альтернативному признаку.
26. Когда используются карты по количественному признаку?
27. Принцип построения контрольных карт скользящего среднего и размаха.
28. Когда используются карты скользящих?
29. Какие методы SPC используются на этапе планирования качества?
30. Когда наиболее эффективно использовать с- или р-карты?
31. Какова область применения пр-карты?

Упражнение 1

Данные о содержании кремния в доменной печи представляют собой 99 последовательных измерений концентрации кремния. Поскольку пробы расплавленного металла, отправляемые в лабораторию, берутся из первой плавки каждой смены, получается ровно три измерения каждый день. Поэтому представление этих 99 значений в виде 33 групп по три элемента продиктовано желанием отражать при помощи каждой подгруппы результаты отдельно взятого дня. Таким образом, эти «тройки чисел образовали подгруппы, которые легли в основу описанной контрольной карты.

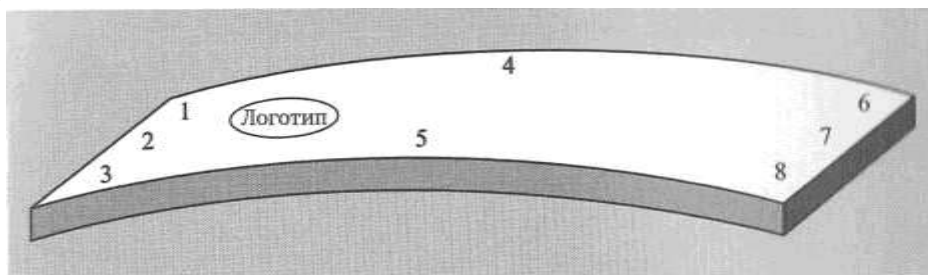
День	Измерения			Среднее	Размах
1	144	150	180	158,00	36
2	193	210	225	209,33	32
3	235	233	228	232,00	7
4	198	190	178	188,67	20
5	168	137	121	142,00	47
6	116	85	65	88,67	51
7	88	111	120	106,33	32
8	138	160	179	159,00	41
9	200	245	248	231,00	48
10	211	201	155	189,00	56
11	145	102	83	110,00	62
12	80	101	106	95,67	26
13	95	90	107	97,33	17
14	127	142	159	142,67	32
15	167	178	199	181,33	32
16	181	173	163	172,33	18
17	158	147	134	146,33	24

День	Измерения			Среднее	Размах
18	128	113	104	115,00	24
19	113	122	108	114,33	14
20	135	145	158	146,00	23
21	133	125	112	123,33	21
22	105	95	63	87,67	42
23	72	97	112	93,67	40
24	126	132	144	134,00	18
25	156	163	170	163,00	14
26	181	180	202	187,67	22
27	250	205	175	210,00	75
28	157	148	140	148,33	17
29	157	139	121	139,00	36
30	131	125	111	122,33	20
31	118	115	92	108,33	26
32	99	79	111	96,33	32
33	127	135	130	130,67	8

1. Вычислите контрольные пределы для карт средних и размахов. Постройте контрольные карты.
2. Какой источник вариации представлен на карте размахов?
3. Какой источник вариации представлен на карте средних?
4. Учитывая среднюю величину вариации в течение дня, какую вариацию в среднем дневном уровне кремния можно было бы ожидать, если процесс управляем?

Упражнение 2

Постоянство толщины спекаемой детали от начала до конца очень важно для выполнения последующих операций. Измерение толщины проводится в ходе процесса, из которого отбираются 10 деталей из одной партии исходной смеси, спекаемых в одной печи. Толщина каждой детали измеряется в восьми точках, как это показано на схеме.



Во время этого исследования измеряемые детали были помещены в печь таким образом, что край с точками 1, 2 и 3 торчал из печи, а точки 6, 7 и 8 оказались закрепленными в печи.

Позиция	Изделие									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	,311	,311	,309	,311	,310	,310	,311	,311	,310	,310
2	,311	,312	,313	,312	,310	,310	,310	,312	,311	,311
3	,312	,312	,314	,312	,312	,312	,312	,313	,313	,312
4	,315	,314	,310	,313	,312	,310	,313	,314	,313	,315
5	,312	,312	,314	,313	,315	,313	,311	,315	,312	,314
6	,315	,319	,315	,318	,313	,316	,316	,316	,316	,315
7	,312	,314	,313	,314	,312	,312	,314	,314	,313	,313
8	,314	,314	,314	,315	,313	,313	,314	,315	,315	,314

1. Используя приведенные данные, постройте контрольную карту, которая

21 марта 2020 г.

отвечала бы на вопрос: «Есть ли заметная разница между средней толщиной на концах деталей?»

2. Что бы вы ответили на вопрос «1» из предыдущего задания?
3. Как бы вы сгруппировали эти данные, чтобы сравнить толщину в каждой из восьми позиций?